



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS**

DEUSILENE COSTA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS ESTOQUES PESQUEIROS DE TRÊS ESPÉCIES COMERCIAIS
NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ- PARÁ**

**BELÉM
2020**

DEUSILENE COSTA DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DOS ESTOQUES PESQUEIROS DE TRÊS ESPÉCIES COMERCIAIS
NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ- PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais:

Área de concentração Pesca e recursos pesqueiros, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof^o. Dr. Nuno Filipe Alves Corrêa de Melo.

Co-orientador: Prof^o. Dr. Ivan Furtado Júnior

**BELÉM
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C837a Costa dos santos, DEUSILENE
Avaliação dos estoques pesqueiros de três espécies comerciais no reservatório da UHE de Tucuruí-PA /
DEUSILENE Costa dos santos. - 2020.
145 f. : il.
- Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos
Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia,
Belém, 2020.
Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Corrêa de Melo
Coorientador: Prof. Dr. Ivan Furtado Junior.

I. Alves Corrêa de Melo , Nuno Filipe , *orient.* II. Título

DEUSILENE COSTA DOS SANTOS**AVALIAÇÃO DOS ESTOQUES PESQUEIROS DE TRÊS ESPÉCIES COMERCIAIS
NO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE TUCURUÍ- PARÁ**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de Mestre.

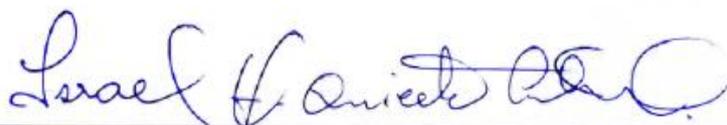
26 de outubro de 2020

Data da aprovação

BANCA EXAMINADORA

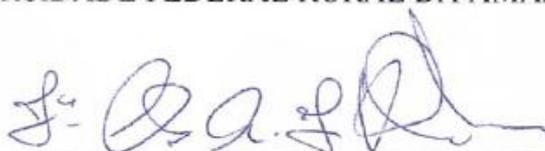
Orientador

Dr. Nuno Filipe Alves Corrêa de Melo
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Membro 1

Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA



Membro 2

Dr. Francisco Carlos Alberto Fonteles Holanda
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ – UFPA



Membro 3

Dra. Kátia Cristina de Araújo Silva
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por ter me dado força, disposição, livramentos e perseverança para concluir este trabalho;

Ao meu orientador Prof. Dr. Nuno pela carta de aceite a mim concedida e pela disponibilidade nos momentos que precisei;

A Universidade Federal Rural da Amazônia e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais;

Agradeço a CAPES pela bolsa a mim concedida;

Agradecimento à banca examinadora: Israel Cintra, Kátia Silva e Francisco Carlos Alberto Fonteles de Holanda que aceitaram colaborar com este trabalho;

Agradeço a professora Kátia Cristina Silva sempre que precisei nunca disse um não para mim, muito obrigada por me compreender e por sempre poder contar com sua ajudar;

Agradeço as minhas amigas de longa caminhada, Kedma Lopes que apesar de pequena no tamanho é uma “grande pessoa”, Rosilda Faria que apesar de desatenta, sempre prestativa;

Agradeço a minha amiga que já faz parte da minha história há uma década, Jéssica Almeida da Silva, pelo incentivo e por compartilharmos vários acontecimentos dentro e fora da universidade;

A equipe do Laboratório Estatística e Prospecção Pesqueira - LAPEP;

Agradeço a minha querida e amada mãe Luiza Santos, por todo amor e paciência que teve comigo;

A minha irmã Valdilene Santos, pelo carinho, apoio, companheirismo e amizade;

A todos que contribuíram de alguma maneira para realização deste trabalho.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Co-orientador Ivan Furtado Júnior, por está compartilhando está caminhada juntamente comigo em 10 anos de aprendizagem, amizade, brincadeiras, broncas, mágoas superadas, enfim muitas, muitas coisas;

Em 2010 quando iniciei o curso de Engenharia de Pesca não sabia que na Universidade Federal Rural da Amazônia encontraria um “Pai” que sempre me incentivou, apoiou, ajudou e repassou grande parte do seu conhecimento;

Eu agradeço por você ter aceitado ser meu co-orientador sua ajuda foi de fundamental importância para que hoje eu esteja concluindo mais essa etapa, sem a sua ajuda tudo seria mais difícil e complicado;

Muito obrigada pela paciência com que conduz sua orientação. Recordo-me que inúmeras vezes falei: Ivan eu não sei fazer isso, está difícil. E você respondia: está fazendo errado porque eu não mando fazer nada difícil. E com toda paciência ensinava a fazer novamente;

Agradeço por sempre! Sempre! Ser positivo e repassar essa positividade para seus orientandos; Muito obrigada pelas piadas contadas, por me fazer rir e esquecer um pouco do peso da responsabilidade do trabalho;

Não tenho como te recompensar por tudo que fez, não somente neste trabalho, mais durante os 10 anos de convivência. Peço a Deus que te recompense com muita saúde e paz de espírito.

Você é a pessoa mais calma e braba que conheci o professor mais inteligente que já vi e o mais engraçado que ouvi;

“Eu tinha escrito 20 páginas de agradecimento especial, mas, com essa crise, tive que resumir”.

Aqui encerro meu muito obrigada a você Furtado Júnior !!

Já dizia Frei Luiz de Chique Chique
Quão chique é ter
Um rio pra nadar a correr
Quão chique é ter
Um rio pra pescar e pra beber
Não deixe o rio morrer
Se não que será de mim
Que só tenho esse rio pra viver
Não deixe o rio morrer
Se não morre o ribeirinho de fome de sede
De sei lá o quê?...
Boato Ribeirinho (Targino Gondim)

RESUMO

A pesca na Amazônia se destaca entre as regiões brasileiras pela riqueza de espécies exploradas e a quantidade de pescado capturado. Este estudo descreve a pesca comercial das espécies mapará *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) no Baixo rio Tocantins-PA, Norte do Brasil, na área de influência da UHE-Tucuruí, com ênfase no reservatório. O estudo foi dividido em quatro capítulos. O primeiro trata da Contextualização, Objetivos, Revisão de literatura, Biologia das Espécies e Metodologia Geral. O segundo, terceiro e quarto capítulos, descrevem os parâmetros de crescimento, taxa de exploração e avaliação do estoque das espécies. Onde foram obtidos os seguintes resultados: comprimento máximo e mínimo das espécies, as classes de comprimentos mais abundantes, o comprimento assintótico (L_{∞}), taxa de crescimento (k), taxa de exploração, mortalidade natural (M), por pesca (F) e total (Z), recrutamento pesqueiro, captura máxima sustentável (MSY). Para obtenção dos dados foram realizados monitoramentos diários em seis portos dos municípios de Tucuruí (Porto do km 11), Jacundá (Porto Santa Rosa), Breu Branco (Porto da Geleira), Goianésia do Pará (Porto Novo), Novo repartimento (Polo Pesqueiro) e Itupiranga (Porto da Colônia Z44). Durante o monitoramento foram coletados os dados de: comprimento total (CT), porto de desembarque, tipo da embarcação, data da saída e tempo de pesca em horas, nome do pesqueiro principal, equipamentos de pesca e suas quantidades, para as artes de anzol e redes de emalhar, para estas últimas também o comprimento total e tamanho da malha esticada entre nós opostos. A pesca do mapará, pescada-branca e jatuarana no lago da UHE Tucuruí tem grande importância na vida socioeconômica dos pescadores, e se caracteriza como principal fonte de renda. Sendo a espécie com maior produção desembarcada *Hypophthalmus marginatus*.

Palavras-chave: reservatório; exploração pesqueira; pesca extrativa.

ABSTRACT

Fishing in the Amazon stands out among Brazilian regions due to the richness of exploited species and the amount of fish caught. This study describes the commercial fishing of the species mapará *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), white hake *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) and jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) in the Lower Tocantins-PA, Northern Brazil, in the area of influence of UHE-Tucuruí, with emphasis on the reservoir. The study was divided into four chapters. The first deals with Contextualization, Objectives, Literature review, Species Biology and General Methodology. The second, third and fourth chapters describe the parameters of growth, rate of exploitation and assessment of the stock of species. Where the following results were obtained: maximum and minimum species length, the most abundant length classes, asymptotic length (L_{∞}), growth rate (k), exploitation rate, natural mortality (M), by fishing (F) and total (Z), fishing recruitment, maximum sustainable catch (MSY). To obtain the data, daily monitoring was carried out in six ports in the municipalities of Tucuruí (Porto do km 11), Jacundá (Porto Santa Rosa), Breu Branco (Porto da Gleira), Goianésia do Pará (Porto Novo), New office (Polo Pesqueiro)) and Itupiranga (Porto da Colônia Z44). During the monitoring, data were collected: total length (CT), port of landing, type of vessel, date of departure and fishing time in hours, name of the main fishery, fishing equipment and their quantities, for the hook gear and gillnets, for the latter also the total length and size of the mesh stretched between opposite nodes. Fishing for mapará, hake and jatuarana in the lake of the Tucuruí HPP is of great importance in the socioeconomic life of fishermen, and is characterized as the main source of income. The species with the highest production landed is *Hypophthalmus marginatus*.

Keywords: reservoir; fishing exploitation; extractive fishing.

PREFÁCIO

Este trabalho contém quatro capítulos, seguindo as Normas de Apresentação de Dissertação e Tese da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) de 2020, sugerida pelo Biblioteca Lourenço José Tavares Vieira da Silva.

SUMÁRIO

RESUMO.....	4
1.1 OBJETIVOS	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 Revisão de Literatura.....	14
1.2.1 Síntese sobre as Embarcações de Pesca	14
1.2.2 Síntese sobre os Apetrechos de Pesca	17
1.2.3 Síntese sobre as Principais Pescarias.....	21
1.3 Síntese Sobre a Biologia Pesqueira do Mapará <i>Hypophthalmus marginatus</i> (Valenciennes, 1840).....	29
1.3.1 Sistemática.....	29
1.3.2 Características morfológicas	29
1.3.3 Distribuição geográfica, habitat e hábitos	30
1.3.4 Crescimento.....	30
1.3.5 Reprodução e Migração.....	31
1.3.6 Proporção sexual	32
1.3.7 Tamanho e idade de primeira maturação.....	32
1.3.8 Local e época de reprodução	32
1.3.9 Taxa de Fecundidade.....	33
1.3.10 Avaliação de Estoques e Captura Máxima Sustentável	33
1.4 Síntese Sobre a Biologia Pesqueira da pescada-branca <i>Plagioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840).....	35
1.4.1 Sistemática.....	35
1.4.2 Características morfológicas	35
1.4.3 Distribuição geográfica, habitat e hábitos	35
1.4.4 Crescimento.....	36
1.4.5 Reprodução e Migração.....	37
1.4.6 Proporção sexual	38
1.4.7 Tamanho e idade de primeira maturação.....	38
1.4.8 Local e época de reprodução	39
1.4.9 Migração e a taxa de fecundidade	39
1.4.10 Avaliação de Estoques e Captura Máxima Sustentável	40
1.5 Síntese sobre Biologia e pesca da jatuarana <i>Hemiodus unimaculatus</i> (Bloch, 1794)..	42
1.5.1 Sistemática.....	42

1.5.2 Características morfológicas	42
1.5.3 Distribuição geográfica, habitat e hábitos	43
1.5.4. Crescimento	43
1.5.5. Reprodução e Migração	44
1.5.6. Proporção Sexual	44
1.5.7. Tamanho de Primeira Maturação	45
1.5.8. Local e Época de Reprodução	45
1.5.9. Taxa de Fecundidade	46
1.5.10. Avaliação de Estoques e Captura Máxima Sustentável	46
1.6 Metodologia Geral	47
1.6.1 Área de estudo	47
1.6.2 Obtenção dos dados	49
1.6.3 Dados coletados e organizados	49
1.6.4 Análise dos dados	50
1.6.4.1 Parâmetros de crescimento	50
1.6.4.2 Padrões de recrutamento	51
1.6.4.3 Estimativas de mortalidade	52
1.6.4.4 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly	52
1.6.4.5 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada	52
1.6.4.6 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft)	52
1.6.4.7 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades	53
1.6.4.8. Análise de população virtual (VPA)	53
1.6.4.9 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell	54
REFERÊNCIAS	56
2 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, TAXA DE EXPLORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DO MAPARÁ <i>HYPOPHthalmus marginatus</i> (VALENCIENNES, 1840), NO RESERVATÓRIO DA UHE DE TUCURUÍ	65
RESUMO	65
2.1 Introdução	66
2.2 Material e Métodos	67
2.2.1 Área de estudo	67
2.2.2 Obtenção dos dados	67
2.3 Análise dos Dados	68
2.3.1. Parâmetros de crescimento	68
2.3.2 Padrões de recrutamento	68
2.3.3 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly	69

2.3.4 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada	69
2.3.5 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft) ..	69
2.3.6 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades	69
2.3.7 Análise de população virtual (VPA).....	70
2.3.8 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell	71
2.4 Resultados e Discussões.....	73
2.4.1 Distribuição das classes de comprimento do mapará	73
2.4.2 Parâmetros de crescimento do mapará	74
2.4.3 Ajuste de frequências de comprimento e coortes do mapará	75
2.4.4 Padrão de recrutamento para a pesca do mapará.....	76
2.4.5 Parâmetros de mortalidade do mapará	77
2.4.6 Taxas de exploração com base nas mortalidades para o mapará.....	78
2.4.7 Estrutura populacional e recrutamento do mapará	79
2.4.8. Captura máxima sustentável para o mapará	81
2.6 Conclusão	86
REFERÊNCIAS	87
.....	90
3 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, TAXA DE EXPLORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DA ESPÉCIE <i>PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS</i> (HECKEL, 1840), NO RESERVATÓRIO DA UHE DE TUCURUÍ.....	91
RESUMO.....	91
3.1 Introdução	92
3.2 Material e Métodos.....	94
3.2.1 Área de estudo	94
3.2.2 Dados Utilizados	94
3.3 Análise dos Dados	95
3.3.1. Parâmetros de crescimento	95
3.3.2 Padrões de recrutamento.....	95
3.3.3 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly	96
3.3.4 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada	96
3.3.5 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft) ..	96
3.3.6 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades	96
3.3.7 Análise de população virtual (VPA).....	97
3.3.8 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell	98
3.4 Resultados e Discussões.....	100
3.4.1 Distribuição das classes de comprimento da pescada-branca	100

3.4.2	Parâmetros de crescimento da pescada-branca.....	101
3.4.3	Ajuste de frequências de comprimento e coortes da pescada-branca.....	103
3.4.4	Padrão de recrutamento para a pesca da pescada-branca	103
3.4.5	Parâmetros de mortalidade da pescada-branca.....	104
3.4.6	Taxas de exploração com base nas mortalidades para a pescada-branca.....	105
3.4.7	Estrutura populacional e recrutamento para a pescada-branca.....	106
3.4.7	Captura máxima sustentável para a pescada-branca	108
3.5	Conclusão	113
4	PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, TAXA DE EXPLORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DA ESPÉCIE <i>HEMIODUS UNIMACULATUS</i> (BLOCH, 1794), NO RESERVATÓRIO DA UHE DE TUCURUÍ NO BAIXO RIO TOCANTINS.....	119
	RESUMO.....	119
4.1	Introdução	120
4.2	Material e Métodos.....	121
4.2.1	Área de estudo	121
4.2.2	Dados Utilizados	121
4.3	Análise dos Dados	122
4.3.1.	Parâmetros de crescimento	122
4.3.2	Padrões de recrutamento.....	122
4.3.3	Equação da mortalidade natural (M) de Pauly	123
4.3.4	Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada	123
4.3.5	Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft) 123	
4.3.6	Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades	123
4.3.7	Análise de população virtual (VPA).....	123
4.3.8	Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell	125
4.4	Resultados e Discussões.....	127
4.4.1	Distribuição das classes de comprimento da pescada-branca	127
4.4.2	Parâmetros de crescimento da jatuarana-escama-grossa.....	128
4.4.3	Ajuste de frequências de comprimento e coortes da jatuarana-escama-grossa.....	129
4.4.4.	Padrão de recrutamento para a pesca da jatuarana-escama-grossa	130
4.4.5.	Parâmetros de mortalidade da jatuarana-escama-grossa	131
4.4.6.	Taxas de exploração com base nas mortalidades para a jatuarana-escama-grossa	131
4.4.7	Estrutura populacional e recrutamento da jatuarana-escama-grossa.....	132
4.4.7.	Captura Máxima Sustentável para a jatuarana-escama-grossa.....	134
4.5	Conclusão	140
	REFERÊNCIAS	141

CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	144
----------------------------------	------------

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A construção e a operação da barragem de Tucuruí constituíram uma oportunidade única de complementar os conhecimentos sobre ecologia de peixes na região amazônica em situação de interação forte com o desenvolvimento (MÉRONA; SANTOS; JURAS; CINTRA, 2010). Devido ao conhecimento sobre essa multiplicidade de espécies de peixes amazônicos ainda ser insuficiente, o que torna difícil a gestão e proteção das espécies (FERREIRA; ZUANON, 2000).

Os organismos aquáticos da bacia amazônica constituem um dos sistemas mais complexos e interessantes do planeta, devido ao número de espécies de animais e vegetais que abriga, não sendo encontrado algo similar em nenhuma outra região (VAL, 1995). Estas espécies de peixes são exploradas por frotas artesanais e industriais; estimando-se que cerca de 40% da produção pesqueira do Brasil seja originada da bacia Amazônica (SANTOS; SANTOS, 2005).

A pesca no reservatório da UHE Tucuruí, inserido no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí pode ser classificada como de subsistência, artesanal e esportiva (CINTRA et al., 2009). De acordo com Mérona, Santos, Juras e Cintra (2010), a cadeia produtiva da pesca nesta área, possui papel importante na ocupação de mão de obra, produção de alimentos e geração de renda para a região. Sendo a pesca uma atividade de elevada importância social e econômica para os municípios situados à montante e à jusante da barragem (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004) movimentando cerca de R\$ 4,2 milhões/ano, no início da década de 1990 (BOONSTRA, 1993) permanecendo atual, esse valor, até o início da década de 2000 (CAMARGO; PETRERE-JÚNIOR, 2004).

A produção total de pescado desembarcado no Lago de Tucuruí variou de 5.731 t (2001) a 8.551 t (2003) (média/ano = 6.985 t) (JURAS; CINTRA; ANDRADE, 2007), a qual superava a produção pesqueira de muitos estados brasileiros (CINTRA et al., 2007a). A composição da produção pesqueira é considerada heterogênea, uma vez que o reservatório produz um volume de pescado que representa mais de 60% do total registrado nos diferentes mercados da região (MÉRONA; SANTOS; JURAS; CINTRA, 2010).

De acordo com Cintra, Juras, Andrade e Ogawa (2007b), o mapará *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e jatuarana-escama-grossa *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), estavam entre as principais espécies capturadas na área de influência da UHE Tucuruí.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar os estoques pesqueiros das espécies alvo mapará *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) e jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), para subsidiar as ações de manejo sustentável no Lago de Tucuruí.

1.1.2 Objetivos específicos

Quantificar os parâmetros de crescimento das principais espécies de peixes no Lago de Tucuruí e

Estimar a captura máxima sustentável para cada espécie alvo no Lago de Tucuruí.

1.2 Revisão de Literatura

1.2.1 Síntese sobre as Embarcações de Pesca

Na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, Cintra et al., (2009) identificaram seis tipos de embarcações: casquinho, canoa, rabeta, voadeira, barco com motor-de-centro e geleira. Com exceção das voadeiras estas embarcações são construídas preferencialmente de madeira, evidenciando um sistema de produção essencialmente artesanal, sendo que castanheira *Berlholletia excelsa*, piquiá *Caryocar vellosum*, e louro *Lauro nobilis*, estão entre as espécies de madeiras mais utilizadas.

O maior poder de flutuabilidade, resistência e durabilidade do material são as características que definem a preferência dos pescadores por essas madeiras. A itaúba *Ocotea megaphylla*, o cedro *Cedrela fissilis*, a sapucaia *Lecythis lanceolata*, o amarelão *Aspidosperma vargassi*, e o bacuri *Platonia insignis*, também são utilizados na construção das embarcações, porém, com menor frequência (CINTRA et al., 2009).

Casquinho: Embarcação de madeira de pequeno porte. Pode ser construído de uma única árvore e neste caso o tronco deve limitar-se a quatro metros de comprimento e o fundo será arredondado, em formato de “U” ou com três peças de madeira e neste caso terá o fundo da embarcação quadrado. Ocorre em grande quantidade no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí. São embarcações de três a cinco metros de comprimento, propulsão realizada com auxílio de remo e capacidade de carga de 150-200 kg (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004; CINTRA et al., 2009).

A principal característica do casquinho é a grande semelhança entre a proa e a popa, o que chega a causar confusão quanto à identificação destas partes (SANTOS; CARVALHO-NETA; ALMEIDA, 2003).

A quantidade de tripulantes em um casquinho variava de um a dois pescadores. Os pescadores utilizavam o casquinho para pequenos deslocamentos e em pescarias diárias próximas ao porto de desembarque e no entorno das suas residências. O peixe capturado pode ser conservado no gelo ou ser comercializado como peixe fresco (in natura), o chamado peixe da maré. Os casquinhos eram também utilizados nas pescarias mais afastadas pelos barcos de motor-de-centro, geleiras e rabetas como embarcações de apoio à pesca (CINTRA et al., 2009).

Canoa: Embarcação de pequeno porte, geralmente construída em madeira (itaúba), e movida com o auxílio de remo; o fundo pode ser quadrado ou arredondado em formato de “U”. Uma boa canoa deve ser construída com três tábuas e sua construção é mais rápida quando comparada com os casquinhos. Ocorre em grande quantidade na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí. Não possui casaria e nem porão para guardar gelo ou

pescado. Pode ser motorizada ou movida à vela e/ou a remo (CINTRA et al., 2009). Possuem comprimento total que varia de seis a sete metros, propulsão a remo e capacidade de carga total de 250 a 500 kg (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004).

O remo é um instrumento geralmente de madeira, composto de cabo roliço, terminando por uma parte espalmada que funciona como alavanca interfixa para o deslocamento da embarcação (AGOSTINHO et al., 2005).

A quantidade de pescadores, na canoa, era em geral dois, podendo ser encontrado de um a quatro. Os pescadores que utilizam este tipo de embarcação pescavam nas proximidades dos portos de desembarque localizados no reservatório ou davam suporte aos barcos com motor de centro e geleiras. A canoas deste tipo pescava de 19 a 24 dias por mês. Conservavam o pescado no gelo e em alguns casos vendiam o peixe in natura. Apesar de existir venda diretamente para o consumidor, em geral os pescadores comercializavam o seu pescado por meio de um intermediário (CINTRA et al., 2009).

Rabeta: É uma canoa equipada com motor de rabeta, cujo combustível é a gasolina, sendo as suas outras características iguais à da canoa. A ocorrência na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí era intensa, esta embarcação possui de seis a oito metros de comprimento e apresenta potência motora de 4,5 a 5,5 HP, sua capacidade de carga total de é 350 a 500 kg (CINTRA et al., 2009).

A quantidade de pescadores via de regra eram dois, podendo ser encontrado de um a três, sendo que os pescadores utilizavam este tipo de embarcação pescavam em áreas mais afastadas do porto de desembarque e atuavam tais como a canoa a remo, dando suporte aos barcos com motor-de-centro e geleiras, pescando 18 a 21 dias por mês e conservavam o pescado no gelo até o local de comercialização, já em relação à comercialização é predominantemente realizada por meio de algum tipo de intermediário (CINTRA et al., 2009).

O motor de dois tempos (2T), possui um sistema de transmissão em rabeta (varão com aproximadamente 1,5 a 2,0 m, cardan direto, sem diferencial, aceleração automática, com hélice na ponta), que é instalado na parte posterior do barco (AGOSTINHO et al., 2005).

Voadeira: Raramente utilizada por pescadores artesanais, sendo mais comum o seu emprego por praticantes da pesca esportiva. É um barco com casco de alumínio ou madeira, normalmente com seis a oito metros de comprimento, e com propulsão por motor de popa a gasolina de 30 a 40 HP. A voadeira de madeira de seis metros de comprimento pesa em torno de 350 kg e uma de alumínio do mesmo comprimento pesa apenas 100 kg (CINTRA et al., 2009).

Barco com motor de centro: São embarcações construídas principalmente em madeira e impulsionadas por motores a diesel instalados no centro da embarcação; o fundo da embarcação pode ser quadrado ou em forma de quilha “V”; geralmente apresenta casaria, havendo casos em que não está presente. São adaptados a percorrerem distâncias mais longas e utilizadas para realizar viagens de pesca com duração de cinco a sete dias (CINTRA et al., 2009).

O peixe é conservado no gelo, principalmente em caixas de isopor, sendo poucos deles equipados com urnas. Estes barcos podiam utilizar nas operações de pesca de um a três casquinhos e/ou canoas a remo no apoio a pesca e/ou rabetas para lançamento e recolhimento dos apetrechos de pesca. Ocorriam em grande quantidade na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí (CINTRA et al., 2009).

O motor-de-centro é um motor estacionário, geralmente a diesel que por meio de um sistema de transmissão hidráulica desloca a embarcação, com três posições “avante”, “ponto morto” e “macha a ré”. Tais manobras são proporcionadas pelo reversor, colocado entre o motor e o hélice propulsor. É instalado na parte central da embarcação, tendo o leme na popa (AGOSTINHO et al., 2005).

Este tipo de embarcação possui comprimento total que vai de oito a 14 m. Os barcos com motor de centro apresentam potências de seis a 18 HP. A capacidade de carga total respectivamente de 500 a 3.000 kg (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004). A quantidade de pescadores variava de dois a seis. As unidades deste tipo pescavam de 21 a 23 dias por mês. O pescado era conservado no gelo até o local de comercialização. Quase todos os pescadores comercializavam a produção por meio de um intermediário. Observou-se que quanto maior a embarcação ou estrutura de pesca maior era o envolvimento com o intermediário (CINTRA et al., 2009).

Geleira: São embarcações com motor de centro com capacidade de carga normalmente superior a cinco toneladas, equipadas com urna para estocagem de gelo e peixe (a geleira). Geralmente são construídas em madeira e impulsionadas por motor diesel instalado no centro da embarcação. São adaptadas também a percorrerem longas distâncias e utilizados para realizar viagens de pesca com duração de 7 a 10 dias. Estes barcos possuíam de dois a quatro casquinhos e/ou canoas a remo e/ou rabetas de apoio à pesca para lançamento e recolhimento dos apetrechos de pesca (CINTRA et al., 2009).

O comprimento variava muito, sendo normalmente superior a 12 m. As embarcações possuíam motor de centro com potência motora de 18 a 20 HP. A capacidade de carga total era de 5.000 a 8.000 kg (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004). A quantidade de pescadores era em média de seis. As unidades deste tipo pescavam de 20 a 22 dias por mês e conservavam o

pescado no gelo até o local de comercialização. A produção era comercializada por meio de um intermediário (CINTRA et al., 2009).

Batista, Isaac e Viana (2004) relatam que os barcos geleiros podem ser classificados de acordo com a sua modalidade de atuação. Os barcos de pesca ou “pescadores” são embarcações que possuem a sua própria tripulação de pescadores. Os barcos “compradores” apenas percorrem as comunidades ribeirinhas ou locais de pesca, comprando pescado dos pescadores locais. Existem também barcos “mistos” que tanto levam pescadores como efetuam compras. Segundo os mesmos autores, a captura era realizada, na maioria das vezes, por pequenas canoas, que transportam o pescador até o local da pescaria, sendo o “barco-mãe” o depósito da produção, que era conservada em gelo.

1.2.2 Síntese sobre os Apetrechos de Pesca

Os principais apetrechos de pesca utilizados pelos pescadores artesanais, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, eram a rede de emalhar (malhadeira) fixa ou presa, anzol (caniço, linha de mão e espinhel), arpão e o matapi. No trecho correspondente ao município de Itupiranga, além dos apetrechos referidos acima, encontrava-se a rede de emalhar à deriva ou caceia, rede de emalhar de bloqueio e as tarrafas. Sendo que a rede de emalhar e o anzol eram as artes de pesca mais utilizadas no reservatório (CINTRA et al., 2009).

Rede de emalhar (malhadeira) fixa, de espera, de fundeio ou presa: Apresenta estrutura de forma retangular, geralmente, em fio monofilamento de nylon (poliamida), com diâmetro variando de 0,3 a 0,4 mm. O cabo mestre ou superior apresenta boias de isopor (poliestireno expandido) como flutuadores e o cabo inferior possuía peças de chumbo para dar peso a rede. O comprimento da rede de emalhar variava de 50 a 700 m, possuía de dois a quatro metros de altura e apresentava tamanho de malha variando entre seis e 14 cm entre nós opostos (CINTRA et al., 2009).

Segundo Almeida (2016) a rede de emalhar, nas comunidades da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Alcobaça, é formada pela panagem (pano) que tem formato retangular e mede aproximadamente 100 m de comprimento e custa em torno de R\$ 70,00 é feita com fio 100% poliamida com 0,30 milímetros de diâmetro, na panagem (pano) é colocado o cabo mestre (tralha de boias e tralha de chumbadas) a partir da atividade de entralhar para dá proteção a panagem (pano). O entralhe é feito a partir de um modo específico dos pescadores de amarrar um fio de náilon (fazendo um arco, arcala) de aproximadamente 2 centímetros de circunferência em toda extensão da panagem (pano). A malha mínima utilizada nas comunidades é a de 8 cm entre nós opostos, pois a legislação pesqueira só permite esse tamanho, e se utilizarem malha menor, correm o risco de perder a rede de emalhar.

A rede de emalhar fixa era o principal tipo de rede de emalhar encontrada no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, podendo estar fixa nas regiões marginais, geralmente com as extremidades presas nos galhos das árvores, ou afastadas das margens, com as extremidades presas em poita identificada por meio de boia de isopor (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004).

Silva, Takai e Castro (1977) explicam que este tipo de rede é denominado rede de espera, pois é colocada num dia e, somente no dia seguinte é verificada a captura. Fundeio é a denominação que se dá em virtude de as duas extremidades estarem fixadas a estacas que são fincadas no fundo e, devido a isso podem também ser chamadas de redes de emalhar fixas. Na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí existem variações quanto ao tempo e forma de fixação das redes de emalhar.

Conforme a legislação vigente, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, no corpo do reservatório, o comprimento das redes de emalhar está limitado a 350 m ou 1/3 da largura do ambiente, a altura máxima 5 m e a malha igual ou superior a 80 mm. A rede de emalhar para capturar iscas, deve ter o comprimento máximo de 5 m, malha mínima de 50 mm e altura máxima de 1 m.

Rede de emalhar (malhadeira) à deriva ou de caceia: Estrutura de forma retangular, confeccionada geralmente em nylon (poliamida). Era utilizada mediante a fixação de uma das extremidades a uma embarcação ou das duas extremidades, cada uma em uma embarcação, que podia ser canoa a remo ou barco com motor de centro, que desciam o rio levadas pela correnteza. A extremidade da rede que ficava livre era identificada pela última boia da rede. Esta corria à deriva no meio do rio ou próximo das praias. Suas dimensões mais frequentes eram 100 m de comprimento, dois a dois e meio metros de altura e tamanho da malha de seis a nove centímetros entre nós opostos (CINTRA et al., 2009).

A Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, em seu artigo 3° proíbe a pesca com a utilização de caceia ou bubuia, categoria em que se enquadra a rede de emalhar (malhadeira) à deriva ou de caceia, sendo, portanto, um petrecho de pesca proibido na bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Gurupi.

Rede de emalhar (malhadeira) de bloqueio: Estrutura de forma retangular, confeccionada geralmente em nylon (poliamida) semelhante à rede de emalhar fixa. O tamanho da malha da rede era de 4, 5 e 6 cm entre nós opostos (CINTRA et al., 2009).

Anzol (caniço ou linha-de-mão): Constitui-se de uma linha de nylon (poliamida) com um ou mais anzóis e pode ser designado de caniço, quando utiliza vara, ou linha-de-mão, quando não utiliza (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004).

A linha-de-mão é formada por uma linha de nylon (poliamida), que pode ter o diâmetro de 0,35 a 0,80 mm, com um anzol que pode variar do tamanho número cinco a 20. Quanto menor o número do anzol, maior é o tamanho dele, e mais resistente tem que ser a linha, pois são seletivos para os peixes maiores (CINTRA et al., 2009).

Em anzóis de tamanho número cinco e seis eram utilizadas linhas de poliamida de diâmetro 0,80 mm e para anzóis nove e 10 eram usadas linhas de nylon (poliamida) de diâmetro 0,60 mm. O comprimento da linha varia podendo ser de 20 a 100 m, nesse último caso, era usado apenas 50 m de linha ficando o resto enrolado em um carretel improvisado de madeira. A linha podia ser presa ao carretel de madeira ou segura na mão do pescador. Na maioria dos casos, era utilizada uma chumbada para alcançar grandes profundidades. O destorcedor era utilizado apenas com iscas artificiais. Os anzóis mais empregados eram os de tamanho números seis a 10. O caniço era formado por uma vara de bambu de cinco metros de comprimento, onde era presa uma linha de nylon (poliamida) com características idênticas às da linha-de-mão (CINTRA et al., 2009).

O caniço é utilizado por todos os pescadores das comunidades da RDS Alcobaça, é formado por uma vara de bambu medindo aproximadamente 5 metros de comprimento comprada no porto do KM 11 por cerca de R\$ 7,00, nessa vara é presa uma linha de náilon e na linha é preso o anzol, geralmente os pescadores utilizam anzol número 8, 9 ou 10 (ALMEIDA, 2016).

Espinhel: Observado ocasionalmente na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, ocorrendo com maior intensidade no trecho do rio Tocantins a montante da barragem da UHE Tucuruí, na região de Itupiranga. Constava de uma linha principal, grossa de nylon (poliamida), à qual eram amarradas várias linhas secundárias com anzóis, com espaçamento de um metro entre as mesmas. Eram frequentes espinhéis com 35 anzóis de tamanho número sete (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004).

Segundo a legislação em vigor, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, no corpo do reservatório, o comprimento máximo permitido do cabo do espinhel é de 200 m.

Boinha: A boinha constitui um pedaço de linha amarrada a uma boia de isopor em uma das suas extremidades e na outra presa a um anzol. Fica disposta verticalmente na coluna d'água, em cada boinha, a linha possui de 3 a 4m de comprimento.

A Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, em seu artigo 3° proíbe a pesca com a utilização de boias, galões e João-bobo, categoria em que

se enquadra a boinha, sendo, portanto, um petrecho de pesca proibido na bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Gurupi.

Tarrafa: Tipo de rede cônica, geralmente com três a seis metros de diâmetro quando abertas, sendo os diâmetros mais comuns os de quatro e cinco metros. O tamanho da malha variava de 5 a 12 cm entre nós opostos, sendo os mais comuns de cinco a sete centímetros, eram observadas ocasionalmente na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí e na região de Itupiranga. Podem ser usadas em todos os ambientes, mesmo em locais com pedras. Na cheia, este apetrecho era utilizado no remanso das margens, na seca era usado no leito do rio nos remansos das pedras (CINTRA et al., 2009).

Mérona, Santos, Juras e Cintra (2010) relatam que as tarrafas utilizadas na área de influência do reservatório eram de dois tipos: o modelo clássico que tem a corda de punho fixa na cabeceira, sendo utilizado em ambientes rasos, nas margens de praias ou na proximidade dos canais de comunicação entre os lagos marginais e o rio e outro tipo de tarrafa, chamado de argola, que foi adaptado ao uso em águas profundas. A corda de punho passa livremente na cabeceira da tarrafa e é amarrada por meio de numerosas linhas à chumbada. Deste modo, após o lance, quando a tarrafa chega ao final da corda, a chumbada é imediatamente voltada para o centro da tarrafa, formando um saco no qual os peixes ficam presos.

Conforme a legislação vigente, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, no corpo do reservatório, o tamanho das malhas das tarrafas deve ser igual ou superior a 50 mm medido entre nós opostos da malha esticada. As tarrafas para captura de isca são permitidas com altura máxima de 1,80 m, malha entre 20 mm e 50 mm, confeccionadas com linha de nylon monofilamento com espessura máxima de 0,40 mm.

Arpão ou haste: É uma vara de madeira, geralmente da paracuúba *Lecythis peltata* amazônica ou pau d'arco *Tabebuia impetiginosa*, com cerca de dois metros de comprimento com uma ponteira (arpão) numa extremidade e uma corda na outra, esse instrumento possui a haste um pouco maior e mais pesada do que a da zagaia, de maneira a alcançar maior movimento e poder de penetração (MORAES, 2005).

Dentre os petrechos de pesca, o arco e flecha, usados pelos povos tradicionais, é o único permitido, no corpo do reservatório. O arpão ou haste, não consta na relação dos petrechos de pesca permitidas, portanto, está proibido pela Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011.

Zagaia: É um petrecho fabricado com materiais da própria região, a haste geralmente é feita da madeira chamada paracuúba, moldada de uma forma tal que possui aproximadamente 2,5 m de comprimento e uma superfície bem lisa. Na extremidade mais espessa da haste da

zagaia é fixada, uma lança de metal com duas ou três pontas, cada uma com uma série de dentes laterais, para segurar à presa. A extremidade mais estreita é presa à canoa por uma corda (MORAES, 2005).

A zagaia, não consta na relação dos petrechos de pesca permitidas, portanto, está proibido pela Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011.

Arbalete (espingarda de arpão): É uma arma de disparo de arpões utilizada por mergulhadores para o abate de peixes na pesca de mergulho. O arpão é impulsionado por um sistema de elásticos, com variadas bitolas e comprimentos, que é armado pela força do próprio mergulhador (ou pescador) e travado (LEMAÎTRE, 2015).

A Portaria Normativa nº 5 de 30 de agosto de 2019 do Ideflor-bio, proibiu a pesca de mergulho livre/apneia com materiais perfurantes, tais como: arpão, arbalete, fisga, bicheiro, lança e espingarda, para pescadores de toda e qualquer categoria nos limites do Mosaico Lago de Tucuruí.

Matapi: Tipo de armadilha em forma de cilindro que é fechada por dois cones, sendo que cada lado contém uma abertura em forma de funil para que o camarão entre e não consiga sair. Confeccionado com talas de miriti *Mauritia flexuosa*, espécie de palmeira abundante na região do Lago de Tucuruí, amarradas com cipó ou fios de polietileno, com as seguintes dimensões: 50 cm de comprimento; 21,4 cm de altura; 67 cm de diâmetro maior; 10 cm de diâmetro menor; intervalo entre talas 2 mm e “porta” com 8 cm de altura e 11 cm de largura (MORAES, 2005; CINTRA et al. 2009).

Com base na legislação vigente, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011, o matapi, só é permitido a jusante da barragem de Tucuruí e com 1 cm de espaçamento entre talas ou malha.

1.2.3 Síntese sobre as Principais Pescarias

As pescarias realizadas na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí apresentam um padrão sazonal, condicionado à dinâmica do rio, havendo uma maior produção nos meses de maio a setembro (vazante-seca), concentrado sobre os cardumes de peixes migradores. As condições físicas do ambiente do reservatório, com seus “paliteiros” e oscilações do nível de água são fatores determinantes para o tamanho das embarcações e a utilização dos petrechos de pesca. Apesar da constatação de uma pesca multiespecífica, foi observado que numa pescaria, tanto podia ser utilizada um só petrecho de pesca como a combinação de vários petrechos, os quais eram selecionados em decorrência da área, profundidade, período do dia e ou da espécie alvo (CINTRA et al., 2009).

Pescaria com rede de emalhar (malhadeira): Modalidade de pesca realizada com grande intensidade nos meses de maio a agosto na captura de curimatã *Prochilodus nigricans* Spix & Agassiz, 1829, mapará, piau *Leporinus affinis* Günther, 1864 e *Laemolyta petiti* Géry, 1964, quando o reservatório começa a secar e em menor escala, na captura de pescada-branca. Quando começa a encher a captura era mais diversificada incluindo curimatã, piau *Leporinus affinis* Günther, 1864 e *Laemolyta petiti* Géry, 1964, pacus *Metynnis hypsauchen* (Müller & Troschel 1844), *Metynnis lippincottianus* (Cope, 1870), *Mylesinus paucisquamatus* Jégu & Santos, 1988, *Myleus asterias* (Müller & Troschel, 1844), *Mylossoma duriventre* (Cuvier, 1818)), branquinhas *Curimata acutirostris* Vari & Reis, 1995, *Curimata inornata* Vari, 1989, *Psectrogaster amazônica* Eigenmann & Eigenmann, 1889, bico-de-pato *Sorubim lima* (Bloch & Schneider, 1801) e jaraqui *Semaprochilodus brama* (Valenciennes, 1850), dentre outros peixes que realizam a piracema (CINTRA et al., 2009).

Pescaria com rede de emalhar (malhadeira) fixa, de espera, de fundeio ou presa: Nesta técnica as redes de emalhar são armadas sendo cada panagem (pano) esticado e preso entre duas estacas fincadas no fundo ou pedras ou qualquer estrutura que se preste para a fixação, geralmente são colocadas em áreas onde há incidência de peixes e a rede fica armada esperando o emalhamento dos peixes que tentam trespassá-la e são capturados. Ao final do lance os peixes capturados são retirados (SILVA; TAKAI; CASTRO, 1977). Furtado (1993) destaca que neste tipo de técnica, a rede de emalhar fica verticalmente na coluna da água.

Almeida (2016) em pesquisa realizada nas comunidades da RDS Alcobaça identificou que nessa técnica a rede de emalhar é fixada em um lugar estratégico do rio. Esse lugar é escolhido a partir do saber pesqueiro, geralmente é por onde passam cardumes. São colocadas duas pedras nas extremidades do cabo mestre inferior, essas pedras são amarradas com fio de náilon, cada uma pesa aproximadamente 7 quilos, essas pedras servem para esticar a rede para o fundo do rio. Os pescadores utilizam rede de emalhar de 100 metros de largura de 3 a 4 metros de profundidade, mas geralmente em cada pescaria utilizam de 2 a 3 redes de emalhar dependendo da extensão do rio onde será fixada. A malha mínima utilizada é de 8 cm entre nós opostos, mas muitos utilizam malha 12 principalmente na pesca do mapará.

Uma pescaria típica com está técnica, na RDS Alcobaça se inicia por volta das 17 horas, o pescador embarca em uma rabeta, medindo aproximadamente 6 metros de comprimento e com motor de 5,5 hp, levando 4 redes de emalhar, em uma viagem de aproximadamente 7 minutos, o pescador observa um lugar apropriado para fixar a rede de emalhar, esse lugar seria por onde o cardume passa e possivelmente não há galhos de madeira (um dos piores problemas do pescador). Com as redes de emalhar preparadas o pescador colocar primeiro uma pedra e

vai soltando no rio o restante da rede de emalhar até chegar na pedra final do cabo mestre inferior, nesse momento a rabeta está parada no local escolhido para fixação da rede de emalhar. Esse tipo de técnica é chamado também de rede de espera, pois após o pescador fixar as 4 redes de emalhar, ele retorna para sua residência e espera até as 21 horas para voltar ao local, esta etapa é chamada de “revista” que consiste em puxar todas as redes de emalhar uma a uma revistando se há peixe e se houver faz a despesca dentro da rabeta. Em seguida o pescador coloca novamente as redes de emalhar e retorna a sua residência. Por volta das 6:30 horas se desloca na rabeta até as redes de emalhar fixas faz a despesca, recolhe todas as redes de emalhar e leva para sua residência para consertá-las e as 17 horas do dia seguinte, colocá-las novamente em algum lugar do rio ou do lago (ALMEIDA, 2016).

Pescaria com rede de emalhar (malhadeira) de deriva ou caceia: Consiste em deixar as redes deslizarem a favor da correnteza, no meio do rio, quando os peixes, tentam atravessá-la ficam emalhados e são capturados. Redes de emalhar com malhas de 7 a 8 cm, direcionadas a captura do mapará, resultavam na captura de grandes exemplares da espécie (CARVALHO; MÉRONA, 1986). É também utilizada para a captura peixes que vivem no meio da coluna d’água como a pescada-branca e os *apapás* *Pellona flavipinnis* (Valenciennes, 1836) e *Pellona castelnaeana* Valenciennes, 1847, do final do período seco até o início da cheia (CINTRA et al., 2009).

Na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, os pescadores de mapará utilizam, na combinação das panagens (panos) das redes de emalhar, malhas de 8 até 12 cm entre nós opostos, contudo, a panagem (pano) mais frequente no ajuste é com a malha de oito centímetros (100%). A malha de nove centímetros é a segunda mais frequente na adequação das panagens (panos), com 64,7% do uso, seguida das panagens (panos) com malha de sete centímetros (23,5%) e das panagens (panos) com malhas 10, 11 e 12 centímetros (cada uma com 17,6 % de frequência de uso) (CINTRA et al., 2009).

Pescaria com rede de emalhar (malhadeira) de bloqueio

A estratégia de captura é normalmente praticada por 2 a 3 pescadores numa canoa ou rabeta nas proximidades das praias. O bloqueio é realizado lançando rapidamente duas redes compridas e altas nas águas em frente à praia cercado e impedindo a fuga do cardume. Por meio do barulho provocado na água pelos pescadores, o cardume é empurrado em direção as redes, ficando os peixes emalhados. Finalmente, basta puxar (arrastar) este tipo de bolsa em direção à praia para terminar o lance. É considerada uma das capturas mais predatórias da região, já que é composta essencialmente de peixes juvenis. Embora esta técnica de captura seja característica do trecho do rio Tocantins a jusante da barragem da UHE Tucuruí, este apetrecho

pode ser encontrado esporadicamente no reservatório e no trecho a montante já fora do reservatório, em Itupiranga. É utilizado na captura de peixes jovens: mapará, acará-tinga *Geophagus proximus* (Castelnau, 1855), jatuarana-escama-grossa *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794), curimatã e outros (CINTRA et al., 2009).

A pesca de “bloqueio” é um método de captura tradicional no baixo Tocantins, nos anos 70, era executado com duas redes grandes, com malhas de 8 cm de perímetro (4 cm entre nós opostos) (CARVALHO; COELHO; TODA, 1978), puxadas por uma “turma” com cerca de 15 pescadores essa modalidade era aplicada, sobre os peixes jovens, principalmente de mapará, que subiam lentamente o rio em cardumes entre os meses de fevereiro e outubro (CARVALHO; MÉRONA, 1986). Moraes (2005) destaca esta técnica no baixo rio Tocantins a jusante do reservatório, trata-se de uma captura específica do mapará, onde envolve muitos pescadores, pois o processo de pesca se caracteriza inicialmente na localização do cardume para posterior cerco e coleta, após um cardume ser encontrado, duas redes são abertas em sentidos contrários, fazendo uma volta ao redor do cardume. Nas extremidades das redes que ficam submersas com o peso do chumbo, os pescadores mergulham para colocar uma rede dentro da outra, a fim de prender todo o cardume e, em consequência, produzir uma boa pescaria. Trata-se de uma pescaria em águas mais profundas, pois as redes têm em média dez metros de altura na coluna d’água.

Embora em muitos locais da região esta técnica de bloqueio seja considerada predatória por priorizar espécies juvenis, e por utilizar malha de 6 cm entre nós opostos, nas comunidades do rio 24, na RDS Alcobaça, os pescadores utilizam a malha 8 cm entre nós opostos e destacam esta técnica como mais produtiva do que a técnica de rede de emalhar fixa, por não perder os peixes capturados para outros predadores e pelos estragos deixados nas redes por estes predadores, porém, a desvantagem é que só pode ser feita a partir de 2 pescadores e requer maior esforço físico (ALMEIDA, 2016).

Ressaltando que a modalidade de pesca por bloqueio, se enquadra em vários métodos de pesca proibidos na bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Gurupi, dentre eles: redes e tarrafas de arrasto de qualquer natureza; batição ou rela, com base na Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011, atualmente em vigor.

Pescaria com Anzol (caniço ou linha-de-mão): Consiste em o pescador, embarcado ou não, lançar o petrecho na água e mantê-lo um pouco acima do fundo, segurando com a mão, quando percebe que o peixe engoliu a isca, o pescador puxa o petrecho com um golpe rápido, fisgando o peixe e realizando a captura (SILVA; TAKAI; CASTRO, 1977; MORAES, 2005).

É praticada em todos ambientes aquáticos, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, para pescar tucunarés e pescada-branca (CINTRA et al., 2009).

Alves e Barthem (2008) relatam que a pesca dos “tucunarés” utiliza anzol e linha de nylon, entretanto, o pescador pode utilizar diferentes iscas e técnicas de acordo com o tipo de pescaria: a pesca de assento e a pesca de andada. A pescaria de assento ou de coito é realizada em um lugar fixo do lago, chamado de coito, onde os peixes se alimentam ou reproduzem. Quando um pescador identifica uma área de coito, ele passa a pescar sempre neste local, contudo, não existe nenhum método para demarcar esse território.

Nessa pescaria, o pescador utiliza isca viva e podem ser usados o caniço ou a linha de mão. Um pescador pode, em uma área de coito, pescar com caniço e várias linhas de mão, também conhecidas como linha de coxa. Essa pescaria ocorre nas águas rasas nas margens do lago ou em áreas onde há galhadas de árvores mortas, submersas no lago, também chamadas de “pés de toco”, onde podem ser capturados peixes maiores, pois, nesses locais, estão os “tucunarés” que vivem em casal e, portanto, já estão reproduzindo (ALVES; BARTHEM, 2008).

Na pescaria de andada, a arte utilizada é conhecida como linhada. Constitui uma linha de nylon com anzol e isca artificial, que por ser mais pesada que a natural, atinge águas mais profundas e, segundo os pescadores, captura peixes relativamente grandes. Nessa pescaria, não existe ponto fixo para pesca, ela é realizada fazendo uma varredura ao longo das margens do lago, chamadas de “beiradão”, e é uma técnica comumente empregada quando o nível do rio está mais alto (dezembro a março) evitando que o anzol engate nos troncos das árvores submersas. O pescador arremessa a linha de dentro da canoa e puxa, fazendo com que a isca se movimente como se estivesse viva para atrair os “tucunarés” (ALVES; BARTHEM, 2008).

Alves e Barthem (2008) citam que na artesanal dos “tucunarés”, os anzóis podem ser iscados com camarão da Ordem Decapoda, “jatuarana” *Hemiodus* sp.; *Anodus orinocensis* (Steindachner, 1887); *Bivibranchia* sp.; “uiarana” *Argnectes robertsi* Langeani, 1999; “ueua” *Acestrorhynchus* sp. e “piaba” (nome popular que se refere a vários caracídeos). Podem ainda ser usados como isca natural, pedaços das vísceras dos próprios “tucunarés” que são denominados pelos pescadores de “barrigada”.

Pescaria com espinhel e boinha: O pescador vai soltando a linha do espinhel na superfície, que fica flutuando ou afunda conforme seja o espinhel, de superfície ou de fundo. Os movimentos característicos das boias na superfície evidenciam as capturas e em seguida já pode ser recolhido. O tempo na água é muito variável, podendo ficar até de um dia para o outro (SILVA; TAKAI; CASTRO, 1977).

Alves e Barthem (2008) relatam que na pesca dos “tucunarés” conhecida como “pesca de espera”, o pescador arma o aparelho, iscado com isca natural, e depois de algum tempo retorna para fazer a despesca. A captura dos “tucunarés” acontece quando os peixes estão entrando ou saindo das áreas de “ressaca” que é formada por uma pequena entrada nas ilhas e que não tem saída e, por isso, é uma técnica mais empregada em épocas em que o rio está secando ou enchendo. A pesca de espera pode ser de espinhel ou boinha, dependendo da posição da linha na coluna d’água, horizontal ou vertical, respectivamente. O espinhel é armado com cada ponta da linha presa a uma estrutura, que pode ser um tronco de árvore ou rocha, ele é disposto de modo que seu comprimento acompanhe a largura do ambiente de ressaca. Na pesca com boinha, o pescador espalha várias boinhas pelas ressacas, cada linha com uma ponta amarrada a um tronco de árvore e a outra presa a um anzol iscado.

A pesca de espinhel, na região de Itupiranga, é direcionada para captura de bagres migradores, principalmente a pirarara *Phractocephalus hemioliopterus* (Bloch & Schneider, 1801) (CINTRA et al., 2009).

Pescaria com tarrafa: A operação de pesca com tarrafa, normalmente é realizada da seguinte forma: “o pescador enrola a corda que está amarrada no ápice da rede, coloca uma parte da periferia chumbada entre os seus dentes, ajeita a parte restante com uma das mãos e a tarrafa está pronta para a operação. Ao mesmo tempo em que lança a tarrafa sobre a água ou sobre o cardume, solta dos dentes a margem da chumbada e, a tarrafa se abre num grande círculo, naturalmente, se for bem lançada. O peso das peças de chumbo faz a sua descida imediata, prendendo os peixes contra o fundo. Em seguida o pescador puxa a tarrafa com o pescado capturado” (SILVA; TAKAI; CASTRO, 1977).

A principal espécie capturada é a curimatã, embora a tarrafa possa reter todas as espécies, como a jatuarana-escama-grossa e os pacus (CINTRA et al., 2009).

Pescaria com arpão: Apetrecho muito utilizado, pelos indígenas e ribeirinhos da região amazônica, para captura de espécies de grande porte. A utilização do arpão na Amazônia se destina à captura do pirarucu *Arapaima gigas* (Schinz, 1822), que é considerado o maior peixe de escamas de água doce do mundo e, em escala menor, o tambaqui *Colossoma macromum* (MORAES, 2005). A pescaria de arpão tradicional era empregada na captura do pirarucu nos lagos do entorno do reservatório na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí (CINTRA et al., 2009).

Na pescaria com o arpão tradicional, o pescador fica observando o intervalo de tempo entre uma e outra vinda do pirarucu à superfície para respirar, dessa forma faz uma estimativa do rumo e velocidade de natação do peixe, a partir desses dados lança o arpão no ponto futuro

onde o peixe estaria, quando acerta, realiza a captura (SAUTCHUK, 2008). O processo de arpoagem consiste no arremesso manual do instrumento ao objeto desejado e requer equilíbrio na canoa e pontaria para não perder o alvo e/ou espantar a presa (FURTADO, 1993). Também é necessária rapidez, caso contrário, o pirarucu estará bem longe e mais no fundo e consegue escapar da captura (MORAES, 2005). Como o peixe é arpoado a certa distância, a corda é necessária para trazê-lo até próximo do pescador. Na área do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí era um apetrecho pouco frequente nas capturas, principalmente em função da destreza exigida do pescador (CINTRA et al., 2009).

Levando em consideração o levantamento dos dados na RDS Alcobaça, a utilização do arpão se dá a partir de um grau elevado de saberes do pescador, ou seja, quando o pescador já é experiente. Pois é necessário que o pescador monitore o tempo em que o peixe vem à superfície para respirar, nesse momento o pescador se agacha, quando avista o peixe o arpão é arremessado em direção o peixe. Quando o pescador utiliza o arpão, o faz sozinho, geralmente no período de seca do lago (ALMEIDA, 2016).

Pescaria com zagaia: A pescaria com zagaia é uma técnica de pesca praticada principalmente por homens, e que só acontece no verão quando as águas estão baixas. Esse petrecho pode ser utilizado a qualquer hora do dia ou da noite, sob as tronqueiras ou na beira do rio, essa população destaca a zagaia como muito importante para captura de peixes que estão em poços profundos. Nesse contexto considerando o uso da zagaia na Amazônia, na reserva Alcobaça no lago de Tucuruí, esse petrecho é utilizado apenas na captura de peixes a partir de 50 centímetros de comprimento, geralmente é usada na pesca do tucunaré *Cichla* spp. em períodos de seca do lago (ALMEIDA, 2016).

A zagaia utilizada pelos pescadores da Alcobaça pode ser de dois, três ou até quatro dentes, pois como o tucunaré varia de tamanho, quanto maior o espécime, maior será o número de dentes da zagaia, vale ressaltar que esse petrecho só é utilizado na pesca do tucunaré, em período de seca e em locais onde o anzol não alcança a espécie. A captura se dá pela descoberta do peixe na área, em seguida observa-se o movimento das águas e então é lançada a zagaia para fisgar o peixe (ALMEIDA, 2016).

De acordo com pescadores essa técnica é pouco utilizada na área, são poucos pescadores que se atrevem para utilizar a zagaia, pois além dessa forma de pescar exigir um saber aprofundado sobre o ambiente e sobre a espécie a ser capturada, é uma técnica ilegal na área do reservatório da usina de Tucuruí. Por ser considerada uma técnica difícil, foram encontrados poucos pescadores que utilizam esse petrecho, relatos de pescadores afirmam que só é utilizada quando as águas do lago estão baixas, e somente quando não conseguem capturar o peixe

com o anzol, geralmente apenas quando a espécie é de grande porte a zagaia é utilizada (ALMEIDA, 2016).

Pescaria de mergulho com arbalete (espingarda de arpão): Alves e Barthem (2008) citam que nessa pescaria, o pescador-mergulhador captura o “tucunaré” quando ele está desovando e cuidando do ninho, evento que também é conhecido entre os pescadores como “choco”. O que caracteriza essa pescaria é o modo como o peixe é capturado, através de um golpe de arpão na cabeça. Para isso, o pescador pode simplesmente arremessar o arpão de dentro da canoa ou ainda mergulhar para fisgar o peixe. Na pesca de mergulho, o pescador utiliza máscara e uma lanterna para localizar o peixe, então atira na cabeça do peixe utilizando arpão ou uma espingarda de ar comprimido.

Pescaria com matapi: A técnica de pesca consiste em colocar uma isca de farelo de babaçu *Orbignya phalerata* dentro do matapi para atrair o camarão. A isca é preparada envolvendo o farelo de babaçu com folhas de guarumã *Ischnosiphon arouma*, cacaeiro *Theobroma cacao* ou sacos plásticos e em seguida amarrando com tiras de “envira ou embira” *Daphnopsis* spp. ou fios de polietileno, esse pacote pronto é denominado “poqueca”. Para a captura, os matapis podem ser armados em varetas, enterradas no substrato, um matapi para cada vareta ou armados como um espinhel em um cabo principal de polietileno com 18 a 20 m de comprimento onde são presas, a cada 2 ou 3 metros, as linhas secundárias com o matapi, totalizando 10 ou 15 matapis. A corda principal é amarrada entre duas varas enterradas no substrato (MORAES, 2005; ARAÚJO et al., 2014).

Pescaria utilizada para a captura de camarão-regional *Macrobrachium amazonicum* (Heller, 1862). Os matapis são utilizados unicamente no reservatório para captura de camarão destinado a servir de isca (CINTRA et al., 2009).

Conforme Almeida (2016), nas comunidades do rio 24, na RDS Alcobaça, além da captura de camarão, o matapi é utilizado para pegar espécies de peixes de pequeno tamanho, para serem utilizadas como iscas em nas técnicas de pesca com anzol. Segundo os pescadores, esse petrecho é fundamental para complementar a pesca do anzol.

1.3 Síntese Sobre a Biologia Pesqueira do Mapará *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840).

1.3.1 Sistemática

A classificação sistemática do mapará abaixo seguiu a classificação do Integrated Taxonomic Information System (ITIS, 2018).

Reino: Animalia

Sub-reino: Metazoa

Infrareino: Deuterostomia

Filo: Cordado

Subfilo: Vertebrado

Infrafilo: Gnathostomata

Superclasse: Actinopterygii

Classe: Teleostei

Superordem: Osteichthyes

Ordem: Siluriformes

Família: Hypophthalmidae

Gênero: *Hypophthalmus* (Cuvier, 1829)

Espécie: *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840)

1.3.2 Características morfológicas

Mapará *Hypophthalmus marginatus* tem o corpo alongado, elevado próximo à base da nadadeira dorsal e levemente comprimido lateralmente. A cabeça é grande e a boca terminal e sem dentes. A coloração do corpo exibe tonalidade cinza-prateada com dorso geralmente azul pálido. Possui dois pares de barbilhões mentonianos e um par de barbilhões no maxilar, bastante curtos e os rastros branquiais são longos e finos. As nadadeiras peitorais são pouco desenvolvidas; a nadadeira adiposa é muito reduzida; a nadadeira anal longa com 59 a 71 raios (lepidotríquias), a nadadeira caudal é grande e profundamente furcada e a linha lateral apresenta ramificações curtas na porção anterior. Espécie de médio porte alcança 50 cm de comprimento total e 400 g de peso (SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984; FERREIRA; ZUANON; SANTOS, 1998).

O *Hypophthalmus marginatus*, distingue-se de *Hypophthalmus edentatus* (que possui focinho curto e nadadeira caudal com lóbulo arredondado) por possuir o focinho longo e nadadeira caudal profundamente furcada, com lóbulos escuros em todas as classes de tamanho; distingue-se de *Hypophthalmus fimbriatus* por não apresentar barbilhões mentonianos largos e

achatados; e distingue-se de *Hypophthalmus* cf. *fimbriatus* por este apresentar cabeça curta e larga (LÓPEZ-FERNÁNDEZ; WINEMILLER, 2000).

1.3.3 Distribuição geográfica, habitat e hábitos

Os maparás *Hypophthalmus* possuem distribuição na América do Sul, bacia amazônica, do Prata, Orinoco e águas costeiras do Pará, foz do Amazonas, até o Suriname. Na Amazônia Central são encontradas as três espécies do gênero *Hypophthalmus* (CUTRIM; BATISTA, 2005). No rio Tocantins, só ocorre *Hypophthalmus marginatus* (SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984; SANTOS; MÉRONA; JURAS; JÉGU, 2004).

Quanto à posição na coluna d'água e ao hábito alimentar, *Hypophthalmus* difere dos demais siluriformes, pois enquanto a maioria destes é demersal e carnívora, os maparás são pelágicos e planctófagos, consumindo principalmente cladóceros, copépodos, ostrácodes e microalgas, embora também incluam larvas de insetos e camarões, ovos de peixes, ácaros e rotíferos em sua dieta (CARVALHO; COELHO; TODA, 1978; CARVALHO, 1980; SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984).

A espécie *H. marginatus* é encontrada em margens de rios e lagos, sendo adaptada à vida pelágica, ou seja, à meia água. Alimenta-se filtrando na boca através de rastros branquiais longos e finos, pois o peixe não possui dentes (SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984). *Hypophthalmus* habita os trechos mais lênticos dos rios, lagos, reservatórios e correços (AGOSTINHO; JÚLIO-JÚNIOR; PETRERE-JÚNIOR, 1994). Os maparás formam cardumes e realizam migrações verticais diárias, relacionadas à alimentação e fuga de predadores, concentrando-se na superfície durante a noite (BARTHEM; GOULDING, 1997).

1.3.4 Crescimento

Cutrim e Batista (2005) estudaram a idade e o crescimento do mapará *H. marginatus*, provenientes da pesca comercial no município de Iranduba (AM), no período de dezembro de 1996 a agosto de 1997. Utilizando a análise de otólitos, e estimaram os seguintes parâmetros de crescimento: comprimento assintótico $L_{\infty} = 52,63$ cm; taxa de crescimento $k = 0,55$ ano⁻¹ e comprimento teórico do peixe na idade zero $t_0 = -0,029$. A taxa de mortalidade natural $M = 0,55$. Utilizaram o modelo geral de Von Bertalanffy: $L_{\infty} = L_t \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$, onde t = idade e L_t = comprimento do peixe na idade t .

Com dados coletados trimestralmente, em pescarias experimentais, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2005, pelo Programa de Pesca e Ictiofauna da ELETRONORTE no Lago de Tucuruí, referentes a 1.465 exemplares de mapará *Hypophthalmus marginatus*, dos quais foram registrados o sexo, comprimento total (cm) e peso total (g), Cintra et al., (2008) estimaram a relação peso comprimento para essa espécie obtendo: $W_t = 0,009 \times L_t^{2,951}$, para

sexos agrupados. Indicando o crescimento praticamente isométrico para o mapará na área do reservatório, ou seja, a espécie tende a crescer proporcionalmente em comprimento e peso, independentemente do sexo. Onde W_t é o peso num instante t e L_t é o comprimento no mesmo instante t .

1.3.5 Reprodução e Migração

O padrão reprodutivo do mapará *H. marginatus* se encaixa na categoria das espécies “não guardadores” ou reprodutores que não protegem a prole, realizam migrações reprodutivas de média e longa distância, possuem desova é total e fecundação externa e a liberação dos óvulos flutuantes ocorre em águas correntes, ambientes lóticos e se espalham na água, onde são fecundados e posteriormente se desenvolvem, sendo levados pela correnteza do rio (CARVALHO; MÉRONA, 1986; SUZUKI et al., 2002; AGOSTINHO; CRAVALHO-NETA; ALMEIDA, 2003).

Baseados em informações de desembarque pesqueiro, Carvalho e Mérona (1986) propuseram que no baixo rio Tocantins, *H. marginatus* realiza migrações ascendentes, de cerca de 270 km, da foz até as primeiras corredeiras do rio para desovar, conforme seguinte ciclo:

Os juvenis de maparás se agrupam formando cardumes homogêneos, com pequena variação de comprimento. No período de estiagem no rio Tocantins, quando ocorre certa influência de água marinha na foz, verifica-se uma migração ascendente, lenta, em cardumes de indivíduos de pequeno porte (imaturos) na calha principal do rio a uma profundidade variável de até 12 m. Este movimento migratório evolui até as proximidades da subárea de Içangui, onde os cardumes provavelmente se dispersam em meados de outubro, quando se torna difícil capturá-los (CARVALHO; MÉRONA, 1986).

Em novembro na subárea de Mocajuba e acima dela, se formam cardumes de indivíduos em idade reprodutiva, os quais realizam migração contranata e, após a desova, que ocorre principalmente em janeiro e fevereiro na área de Içangui, tornam a se dispersar. Os ovos e larvas são transportados pela correnteza até os trechos inferiores onde se situam as áreas de alimentação, na confluência da foz do Tocantins com o rio Pará (CARVALHO; MÉRONA, 1986).

A espécie apresenta ciclo reprodutivo similar ao de outras espécies migradoras com desova total, com algumas particularidades. A espécie apresenta longo período de repouso, porém a vitelogenese e possivelmente o período de desova é curtos com duração aproximada de um mês cada um (HAINFELLNER, 2015). A desova ocorre, comumente, à meia água no leito do rio, principalmente na zona à jusante de Tucuruí. (SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984). De acordo com Granado-Lorencio, Lima e Lobón-Cérvia (2005) pode-se considerar o

Hypophthalmus marginatus é uma espécie migradora que possui uma conectividade entre rio e lago no processo de reprodução.

1.3.6 Proporção sexual

O estudo realizado por Cintra et al., (2008) no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí utilizando dados de 1.506 espécimes de mapará *H. marginatus*, coletados trimestralmente, em pescarias experimentais, no período de janeiro de 2001 a dezembro de 2005, pelo Programa de Pesca e Ictiofauna da ELETRONORTE, estimou a proporção sexual (1,5:1,0) demonstrando o predomínio de fêmeas em relação aos machos da espécie, no período do estudo.

Um estudo com quatorze pescarias experimentais, realizadas no período de dezembro de 2011 a dezembro de 2013, com a captura de *H. marginatus*, no rio Tocantins a jusante da barragem de Tucuruí obteve a proporção sexual (1,19:1,00), sendo o número de fêmeas superior ao dos machos durante o estudo (HAINFELLNER, 2015).

1.3.7 Tamanho e idade de primeira maturação

O tamanho e a idade de primeira maturação do mapará *H. marginatus* pode variar de acordo com os rios e seus afluentes, em estudo sobre seletividade, realizado no Baixo e Médio Tocantins, Carvalho, Coelho e Toda (1978) observou que a primeira maturação gonadal ocorreu quando o mapará atingiu $L_{50} = 37$ cm de comprimento total e 6 cm de altura. De acordo com Isaac, Rocha e Mota (2000) a primeira maturação gonadal ocorreu quando o mapará atingiu $L_{50} = 45,0$ cm de comprimento total, sendo que o menor exemplar em maturação sexual tinha 27 cm de comprimento total, na região de Santarém (PA), no período de março de 1992 a julho de 1993. L_{50} é o comprimento médio de maturação sexual, ou seja, comprimento no qual 50% da população encontra-se na fase adulta.

No reservatório de Tucuruí a espécie *H. marginatus*, apresentou tamanho de primeira maturação sexual na classe de 38,5 a 41,5 cm de comprimento total, pelo método de extrapolação gráfica e ajuste da ogiva de Galton, Cintra et al., (2008), estimaram que a espécie atinge a primeira maturação sexual com $L_{50} = 41,0$ cm de comprimento total.

1.3.8 Local e época de reprodução

Alcântara-Neto (1994), em trabalho realizado no Lago Grande de Monte Alegre, no Baixo Amazonas, verificou *H. marginatus* realiza migração ascendentemente e desova na calha do rio Amazonas, no início da enchente, e tanto as larvas quanto os adultos deslocam-se para o lago posteriormente.

Cintra et al., (2008) em estudo realizado no reservatório da hidrelétrica de Tucuruí, estimaram que a época de reprodução de *H. marginatus*, ocorre no período da cheia, entre

outubro e março. Também foi observada a presença de fêmeas virgens e maduras durante todo o ano, o que levou os autores a concluir que na área do reservatório existem várias coortes de mapará.

De acordo com estudo realizado por Hainfellner (2015) no rio Tocantins a jusante da barragem de Tucuruí, demonstrou que o ciclo reprodutivo do mapará inicia-se com a maturação entre outubro e novembro, sendo que o período de desova entre dezembro e janeiro, finalizando com período de repouso que vai de março a outubro.

1.3.9 Taxa de Fecundidade

A taxa de fecundidade do mapará *H. marginatus* carece de maiores conhecimentos. Sobre a taxa de fecundidade de acordo com Hainfellner (2015), o mapará *H. marginatus* possui fecundidade relativamente baixa (índice gonadossomático IGS = 3,0 e IGS = 2,0 observados nos períodos de 2012 e 2013, respectivamente), quando comparado a outras espécies de peixes tropicais migradores, como curimatá *Prochilodus lineatus* que registrou na época de desova, índice gonadossomático IGS ~ 25,0, o pacu, *Piaractus mesopotamicus*, registrou IGS ~ 20,0 e a cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* registrou IGS = 20,0.

1.3.10 Avaliação de Estoques e Captura Máxima Sustentável

Levando em consideração a crescente pressão de pesca sobre os estoques de *H. marginatus*, com possíveis consequências ecológicas e econômicas para a região, tornam-se necessários estudos sobre avaliação dos estoques (CUTRIM; BATISTA, 2005).

A adoção de estratégias impróprias de manejo pesqueiro faz com que a reprodução natural não consiga contrabalançar a pressão de pesca excessiva ou aplicada sobre as partes mais vulneráveis do estoque (WELCOMME; BARTLEY, 1998). À medida que as populações de animais são reduzidas, a perda de diversidade genética limita seus potenciais de se adaptarem às mudanças ambientais e a depressão genética por endocruzamento pode se tornar uma consequência inevitável para muitas espécies (FRANKHAM; BALLOU; BRISCOE, 2008). Isto é preocupante, outras espécies também estão sob forte pressão pesqueira, contribuindo substancialmente para os desembarques pesqueiros na Amazônia, a exemplo dos maparás *Hypophthalmus* spp., sobre os quais não existem informações a respeito do estado atual de exploração (FERREIRA, 2012).

Ferreira (2012) estudando a variabilidade genética do mapará *H. marginatus* em oito localidades no estado do Pará obteve que a árvore filogenética separou os indivíduos em dois clados monofiléticos, denominados Tipo I e Tipo II. Os dois tipos de *H. marginatus* coexistem nos rios Tapajós e Xingu, sendo apenas o Tipo I presente nos rios Amazonas, Tocantins e

estuário do rio Pará, e apenas o Tipo II ocorrendo no rio Anapu. A diversidade genética foi elevada em todas as populações dos Tipos I e II.

Ferreira (2012) cita que a elevada diversidade genética das populações dos Tipos I e II de *H. marginatus* é indicativa de que a pesca não afetou a sua variabilidade genética nas poucas décadas de exploração. Os índices de diversidade genética das populações do Tipo I foram maiores que daquelas do Tipo II, no entanto, a variabilidade genética foi elevada em todas as populações de *H. marginatus*, o que é típico de grandes populações estáveis, com longa história evolucionária ou contato secundário entre diferentes linhagens.

1.4 Síntese Sobre a Biologia Pesqueira da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840).

1.4.1 Sistemática

A classificação sistemática da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) está conforme a classificação do Integrated Taxonomic Information (ITIS, 2018).

Reino: Animalia

Sub-reino: Metazoa

Infrareino: Deuterostomia

Filo: Cordado

Subfilo: Vertebrado

Superclasse: Actinopterygii

Classe: Teleostei

Superordem: Acanthopterygii

Ordem: Perciformes

Subordem: Percoidei

Família: Sciaenidae

Gênero: *Plagioscion* (Gil, 1861)

Espécie: *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840)

1.4.2 Características morfológicas

A espécie *Plagioscion squamosissimus* é um peixe que apresenta o corpo moderadamente elevado; boca terminal com abertura inclinada; dentes cônicos em ambas as maxilas; escamas da linha lateral grande e recobertas por outros menores; olho moderadamente arredondado; nadadeira peitoral não chega a alcançar o ânus; nadadeira anal com dois espinhos e seis raios ramificados, sendo que o segundo espinho é curto e fino, sempre menor que os raios moles seguintes; nadadeira caudal em forma de losango; coloração prateada, dorso mais escuro que o ventre e uma mancha preta localizada na base da nadadeira peitoral. Os exemplares podem alcançar até 80 cm de comprimento (SIQUEIRA-SOUZA; BARBOSA; FREITAS, 2006).

1.4.3 Distribuição geográfica, habitat e hábitos

A espécie *P. squamosissimus*, está naturalmente distribuída nas bacias do Amazonas, Tocantins, Parnaíba, Orinoco, Guianas e foi introduzida em reservatórios artificiais do Nordeste do Brasil e nas bacias dos rios São Francisco e alto rio Paraná (CASATTI, 2005; DIAMANTE, 2015).

Na região Amazônica, a pescada-branca é encontrada na Amazônia Central (WORTHMANN, 1983), no rio Negro e Solimões (WORTHMANN, 1980), nas bacias do litoral Norte do Amapá e reentrâncias maranhenses-paraenses (CAMARGO; ISAAC, 2001) e durante todo o ano na baía do Marajó (BARTHEM, 1985). A pescada-branca *P. squamosissimus* é uma espécie bentopelágica, que habita margens de lagos e margens de rios da Amazônia (águas brancas, claras, pretas e mistas) (MESQUITA, 2014), é um carnívoro, com a alimentação que varia dependendo do local onde se encontra, podendo ser composta por peixes, camarões, insetos e outros invertebrados aquáticos (SIQUEIRA-SOUZA; BARBOSA; FREITAS, 2006).

As pescadas geralmente são conhecidas por serem predadores de topo de cadeia, tendo os espécimes adultos alimentando-se predominantemente de peixes, enquanto que os juvenis se alimentam de crustáceos, larvas de microcrustáceos, insetos e pequenos peixes (HAHN; AGOSTINHO; GOITEIN, 1997). Alguns autores relatam hábitos alimentares diversificados, incluindo larvas de crustáceos, insetos aquáticos, copépodos e pequenos peixes (BRAGA, 1990; BARTHEM, 1985), Agostinho e Júlio-Júnior (1996) citam a pescada-branca *P. squamosissimus* como exemplo de espécie bem-sucedida na bacia do rio Paraná, cuja dieta inclui pelo menos 54 espécies de peixes, 6 ordens de insetos, além de crustáceos.

Barthem (1987) relatou que *P. squamosissimus*, nos lagos de várzea do rio Solimões, se caracterizou por um hábito predominantemente noturno: sua atividade se iniciou praticamente no começo da tarde, depois das 15 horas, e findou entre 7h e 9h. No reservatório de Itaipu assim como na planície de inundação, a análise por turnos do dia indicou, que a atividade alimentar foi mais intensa ao amanhecer (noturno matutino) e durante o dia (diurno), revelando que a atividade alimentar se intensifica nas primeiras horas da manhã (HAHN; LOUREIRO; DELARIVA, 1999).

1.4.4 Crescimento

Com dados coletados mensalmente de julho de 2001 a dezembro de 2002, nos desembarques de Breu Branco, Funai e Maternal situados às margens do reservatório de Tucuruí, referentes a 1.170 exemplares de pescada-branca *P. squamosissimus*, dos quais foram registrados o sexo, comprimento total (cm), comprimento padrão (cm) e peso total (g), Juras, Rocha e Cintra (2005) estimaram a relação peso comprimento para essa espécie obtendo: $W_t = 0,01 \times L_t^{3,03}$, para sexos agrupados. Indicando o crescimento praticamente isométrico para a pescada-branca na área do reservatório, ou seja, a espécie tende a crescer proporcionalmente em comprimento e peso, independentemente do sexo.

No rio Tocantins, região a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, para o período de janeiro de 2001 a novembro de 2002, foi estimada a relação peso comprimento $W_t = 0,0133 \times L_t^{2,9373}$, podendo ser considerado o crescimento isométrico, ou seja, o peso está crescendo a uma taxa proporcional ao crescimento em comprimento total (CINTRA et al., 2007b).

A partir da biometria de 13.850 espécimes de pescada-branca *P. squamosissimus*, amostrados pelo programa de monitoramento ambiental da Eletronorte, em coletas realizadas trimestralmente em oito locais do reservatório e em seis locais a jusante da barragem, de 2001 a 2010, onde para cada espécime foi medido o comprimento total (cm), comprimento padrão (cm), foi pesado (g) e dissecado para análise macroscópica de gônadas para reconhecimento sexual, Brambilla et al., (2015) estimaram a relação peso comprimento: $W_t = 0,0368 \times L_t^{2,768}$, para sexos agrupados. Representando o crescimento alométrico negativo para a pescada-branca durante o período estudado, ou seja, a espécie tende a crescer mais em comprimento do que em peso, independentemente do sexo.

Mesquita, Cruz, Hallwass e Isaac (2019) utilizando dados de distribuição de frequência de comprimento total, de 7.776 indivíduos de pescada-branca *P. squamosissimus*, provenientes de desembarques da pesca comercial nos portos de Altamira, Vila Nova e Vitória do Xingu, Belo Monte e Senador José Porfírio (rio Xingu) no período de setembro de 2012 a agosto de 2013, estimaram os parâmetros de crescimento: comprimento assintótico $L_\infty = 70,35$ cm, taxa de crescimento $k = 0,39 \text{ ano}^{-1}$, taxa de oscilação de crescimento $C = 0,30$ e ponto de inverno $= 0,16$.

1.4.5 Reprodução e Migração

O padrão reprodutivo da pescada-branca *P. squamosissimus* se encaixa na categoria das espécies “não guardadores” ou reprodutores que não protegem a prole, não realizam migrações reprodutivas ou realizam pequenas migrações, possuem a fecundação externa e a liberação dos óvulos flutuantes ocorre em águas paradas, ambientes lênticos com baixa profundidade e se espalham no seio da água, onde são fecundados e posteriormente se desenvolvem (SUZUKI et al., 2002; AGOSTINHO; GOMES; SUZUKI; JÚLIO-JÚNIOR, 2003).

A maioria das espécies de peixes demonstra uma certa periodicidade em seu ciclo reprodutivo, e inicia o seu desenvolvimento gonadal em um período anterior àquele de reprodução, e completa a maturação das gônadas em um período em que as condições ambientais sejam adequadas à fecundação e ao desenvolvimento da prole (VAZZOLER, 1996).

A pescada-branca *P. squamosissimus* apresentara dimorfismo sexual secundário durante a época reprodutiva, onde nas fêmeas as nadadeiras anal e pélvica ficam de rosada a vermelho

e há dilatação do poro urogenital. Os machos emitem som (audível no ar, semelhante a “roncos”) com um par de músculos sônicos que se inserem em uma aponeurose acima da bexiga natatória e seguem o contorno da musculatura hipoxial. Os músculos sônicos são ausentes nas fêmeas, mas elas podem produzir sons de clique, possivelmente por meio da estridulação dos dentes da faringe (BORIE; BATALHA; CHAO, 2009).

A característica lântica do reservatório de Itaipu favorece o desenvolvimento de algumas espécies. Isso é evidente pela composição específica das larvas nas áreas do rio Paraná e do Reservatório. As larvas dos migrantes dominam no primeiro, enquanto as larvas dos residentes dominam no último, com registros de maiores densidades de larvas de *P. squamosissimus* nas extensões laterais de Afluentes do Reservatório de Itaipu (BAUMGARTNER, 2004).

1.4.6 Proporção sexual

Segundo Rocha, Juras, Cintra e Souza (2006), em pesquisa realizada na área do reservatório de Tucuruí constataram, para todo o período de julho de 2001 a dezembro de 2002, uma proporção superior de fêmeas (2,0:1,0), ou seja, duas fêmeas para cada macho.

No rio Tocantins, região a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, para todo o período de janeiro de 2001 a novembro de 2002, a proporção sexual foi (1,4:1,0) com maior quantidade de fêmeas em relação aos machos (CINTRA; JURAS; ANDRADE; OGAWA, 2007b).

Carvalho et al., (2017), verificaram para a pescada-branca coletada no lago de Viana, situado na APA da Baixada Maranhense (MA), de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013, totalizando 182 espécimes, que a proporção sexual foi superior na quantidade de fêmeas (1,2:1,0), valor muito próximo ao registrado por Barbosa, Rocha e Lucena-Frédou (2012) (1,1:1,0), também predominando as fêmeas em relação aos machos, pesquisa realizada com a coleta de 277 espécimes de pescada-branca capturados no rio Pará, município de Barcarena (PA), no período de junho de 2007 a maio de 2008.

1.4.7 Tamanho e idade de primeira maturação

De acordo com Rocha, Juras, Cintra e Souza (2006) em estudo realizado na área do Lago de Tucuruí, de julho de 2001 a dezembro de 2002, verificaram que as fêmeas da espécie *P. squamosissimus* atingiam a primeira maturidade gonadal no intervalo de comprimento total que varia de 30,0 a 33,0 cm e pelo ajuste da curva de reprodução usando o método de extrapolação gráfica, este valor foi estimado em $L_{50} = 32,4$ cm.

No rio Tocantins, região a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, para o período de janeiro de 2001 a novembro de 2002, o tamanho de primeira maturação estimado

para fêmeas foi $L_{50} = 32,6$ cm de comprimento total (CINTRA; JURAS; ANDRADE; OGAWA, 2007b).

O estudo realizado por Carvalho et al., (2017), no lago de Viana, situado na APA da Baixada Maranhense (MA), constatou que o tamanho de primeira maturidade sexual de *Plagioscion squamosissimus* foi de $L_{50} = 15,303$ cm, ou seja, o tamanho mínimo de captura em que pelo menos 50% da população se encontra apta ao início de sua atividade reprodutiva.

Barbosa, Rocha e Lucena-Frédou (2012) analisando 328 espécimes de pescada-branca capturados no rio Pará, município de Barcarena (PA), no período de junho de 2007 a maio de 2008, estimaram o tamanho de primeira maturação em $L_{50} = 16,14$ cm e $L_{50} = 21,43$ cm de comprimento total para machos e fêmeas respectivamente.

Carnelós e Benedito-Cecílio (2002), com base em 3.629 machos e 3.258 fêmeas capturados no período de novembro de 1983 a outubro de 1989, no reservatório de Itaipu (PR), estimaram o comprimento padrão de primeira maturação $L_{50} = 17,8$ cm para machos e $L_{50} = 16,2$ cm para fêmeas. O tamanho a partir do qual todos os indivíduos estão maduros L_{100} para ambos os sexos foi $L_{100} = 22,5$ cm de comprimento padrão.

1.4.8 Local e época de reprodução

Rocha, Juras, Cintra e Souza (2006) observaram fêmeas imaturas e maduras durante todo o período de estudo (julho de 2001 a dezembro de 2002) e inferiram que na área do Lago de Tucuruí, existiam várias coortes de pescada-branca *P. squamosissimus* que estariam desovando durante todo o ano, desova parcelada, com pico nos meses de outubro de 2001 e setembro de 2002, associando esses picos a fatores ambientais.

Embora a atividade reprodutiva tenha sido registrada ao longo de todo o período, de junho de 2007 a maio de 2008, com desova parcelada para a pescada-branca *P. squamosissimus*, foram observados dois picos, em fevereiro/março e agosto/setembro (no meio da estação chuvosa e da estação seca, respectivamente), para espécimes capturados no rio Pará, município de Barcarena (PA) (BARBOSA; ROCHA; LUCENA-FRÉDOU, 2012).

1.4.9 Migração e a taxa de fecundidade

A pescada-branca *P. squamosissimus* é considerada uma espécie sedentária, pois não se conhecem movimentos sistemáticos e sazonais por motivos tróficos ou reprodutivos (GRANADO-LORENCIO; LIMA; LOBÓN-CERVIÁ, 2005).

Os padrões migratórios da espécie são complexos e não se tem registros de padrões fixos, durante o período de seca, a pescada-branca pode ser encontrada em lagos formados nos rios ou regiões alagadas, ou nos cursos de água, sendo que o deslocamento desta espécie pode estar relacionado com a busca de alimentos ou desova (GOULDING, 1980).

Em pesquisa sobre o conhecimento ecológico local (LEK) dos pescadores, realizada em quatro trechos do rio Tapajós, a pescada-branca *P. squamosissimus*, peixe sedentário de acordo com a literatura biológica, também foi citada como não migratória pelos pescadores entrevistados na pesquisa (NUNES; HALLWASS; SILVANO, 2019).

A fecundidade absoluta da pescada-branca *P. squamosissimus* foi estimada, usando o método volumétrico proposto por VAZZOLER (1996), obtendo em média, 143.337 ovócitos por fêmea, caracterizando alta fecundidade para a espécie, no lago de Viana, situado na APA da Baixada Maranhense (MA) (Carvalho et al., 2017).

Borie, Batalha e Chao (2014) em sua pesquisa realizada no município de Iranduba (AM), na confluência dos rios Negro (água preta) e Solimões (água branca), observou a fecundidade da espécie *P. squamosissimus*, onde obteve o número estimado médio de 337.562 (± 333.061 de desvio padrão) ovócitos por fêmeas, e o peso médio dos ovócitos foi de 24,7 g ($\pm 17,5$ g de desvio padrão) analisando seis fêmeas com comprimento padrão médio 32,2 cm ($\pm 4,2$ cm de desvio padrão).

1.4.10 Avaliação de Estoques e Captura Máxima Sustentável

Mesquita, Cruz, Hallwass e Isaac (2019) estimaram para a pescada-branca *P. squamosissimus*, na região de Belo Monte (PA), rio Xingu: a longevidade média de 7,68 anos, a mortalidade total de aproximadamente $Z = 1,44 \text{ ano}^{-1}$, a mortalidade natural $M = 0,76 \text{ ano}^{-1}$, a mortalidade por pesca $F = 0,68 \text{ ano}^{-1}$ e a taxa de exploração $E = 0,47 \text{ ano}^{-1}$. Consideraram que nessa taxa de exploração, a pescada-branca *P. squamosissimus* com comprimento total de 25 cm, o que equivale a 1,12 anos de idade, teria 50% de probabilidade de ser capturada. Nesse cenário, a pescaria estaria próxima de sua taxa máxima de exploração, que foi estimada em $E_{\max} = 0,579 \text{ ano}^{-1}$. Os valores mais conservadores para as taxas de exploração foram: $E_{10} = 0,455 \text{ ano}^{-1}$ e $E_{50} = 0,317 \text{ ano}^{-1}$. Todas as estimativas foram para o período de setembro de 2012 a agosto de 2013.

No cenário de 2013, para a região de Belo Monte (PA), rio Xingu, a biomassa da pescada-branca *P. squamosissimus* encontrada na natureza era de aproximadamente 34% da biomassa virgem, ou seja, biomassa que existia antes do início da exploração pesqueira. Um aumento no comprimento de primeira captura (L_c) de 25 cm para 30 cm contribuiria para uma melhora de aproximadamente 18,3% na produção, uma vez alcançado o equilíbrio, a pescaria estaria em uma posição mais favorável em relação ao seu máximo sustentável, o que permitiria um aumento nas capturas de até 14,5% sem nenhum risco significativo para os estoques (MESQUITA; CRUZ; HALLWASS; ISAAC, 2019).

A pescada-branca *P. squamosissimus*, por se reproduzir durante quase todo o ano, por apresentar taxas de crescimento relativo favoráveis, taxas moderadas de crescimento somático e mortalidade, e maiores capturas durante o período de menor capacidade de captura, indica que esta espécie, região de Belo Monte (PA), rio Xingu, pode suportar a pressão de pesca atual. Essas características podem ser responsáveis pelo seu sucesso na região de estudo, apesar de tantos anos de intensa pesca, podendo sustentar altas taxas de exploração, não só no Xingu, mas também em outros rios, como o Tocantins (MESQUITA; CRUZ; HALLWASS; ISAAC, 2019).

O estudo realizado por Diamante (2015) revelou diversidade genética entre populações de *P. squamosissimus*, indicando que as populações do Tocantins e Parnaíba foram originadas a partir de espécimes da bacia Amazônica que se dispersaram para essas duas bacias, em eventos distintos e em tempos diferentes, estas informações que confirmam a diferenciação das populações de *P. squamosissimus*, contribuem para o delineamento de ações voltadas para a conservação deste recurso pesqueiro.

1.5 Síntese sobre Biologia e pesca da jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794)

1.5.1 Sistemática

A classificação sistemática da jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) está conforme a classificação do Integrated Taxonomic Information (ITIS, 2018).

Reino: Animalia

Sub-reino: Bilateria

Infrareino: Deuterostomia

Filo: Chordata

Subfilo: Vertebrata

Infrafilo: Gnathostomata

Superclasse: Actinopterygii

Classe: Teleostei

Superordem: Osteichthyes

Ordem: Characiformes

Família: Hemiodontidae

Gênero: *Hemiodus* (Muller, 1842)

Espécie: *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794)

1.5.2 Características morfológicas

As características morfológicas da espécie *H. unimaculatus* apresenta corpo alongado e relativamente elevado; região pré-ventral achatada no meio e abaulada lateralmente; boca subterminal; maxila superior não protrátil e com 12 a 18 dentes multicuspidados com borda convexa; linha lateral com 71 a 75 escamas; 16 séries de escamas acima e 6 a 7 séries abaixo da linha lateral; 18 séries de escamas ao redor do pedúnculo caudal; escamas da parte ventral do tronco maiores que da parte dorsal e diminuindo progressivamente de tamanho a partir da linha mediana do ventre; rastros branquiais rudimentares, cerca de 60 no ramo inferior do primeiro arco branquial; coloração castanha na região dorsal e prateada no ventre; uma mancha escura, com diâmetro menor que o do olho sobre a linha lateral, atrás do nível posterior da nadadeira dorsal; uma faixa escura, paralela a uma faixa amarelada, ao longo do lóbulo inferior da nadadeira caudal (SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984; SANTOS; MÉRONA; JURAS; JÉGU, 2004).

1.5.3 Distribuição geográfica, habitat e hábitos

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; ROBERTSON; DARWICH; VIERA, 1981), mais encontrada em áreas onde prevalecem as características lólicas (SILVA; FERREIRA; DEUS, 2008), predomina nos grandes rios da drenagem do rio Tocantins (BRANDÃO; VALENTIM; PELLEGRINI-CARAMASCHI, 2003), podendo também ser encontrados nas margens de rios e lagos (SANTOS; MÉRONA; JURAS; JÉGU, 2004).

Em relação ao hábito alimentar a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* é classificada como algívora/detrítívora, se alimenta basicamente de detritos orgânicos e de perifíton (SANTOS; JÉGU; MÉRONA, 1984; SILVA; FERREIRA; DEUS, 2008), enquanto Santos, Mérona, Juras e Jégu (2004) a consideram onívora, consumindo algas, detritos e invertebrados. Holanda (1982) classificou como herbívora, alimentando-se de detritos, perifíton, macrófitas aquáticas e, ocasionalmente, pequenos invertebrados podem fazer parte da dieta. Apresenta atividade alimentar diurna mais concentrada no período diurno-crepuscular (amanhecer e entardecer) (MAQUIAVELI, 2006).

1.5.4. Crescimento

Martins (2013) com dados de 887 exemplares de *H. unimaculatus*, cedidos pelo programa de monitoramento ambiental da Eletronorte, obtidos no período de 2001 a 2007, a montante e a jusante da hidrelétrica de Tucuruí (PA) e utilizando distribuição de frequências de comprimento total, para sexos agrupados, estimou os parâmetros de crescimento para a espécie: comprimento assintótico foi $L_{\infty} = 35,8$ cm, taxa de crescimento $k = 0,55$ ano⁻¹ e comprimento teórico do peixe na idade zero $t_0 = -0,15$. Foi utilizado modelo geral de Von Bertalanffy: $L_{\infty} = L_t \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ onde t = idade e L_t = comprimento do peixe na idade t . A taxa de mortalidade total foi $Z = 3,04$ ano⁻¹, mortalidade natural $M = 0,695$ ano⁻¹ e mortalidade por pesca $F = 2,34$ ano⁻¹. Obteve ainda a relação peso (g) comprimento (mm) $W_t = 0,00001 \times L_t^{2,997}$ para sexos agrupados, mostrando um crescimento isométrico em que peso cresce a uma taxa relativamente igual ao comprimento.

Pinheiro (2011), em pesquisa sobre dinâmica populacional e parâmetros reprodutivos da *H. unimaculatus*, na área de influência da UHE Tucuruí (área montante-reservatório e área jusante), durante os anos de 2006 e 2007, estimou as relações peso comprimento para as duas áreas (sexos agrupados) e concluiu que o crescimento da jatuarana-escama-grossa foi alométrico negativo, tanto na área montante-reservatório $W_t = 0,00002 \times L_t^{2,89}$ quanto na área

jusante $Wt = 0,00001 \times Lt^{2,92}$ da barragem de Tucuruí, ou seja, um maior aumento do comprimento em relação ao aumento massa corpórea.

Trindade (2012) em estudo no rio Araguari, na área de influência da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes (AP), no período de maio de 2009 a julho 2010. Com 253 exemplares de *H. unimaculatus* coletados ao longo do estudo. Estimou a relação peso (g) comprimento total (mm) $Wt = 0,0003 \times Lt^{2,3445}$ para sexos agrupados. Verificou que ambos os sexos apresentaram incremento alométrico negativo, evidenciando que, na área de estudo, esta espécie não cresceu em peso proporcional ao crescimento em comprimento.

1.5.5. Reprodução e Migração

O padrão reprodutivo da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* se encaixa na categoria das espécies “não guardadores” ou reprodutores que não protegem a prole, realizam migrações reprodutivas de média e longa distância, possuem desova é total e fecundação externa e a liberação dos óvulos flutuantes ocorre em águas correntes, ambientes lóticos e se espalham na água, onde são fecundados e posteriormente se desenvolvem, sendo levados pela correnteza do rio (VAZZOLER, 1996).

Holanda (1982) verificou que na área da hidrelétrica de Curuá-Una (AM), a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* possui desova total, formando cardumes que se deslocam em direção ao canal dos grandes rios para desovar. A desova total, com o desenvolvimento iteróparo-sincrônico dos ovócitos, também foi observada para a espécie no alto rio Tocantins e rios tributários nas proximidades da hidrelétrica de Serra da Mesa (TO) no período de dezembro de 1995 a agosto de 1999 (BRANDÃO; VALENTIN; CARAMASCHI, 2003).

1.5.6. Proporção Sexual

Em estudo realizado por Martins (2013), com dados de *H. unimaculatus*, (524 fêmeas e 363 machos) cedidos pelo programa de monitoramento ambiental da Eletronorte, obtidos no período de 2001 a 2007, a montante e a jusante da hidrelétrica de Tucuruí (PA) verificou que a proporção sexual (1,44:1,00) favorável para as fêmeas, foi significativamente diferente da proporção esperada (1:1) durante o período analisado.

Trindade (2012) em estudo no rio Araguari, na área de influência da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes (AP), no período de maio de 2009 a julho 2010. Com exemplares de *Hemiodus unimaculatus* (147 fêmeas e 79 machos) testou a proporção sexual (2,2:1,0) e concluiu que houve uma diferença altamente significante, na área de estudo, para todo o período.

A análise da proporção sexual da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, na área de influência da UHE Tucuruí, no período de janeiro de 2006 a dezembro 2007, considerando o total de indivíduos (641 fêmeas e 358 machos), atestou diferença estatisticamente significante

do esperado (1:1) entre o número de machos e fêmeas e foi favorável às fêmeas tanto na área montante-reservatório (1,6:1,0) quanto na área jusante (1,9:1,0) da barragem de Tucuruí (PINHEIRO, 2011).

1.5.7. Tamanho de Primeira Maturação

Santos, Jégu e Mérona (1984) em estudo realizado com peixes comerciais na bacia do rio Tocantins, no período anterior ao enchimento do reservatório em 1980 a 1982, verificaram que o tamanho de primeira maturação sexual para *H. unimaculatus* ocorria em indivíduos com aproximadamente 11 cm de comprimento total. Santos, Mérona, Juras e Jégu (2004), também para a bacia do rio Tocantins, no período entre 1999 e 2003, citam que a mesma espécie, atinge a primeira maturação sexual com cerca de 13 cm de comprimento total.

De acordo com Pinheiro (2011), em pesquisa sobre dinâmica populacional e parâmetros reprodutivos da *H. unimaculatus*, na área de influência da UHE Tucuruí (área montante-reservatório e área jusante), no período de 2006 e 2007, o tamanho de primeira maturação sexual (sexos agrupados) para *H. unimaculatus* foi: área montante-reservatório $L_{50} = 27.6$ cm de comprimento total e área a jusante $L_{50} = 22.2$ cm de comprimento total.

O estudo realizado por Trindade (2012) no rio Araguari, nas proximidades da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, no período de 2009 a 2010. Para *H. unimaculatus* obteve o tamanho médio (comprimento total) de primeira maturação das fêmeas $L_{50} = 15,8$ cm, para os machos $L_{50} = 15,7$ cm e para ambos os sexos o tamanho de primeira maturação foi estimado em $L_{50} = 15,75$ cm. O menor indivíduo em primeira maturação sexual tinha 9,0 cm de comprimento total e o comprimento no qual 100% da população encontra-se na fase adulta $L_{100} = 25,0$ cm.

1.5.8. Local e Época de Reprodução

De acordo com Santos, Jégu e Mérona (1984), em estudo realizado com peixes comerciais na bacia do rio Tocantins, no período anterior ao enchimento do reservatório em 1980 a 1982, verificou que o período de desova para *H. unimaculatus*, se estendia de novembro a março.

A determinação do período reprodutivo para *H. unimaculatus* na área da UHE Tucuruí, mostrou que a reprodução é do tipo total e periódica, sendo que, para os anos de 2006 e 2007, no reservatório o maior pico ocorreu no mês de março e na jusante esse período foi de novembro a março, estação de maior intensidade de chuvas na região (PINHEIRO, 2011).

Trindade (2012) em estudo realizado no rio Araguari, no período de maio de 2009 a julho 2010, nas áreas a jusante, montante, lacustre e reservatório da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes. Com base na distribuição dos estádios de maturação, observou que o ciclo reprodutivo

completo pode ocorrer em toda a área de estudo. Já, os valores médios dos índices gonadossomático IGS e fator de condição ΔK para os sítios indicam que o local preferencial de reprodução da espécie *H. unimaculatus* foi nas áreas montante e lacustre. Concluiu que período de desova está compreendido na transição do período seco e a enchente nos meses entre novembro e janeiro.

1.5.9. Taxa de Fecundidade

A fecundidade da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* ainda é pouco conhecida. Em estudo sobre o tipo de desova da espécie *H. unimaculatus* foi verificado que o diâmetro dos ovócitos variou de 12,5 a 312,5 μm , com média de 95,3 μm e desvio padrão 50,7 μm . A espécie possui o tipo de desova total, também chamada de desova iterópara-sincrônica (reproduz várias vezes durante a vida). O estudo foi realizado no rio Araguari (AP), na área de influência da Usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, no período de 2009 a 2010 (TRINDADE, 2012).

Ponton e Mérona (1998) em investigação sobre a história de vida de peixes capturados no rio Sinnamary, Guiana Francesa, durante o período de amostragem de 1990-1996, estimaram para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* a porcentagem de ovócitos maduros nas gônadas em 92 %, o diâmetro dos ovócitos maduros nas gônadas variou de 0,69 a 2,17 mm, e a fertilidade ou número médio de ovócitos potencialmente depositados por ninhada em 54.736.

1.5.10. Avaliação de Estoques e Captura Máxima Sustentável

Os estoques pesqueiros da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* ainda são insuficientemente conhecidos com relação a suas avaliações e capturas máximas sustentáveis.

Martins (2013) em pesquisa realizada a montante e jusante da UHE Tucuruí, com dados do período de 2005 a 2007, verificou que a taxa de exploração estimada para o período $E = 0,77$ se mostrou maior que o adequado, para manter a biomassa do estoque reprodutor em 50%, que seria $E = 0,37$ e maior ainda que taxa de exploração máxima $E_{\text{máx}} = 0,72$, para obter o rendimento máximo relativo por recruta, o recomendado seria a redução do esforço de pesca e com isso a taxa de exploração em 52 % para estabilizar a pescaria em nível sustentável. Concluiu ainda que o estoque pesqueiro da jatuarana-escama-grossa se encontrava em sobrepesca de crescimento.

No mesmo estudo, Martins (2013) obteve o padrão de recrutamento pesqueiro da jatuarana-escama-grossa no qual os indivíduos jovens são recrutados continuamente ao longo do ano, com pico ocorrendo no mês de abril.

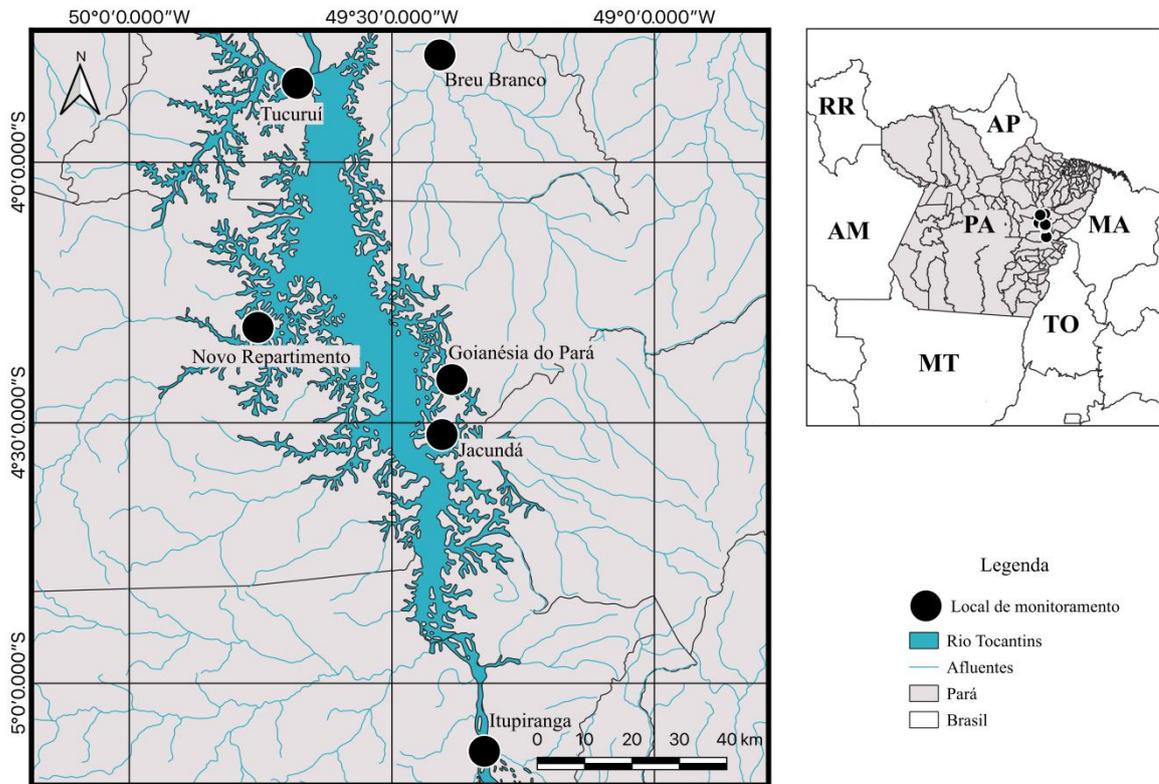
1.6 Metodologia Geral

1.6.1 Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na área intitulada Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí é composta pela Área de Proteção Ambiental (APA) do Lago de Tucuruí (568.667,00 ha), pelas Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Alcobaça (36.128,00 ha) e Pucuruí-Ararão (29.049,00 ha), e pelas Zonas de Proteção da Vida Silvestre- ZPVS 3 (10.009,00 ha) e ZPVS 4 (20.207,00 ha), com objetivo de resguardar áreas relevantes à conservação da biodiversidade local, incentivo a pesquisa científica e a educação ambiental e compreende parte dos municípios paraenses (Figura 1), Breu Branco, Goianésia do Pará, Itupiranga, Jacundá, Nova Ipixuna, Novo Repartimento e Tucuruí, e foram criadas pela Lei Estadual nº 6.451, de 08 de abril de 2002 e Portaria nº 08-2004/GAB-SECTAM de 26 de janeiro de 2004.

O lago formado pelo barramento do rio Tocantins tem um volume de 45,5 bilhões de m³ (LA-ROVERE; MENDES, 2000). A área do lago varia com o nível da cota, no período de cheia, com cota máxima normal 72 m, a área total do lago chega a 2.760,00 km², já no período se seca a área diminui aproximadamente 1.438,00 km² e o nível da água chega a 60 m (ARAÚJO; LOPES; PEREIRA, 2015; FERREIRA; BARBOSA; COSTALONGA, 2020) as variações dessas cotas e por consequência áreas alagadas, podem influenciar diretamente na área de dispersão das espécies e na produtividade e produção pesqueira (ALMEIDA, 2016).

Figura 1 - Mapa com a localização dos municípios que fazem parte da área intitulada Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, onde foram realizados os monitoramentos do desembarque no período entre 2017 e 2018.



Fonte: Sávio Guerreiro, 2020

O Lago é um ambiente tipicamente lântico, com águas relativamente claras, sendo composto quase que totalmente por áreas alagadas que cobriram matas, campos e pastos, que se transformara no leito do lago após a construção da barragem. As áreas de mata que foram alagadas e estão submersas na forma de troncos e galhos, são consideradas pelos pescadores locais como áreas de proteção, pois os peixes podem utilizar estes ambientes para refúgio, já que são impróprias para a pesca (ISAAC et al., 2008).

O clima, na região das Unidades de Conservação do Mosaico do Lago de Tucuruí é tropical, ficando mais úmido e quente na medida em que se aproxima da foz ao Norte. Ao norte da Bacia Tocantins-Araguaia, as máximas de temperatura atingem 38°C em agosto e setembro e as mínimas são registradas em junho (aproximadamente 22°C). As chuvas podem atingir 2.400 mm, com a umidade média de 85%. Na parte mais ao sul da bacia a temperatura média diminui com o aumento da latitude da altitude. A pluviosidade média cai para 1.400 mm anuais e a umidade para cerca de 70% (LA-ROVERE; MENDES, 2000).

A região do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí é classificada como tendo duas estações bem definidas, um período chuvoso de dezembro a maio com chuvas

intensas de origem convectiva e totais mensais atingindo valores de entre 500-600 mm/mês e outro período seco de junho a novembro com uma estiagem pronunciada de agosto a setembro, quando a precipitação é tipicamente da ordem de 30 mm/mês (FISCH, JANUÁRIO; SENNA, 1990; SANCHES; FISCH, 2005).

1.6.2 Obtenção dos dados

Os dados de desembarque pesqueiro, por espécie (em kg), foram obtidos através do projeto pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - Ideflor-bio, e a empresa Greentec Consultoria e Planejamento Agroflorestal e do Meio Ambiente Ltda em parceria com a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Os dados de desembarque foram obtidos em 2017 (abril a outubro) e 2018 (março a outubro), juntamente com amostras diárias de comprimento total (CT) para mapará (*H. marginatus*), pescada-branca (*P. squamosissimus*) e jatuarana (*H. unimaculatus*).

Todos os exemplares amostrados foram provenientes da pesca profissional artesanal realizada nos municípios a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Foram obtidos também dados das viagens de pesca como: porto de desembarque, CPF e nome do pescador declarante, tipo da embarcação, data da saída e tempo de pesca em horas, nome do pescador principal, equipamento de pesca e sua quantidade, para as artes de anzol e redes de emalhar, para estas últimas também o comprimento total e tamanho da malha esticada entre nós opostos.

1.6.3 Dados coletados e organizados

No período que compreendeu 2017 e 2018, foram monitorados 22.708 desembarques (viagens) de pesca e foram medidos 169.605 peixes nos portos de desembarques (Porto km11, Porto Santa Rosa, Porto Novo, Polo Pesqueiro, Porto da Geleira e Porto da Colônia Z44/Porto Municipal) (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

Tabela 1 - Quantidades de desembarques (viagens) de pesca monitoradas por município e porto de desembarque nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Lago de Tucuruí

Município	Porto de desembarque	2017	2018	Total
Novo Repartimento	Polo Pesqueiro	85	401	486
Itupiranga	Porto da Colônia Z 44	480	2.471	2.951
Breu Branco	Porto da Geleira	800	2.309	3.109
Jacundá	Porto Santa Rosa	1.101	4.831	5.932
Tucuruí	Porto km11	1.680	3.164	4.844
Goianésia do Pará	Porto Novo	1.790	3.596	5.386
Total		5.936	16.772	22.708

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 2 - Quantidades de peixes medidos nos desembarques (viagens) de pesca monitoradas por porto de desembarque e espécie alvo, mapará (*H. marginatus*), pescada-branca (*P. squamosissimus*) e jatuarana (*H. unimaculatus*) no lago de Tucuruí

Porto de desembarque	2017		2018		2017		2018		Total
	Mapará		Pescada-branca		Jatuarana				
Polo Pesqueiro	64	2.901	51	2.119	0	0			8.247
Porto da Colônia Z 44	1.935	4.864	825	1.010	885	2.523			12.239
Porto da Geleira	98	588	377	620	106	145			2.333
Porto Santa Rosa	11.862	14.249	8.818	14.802	0	151			54.126
Porto km11	9.474	11.452	8.452	10.133	1.393	760			55.954
Porto Novo	5.833	6.537	6.476	6.561	0	0			36.706
Total	29.266	40.591	24.999	35.245	2.384	3.579			169.605

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3 - Quantidades mensais de indivíduos amostrados, por espécie, na temporada de pesca de 2017, de mapará (*H. marginatus*), pescada-branca (*P. squamosissimus*) e jatuarana (*H. unimaculatus*) no Lago de Tucuruí

Peixes	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	Total
Mapará	501	5.500	5.619	2.871	3.988	2.273	3.461	5.053	29.266
Pescada-branca	455	5.436	5.227	3.028	3.500	1.972	2.355	3.023	24.999
Jatuarana	45	459	449	306	255	195	225	450	2.384

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 4 - Quantidades mensais de indivíduos amostrados, por espécie, na temporada de pesca de 2018, de mapará (*H. marginatus*), pescada-branca (*P. squamosissimus*) e jatuarana (*H. unimaculatus*) no Lago de Tucuruí

Peixes	fev	mar	abr	maio	jun	jul	ago	set	out	Total
Mapará	202	9.154	6.549	5.303	5.645	2.649	3.525	3.445	4.119	40.591
Pescada-branca	155	7.775	6.793	4.692	4.252	2.401	3.617	2.971	2.581	35.245
Jatuarana	0	439	792	277	767	360	612	136	196	3.579

Fonte: Dados da pesquisa

1.6.4 Análise dos dados

1.6.4.1 Parâmetros de crescimento

A partir das distribuições de frequências de comprimento total (CT) das espécies foram estimados o comprimento mínimo (L_{\min}), comprimento máximo (L_{\max}), comprimento médio ($L_{\text{méd}}$) e desvio padrão (DP).

Para estimar os parâmetros de crescimento, por meio da análise de frequências de comprimentos e procurando sempre obter o melhor ajuste, foram utilizadas as rotinas do “k Scan” dos programas “ELEFAN I” (Análise Eletrônica de Frequências de Comprimento) (PAULY; DAVID, 1981; PAULY, 1987) e SLCA (Sherpherd’s Length Composition Analysis) de Sherpherd (1987), ambas rotinas incluídas no pacote FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Para estimar os parâmetros de crescimento através das rotinas “k Scan” dos programas, foi necessário inserir o nome da espécie, unidade de medida, menor comprimento, intervalo de

classes e uma série temporal de dados de frequências de comprimento. Assim foi obtido o comprimento máximo assintótico (L_{∞}) e a taxa ou constante de crescimento individual (k). O parâmetro ϕ' , o índice de desempenho de crescimento, foi calculado como $\phi' = \text{Log}(k) + 2\text{Log}(L_{\infty})$ (PAULY; MUNRO, 1984).

O modelo matemático proposto por Von Bertalanffy (1934) foi utilizado para representar a curva de crescimento, quando: $L_t = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ onde, L_t = comprimento dos indivíduos com idade t ; L_{∞} = comprimento máximo assintótico ou máximo teórico; k = taxa ou constante de crescimento individual; t = idade dos indivíduos e t_0 = constante matemática definida para condição. O parâmetro t_0 foi considerado zero porque é uma correção matemática para o ajuste da curva, não apresentando valor biológico (SPARRE; VENEMA, 1998).

A relação peso-comprimento descreve as modificações no peso do corpo de acordo com o aumento no comprimento pela expressão: $W_t^a \propto L_t^b$ em que, W_t é o peso total, L_t é o comprimento total, “a” é uma constante e “b” é a inclinação.

1.6.4.2 Padrões de recrutamento

O processo de recrutamento para a pesca acontece quando os indivíduos passam a fazer parte da biomassa capturável da população, ou seja, dos peixes que atingiram o tamanho ou a idade em que se tornam vulneráveis aos apetrechos de pesca. Representa a quantidade ou a proporção de peixes que em certo momento passam a ser capturados. O recrutamento pesqueiro é determinado pela seletividade dos apetrechos de pesca (FONTELES-FILHO, 1989; SPARRE; VENEMA, 1998).

A distribuição de frequência de classes de comprimento e os parâmetros de crescimento estimados para cada espécie foram utilizados para identificar o número de pulsos de recrutamento por ano e avaliar a importância relativa destes quando comparados entre si, por meio da rotina incluída no FISAT II (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Esta rotina reconstrói os pulsos de recrutamento de uma série temporal de dados de frequências de comprimento para determinar o número de pulsos por ano e a força relativa de cada pulsação.

Os resultados gerados por esta rotina devem ser tratados como aproximações, porque, ao fazer afirmações sobre o número de pulsos anuais e sobre a sua força relativa, este modelo baseia-se em dois pressupostos que raramente são cumpridos na realidade: (i) todos os peixes na amostra crescem como descrito por um único conjunto de parâmetros de crescimento e (ii) um mês de doze sempre tem zero de recrutamento. Ao usar dados reestruturados, o espalhamento temporal diminui e, portanto, provavelmente, reflete melhor a sazonalidade real do recrutamento.

1.6.4.3 Estimativas de mortalidade

Quando se estuda o crescimento, o objetivo é determinar o tamanho do peixe (em peso ou comprimento) em função da idade, outras informações essenciais que as técnicas de avaliação de estoques necessitam, além dessa quantificação do crescimento, são as estimativas das mortalidades que impactam às populações sob exploração pesqueira, a mortalidade natural, mortalidade total e mortalidade por pesca (FAGUNDES; ARFELLI; AMORIM, 2001).

A maior parte das rotinas para estimar a mortalidade e os parâmetros relacionados incorporados no FISAT II exigem as estimativas dos parâmetros de crescimento tais como aqueles obtidos a partir do conjunto anterior de rotinas. Elas estão agrupadas no FISAT como: (1) rotinas para estimar a mortalidade total (Z) a partir de amostras no estado de equilíbrio, ou (2) rotinas para estimar a mortalidade por causa natural (M) aqui assumido ser constante para todos os tamanhos.

1.6.4.4 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly

A mortalidade natural foi obtida pela aplicação do seguinte método proposto por Pauly (1983) para peixes: $\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(k) + 0.463 \ln(T)$. Onde: T = temperatura média anual na superfície da água em °C do local onde houve a captura.

A taxa de mortalidade varia com a idade de uma coorte, os peixes mais jovens estão expostos a uma mortalidade natural maior por predadores. Por outro lado, sofrem menos mortalidade por pesca que os maiores, devido ainda não terem se deslocado para a área de pesca. No entanto, se o tempo transcorrido entre t_1 e t_2 não é longo, pode ser considerado como uma aproximação razoável, assumir F e M constantes dentro daquele período.

Segundo Alves (2005), para o período de 1985 a 2001, no reservatório da UHE Tucuruí foi observada a estratificação térmica, sendo de 2 °C a diferença entre superfície e fundo do reservatório, estando, no geral, a temperatura entre 28 °C e 30 °C. Dessa forma foi considerada a temperatura média na superfície, como sendo 29 °C.

1.6.4.5 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada

Este método usa a equação de crescimento de Von Bertalanffy para converter comprimentos em idades. Esta análise foi executada no FISAT II considerando que o crescimento não apresenta oscilações anuais, ou seja, $C = 0$. O conjunto de rotinas incluídas aqui assume que as amostras de frequências de comprimento que estão disponíveis, representam uma população no estado de equilíbrio.

1.6.4.6 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft)

O coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado como a diferença entre a taxa instantânea de mortalidade total (Z) e a taxa instantânea de mortalidade natural (M): $F = Z - M$.

A mortalidade da classe terminal (F_t) para *H. marginatus* e *H. unimaculatus* foi estimada como 0,50 Z para cada ano analisado e para *P. squamosissimus* como 0,99 Z para cada ano analisado.

1.6.4.7 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades

A estimativa da taxa de exploração foi obtida a partir da “equação de captura” (ou “equação de Baranov”), sob a suposição de que F e M são constantes (e assim Z é constante para cada temporada de pesca) entre as idades t_1 e t_2 (BARANOV, 1918). A fracção de mortes causadas pela pesca, F/Z , é chamada “taxa de exploração” (E). Uma vez estimados os valores de M e F, a taxa de exploração pode ser calculada. Esta taxa permite uma avaliação aproximada da condição de exploração do estoque, assumindo que o valor ótimo de Taxa de Exploração (E) seja aproximadamente igual a 0,5 (PAULY, 1983).

1.6.4.8. Análise de população virtual (VPA)

O conceito simplificado de uma “coorte” é um grupo de peixes, todos com a mesma idade pertencendo ao mesmo estoque. Para trabalhar com modelos analíticos, é necessário definir o conceito de “idade”, quando em relação ao comprimento do corpo, não se trabalha em nível do indivíduo, de modo que “idade” significa a idade média de uma coorte. É necessário também definir “data de nascimento” e a definição biológica óbvia do dia do nascimento é o dia em que a larva eclode do ovo, pode-se afirmar que um peixe recém-eclodido tem idade zero (SPARRE; VENEMA, 1998).

A análise de população virtual (VPA) calcula o número de indivíduos sobreviventes em cada coorte para cada ano anterior sendo cada coorte analisada separadamente. A VPA se baseia em uma relação muito simples para cada coorte:

$$N_{x,t} = N_{x+1, t+1} + C_{x,t} + M_{x,t} \quad (1)$$

Onde:

$N_{x,t}$ = é o número de indivíduos no início da idade x no ano t;

$N_{x+1, t+1}$ = é o número de indivíduos no início da idade x +1 no ano t +1;

$C_{x,t}$ = é a captura dos indivíduos com idade x no ano t;

$M_{x,t}$ = é a mortalidade natural dos indivíduos com idade x no ano t .

Para cada coorte, o problema central que a VPA procura resolver pode ser esquematizado da seguinte forma:

1. Conhecendo o vetor de capturas em número, C_C , efetuadas sobre cada idade da coorte:

$$C_C = [C_x, C_{x+1}, C_{x+2}, \dots] \quad (2)$$

Onde x corresponde à primeira idade recrutada

2. Conhecendo a taxa de mortalidade natural, o vetor M_c :

$$M_c = [M_x, M_{x+1}, M_{x+2}, \dots] \quad (3)$$

3. Pretende-se conhecer o vetor com o número de indivíduos no início de cada idade da coorte:

$$N_c = [N_x, N_{x+1}, N_{x+2}, \dots] \quad (4)$$

4. Pretende-se conhecer e o vetor de mortalidade por pesca de cada idade que foi aplicado à coorte:

$$F_c = [F_x, F_{x+1}, F_{x+2}, \dots] \quad (5)$$

Ainda que o problema central da VPA seja equacionado em termos de uma coorte, a sua resolução para todas as coortes que compõem um estoque ao longo do tempo, a partir da matriz de capturas C , permitirá estimar a composição demográfica do estoque no passado e o regime de exploração a que esteve sujeito em cada ano, isto é, as matrizes:

$$N = [N_{x+t}] \text{ e } F = [F_{x,t}] \quad (6)$$

Onde $F_{x,t}$, é a taxa de mortalidade por pesca da idade x no ano t .

Para o cálculo da evolução em peso da coorte, isto é, da sua biomassa, tem-se que levar em consideração o crescimento individual dos indivíduos sobreviventes. No caso dos peixes, a maior parte das equações que têm sido utilizadas para representar matematicamente o seu crescimento em peso (RICKER, 1975; KING, 2007; HADDON, 2011) pressupõe que esse crescimento é bem descrito por uma curva do tipo sigmoide.

A biomassa da coorte, em um determinado instante de tempo, obtém-se multiplicando o número de indivíduos sobreviventes nesse instante pelo peso médio individual destes indivíduos. Assim, a biomassa da coorte no início da idade x , B_x , é dada por:

$$B_x = N_x \times W_x \quad (7)$$

Onde W_x é o peso médio individual no início da idade x . Para calcular a biomassa média da coorte na idade x , B_x , o cálculo é efetuado utilizando o número médio de indivíduos na idade x e o peso médio na idade x , ou seja:

$$\overline{B_x} = \overline{N_x} \times \overline{W_x} \quad (8)$$

Uma conclusão importante deste resultado é que a VPA é um método particularmente preciso para estoques pesadamente explorados. Nestes estoques, a mortalidade por pesca das idades mais velhas é em geral alta. Ao fim de poucos passos de retrocálculo iniciado em $x = \text{ter}$, o valor de F_{acumul} é já suficientemente alto para garantir alta precisão dos valores estimados de F_x e N_x . Foi utilizado o pacote FISAT II para as análises de população virtual baseada em comprimentos.

1.6.4.9 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell

No modelo de Thompson e Bell (1934), os valores de mortalidade (F_i/Z_i) por classe de comprimento (L_i), estimados pela análise de população virtual, foram utilizados para prognosticar a captura e o tamanho do estoque (N) sob diferentes regimes de exploração

(SPARRE; VENEMA, 1998). Esses diferentes regimes de exploração ou cenários foram obtidos pela multiplicação de fatores (f) aos valores de mortalidade por classe de comprimento:

O peso médio da classe “mais” foi dado pela equação.

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) \times e^{-Z_i \Delta x_i} \quad (9)$$

$$\Delta x_i = \frac{1}{k} \times \ln \frac{L_{\infty} - L_i}{L_{\infty} - L_{i+1}} \quad (10)$$

$$Z_i = f \times F_i + M \quad (11)$$

O modelo de Thompson e Bell (1934) assim como a análise de população virtual presume o crescimento e mortalidade natural (M) constante e também utiliza a função de crescimento de von-Bertalanffy (1934).

Os comprimentos assintóticos, coeficientes de crescimento e de mortalidade natural foram os mesmos utilizados na análise de população virtual e o fator (f) foi igual para as diferentes classes de comprimento.

Foram traçadas projeções de rendimentos a diferentes estratégias de gerenciamento, isto é, diminuição ($f < 1$) ou aumento do esforço ($f > 1$), e pontos de referência para o manejo dos recursos foi obtido dessas projeções. Foi determinado um ($f_{\text{máxr}}$), fator de máximo rendimento, e um fator de equilíbrio (f_{eq}) onde o ganho marginal de rendimento é igual a 10% do ganho marginal em $f = 0$ (ausência de pesca). O (f_{eq}) foi derivado do conceito de $F_{0,1}$ e F_{eq} dos modelos de rendimento por recruta e de excedente de produção (QUINN-II; DERISO, 1999), podendo ser considerado como um ponto de referência biológica alvo, enquanto o ($f_{\text{máxr}}$) é um ponto de referência biológica limite (CADDY; MAHON, 1995). Foi utilizado para as análises de Thompson e Bell (1934), baseada em comprimentos, o pacote FISAT II.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO A. A.; JÚLIO-JÚNIOR, H. F. Peixes de outras águas: Ameaça ecológica. **Nupelia - PEA**, Maringá, v. 21, p. 36-44, 1996.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JÚLIO-JÚNIOR, H. F. 2003. Migratory fishes of the upper Paraná River Basin, Brazil. *In*: CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS, C.; BAER, A. (ed.), **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**, Victoria: World Fisheries Trust, 2003. p. 19-98.
- AGOSTINHO, A. A. A.; OKADA, E. K.; GOMES, L. C.; AMBRÓSIO, A. M.; SUZUKI, H. I. **Reservatório de Itaipu: estatística de rendimento pesqueiro**. Relatório Anual (2004). Maringá, 2005, v. 1, 307 p.
- AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO-JÚNIOR, H. F.; PETRERE-JÚNIOR M. Itaipu reservoir (Brazil): impacts of the impoundment on the fish fauna and fisheries. *In*: I. G. Cowx. **Rehabilitation of freshwater fisheries**, London: Fishing New Books, 1994. p. 171-184.
- ALMEIDA, N. J. R. **Saberes da pesca em unidade de conservação: os pescadores da RDS Alcobaça no lago da Usina Hidrelétrica de Tucuruí/PA**. 2016. 223 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém, 2016.
- ALVES, M. C. B.; BARTHEM, R. B. A pesca comercial dos “tucunarés” *Cichla* spp. (Perciformes, Cichlidae) no reservatório da UHE-Tucuruí, rio Tocantins, PA. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 4, p. 553-561, 2008.
- ALVES, C. S. L. **Avaliação Temporal e Sazonal de Variáveis Físico-Químicas no Reservatório de Tucuruí- PA**. 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.
- ARAÚJO, L. A.; LOPES, M. L.; PEREIRA, G. M. Trinta anos de operação das 23 comportas do vertedouro da UHE Tucuruí (T113-A). *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 30., 2015. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: CBDB, 2015.
- ARAÚJO, M. V. L. F.; SILVA, K. C. A.; SILVA, B. B.; FERREIRA, I. L. S.; CINTRA, I. H. A. Pesca e procedimentos de captura de camarão-da-Amazônia a jusante de uma hidrelétrica na Amazônia brasileira. **Biota Amazônia**, v. 4, n. 2, p. 102-112, 2014.
- BAUMGARTNER, G; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKIC, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 71, p. 115-125, 2004.
- BARANOV, F. I. On the question of the biological basis of fisheries, on the question of the dynamics of the fishing industry. **Institute for Scientific Ichthyological Investigations, Proceedings**, Moscow, v. 1, p. 81-128, 1918.
- BARBOSA, N. D.; ROCHA, R. M.; LUCENA-FRÉDOU, F. The reproductive biology of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) in the Pará River estuary (Amazon Estuary). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 28, n. 2012, p. 800–805, 2012.
- BARTHEM, R. B. Ocorrência, distribuição e biologia dos peixes da Baía de Marajó, Estuário Amazônico. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 2, p. 49-69. 1985.
- BARTHEM, R.B. Uso de redes de espera no estudo de ritmos circadianos de algumas espécies de peixes nos lagos de várzea do rio Solimões. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 3, n. 7, p. 409-422, 1987.

- BARTHEM, R.; GOULDING, M. **Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos**. Brasília: Sociedade Civil Mamirauá. 1997.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. *In*: RUFFINO, M. L. (Org.). **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira**. Manaus: IBAMA/PROVÁRZEA, 2004. p. 63-152.
- BOONSTRA, T. E. Commercialization of the Tucuruí Reservoir Fishery in the Brazilian Amazon. **TCD Newsletter**, v. 28, p. 1-4, 1993.
- BORIE, A.; BATALHA, S.; CHAO, N. L. Management and relationship of environmental factors with reproductive characteristics of silver croaker in cage culture. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 40, p. 271-279, 2014.
- BRASIL, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 agosto 2011.
- BRAGA, F. M. S. 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**, São Carlos, v. 50, p. 339-346, 1990.
- BRANDÃO, C. A. S.; VALENTIM, M. F. M.; PELLEGRINI-CARAMASCHI, E. Ovary maturation stages and oocyte features in three species of the neotropical fish *Hemiodus* (Muller, 1842). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Rio de Janeiro, v. 46, p. 433-441, 2003.
- BRAMBILLA, E. M.; GARCIA-AYALA, J. R.; TRAVASSOS, F. A.; CARVALHO, E. D.; DAVID, G. S. Length-weight relationships of the main commercial fish species of Tucuruí reservoir (Tocantins/Araguaia basin, Brazil). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n. 3, p. 665-670. 2015.
- CADDY, J. F.; MAHON, R. **Reference points for fisheries management**. FAO Fisheries Technical Paper 347. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 83 p.
- CAMARGO, M.; ISSAC, V. Os peixes estuarinos da região Norte do Brasil: Lista de espécies e considerações sobre sua distribuição geográfica. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 17, p. 133-157, 2001.
- CAMARGO, S. A. F.; PETRERE-JÚNIOR, M. Análise de risco aplicada ao manejo precaucionário das pescarias artesanais na região do reservatório da UHE - Tucuruí (Pará, Brasil). **Acta amazônica**, Manaus, v. 34, p. 473-485, 2004.
- CARNELÓS, R. C.; BENEDITO-CECÍLIO, E. Reproductive strategies of *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Osteichthyes, Sciaenidae) in the Itaipu Reservoir, Brazil. **Brazilian Archives of Biology Technology**, Maringá, v. 45, p. 317-324, 2002.
- CARVALHO, F. M. Alimentação de Mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix 1829) do Lago Castanho, Amazonas (Siluriformes, *Hypophthalmidae*). **Acta amazônica**, Manaus, v. 10, p. 545-555, 1980.
- CARVALHO, I. F. S.; CANTANHÊDE, L. G.; SANTOS, N. B.; CARVALHO, R. N. F.; ALMEIDA, Z. S. Biologia Reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (pisces, sciaenidae) em uma área de proteção ambiental do Nordeste do Brasil. **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 43, p. 243-256, 2017.

- CARVALHO, J. L.; COELHO, A. C.; TODA, E. Hábito alimentar do mapará, *Hypophthalmus perporosus* Cope, 1878 (Pisces, Hypophthalmidae). **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, v. 10, p. 19-34, 1978.
- CARVALHO, J. L.; MÉRONA, B. Estudos sobre dois peixes migratórios do baixo Tocantins, antes do fechamento da barragem de Tucuruí. **Amazoniana**, Manaus, v. 9, p. 595-607, 1986.
- CASATTI, L. Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). **Revista Zootaxa**, São Paulo, v. 1080, p. 39-64, 2005.
- CINTRA, I. H. A. **A pesca no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil**. 2006. 190f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.
- CINTRA, I. H. A., JURAS, A. A., TENÓRIO, G. S., BRABO, M. F.; OGAWA, M. Embarcações pesqueiras do reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). **Boletim Técnico Científica CEPNOR**, Belém, v. 9, p. 81-93, 2009.
- CINTRA, I. H. A.; AVIS, J. S.; CARVALHO, R. C. A.; JURAS, A. A.; TESHIMA, P. R. OGAWA, M. A cadeia produtiva da pesca artesanal na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico Científica CEPNOR**, v. 7, n. 1, p. 97-114, 2007a.
- CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; ANDRADE, J. A. C.; OGAWA, M. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico Científica CEPNOR**, Belém, v. 7, p. 135-152, 2007b.
- CINTRA, I. H. A.; PINHEIRO, J. C. R.; JURAS, A. A.; SOUZA R. F. C.; OGAWA, M. Biologia do mapará, *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará-Brasil, Belém. **Boletim Técnico Científica CEPNOR**, Belém, v. 8, p. 83-95, 2008.
- CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará, (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta amazônica**, Manaus, v. 35, p. 85-92, 2005.
- DIAMANTE, N. A. **Diversidade genética entre populações de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) de cinco bacias hidrográficas neotropicais**. 2015. 59f. Dissertação (Mestrado em Biologia Comparada do Centro de Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015.
- FAGUNDES, L.; ARFELLI, C. A.; AMORIM, A. F. Parâmetros de crescimento e de mortalidade da Albacora-bandolim, *Thunnus obesus*, capturada no litoral Sudeste-Sul do Brasil (1977-95). **Boletim do Instituto de Pesca**. v. 27, p. 175-184, 2001.
- FERREIRA, E. J. G.; ZUANON, J. A. S.; SANTOS, G. M. **Peixes comerciais do médio Amazonas**: Região de Santarém-PA. Brasília: IBAMA/Pró-Várzea, 1998. 211 p.
- FERREIRA, E. J.; ZUANON, J. A. S. Ictiofauna da UEH Tucuruí, rio Tocantins. *In*: LA ROVERE, E. L.; MENDES, F. E. (Eds.). **Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Brasil)**. Relatório final World Commission on Dams Secretariat. 2000. p. 106-121.
- FERREIRA, E. S. **Variabilidade genética, estrutura populacional e filogeografia do mapará (*Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840 - Pimelodidae, Siluriformes) no estado do Pará, utilizando sequências de DNA mitocondrial**. 2012. 52 f. Universidade Federal do Oeste do Pará/UFOPA. Santarém, 2012.

- FERREIRA, V. M.; BARBOSA, A.; COSTALONGA, I. R. Controle hidráulico da UHE Tucuruí. 2020. Disponível em: <http://www.geocities.ws/singreh/Web/S81/52.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- FISCH, G. F.; JANUÁRIO, M.; SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): Climatologia. **Acta Amazonica**, v. 20, n. 1, p 49-60, 1990.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 1989.
- FURTADO, L. G. Pescadores do rio Amazonas: um estudo antropológico da pesca ribeirinha numa área da amazônica. Belém: **Museu Paraense Emílio Goeldi**, 1993.
- FRANKHAM, R.; BALLOU, J. D.; BRISCOE, D. A. **Fundamentos de Genética da Conservação**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética. 2008.
- GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide**: Computerized Information Series Fisheries, FAO, Roma, 1996. 186 p.
- GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **Stock Assessment Tools II (FiSAT II): Revised version. User's guide**. FAO Computerized Information Series (Fisheries). Nº 8, Revised Version. Rome, 2005. 168 p.
- GOULDING, M. **The Fishes and the Forest**. Explorations in Amazonian Natural History. Berkeley, Los Angeles, University of California Press, 1980. 280 p.
- GRANADO-LORENCIO, C.; ARAUJO-LIMA, C. R. M.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Abundance - distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. **Ecography**, v. 28, p. 515-250, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.0906-7590.2005.04176.x/>. Acesso em 12 dez. 2019.
- HADDON, M. **Modelling and quantitative methods in fisheries**. 2. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2011. 465 p.
- HAHN, N. S.; AGOSTINHO, A. A.; GOITEN, R. Feeding ecology of corvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) in the Itaipu Reservior and Porto Rico Floodplain. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Porto Rio, v. 1, p. 11-22, 1997.
- HAHN, N. S.; LOUREIRO, V. E.; DELARIVA, R. L. Atividade alimentar da curvina *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Perciformes, Sciaenidae) no rio Paraná. **Acta Scientiarum**. v. 21, n. 2, p. 309-314, 1999.
- HAINFELLNER, P. **Ciclo reprodutivo e indução hormonal de fêmeas de mapará (*Hypophthalmus marginatus*) no baixo Rio Tocantins à jusante da barragem de Tucuruí**. 2015. 88 f. Tese (Doutorado em aquicultura) - Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, São Paulo, 2015.
- HOLANDA, O. M. **Captura, distribuição, alimentação e aspectos reprodutivos de *Hemiodus unimaculatus* e *Hemiodopsis* sp (Osteichthyes, Characoidei, Hemiodidae), na represa hidrelétrica de Curuá-Una, Pará**. 1982. 99 f. Dissertação (Mestrado) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA, Manaus, 1982.
- ISAAC, V. J.; ROCHA, V. L. C.; MOTA, S. Q. C. Ciclo reprodutivo de algumas espécies de peixes comerciais do baixo Amazonas. In: **Recursos pesqueiros do médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira**. Brasília: Coleção Meio Ambiente, 2000. p. 31-64.

ISAAC, V. J.; ESPÍRITO-SANTO, R.; ALMEIDA, M. C.; ALMEIDA, O.; ROMAN, A. P.; NUNES, L. **Diagnóstico, tendências e perspectivas para o desenvolvimento do setor pesqueiro artesanal**. NAEA-UFPA, 2008.

ISAAC, V. J.; MARTINS, A. S.; HAIMOVICI, M.; ANDRIGUETTO-FILHO, J. M. **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Editora Universidade Federal do Pará, 2006. 188 p.

ITIS, 2018. Integrated Taxonomic Information System. Disponível em: <<https://www.itis.gov/>>. Acesso em: 30 nov. 2018.

JUNK, W. J.; ROBERTSON, B. A.; DARWICH, A. J.; VIERA, I. Investigações limnológicas e ictiológicas em Curuá-Una, a primeira represa hidrelétrica na Amazônia Central. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 11, p. 689-716, 1981.

JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; ANDRADE, J. A. C. O desembarque de pescado na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil, 2001-2005. *In: Comitê Brasileiro de Barragens XXVII seminário nacional de grandes barragens*, 2007, Belém-PA. p. 1- 13.

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

JURAS, A. A.; ROCHA, J. C.; CINTRA, I. H. A. Relação peso/comprimento da pescada-branca, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí - Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, Belém, v. 5, p. 105-113, 2005.

KING, M. **Fisheries biology, assessment and management**. 2nd. Oxford: Wiley-Blackwell, 2007. 400 p.

LANGGANI, F. 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, 2003. p. 96-100.

LA-ROVERE, E. L. Estudo de caso da Comissão Mundial de Barragens (CMB). Usina Hidroelétrica de Tucuruí (Brasil). **Relatório final da fase e escopo**. Comissão Mundial de Barragens, Rio de Janeiro, 2000, 47 p.

LEMAÎTRE, F. **L'apnée de la théorie à la pratique**. Rouen: Presses universitaires de Rouen et du Havre, 2015.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H.; WINEMILLER, K. O. A review of Venezuelan species of *Hypophthalmus* (Siluriformes: Pimelodidae), Venezuelan. **Ichthyology Explorer Freshwaters**, U.S.A, v. 11, p. 35-46, 2000.

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

MARTINS, J. C. **Seletividade de captura, dinâmica populacional, Análise de estoque e sustentabilidade da pesca de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 17940) a montante da barragem de Tucuruí, Brasil**. 2013. 83f. Dissertação (Mestrado em ecologia aquática e pesca) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

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

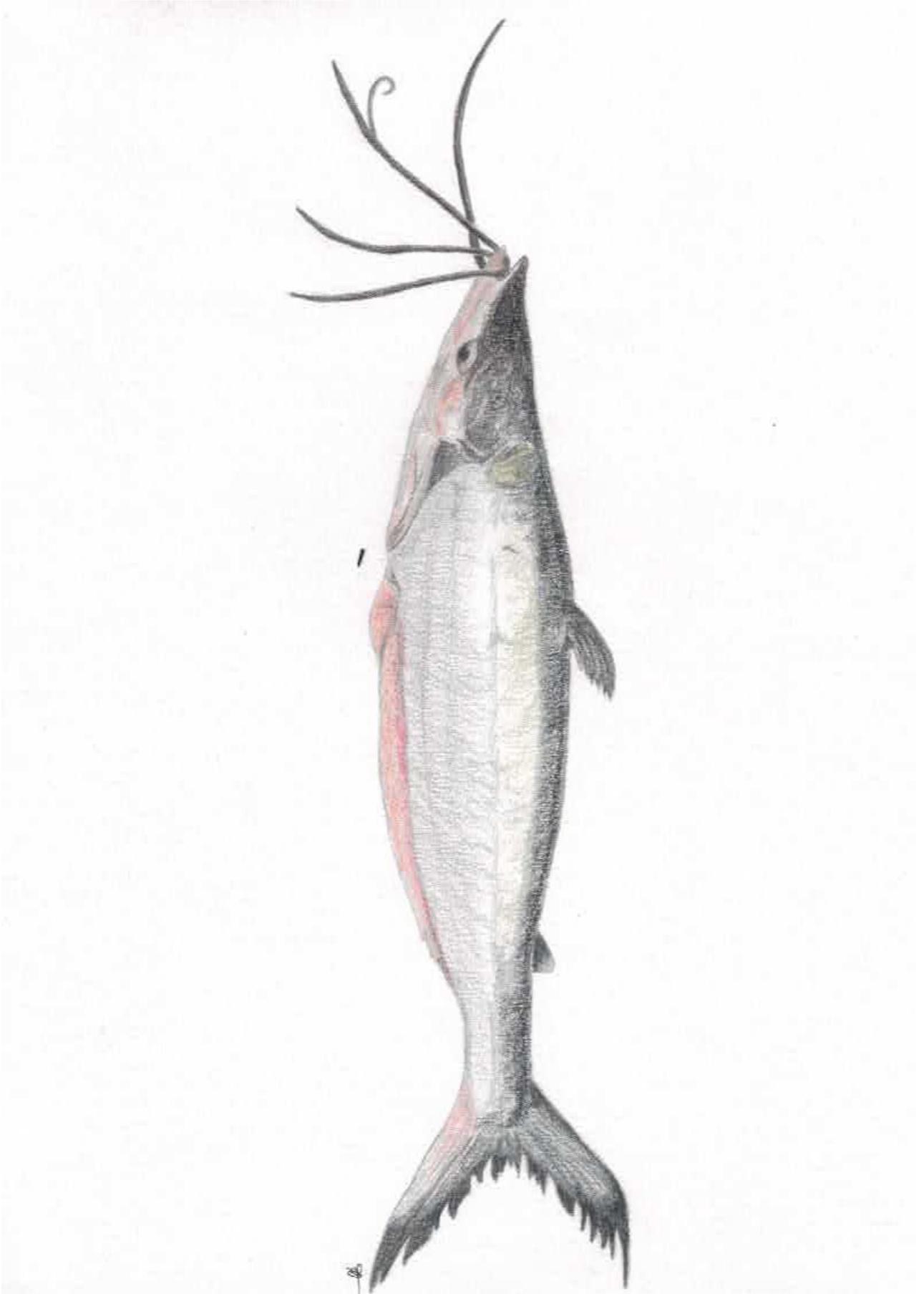
- MESQUITA, E. M. C. **Pesca e dinâmica populacional da pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) no rio Xingu, Pará, Brasil.** 2014. 131 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém, 2014.
- MESQUITA, E. M. E.; CRUZ, R. E. A.; HALLWASS, G.; ISAAC, V. J. Fishery parameters and population dynamics of silver croaker on the Xingu river, Brazilian Amazon. **Boletim Instituto de Pesca**, v. 45, n. 2, e423, 2019.
- MORAES, S. C. **Saberes da pesca - uma arqueologia da ciência da tradição.** 2005. 230 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Rio Grande do Norte/UFRN, Natal, 2005.
- NOVAES, J. L. C.; CARAMASCHI, É. P.; WINEMILLER, K. O. Feeding of *Cichla monoculus* Spix, 1829 (Teleostei: Cichlidae) during and alter reservoir formation in the Tocantins river, Central Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 1, p. 41-9, 2004.
- NUNES, M. U. S.; HALLWASS, G.; SILVANO, R. A. M. Fishers' local ecological knowledge indicate migration patterns of tropical freshwater fish in an Amazonian river. **Hydrobiologia**, v. 833, p. 197-215, 2019.
- PAULY, D.; DAVID, N. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, Berlin, v. 28, n. 4, p. 205-211, 1981.
- PAULY, D. **Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales.** FAO. Documento Técnico de Pesca, n. 234, Roma: FAO, 1983.
- PAULY, D.; MUNRO, J. L. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte**, v. 2, n. 1, p. 21, 1984.
- PAULY, D. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. **ICLARM**, Filipinas, v. 13, p. 7-34, 1987.
- PARÁ, Portaria GAB-SECTAM n° 08, de 26 de janeiro de 2004. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, PA, 27 de janeiro de 2004.
- PINHEIRO, J. C. R. **A pesca e os aspectos reprodutivos da jatuarana escama grossa *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1764) na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará.** 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.
- QUINN-II, T. J.; DERISO, R. B. **Quantitative fish dynamics.** New York: Oxford University Press, Inc., 1999. 542 p.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin Fisheries Resources Board Canadian**, Canada, v.19, p.1-382, 1975.
- ROCHA, J. C.; JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; SOUZA, R. F. C. A reprodução da Pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (perciformes: sciaenidae) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, Belém, v. 6, p. 49-60, 2006.
- SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí - PA. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p 41-50, 2005.
- SANTOS, B. S.; CARVALHO-NETA, R. N. F.; ALMEIDA, Z. S. Características da pesca artesanal em três comunidades da ilha de São Luís, Maranhão. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 16, p. 55-65, 2003.
- SANTOS, G. M.; JÉGU, M.; MÉRONA, B. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins: Projeto Tucuruí.** 1. Ed. Manaus: ELETRONORTE/CNPq/INPA, 1984. 85 p.

- SANTOS, G. M.; MERONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. **Peixes do Baixo Rio Tocantins: 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí**. Brasília: Eletronorte. 2004.
- SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Acta amazônica**, Manaus, v. 19, p. 165-182, 2005.
- SAUTCHUK, C. E. **O arpão e o anzol: técnica e pessoa no estuário do Amazonas (Vila Sucuriju, Amapá)**. 2007. 402 f. Tese (Doutorado) Universidade de Brasília/UNB, Brasília, 2007.
- SILVA, J. L.; TAKAI, M. E.; CASTRO, R. M. V. A pesca artesanal no litoral paranaense. **Acta Biológica Paranaense**, v. 6, n. 1, 2, 3 e 4, p. 95-121, 1977.
- SILVA, E. A. **Aspectos reprodutivos de *Cichla piquiti* (Perciformes: Cichlidae) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, Brasil**. 2014. 72 f. Dissertação (Mestrado) Pontifícia Universidade Católica de Goiás/PUC-GOÍÁS, Goiânia, 2014.
- SILVA, C. C.; FERREIRA, E. J. G.; DEUS, C. P. Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 98, p. 464-468, 2008.
- SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; BARBOSA, R. P.; FREITAS, C. E. C. **Peixes do médio rio Negro: uma abordagem ecológica**. Manaus: EDUA. 2006. 41 p.
- SUZUKI, H. I.; PELICICE, F. M.; LUIZ, E. A.; LATINI, J. D.; AGOSTINHO, A. A. Estratégias reprodutivas da assembleia de peixes da planície de inundação do alto rio Paraná. In: AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; RODRIGUES, L.; GOMES, L. C. (Eds.). A planície de inundação do Alto Rio Paraná. p. 113-116, 2002. Disponível em: http://www.peld.uem.br/Relat2002/peld-reltec02-Comp_Biotico.htm#reprodutivas. Acesso em: 15 ago. 2020.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, n. 306.1, Roma: FAO, 1998
- TRINDADE, P. A. A. **Biologia e ecologia trófica de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Hemiodontidae) no rio Araguari, na área de influência da usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, Amapá, Brasil**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém, 2012.
- THOMPSON, W. F.; BELL, F. H. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. **Report of the International Fisheries Commission**, Washington, v. 8, p. 8-49, 1934.
- VAL, A.; ALMEIDA-VAL, V. M. F. **Fishes of the Amazon and their Environment. Physiological and Biochemical aspects**. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995. 224 p.
- VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. 20. ed. Maringá, Paraná: SBI/EDUEM, 1996. 169 p.
- VON-BERTALANFFY, L. Untersuchungen uber die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie: Mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. **Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen**, v. 131, n. 4, p. 613-652, 1934.
- WELCOMME, R. L.; BARTLEY, D. M. Current approaches to the enhancement of fisheries. **Fisheries Management and Ecology**. v. 5, n. 5, p. 351-382, 1998.

WORTHMANN, H. O. W. Estágios iniciais de crescimento da pescada (*Plagioscion monti* Soares). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 10, p. 157-163, 1980.

WORTHMANN, H. O. W. A comparative study of the growth of the postlarval and juvenile Pescadas *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) and *Plagioscion monti* (Soares) in a white water lake of the Central Amazon. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 4, p. 465-477, 1983.

Figura 2: Mapará *Hypophthalmus marginatus* (VALENCIENNES, 1840)



**2 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, TAXA DE EXPLORAÇÃO E AVALIAÇÃO
DO ESTOQUE DO MAPARÁ *HYPOPHTHALMUS MARGINATUS*
(VALENCIENNES, 1840), NO RESERVATÓRIO DA UHE DE TUCURUÍ**

RESUMO

O mapará (*Hypophthalmus marginatus*) é uma espécie importante para a pesca comercial do rio Tocantins e está dentre as principais espécies desembarcadas no município de Tucuruí. Os valores estimados para os parâmetros de crescimento e de mortalidade do *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), proveniente do monitoramento pesqueiro no reservatório da UHE de Tucuruí, durante o período 2017-2018, obteve Taxa de crescimento (k) = 0,53 e Crescimento assintótico (L_{∞}) = 60,38 cm através do programa ELEFAN I. Para o cálculo da taxa de mortalidade natural (M) utilizou-se método de Pauly (FISAT II) e a taxa de exploração foi realizada através da equação de Baranov (1918). O resultado encontrado para (M) = 0,98 e as taxas de exploração (E) 0,59 e 0,67 respectivamente para 2017 e 2018 indicam que espécie se encontra em níveis de exploração acima do nível ótimo sustentável que seria 0,50. A análise de população virtual (VPA) indica que a mortalidade mínima ocorreu nas classes de 17,5 cm para 2017 e 2018 respectivamente. O modelo de Thompson e Bell demonstrou que captura máxima sustentável (MSY) estimada em 2017 e 2018 foi respectivamente de 886,08 e 882,60 toneladas.

Palavras-chave: estoque pesqueiro; sobrepesca; ordenamento pesqueiro; captura máxima sustentável.

ABSTRACT

The mapará (*Hypophthalmus marginatus*) is an important species for commercial fishing in the Tocantins River and is one of the main species landed in the municipality of Tucuruí. The estimated values for the growth and mortality parameters of the *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), from fishing monitoring in the Tucuruí HPP reservoir, during the 2017-2018 period, obtained a growth rate (k) = 0.53 and Asymptotic growth (L_{∞}) = 60.38 cm using the ELEFAN I program. For the calculation of the natural mortality rate (M), the Pauly method (FISAT II) was used and the exploitation rate was performed using the Baranov equation. (1918). The result found for (M) = 0.98 and the exploitation rates (E) 0.59 and 0.67 respectively for 2017 and 2018 indicate which species is at exploitation levels above the optimum sustainable level that would be 0.50. The virtual population analysis (VPA) indicates that the minimum mortality occurred in the 17.5 cm classes for 2017 and 2018 respectively. The Thompson and Bell model demonstrated that the maximum sustainable catch (MSY) estimated in 2017 and 2018 was 886.08 and 882.60 tons, respectively.

Keywords: ishing stock; overfishing; fishing order; maximum sustainable capture.

2.1 Introdução

Os estudos sobre o estoque de uma espécie são de máxima importância quando se pretende gerenciar corretamente a sua captura, seja em áreas abertas ou fechadas, como a área a montante da UHE Tucuruí (CINTRA, 2009). Desde a década de 80 houve uma preocupação referente à exploração dos estoques do mapará *Hypophthalmus marginatus*, quando muitos juvenis eram desembarcados na região do baixo Tocantins (MERONA, 1993).

Os estoques naturais da espécie *H. marginatus*, estão sofrendo os efeitos combinados da intensa exploração, devido sua enorme importância e valor comercial (BATISTA; ISAAC; FABRÉ, 2012). Este recurso há alguns anos já vem apresentando tendência de redução na produção, uma vez que está entre as mais desembarcadas na região do baixo Amazonas (CASTRO; SOUSA, 2016). Sendo que o estado atual de exploração da espécie ainda é desconhecido (FERREIRA, 2012). Assim como os níveis ideais de exploração (LAURIDO, 2019).

Na região amazônica ocorre uma ausência de série de dados históricos da pesca. Assim como, no trecho situado a montante da UHE Tucuruí no estado do Pará, poucas informações sobre a pesca do mapará foram registradas (MARTINS et al., 2011). Com base nas informações citadas, a avaliação do estoque pesqueiro é fundamental para se conhecer o grau em que se encontrar a exploração de algumas espécies comerciais e a situação das pescarias (SPARRE; VENEMA, 1997).

Para este processo de avaliação dos estoques são utilizados cálculos matemáticos e estatísticos com o intuito de averiguar como um estoque pesqueiro responde a diferentes níveis de esforço (HILBORN; WALTERS, 1992). Os mecanismos utilizados nesses processos são denominados de modelos que podem ser classificados em analíticos e os holísticos (SPARRE; VENEMA, 1997).

Modelos holísticos são usados satisfatoriamente para avaliar a pesca marinha e de água doce quando há dados de captura e esforço disponíveis, esses modelos analisam a tendência histórica da pesca. Já os modelos analíticos, mostram o estado atual do estoque (BADILO, 2004).

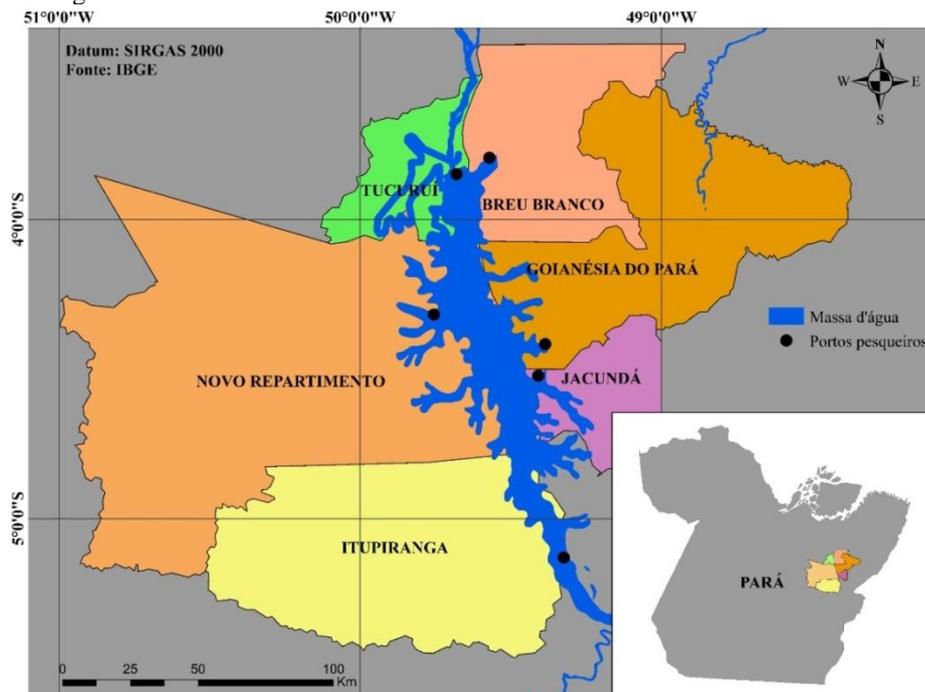
Deste modo, o objetivo deste estudo é estimar os parâmetros de crescimento, taxa de exploração e avaliar o estoque do mapará *H. marginatus*, dessa maneira auxiliar possíveis medidas de ordenamento pesqueiro de seus estoques no reservatório da UHE Tucuruí, no baixo rio Tocantins.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada na área intitulada Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, que abrangem os municípios de Tucuruí, Breu Branco, Goianésia do Pará, Novo Repartimento, Jacundá e Itupiranga, região onde está localizado o lago da UHE Tucuruí (Figura 3).

Figura 3 - Mapa com a localização dos portos de desembarque monitorados no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Elaborado por Jacqueline Almeida, 2020

2.2.2 Obtenção dos dados

Os dados de desembarque pesqueiro foram obtidos através do projeto pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - Ideflor-bio, e a empresa Greentec Consultoria e Planejamento Agroflorestal e do Meio Ambiente Ltda em parceria com a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Os dados de desembarque foram obtidos em 2017 (março a outubro) e 2018 (fevereiro a outubro), juntamente com amostras diárias de comprimento total (CT). Todos os exemplares amostrados foram provenientes da pesca profissional artesanal realizada nos municípios a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.

2.3 Análise dos Dados

2.3.1. Parâmetros de crescimento

A partir das distribuições de frequências de comprimento total (CT) das espécies foram estimados o comprimento mínimo ($L_{\text{mín}}$), comprimento máximo ($L_{\text{máx}}$), comprimento médio ($L_{\text{méd}}$) e desvio padrão (DP).

Para estimar os parâmetros de crescimento, por meio da análise de frequências de comprimentos e procurando sempre obter o melhor ajuste, foram utilizadas as rotinas do “k Scan” dos programas “ELEFAN I” (Análise Eletrônica de Frequências de Comprimento) (PAULY; DAVID, 1981; PAULY, 1987) e SLCA (Sherpherd’s Length Composition Analysis) de Sherpherd (1987), ambas rotinas incluídas no pacote FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Para estimar os parâmetros de crescimento através das rotinas “k Scan” dos programas, foi necessário inserir o nome da espécie, unidade de medida, menor comprimento, intervalo de classes e uma série temporal de dados de frequências de comprimento. Assim foi obtido o comprimento máximo assintótico (L_{∞}) e a taxa ou constante de crescimento individual (k). O parâmetro ϕ' , o índice de desempenho de crescimento, foi calculado como $\phi' = \text{Log}(k) + 2\text{Log}(L_{\infty})$ (PAULY; MUNRO, 1984).

O modelo matemático proposto por Von Bertalanffy (1934) foi utilizado para representar a curva de crescimento, quando: $L_t = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ onde, L_t = comprimento dos indivíduos com idade t; L_{∞} = comprimento máximo assintótico ou máximo teórico; k = taxa ou constante de crescimento individual; t = idade dos indivíduos e t_0 = constante matemática definida para condição. O parâmetro t_0 foi considerado zero porque é uma correção matemática para o ajuste da curva, não apresentando valor biológico (SPARRE; VENEMA, 1998).

A relação peso-comprimento descreve as modificações no peso do corpo de acordo com o aumento no comprimento pela expressão: $W_t = a \times L_t^b$ em que, W_t é o peso total, L_t é o comprimento total, “a” é uma constante e “b” é a inclinação.

2.3.2 Padrões de recrutamento

A distribuição de frequência de classes de comprimento e os parâmetros de crescimento estimados para cada espécie foram utilizados para identificar o número de pulsos de recrutamento por ano e avaliar a importância relativa destes quando comparados entre si, por meio da rotina incluída no FISAT II (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Esta rotina reconstrói os pulsos de recrutamento de uma série temporal de dados de frequências de comprimento para determinar o número de pulsos por ano e a força relativa de cada pulsação.

Os resultados gerados por esta rotina devem ser tratados como aproximações, porque, ao fazer afirmações sobre o número de pulsos anuais e sobre a sua força relativa, este modelo baseia-se em dois pressupostos que raramente são cumpridos na realidade: (i) todos os peixes na amostra crescem como descrito por um único conjunto de parâmetros de crescimento e (ii) um mês de doze sempre tem zero de recrutamento. Ao usar dados reestruturados, o espalhamento temporal diminui e, portanto, provavelmente, reflete melhor a sazonalidade real do recrutamento.

2.3.3 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly

A mortalidade natural foi obtida pela aplicação do seguinte método proposto por Pauly (1983) para peixes: $\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(k) + 0.463 \ln(T)$. Onde: T = temperatura média anual na superfície da água em °C do local onde houve a captura.

2.3.4 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada

Este método usa a equação de crescimento de Von Bertalanffy para converter comprimentos em idades. Esta análise foi executada no FISAT II considerando que o crescimento não apresenta oscilações anuais, ou seja, $C = 0$. O conjunto de rotinas incluídas aqui assume que as amostras de frequências de comprimento que estão disponíveis, representam uma população no estado de equilíbrio.

2.3.5 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft)

O coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado como a diferença entre a taxa instantânea de mortalidade total (Z) e a taxa instantânea de mortalidade natural (M): $F = Z - M$. A mortalidade da classe terminal (Ft) para *Hypophthalmus marginatus* foi estimada como 0,50 Z para cada ano analisado.

2.3.6 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades

A estimativa da taxa de exploração foi obtida a partir da “equação de captura” (ou “equação de Baranov”), sob a suposição de que F e M são constantes (e assim Z é constante para cada temporada de pesca) entre as idades t_1 e t_2 (BARANOV, 1918). A fracção de mortes causadas pela pesca, F/Z , é chamada “taxa de exploração” (E). Uma vez estimados os valores de M e F, a taxa de exploração pode ser calculada. Esta taxa permite uma avaliação aproximada da condição de exploração do estoque, assumindo que o valor ótimo de Taxa de Exploração (E) seja aproximadamente igual a 0,5 (PAULY, 1983).

2.3.7 Análise de população virtual (VPA)

A análise de população virtual (VPA) calcula o número de indivíduos sobreviventes em cada coorte para cada ano anterior sendo cada coorte analisada separadamente. A VPA se baseia em uma relação muito simples para cada coorte:

$$N_{x,t} = N_{x+1, t+1} + C_{x,t} + M_{x,t} \quad (1)$$

Onde:

$N_{x,t}$ = é o número de indivíduos no início da idade x no ano t ;

$N_{x+1, t+1}$ = é o número de indivíduos no início da idade $x + 1$ no ano $t + 1$;

$C_{x,t}$ = é a captura dos indivíduos com idade x no ano t ;

$M_{x,t}$ = é a mortalidade natural dos indivíduos com idade x no ano t .

Para cada coorte, o problema central que a VPA procura resolver pode ser esquematizado da seguinte forma:

1. Conhecendo o vetor de capturas em número, C_C , efetuadas sobre cada idade da coorte:

$$C_C = [C_x, C_{x+1}, C_{x+2}, \dots] \quad (2)$$

Onde x corresponde à primeira idade recrutada

2. Conhecendo a taxa de mortalidade natural, o vetor M_c :

$$M_c = [M_x, M_{x+1}, M_{x+2}, \dots] \quad (3)$$

3. Pretende-se conhecer o vetor com o número de indivíduos no início de cada idade da coorte:

$$N_c = [N_x, N_{x+1}, N_{x+2}, \dots] \quad (4)$$

4. Pretende-se conhecer e o vetor de mortalidade por pesca de cada idade que foi aplicado à coorte:

$$F_c = [F_x, F_{x+1}, F_{x+2}, \dots] \quad (5)$$

Ainda que o problema central da VPA seja equacionado em termos de uma coorte, a sua resolução para todas as coortes que compõem um estoque ao longo do tempo, a partir da matriz de capturas C , permitirá estimar a composição demográfica do estoque no passado e o regime de exploração a que esteve sujeito em cada ano, isto é, as matrizes:

$$N = [N_{x+t}] \text{ e } F = [F_{x,t}] \quad (6)$$

Onde $F_{x,t}$, é a taxa de mortalidade por pesca da idade x no ano t .

Para o cálculo da evolução em peso da coorte, isto é, da sua biomassa, tem-se que levar em consideração o crescimento individual dos indivíduos sobreviventes. No caso dos peixes, a maior parte das equações que têm sido utilizadas para representar matematicamente o seu

crescimento em peso (RICKER, 1975; KING, 2007; HADDON, 2011) pressupõe que esse crescimento é bem descrito por uma curva do tipo sigmoide.

A biomassa da coorte, em um determinado instante de tempo, obtém-se multiplicando o número de indivíduos sobreviventes nesse instante pelo peso médio individual destes indivíduos. Assim, a biomassa da coorte no início da idade x , B_x , é dada por:

$$B_x = N_x \times W_x \quad (7)$$

Onde W_x é o peso médio individual no início da idade x . Para calcular a biomassa média da coorte na idade x , $\overline{B_x}$, o cálculo é efetuado utilizando o número médio de indivíduos na idade x e o peso médio na idade x , ou seja:

$$\overline{B_x} = \overline{N_x} \times \overline{W_x} \quad (8)$$

Uma conclusão importante deste resultado é que a VPA é um método particularmente preciso para estoques pesadamente explorados. Nestes estoques, a mortalidade por pesca das idades mais velhas é em geral alta. Ao fim de poucos passos de retrocálculo iniciado em $x = \text{ter}$, o valor de F_{acumul} é já suficientemente alto para garantir alta precisão dos valores estimados de F_x e N_x . Foi utilizado o pacote FISAT II para as análises de população virtual baseada em comprimentos.

2.3.8 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell

No modelo de Thompson e Bell (1934), os valores de mortalidade (F_i/Z_i) por classe de comprimento (L_i), estimados pela análise de população virtual, foram utilizados para prognosticar a captura e o tamanho do estoque (N) sob diferentes regimes de exploração (SPARRE; VENEMA, 1998). Esses diferentes regimes de exploração ou cenários foram obtidos pela multiplicação de fatores (f) aos valores de mortalidade por classe de comprimento:

O peso médio da classe “mais” foi dado pela equação.

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) \times e^{-Z_i \Delta x_i} \quad (9)$$

$$\Delta x_i = \frac{1}{k} \times \ln \frac{L_{\infty} - L_i}{L_{\infty} - L_{i+1}} \quad (10)$$

$$Z_i = f \times F_i + M \quad (11)$$

O modelo de Thompson e Bell (1934) assim como a análise de população virtual presume o crescimento e mortalidade natural (M) constante e também utiliza a função de crescimento de von-Bertalanffy (1934).

Os comprimentos assintóticos, coeficientes de crescimento e de mortalidade natural foram os mesmos utilizados na análise de população virtual e o fator (f) foi igual para as diferentes classes de comprimento.

Foram traçadas projeções de rendimentos a diferentes estratégias de gerenciamento, isto é, diminuição ($f < 1$) ou aumento do esforço ($f > 1$), e pontos de referência para o manejo dos recursos foi obtido dessas projeções. Foi determinado um ($f_{\text{máxr}}$), fator de máximo rendimento, e um fator de equilíbrio (f_{eq}) onde o ganho marginal de rendimento é igual a 10% do ganho marginal em $f = 0$ (ausência de pesca). O (f_{eq}) foi derivado do conceito de $F_{0,1}$ e F_{eq} dos modelos de rendimento por recruta e de excedente de produção (QUINN-II; DERISO, 1999), podendo ser considerado como um ponto de referência biológica alvo, enquanto o ($f_{\text{máxr}}$) é um ponto de referência biológica limite (CADDY; MAHON, 1995). Foi utilizado para as análises de Thompson e Bell (1934), baseada em comprimentos, o pacote FISAT II.

2.4 Resultados e Discussões

2.4.1 Distribuição das classes de comprimento do mapará

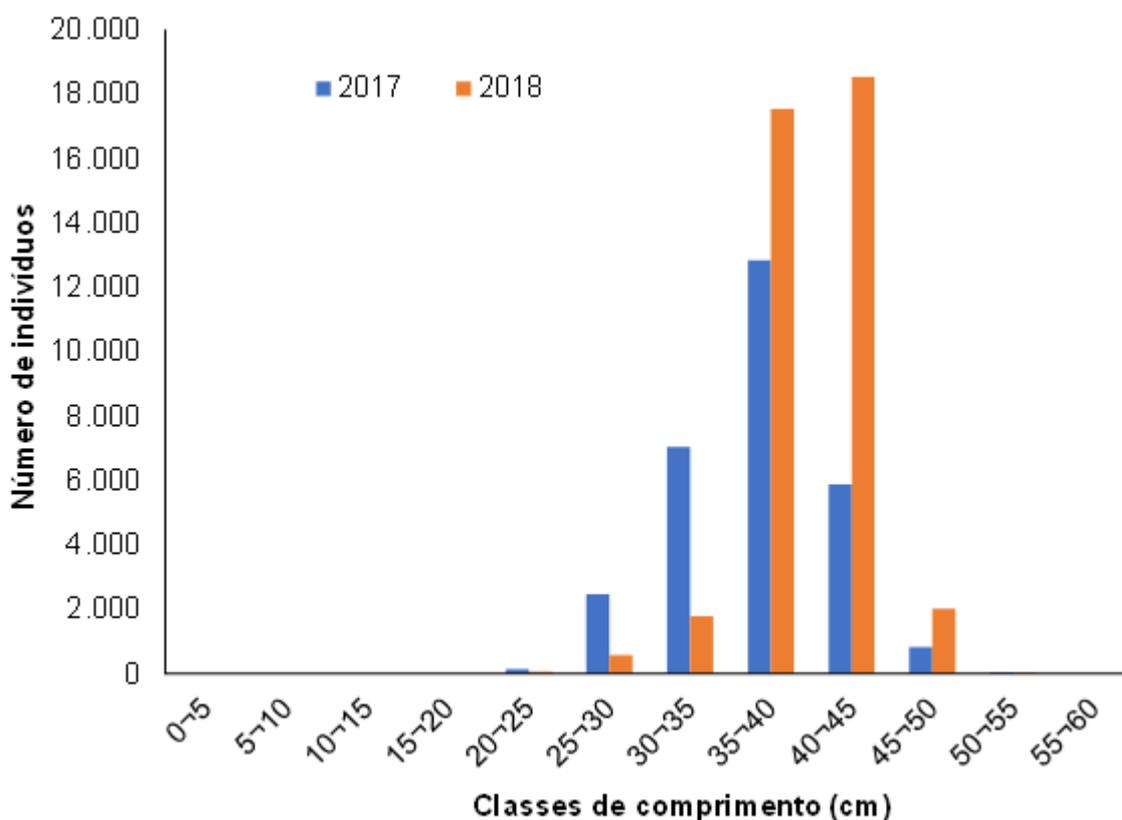
Nas coletas de 2017 e 2018, foi realizada a biometria 69.857 espécimes de *H. marginatus*, no período que abrangeu (março a outubro) 2017 e (fevereiro a outubro) 2018. As estatísticas descritivas das medidas de comprimento são apresentadas na Tabela 5. As classes de comprimento mais abundantes para mapará foram de 30-35 e 35-40 cm em 2017 e 35-40 e 40-45 cm em 2018 (Figura 4). Verifica-se que as maiores capturas estão nas classes de comprimento com tamanho acima dos 29 cm que é o tamanho mínimo permitido para a captura, o transporte, a comercialização, o beneficiamento e industrialização, conforme a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011.

Tabela 5 - Estatística descritiva das medidas de comprimento total (cm) de mapará (*H. marginatus*), nas capturas amostradas, das temporadas de pesca, de 2017 e 2018 no Lago de Tucuruí.

Peixe	L _{mín} (cm)	L _{máx} (cm)	L _{méd} (cm)	DP(cm)
Mapará	18	60	39,22	±4,22

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 4 - Distribuição das classes de comprimento (cm) de mapará (*H. marginatus*) nas capturas amostradas, das temporadas de pesca, de 2017 e 2018 no Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

Com relação aos comprimentos máximo e mínimo Cintra et al., (2008) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí para a espécie *H. marginatus*, no período entre 2001-2005, observaram que os comprimentos totais variaram de 17-45 cm para machos e 18-47 cm para fêmeas. De acordo com Ribeiro et al., (2015), em estudo realizado no rio Madeira na Amazônia, no período 2008-2011, encontraram os seguintes comprimentos para a espécie *H. marginatus* 25,2 cm menor indivíduo e 47 cm o maior. Os valores encontrados no presente estudo foram 18-60 cm, o fato de ter sido encontrado indivíduos jovens, pode ser um indicativo que a área é adequada para a reprodução com condições favoráveis para o crescimento e a manutenção da população. Sendo que a análise da estrutura populacional em comprimento dos peixes reflete as condições ambiental presentes e as pregressas nas quais a população se desenvolveu e está se desenvolvendo (BENEDITO-CECÍLIO; AGOSTINHO, 1997).

Em se tratando das classes de comprimento, os resultados encontrados por Cintra et al., (2008) para a espécie *H. marginatus*, no Lago de Tucuruí, ocorreram maior abundância nos valores totais 24-27 cm e 42-45 cm.

Maciel (2010) em pesquisa realizada nos lagos de Jaitêua e São Lourenço na cidade de Manaus no período entre 2006-2008 obtiveram classes de comprimentos 26,5-28,5 para fêmeas e 24,5-26,5 cm para machos (comprimento padrão) para *H. marginatus*.

As classes de comprimento mais abundantes estimadas no presente trabalho corroboram com os resultados encontrados por Cintra et al., (2008).

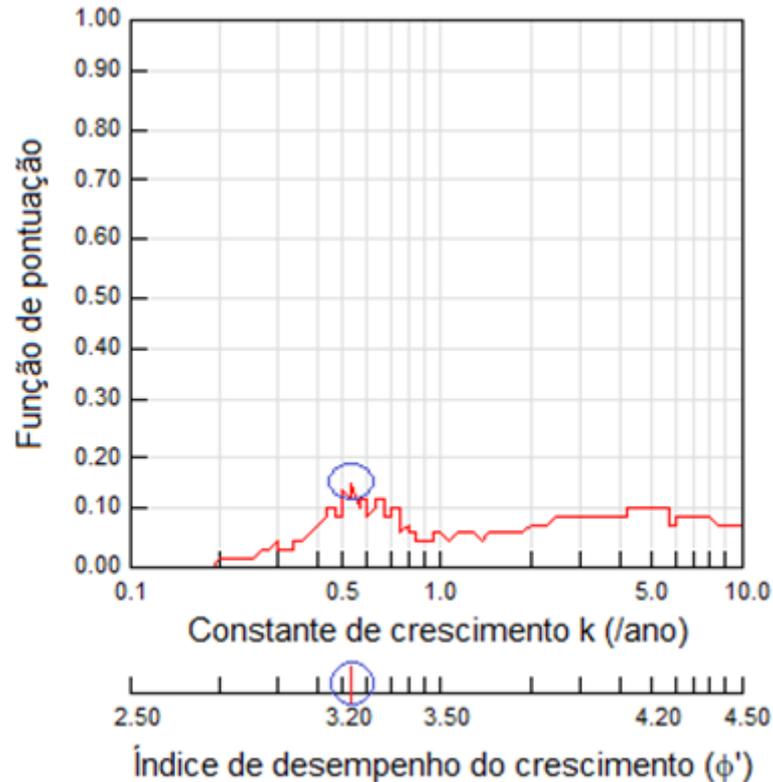
2.4.2 Parâmetros de crescimento do mapará

O melhor ajuste dos parâmetros de crescimento: taxa ou constante de crescimento (k), comprimento assintótico (L_{∞}); índice de desempenho do crescimento (ϕ') e mortalidade natural (M) para o mapará *H. marginatus* são mostrados na Tabela 6. A Figura 5 ilustra a função de pontuação da constante de crescimento (k) e do índice de desempenho do crescimento (ϕ').

Tabela 6. Parâmetros populacionais estimados para o mapará *H. marginatus*, nas capturas amostradas das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Lago de Tucuruí.

Peixe	Taxa ou constante de crescimento (k) ano ⁻¹	Comprimento assintótico (L_{∞}) cm	Índice de desempenho do crescimento (ϕ')
Mapará	0,53	60,38	3,28

Figura 5 - Estimativa da taxa ou constante de crescimento individual (k) e do índice de desempenho do crescimento (ϕ') do mapará *H. marginatus* dos desembarques das temporadas de pesca, de 2017 e 2018, no Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com Benedito-Cecílio e Agostinho (1997), dados de comprimento de uma dada população fornece subsídios para à interpretação da idade e crescimento dos peixes, especialmente para indivíduos jovens, assim como para a descrição da estrutura da população.

Os parâmetros de crescimento encontrados por Cutrim e Batista (2005) através do método direto (contagem dos anéis do otólito) no lago Janauacá no município de Manaquiri região amazônica, determinaram $k = 0,55 \text{ ano}^{-1}$ e $L_{\infty} = 52,63 \text{ cm}$, para a espécie *H. marginatus*.

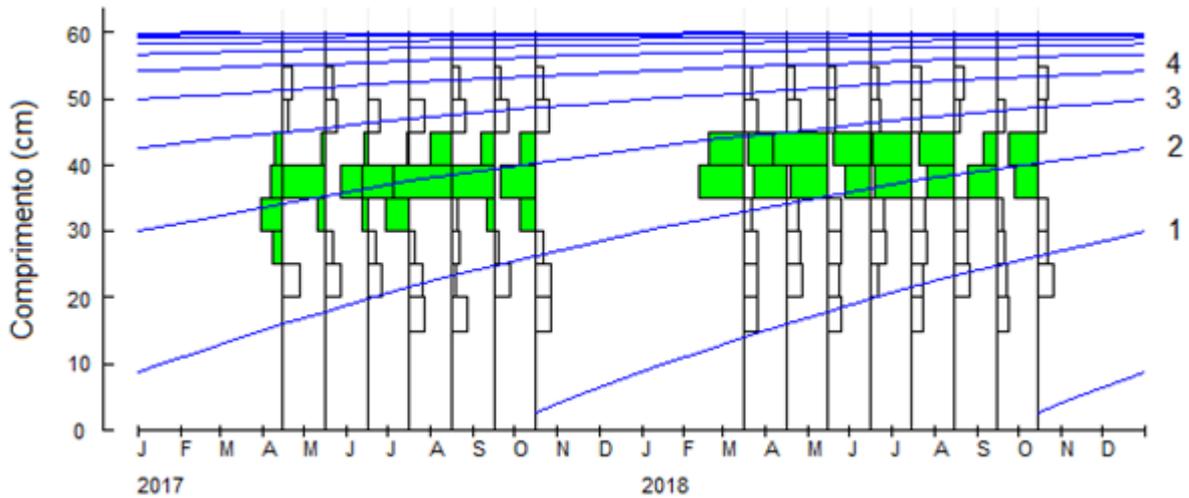
O comprimento assintótico (L_{∞}) é afetado por fatores como suprimento alimentar e densidade populacional, enquanto que a taxa de crescimento (k) é determinada genética e/ou fisiologicamente (BEVERTON; HOLT, 1957). Existe uma relação inversa entre a taxa de crescimento (k) e o comprimento assintótico (L_{∞}), isto é, quanto maior a taxa de crescimento, menor será o comprimento assintótico e a longevidade (RICKER, 1975).

2.4.3 Ajuste de frequências de comprimento e coortes do mapará

Em relação à distribuição ajustadas das frequências de comprimento com base na função de crescimento de von Bertalanffy (VBGF), esta indicou que a pesca atua sobre quatro coortes para *H. marginatus* (Figura 6). Sendo que a comprovação de várias coortes no lago de Tucuruí

demonstra que o local suporta a coexistência de diferentes grupos etários desta espécie, indicando que este ambiente apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento de *H. marginatus*.

Figura 6 - Distribuição ajustada de frequências de comprimento mostrando as quatro coortes de mapará (*H. marginatus*) nas capturas amostradas, das temporadas de pesca, de 2017 e 2018 no Lago de Tucuruí.

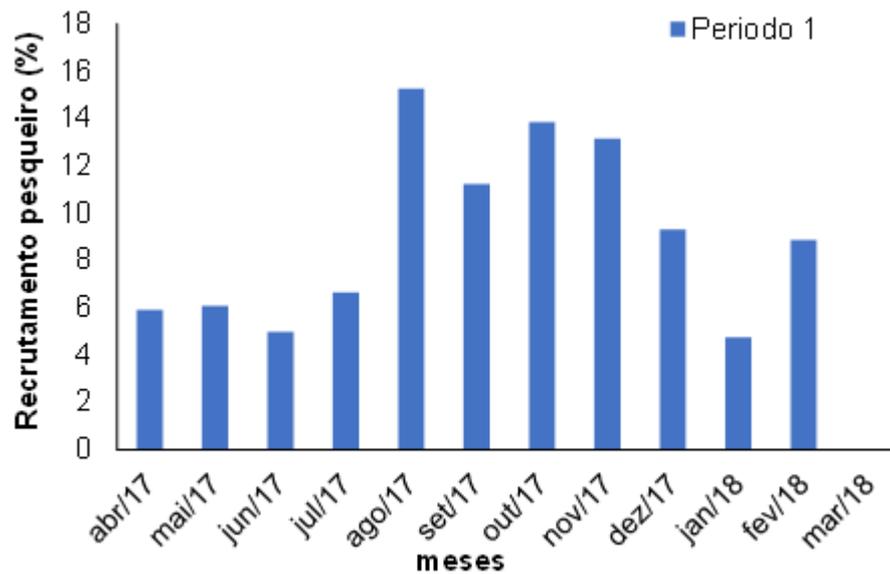


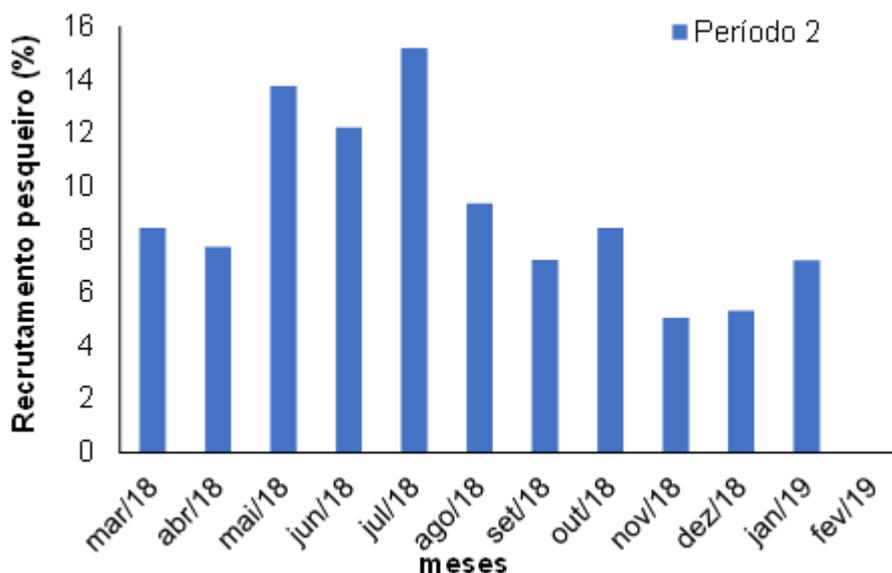
Fonte: Dados da pesquisa

2.4.4 Padrão de recrutamento para a pesca do mapará

Nas análises realizadas para o mapará *H. marginatus*, o recrutamento ocorreu durante o ano inteiro, contudo as barras de recrutamento revelaram no Período 1, um intervalo mais intenso, para a espécie, que vai de agosto a novembro de 2017. No Período 2, o intervalo mais intenso foi de maio a julho de 2018 (Figura 7).

Figura 7. Intensidade do recrutamento pesqueiro mensal do mapará *H. marginatus* nos Períodos 1 e 2, baseado no pacote computacional Fisat II, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.





Fonte: Dados da Pesquisa

2.4.5 Parâmetros de mortalidade do mapará

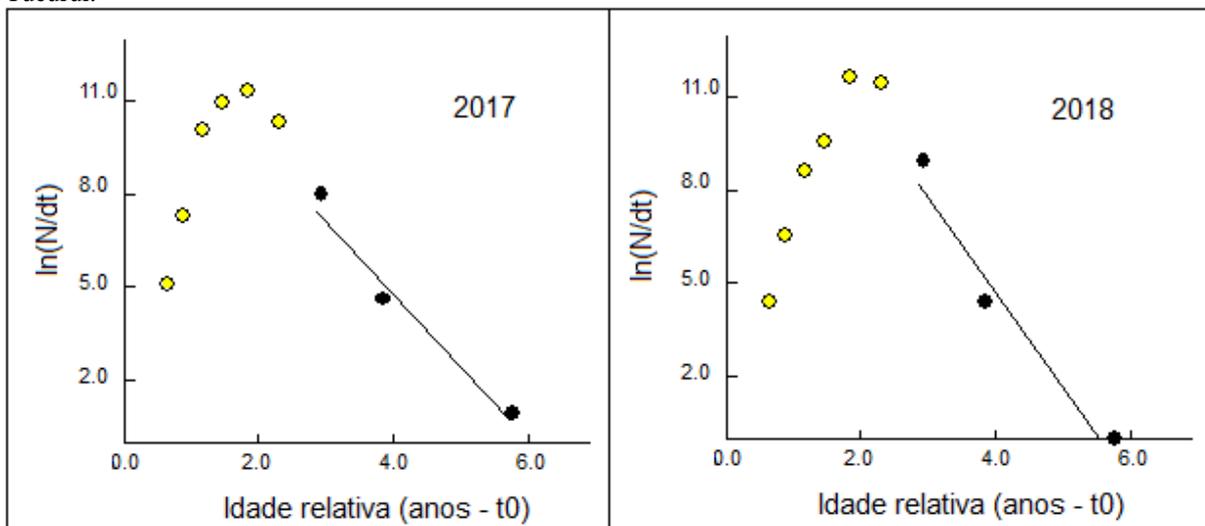
As taxas de mortalidade para o mapará *H. marginatus* são apresentadas na Tabela 7. A Figura 8 representa os comprimentos convertidos em curvas de captura linearizadas para o cálculo da mortalidade total (Z) dos desembarques nas temporadas de pesca de 2017 e 2018. O declive da reta representada pela linha preta é uma estimativa da mortalidade total (Z), pode-se observar que o declive da reta de 2018 é maior que 2017, indicando maior mortalidade total na população da espécie em 2018.

Tabela 7 - Estimativas dos parâmetros de mortalidade para o mapará *H. marginatus* dos desembarques amostrados nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Peixe	Mortalidade natural (M) ano ⁻¹	Mortalidade total (Z) ano ⁻¹		Mortalidade por pesca (F) ano ⁻¹		Mortalidade por pesca na classe terminal (Ft) ano ⁻¹	
	2017/2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Mapará	0,98	2,40	3,00	1,42	2,02	1,2	1,5

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 8 - Comprimentos convertidos em curvas de captura linearizadas, dos desembarques amostrados do mapará *H. marginatus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

De acordo com Fonteles-Filho (2011) a principal causa da mortalidade natural (M) é a predação. Além disso, este parâmetro populacional mantém uma relação inversa com o comprimento assintótico e direta com a taxa específica de crescimento.

Cutrim e Batista (2005) estudaram parâmetros de crescimento do *H. marginatus*, com amostragens provenientes da pesca comercial, no município de Iranduba, Amazonas, utilizando a metodologia de leitura dos anéis de otólitos em 268 exemplares. O valor estimado para o parâmetro de mortalidade natural (M) encontrada foi $0,55 \text{ ano}^{-1}$.

Ruffino e Isaac (1995) em estudo realizado na região de Santarém, baixo Amazonas, para a mesma espécie, encontraram parâmetros de mortalidade natural $M = 0,72 \text{ ano}^{-1}$ e $M = 0,73 \text{ ano}^{-1}$ e de mortalidade total $Z = 2,21 \text{ ano}^{-1}$ e $Z = 2,68 \text{ ano}^{-1}$ respectivamente para os anos de 1992 e 1993.

2.4.6 Taxas de exploração com base nas mortalidades para o mapará

Os valores estimados para a taxa de exploração (E) do mapará *H. marginatus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018 foram respectivamente, 0,59 e 0,67, um indício de que a espécie estava sendo explorada acima do nível ótimo sustentável que seria a taxa de exploração de 0,50, contudo as análises de população virtual e do modelo preditivo de Thompson e Bell (1934), na avaliação do estoque, darão estimativas mais robustas sobre as taxas de exploração desta espécie.

2.4.7 Estrutura populacional e recrutamento do mapará

Os resultados da análise de população virtual (VPA) baseada em comprimento total para o mapará *H. marginatus* indicam que a mínima mortalidade por pesca foi sentida nas duas temporadas de pesca 2017 e 2018 pela classe com tamanho médio de 17,5 cm. As maiores mortalidades por pesca ocorreram na classe com tamanho médio 42,5 cm em 2017, sendo que a máxima foi experimentada pela classe com tamanho médio 47,5 em 2018 (Tabela 8, Figura 9).

O recrutamento pesqueiro do mapará *H. marginatus* se inicia na classe de 17,5 cm de comprimento total quando os menores indivíduos (juvenis) começam a ser capturados pela pesca, por outro lado o recrutamento biológico (quando 50% dos indivíduos da população atingem a primeira maturação sexual, ou seja, reproduzem pela primeira vez) ocorre conforme os resultados deste estudo com 39,66 cm, ou seja, na classe com tamanho médio de 37,5 cm de comprimento total, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí. Com o resultado da análise de população virtual do mapará verifica-se que para os anos de 2017 e 2018, foram capturados 666.911 e 134.685 indivíduos imaturos da captura total.

Martins et al., (2011) em estudo sobre a seletividade das redes de emalhar usadas na pesca do mapará no Lago de Tucuruí, verificaram que a malha de 80 mm (comprimento entre nós opostos) apresentou um comprimento ótimo de captura de 42,2 cm, valor superior ao tamanho de primeira maturação do mapará 39,66 cm, sendo este tamanho de malha recomendado para esta modalidade de pesca. Com relação à legislação vigente, cujo tamanho de malha permitido em “trechos de rios” e “a jusante da barragem de Tucuruí” malha igual ou superior a 70 mm, conforme a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011.

A estimativa da biomassa em estado de equilíbrio, para o estoque do mapará *H. marginatus*, foi consolidada, utilizando a relação peso-comprimento $W_t = 0,009 \times L_t^{2,951}$ obtida por Cintra et al., (2008), para sexos agrupados, a partir de espécimes capturados no Lago de Tucuruí. Essa relação foi empregada por abranger um período de cinco anos de amostragem (2001 a 2005); por ter um número amostral de 1.463 indivíduos e por atingir um intervalo de comprimento total de 17 a 47 cm. Por outro lado a relação obtida neste estudo apresentou um valor do coeficiente angular “ $b = 2,42$ ” muito abaixo dos valores encontrados na literatura e inviável para execução do modelo de análise de população virtual no pacote computacional do Fisat II.

Alcantara-Neto (1994) estimou o coeficiente angular $b = 3,631$, para o mapará capturado no Lago Grande de Monte Alegre, Baixo Amazonas e Cella-Ribeiro et al., (2015) estimaram a

partir de 135 espécimes de 25,2 a 47,0 cm, capturados no rio Madeira no período de quatro anos (2008 a 2011) o valor do coeficiente angular $b = 3,328$, valores mais elevados que o estimado no presente estudo.

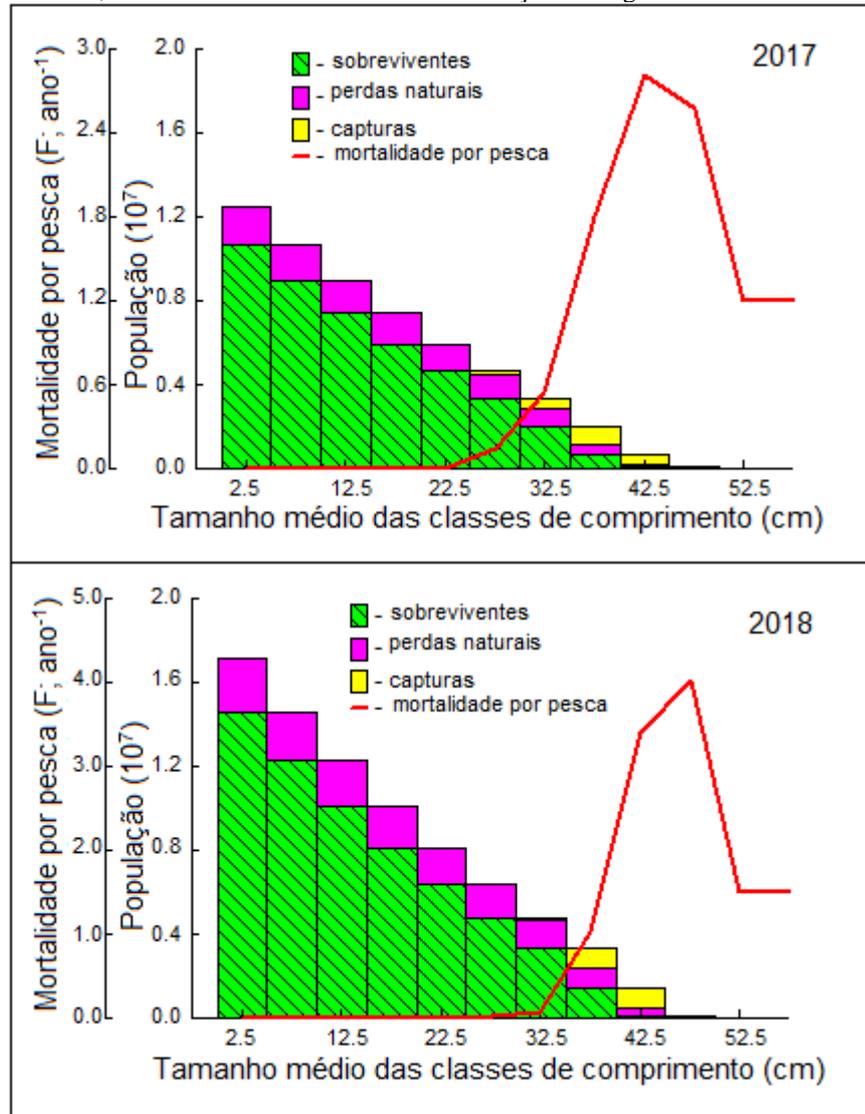
Tabela 8. Estrutura populacional do mapará *H. marginatus* com captura e população (número), mortalidade por pesca F (ano^{-1}) e biomassa (toneladas) no estado de equilíbrio (t) estimados pela VPA, obtidas para as temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Centro classe (cm)	2017				2018			
	Captura em número (N)	População em número (N)	Mortalidade por pesca (F) ano^{-1}	Biomassa no estado de equilíbrio (t)	Cap. em número (N)	Pop. em número (N)	Mort. por pesca (F) ano^{-1}	Bio. no est. De equilíbrio (t)
2,5	0	12.513.170	0,0000	2,48	0	17.123.476	0,0000	3,40
7,5	0	10.664.818	0,0000	33,25	0	14.594.124	0,0000	45,50
12,5	0	8.952.964	0,0000	129,47	0	12.251.561	0,0000	177,17
17,5*	967	7.379.575	0,0007	312,42	387	10.098.479	0,0002	427,55
22,5	9.545	5.945.992	0,0073	585,31	3.629	8.137.550	0,0020	801,54
27,5	170.217	4.648.213	0,1492	915,00	32.293	6.369.770	0,0203	1.276,13
32,5	486.182	3.359.758	0,5464	1.165,47	98.376	4.777.899	0,0722	1.785,80
37,5	887.065	2.001.628	1,8031	981,67	966.667	3.343.479	1,0285	1.875,37
42,5**	406.164	632.426	2,8088	417,07	1.020.015	1.455.749	3,4028	864,58
47,5***	56.801	84.547	2,5688	88,49	111.358	141.963	4,0223	110,8
52,5	3.345	6.077	1,2000	36,27	2.100	3.471	1,5000	18,21
Total	2.020.286	56.189.168		4.666,90	2.234.825	78.297.521		7.386,05

Fonte: Dados da pesquisa

*Tamanho médio da classe com menor mortalidade por pesca (F), ** tamanho médio da classe com maior mortalidade por pesca em 2017 e *** tamanho médio da classe com maior mortalidade por pesca em 2018.

Figura 9. Gráficos anuais das análises de população virtual (VPA), que mostra os sobreviventes, perdas naturais, capturas e mortalidade por pesca por classe de comprimento do mapará *H. marginatus* obtidas para as temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

2.4.8. Captura máxima sustentável para o mapará

Com a mortalidade por pesca de referência para 2017, ou seja, “f-fator” igual a 1, foi estimada uma captura de 879,50 toneladas, não obstante, a comparação deste valor estimado, com a totalização dos desembarques controlados (398,99 toneladas), ficou prejudicada uma vez que o monitoramento dos desembarques em 2017 não abrangeu toda a temporada de pesca (março a outubro), tendo sido realizado de abril a outubro.

A captura máxima sustentável para 2017 foi estimada em 886,08 toneladas, para uma biomassa de 3.130,76 toneladas, com um “f-fator” de mortalidade por pesca de 1,2 e taxa de exploração em 0,500 (Tabela 9).

Tabela 9. Estimativas da captura máxima sustentável, mortalidade por pesca “f- fator” e taxa de exploração (E) para o mapará *H. marginatus* na temporada de pesca de 2017, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Ano	2017		
f-fator	captura (t)	biomassa (t)	Taxa de exploração (E)
0,0	0,00	3130,76	0,000
0,1	286,39	2605,68	0,042
0,2	478,72	2213,18	0,083
0,3	610,01	1912,40	0,125
0,4	700,60	1676,98	0,167
0,5	763,48	1489,32	0,208
0,6	807,14	1337,34	0,250
0,7	837,24	1212,51	0,292
0,8	857,67	1108,70	0,333
0,9	871,13	1021,39	0,375
1,0*	879,50**	947,22	0,417
1,1	884,16	883,64	0,458
1,2***	886,08****	828,69	0,500*****
1,3	885,98	780,83	0,542
1,4	884,40	738,87	0,583
1,5	881,88	701,84	0,625
1,6	878,49	668,98	0,667
1,7	874,45	639,66	0,708
1,8	869,95	613,37	0,750
1,9	865,16	589,69	0,792
2,0	860,19	568,26	0,833
2,1	855,11	548,81	0,875
2,2	850,00	531,07	0,917
2,3	844,90	514,85	0,958
2,4	839,98	499,97	1,000
2,5	835,06	486,27	1,042
2,6	830,16	473,62	1,083
2,7	825,32	461,92	1,125
2,8	820,56	451,06	1,167
2,9	815,88	440,96	1,208
3,0	811,32	431,55	1,250
3,1	806,87	422,76	1,292
3,2	802,57	414,53	1,333
3,3	798,55	406,81	1,375
3,4	794,56	399,55	1,417
3,5	790,63	392,73	1,458
3,6	786,77	386,29	1,500
3,7	782,98	380,22	1,542
3,8	779,28	374,47	1,583
3,9	775,67	369,03	1,625
4,0	772,15	363,87	1,667

Fonte: Dados da pesquisa. *Nível de mortalidade por pesca “f-fator” base para o ano de 2017. **Captura estimada para o ano 2017. ***Nível de mortalidade por pesca que possibilitaria a captura máxima sustentável. ****Captura máxima sustentável. *****Taxa de exploração ótima.

Com a mortalidade por pesca de referência para 2018, ou seja, “f-fator” igual a 1, correspondendo ao esforço de pesca de 96.246.380 metro de rede-hora, foi estimada uma captura de 879,50 toneladas, 8,5% acima da captura obtida com a totalização dos desembarques controlados 810,87 toneladas, por outro lado a estimativa da captura máxima sustentável 882,60 toneladas (8,9% acima da captura obtida com a totalização dos desembarques controlados), seria obtida com um “f-fator”, mortalidade por pesca 0,9, ou seja, 10% menor que a mortalidade por pesca de referência para 2018.

Considerando que todos os principais portos de desembarques do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí foram monitorados (06 portos) em toda a temporada de pesca de 2018 e ainda que, podem ter ocorrido desembarques em locais não convencionais, que deixaram de ser monitorados (uma pequena parte da produção), pode ser que as diferenças entre as capturas estimadas pelo modelo de projeção de Thompson e Bell (1934) e a captura total sejam um pouco menores que as acima mencionadas.

Segundo o modelo, a captura máxima sustentável (882,60 toneladas) em 2018 estaria explorando 27,8% da biomassa do estoque (3.176,01 toneladas). Os resultados do modelo indicam ainda que o estoque suportaria uma mortalidade por pesca de até “f-fator” 1,5 atingindo assim a taxa de exploração ótima ($E = 0,500$), entretanto, o aumento do fator de mortalidade por pesca para valores acima do “f-fator” 0,9, causaria uma redução da captura na temporada de pesca além de reduzir perigosamente a biomassa do estoque. O recomendado seria a redução do esforço de pesca correspondente a 10% para atingir a captura máxima sustentável (Tabela 10).

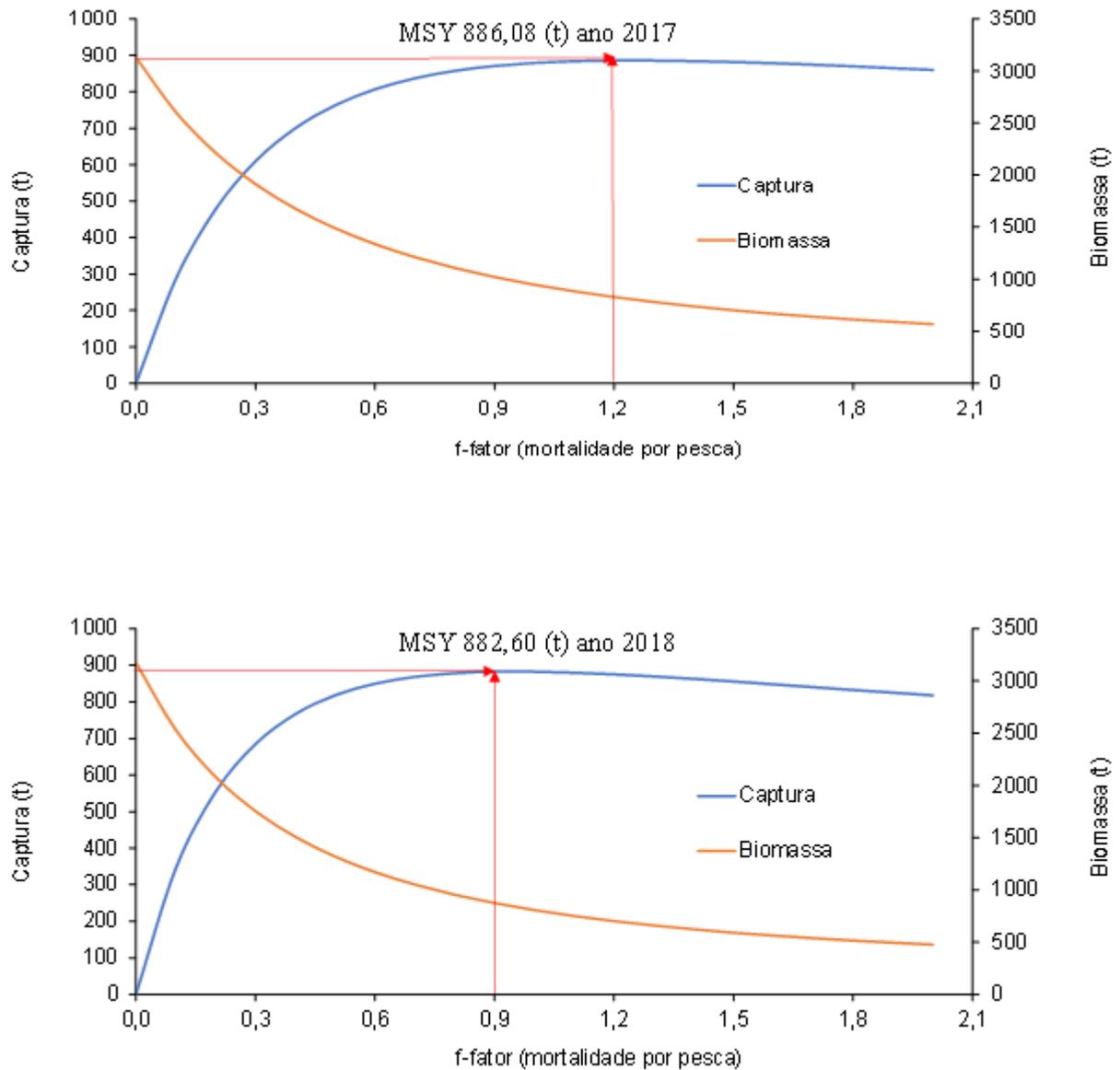
Os rendimentos biológicos máximos sustentáveis ou capturas máximas sustentáveis (MSY), projetados a partir dos anos analisados para mapará *H. marginatus* são mostrados, na Figura 10.

Tabela 10. Estimativa da captura máxima sustentável e “f-fator” correspondente para o mapará *H. marginatus* na temporada de pesca de 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Anos	2018		
	f-fator	captura (t)	biomassa (t)
0,0	0,00	3176,01	0,000
0,1	344,38	2533,31	0,033
0,2	554,26	2082,70	0,067
0,3	684,87	1754,90	0,100
0,4	766,95	1509,11	0,133
0,5	818,40	1320,03	0,167
0,6	850,07	1171,39	0,200
0,7	868,70	1052,30	0,233
0,8	878,60	955,30	0,267
0,9***	882,60****	875,15	0,300
1,0*	882,59**	808,05	0,333
1,1	879,85	751,23	0,367
1,2	875,41	702,62	0,400
1,3	869,66	660,65	0,433
1,4	862,98	624,11	0,467
1,5	855,74	592,05	0,500*****
1,6	848,18	563,72	0,533
1,7	840,49	538,55	0,567
1,8	832,77	516,04	0,600
1,9	825,24	495,80	0,633
2,0	817,82	477,52	0,667
2,1	810,45	460,94	0,700
2,2	803,20	445,83	0,733
2,3	796,10	432,00	0,767
2,4	789,18	419,31	0,800
2,5	782,46	407,62	0,833
2,6	776,10	396,82	0,867
2,7	769,99	386,80	0,900
2,8	763,97	377,49	0,933
2,9	758,06	368,82	0,967
3,0	752,29	360,71	1,000
3,1	746,67	353,13	1,033
3,2	741,21	346,01	1,067
3,3	736,14	339,31	1,100
3,4	731,62	333,00	1,133
3,5	727,05	327,04	1,167
3,6	722,46	321,41	1,200
3,7	717,85	316,08	1,233
3,8	713,26	311,02	1,267
3,9	708,68	306,21	1,300
4,0	704,15	301,63	1,333

Fonte: Dados da pesquisa. *Nível de mortalidade por pesca “f-fator” base para o ano de 2018. **Captura estimada para o ano 2018. ***Nível de mortalidade por pesca que possibilitaria a captura máxima sustentável. ****Captura máxima sustentável. *****Taxa de exploração ótima.

Figura 10. Capturas máximas sustentáveis (MSY) (toneladas) projetadas com base na estrutura populacional em relação aos “f-fatores” para o mapará *H. marginatus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da Pesquisa

2.6 Conclusão

Para a espécie estudada, *H. marginatus*, os resultados demonstraram que: Através da distribuição de classes de comprimento, verifica-se que as maiores capturas estão nas classes com tamanho acima dos 29 cm que é o tamanho mínimo permitido para a captura. O recrutamento ocorre durante o ano inteiro. E a taxa de exploração (E) para 2017 e 2018 foram respectivamente, 0,59 e 0,67, revela que a espécie está em níveis de exploração acima do valor considerado ótimo sustentável que seria a taxa de exploração de 0,50.

As análises realizadas utilizando o modelo de projeção (THOMPSON; BELL, 1934) baseado em comprimentos demonstram que se as taxas de mortalidades obtidas no modelo para o mapará *H. marginatus* em 2018 forem reduzidas em 10%, será explorado anualmente 882,60 toneladas, capturadas de uma biomassa de 3.176,01 toneladas, o que representa 27,8% da biomassa da população. Variações nos fatores de mortalidade por pesca indicaram que a taxa atual já está próxima ao máximo rendimento sustentável; o aumento do esforço de pesca provocaria o declínio do estoque pesqueiro da espécie.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA-NETO, Constantino Pedro de. **Ecologia da pesca dos maparás, *Hypophthalmus* spp. (Siluriformes, Hypophthalmidae), no lago Grande de Monte Alegre, Baixo Amazonas, Pará.** 1994. 182f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Biologia Ambiental, Universidade Federal do Pará, Belém, 1994.
- BADILO, L. J. Aplicação de modelos holísticos e analíticos para o manejo da pesca de tilápia em reservatórios. **Hidrobiológica**, Unidad Iztapalapa, v. 14, p. 61-68, 2004.
- BARANOV, F. I. On the question of the biological basis of fisheries. **Nauchnyi Issledovatel'skii Ikhtologicheskii Institut Izvestiia**, Moscow, v. 1, p. 81-128, 1918.
- BARTHEM, R.; GOULDING, M. **Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos.** Brasília: Sociedade Civil Mamirauá. 1997. 140 p.
- BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; FABRÉ, N. N. A Produção Desembarcada por Espécie e sua Variação por Macrorregião Amazônica. *In*: BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; FABRÉ, N. N.; GONZALEZ J. C. A.; ALMEIDA, O. T.; RIVERO S.; JÚNIOR, J. N. O.; RUFFINO, M. L.; SILVA, C. O.; SAINT-PAUL, U. (Eds.). **Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: uma avaliação integrada.** Brasília: IBAMA/Pro Várzea, 2012. p. 105-133.
- BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A. A. Estrutura das populações de peixes do reservatório de segredo. *In*: AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C. **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo** (eds.). Maringá: Eduem, 1997, 387 p.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. **On the dynamics of exploited fish populations.** London. 2. ed. London: Her Majesty's Stationery Office, 1957. 533 p.
- BRASIL, **Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13**, de 25 de outubro de 2011. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 agosto 2011.
- CADDY, J. F.; MAHON, R. **Reference points for fisheries management.** FAO Fisheries Technical Paper, n. 347. Roma: FAO, 1995.
- CASTRO, L. A.; SOUSA, K. N. S. Desembarque pesqueiro no ano de 2015, na feira do pescado do município de Santarém, Pará. *In*: **V JORNADA ACADÊMICA E VI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFOPA: 2016**, Santarém, Pará. UFOPA, 2016.
- CELLA-RIBEIRO, A.; HAUSER, M.; NOGUEIRA, L. D.; DORIA, C. R. C.; TORRENTE-VILARA, G. Length–weight relationships of fish from Madeira River, Brazilian Amazon, before. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, p.939-945, 2015.
- CINTRA, I. H. A.; PINHEIRO, J. C. R.; JURAS, A. A.; SOUZA R. F. C.; OGAWA, M. Biologia do mapará, *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, Pará-Brasil, Belém. **Boletim Técnico Científica CEPNOR**, Belém, v. 8, p. 83-95, 2008.
- CINTRA, I. H. A. **A pesca no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil.** 2006. 190f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.
- CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará, (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta Amazônia**, Manaus, v. 35, p. 85-92. 2005.
- FERREIRA, E. S. **Variabilidade genética, estrutura populacional e filogeografia do mapará (*Hypophthalmus marginatus*, Valenciennes, 1840) no estado do Pará, utilizando**

sequencias de DNA mitocondrial. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Recursos aquáticos continentais) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2012.

FORTELEZ-FILHO, A. A. **Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros.** 1. Ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 464 p.

GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide:** Computerized Information Series Fisheries, FAO, Roma, 1996. 186 p.

GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **Stock Assessment Tools II (FiSAT II):** Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). Nº 8, Revised Version. Rome, 2005. 168 p.

HADDON, M. **Modelling and quantitative methods in fisheries.** 2. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2011. 465 p.

HILBORN, R.; WALTERS, C. J. **Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty.** 1. ed. Londres: Springer Science & Business Media, 1992.

JONES, R.; VAN-ZALINGE, N. P. Estimates of mortality rate and population size for shrimp in Kuwait waters. **Kuwait Bulletin Marine Science**, v. 2, n. 1, p. 273-288, 1981.

KING, M. **Fisheries biology, assessment and management.** 2nd. Oxford: Wiley-Blackwell, 2007. 400 p.

LAURIDO, S. F. **Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus spp.*) desembarcado na região de Santarém.** 2019. 90 f. Dissertação (mestrado em ciências pesqueiras nos trópicos) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2019.

MACIEL, H. M. **Reprodução de espécies de peixes em lago de várzea, Manacapuru, AM.** 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2010.

MARTINS, J. C.; JURAS, A. A.; ARAÚJO, M. A. S.; MELLO-FILHO, A. S.; CINTRA, I. H. A. Seletividade da rede malhadeira-fixa para a captura do mapará, *Hypophthalmus marginatus*, no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, Estado do Pará, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 37, p. 123-133, 2011.

MERONA, B. Pesca e ecologia dos recursos aquáticos na Amazônia. In: FURTADO, L. F. G.; LEITÃO, W. M.; MELLO, A. F. **Povos das águas, realidade e perspectivas na Amazônia.** Coleção Eduardo Galvão. Belém: Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, 1993.

PAULY, D. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. **ICLARM**, Filipinas, v. 13, p. 7-34, 1987.

PAULY, D. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. **Documento Técnico de Pesca**, Roma, v. 49, 1983. 234 p.

PAULY, D.; MUNRO, J. L. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte**, v. 2, n. 1, p. 21, 1984.

PAULY, D.; DAVID, N. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, Berlin, v. 28, n. 4, p. 205-211, 1981.

QUINN-II, T. J.; DERISO, R. B. **Quantitative fish dynamics.** New York: Oxford University Press, Inc., 1999. 542 p.

RIBEIRO, A. C.; HAUSER, M.; NOGUEIRA, L. D.; DORIA, C. R. C.; TORRENTE-VILARA, G. Length-weight relationships of fish from Madeira River, Brazilian Amazon,

before. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, p.939-945, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14390426>. Acesso em: 20 nov. 2019.

RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin Fisheries Resources Board Canadian**, Canada, v.19, p.1-382, 1975.

RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Life cycle and Biological Parameters of Several Brazilian Amazon Fish Species. **Fishyte section**, Naga, v. 4, p. 41-45. 1995.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introdução à Avaliação de Mananciais de Peixes Tropicais**. FAO Documento Técnico sobre as Pescas. 2. Ed. Roma: FAO, 1997. 94 p.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, n. 306.1, Roma: FAO, 1998.

THOMPSON, W. F.; BELL, F. H. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. **Report of the International Fisheries Commission**, Unknown Binding, v. 8, p. 8-49, 1934

VON-BERTALANFFY, L. Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie: Mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. **Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen**, v. 131, n. 4, p. 613-652, 1934.

Figura 11: Pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (HECKEL, 1840)



3 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, TAXA DE EXPLORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DA ESPÉCIE *PLAGIOSCION SQUAMOSISSIMUS* (HECKEL, 1840), NO RESERVATÓRIO DA UHE DE TUCURUÍ

RESUMO

A pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) é a principal espécie da família Sciaenidae que apresenta importância comercial. Os valores estimados para os parâmetros de crescimento e de mortalidade da *P. squamosissimus*, proveniente do monitoramento pesqueiro no reservatório da UHE de Tucuruí, durante o período 2017-2018, obteve taxa de crescimento $k = 0,20$ e crescimento assintótico $L_{\infty} = 65,63$ cm, através do programa ELEFAN I. Para o cálculo da taxa de mortalidade natural (M) utilizou-se método de Pauly (FISAT II) e a taxa de exploração foi realizada através da equação de Baranov (1918). O resultado encontrado para $(M) = 0,51$ e as taxas de exploração (E) 0,455 e 0,430 respectivamente para 2017 e 2018 indicam que espécie se encontra em níveis de exploração abaixo do valor ótimo de exploração pela pesca (E em torno de 0,5). A VPA indica que a mortalidade mínima ocorreu nas classes de 12,5 cm para 2017 e 2018 respectivamente. O modelo de Thompson e Bell demonstrou que captura máxima sustentável (MSY) estimada em 2017 e 2018 foi respectivamente de 356,34 e 386,90 toneladas.

Palavras-chave: estoque pesqueiro; sobrepesca; ordenamento pesqueiro.

ABSTRACT

White hake *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) is the main species of the Sciaenidae family that has commercial importance. The estimated values for the growth and mortality parameters of *P. squamosissimus*, from fishing monitoring in the Tucuruí HPP reservoir, during the period 2017-2018, obtained a growth rate $k = 0.20$ and asymptotic growth $L_{\infty} = 65.63$ cm, using the ELEFAN I program. To calculate the natural mortality rate (M), the Pauly method (FISAT II) was used and the exploitation rate was performed using the Baranov equation (1918). The result found for $(M) = 0.51$ and the exploitation rates (E) 0.455 and 0.430 respectively for 2017 and 2018 indicate which species is at exploitation levels below the optimal value of exploitation by fishing (E around 0, 5). The VPA indicates that the minimum mortality occurred in the 12.5 cm classes for 2017 and 2018 respectively. The Thompson and Bell model demonstrated that the maximum sustainable catch (MSY) estimated in 2017 and 2018 was 356.34 and 386.90 tons, respectively.

Keywords: fishing stock; overfishing; fishing planning.

3.1 Introdução

A pescada-branca *P. squamosissimus* (Heckel, 1840), é a principal espécie da família Sciaenidae que apresenta importância comercial (SANTOS et al., 2014). É considerada uma espécie sedentária, pois não se conhecem movimentos sistemáticos e sazonais por motivos tróficos ou reprodutivos (GRANADO-LORENCIO; LIMA; LOBÓN-CERVIÁ, 2005).

Sua distribuição natural abrange rios e lagos da Bacia Amazônica, Araguaia-Tocantins, Bacia da Prata, bacias do Orinoco, Guianas, Parnaíba, São Francisco, Venezuela e Peru (DOURADO, 1976; FONTENELE; PEIXOTO, 1978; CRUZ et al., 1990; TORLONI; SANTOS; CARVALHO; CORRÊA, 1993; CASATTI, 2005; STEFANI; ROCHA, 2009). Foi introduzida em diversos reservatórios da região amazônica (PETRERE-JÚNIOR, 2002; AGOSTINHO; JÚLIO-JÚNIOR, 1996).

A espécie *P. squamosissimus*, esta dentre as principais espécies de peixes desembarcados nos municípios localizados na área de influência da Usina Hidrelétrica (UHE) de Tucuruí (JURAS; ROCHA; CINTRA, 2005). Segundo Juras, Cintra e Andrade (2007), o desembarque de pescada no ano de 2003 apresentou 1.641.518 kg, o que representou 19,2% do total desembarcado, na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí.

No que se refere aos conhecimentos sobre as populações de peixes, muito se discute acerca da importância dos estudos sobre crescimento de populações de peixes (FABRÉ; SAINT-PAUL, 1998; FEITOZA; OKADA; AMBRÓSIO, 2004). Entretanto, em regiões tropicais, onde as mudanças de temperaturas são mais amenas, outros fatores atuam para a formação do anel de crescimento, podendo estes variar de intensidade e sincronia de um ano para o outro (FABRÉ; SAINT-PAUL, 1998). Sendo assim, em regiões tropicais para o estudo do crescimento utilizamos dados de comprimentos, além de comparações morfométricas entre populações (BRAGA, 1986; BOLGER; CONNOLLY, 1989).

Uma das formas de obter informações para gerenciamento da atividade é por meios de monitoramento da atividade pesqueira, nos quais é possível obter dados da frota, das áreas de captura, de esforço de pesca e volume desembarcado, além de informações biológicas, sendo amplamente utilizada na biologia pesqueira em modelos de avaliação do estoque, fomentado subsídios para tomadas de decisão sobre a regulamentação e distribuição da atividade pesqueira (PAIVA; ANDRADE-TUBINO, 1998; MARTINS; SCHWINGEL, 2009; ANDRADE, 2012). Estas informações são obtidas através da frota comercial, dados sobre a arte de pesca utilizada. A rede de emalhar, por exemplo, é um dos apetrechos mais utilizado nas pescarias da região amazônica, sendo empregadas as mais variadas técnicas dependendo dos locais de pesca e as espécies alvos (ISAAC et al., 2009).

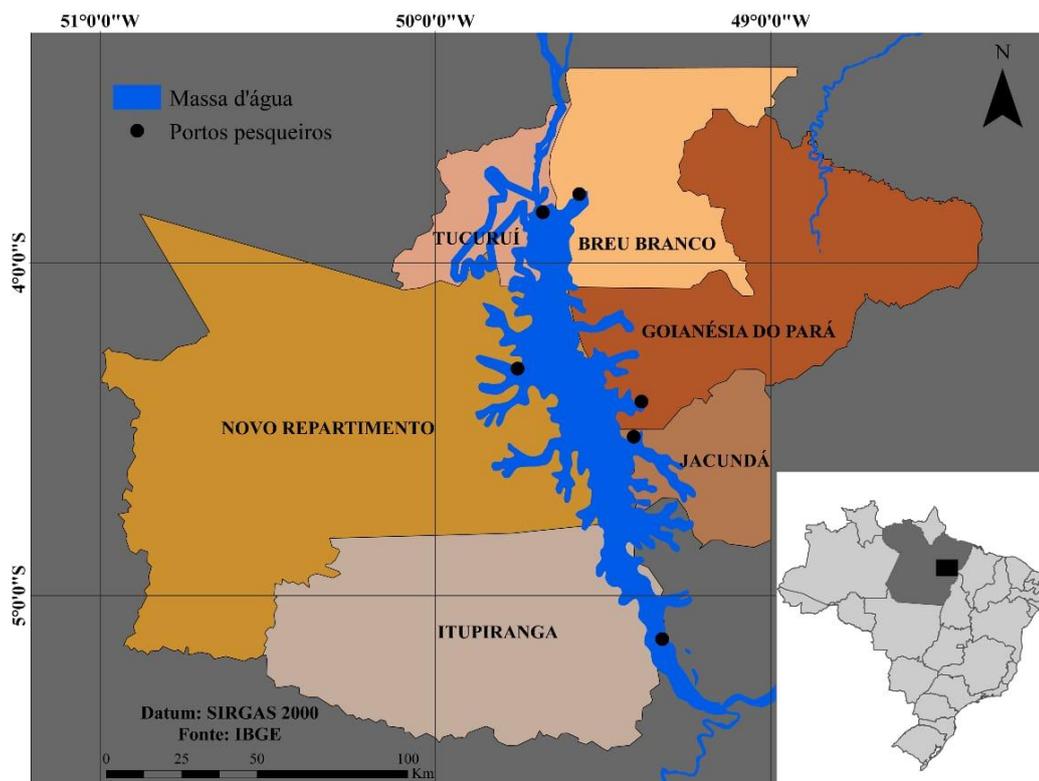
O objetivo deste trabalho é estimar os parâmetros de crescimento, taxa de exploração da espécie *P. squamosissimus* assim como, avaliação do estoque no reservatório da UHE Tucuruí.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado na área intitulada Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, que abrangem os municípios de Tucuruí, Breu Branco, Goianésia do Pará, Novo Repartimento, Jacundá e Itupiranga, região onde está localizado o lago da UHE Tucuruí (Figura 12).

Figura 12 - Mapa com a localização dos portos de desembarque monitorados no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Elaborado por Jacqueline Almeida, 2020.

Nessa região, o clima é equatorial superúmido, conforme a classificação de Köppen. A temperatura média 26°C. A amplitude térmica não ultrapassa os 5°C e a precipitação pluviométrica está regulada em cerca de 2.200 a 2.500 mm anuais (JURAS; CINTRA; LUDOVINO, 2004).

3.2.2 Dados Utilizados

Os dados usados neste trabalho são provenientes dos acompanhamentos dos desembarques realizados pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - (Ideflor-bio), em parceria com a Universidade Federal Rural da Amazônia - (UFRA), junto aos pescadores profissionais que atuam nos municípios Tucuruí, Breu Branco, Goianésia do Pará, Jacundá, Novo Repartimento e Itupiranga, no período de março a outubro

de 2017 a fevereiro a outubro 2018. As capturas foram realizadas utilizando-se anzol e redes de emalhe com malhagens de 80 mm entre nós opostos.

3.3 Análise dos Dados

3.3.1. Parâmetros de crescimento

A partir das distribuições de frequências de comprimento total (CT), foram estimados o comprimento mínimo ($L_{\text{mín}}$), comprimento máximo ($L_{\text{máx}}$), comprimento médio ($L_{\text{méd}}$) e desvio padrão (DP).

Para estimar os parâmetros de crescimento, por meio da análise de frequências de comprimentos e procurando sempre obter o melhor ajuste, foram utilizadas as rotinas do “k Scan” dos programas “ELEFAN I” (Análise Eletrônica de Frequências de Comprimento) (PAULY; DAVID, 1981; PAULY, 1987) e SLCA (Sherpherd’s Length Composition Analysis) de Sherpherd (1987), ambas rotinas incluídas no pacote FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Para estimar os parâmetros de crescimento através das rotinas “k Scan” dos programas, foi necessário inserir o nome da espécie, unidade de medida, menor comprimento, intervalo de classes e uma série temporal de dados de frequências de comprimento. Assim foi obtido o comprimento máximo assintótico (L_{∞}) e a taxa ou constante de crescimento individual (k). O parâmetro ϕ' , o índice de desempenho de crescimento, foi calculado como $\phi' = \text{Log}(k) + 2\text{Log}(L_{\infty})$ (PAULY; MUNRO, 1984).

O modelo matemático proposto por Von Bertalanffy (1934) foi utilizado para representar a curva de crescimento, quando: $L_t = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ onde, L_t = comprimento dos indivíduos com idade t; L_{∞} = comprimento máximo assintótico ou máximo teórico; k = taxa ou constante de crescimento individual; t = idade dos indivíduos e t_0 = constante matemática definida para condição. O parâmetro t_0 foi considerado zero porque é uma correção matemática para o ajuste da curva, não apresentando valor biológico (SPARRE; VENEMA, 1998).

A relação peso-comprimento descreve as modificações no peso do corpo de acordo com o aumento no comprimento pela expressão: $W_t^a \propto L_t^b$ em que, W_t é o peso total, L_t é o comprimento total, “a” é uma constante e “b” é a inclinação.

3.3.2 Padrões de recrutamento

A distribuição de frequência de classes de comprimento e os parâmetros de crescimento estimados para cada espécie foram utilizados para identificar o número de pulsos de recrutamento por ano e avaliar a importância relativa destes quando comparados entre si, por meio da rotina incluída no FISAT II (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Esta rotina reconstrói os pulsos de recrutamento de uma série temporal de dados de frequências de comprimento para determinar o número de pulsos por ano e a força relativa de cada pulsação.

Os resultados gerados por esta rotina devem ser tratados como aproximações, porque, ao fazer afirmações sobre o número de pulsos anuais e sobre a sua força relativa, este modelo baseia-se em dois pressupostos que raramente são cumpridos na realidade: (i) todos os peixes na amostra crescem como descrito por um único conjunto de parâmetros de crescimento e (ii) um mês de doze sempre tem zero de recrutamento. Ao usar dados reestruturados, o espalhamento temporal diminui e, portanto, provavelmente, reflete melhor a sazonalidade real do recrutamento.

3.3.3 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly

A mortalidade natural foi obtida pela aplicação do seguinte método proposto por Pauly (1983) para peixes: $\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(k) + 0.463 \ln(T)$. Onde: T = temperatura média anual na superfície da água em °C do local onde houve a captura.

3.3.4 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada

Este método usa a equação de crescimento de Von Bertalanffy para converter comprimentos em idades. Esta análise foi executada no FISAT II considerando que o crescimento não apresenta oscilações anuais, ou seja, $C = 0$. O conjunto de rotinas incluídas aqui assume que as amostras de frequências de comprimento que estão disponíveis, representam uma população no estado de equilíbrio.

3.3.5 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft)

O coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado como a diferença entre a taxa instantânea de mortalidade total (Z) e a taxa instantânea de mortalidade natural (M): $F = Z - M$. A mortalidade da classe terminal (Ft) para *P. squamosissimus* foi estimada como 0,99 Z para cada ano analisado.

3.3.6 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades

A estimativa da taxa de exploração foi obtida a partir da “equação de captura” (ou “equação de Baranov”), sob a suposição de que F e M são constantes (e assim Z é constante para cada temporada de pesca) entre as idades t_1 e t_2 (BARANOV, 1918). A fracção de mortes causadas pela pesca, F/Z , é chamada “taxa de exploração” (E). Uma vez estimados os valores de M e F, a taxa de exploração pode ser calculada. Esta taxa permite uma avaliação aproximada da condição de exploração do estoque, assumindo que o valor ótimo de Taxa de Exploração (E) seja aproximadamente igual a 0,5 (PAULY, 1983).

3.3.7 Análise de população virtual (VPA)

A análise de população virtual (VPA) calcula o número de indivíduos sobreviventes em cada coorte para cada ano anterior sendo cada coorte analisada separadamente. A VPA se baseia em uma relação muito simples para cada coorte:

$$N_{x,t} = N_{x+1, t+1} + C_{x,t} + M_{x,t} \quad (1)$$

Onde:

$N_{x,t}$ = é o número de indivíduos no início da idade x no ano t ;

$N_{x+1, t+1}$ = é o número de indivíduos no início da idade $x + 1$ no ano $t + 1$;

$C_{x,t}$ = é a captura dos indivíduos com idade x no ano t ;

$M_{x,t}$ = é a mortalidade natural dos indivíduos com idade x no ano t .

Para cada coorte, o problema central que a VPA procura resolver pode ser esquematizado da seguinte forma:

1. Conhecendo o vetor de capturas em número, C_C , efetuadas sobre cada idade da coorte:

$$C_C = [C_x, C_{x+1}, C_{x+2}, \dots] \quad (2)$$

Onde x corresponde à primeira idade recrutada

2. Conhecendo a taxa de mortalidade natural, o vetor M_c :

$$M_c = [M_x, M_{x+1}, M_{x+2}, \dots] \quad (3)$$

3. Pretende-se conhecer o vetor com o número de indivíduos no início de cada idade da coorte:

$$N_c = [N_x, N_{x+1}, N_{x+2}, \dots] \quad (4)$$

4. Pretende-se conhecer e o vetor de mortalidade por pesca de cada idade que foi aplicado à coorte:

$$F_c = [F_x, F_{x+1}, F_{x+2}, \dots] \quad (5)$$

Ainda que o problema central da VPA seja equacionado em termos de uma coorte, a sua resolução para todas as coortes que compõem um estoque ao longo do tempo, a partir da matriz de capturas C , permitirá estimar a composição demográfica do estoque no passado e o regime de exploração a que esteve sujeito em cada ano, isto é, as matrizes:

$$N = [N_{x+t}] \text{ e } F = [F_{x,t}] \quad (6)$$

Onde $F_{x,t}$, é a taxa de mortalidade por pesca da idade x no ano t .

Para o cálculo da evolução em peso da coorte, isto é, da sua biomassa, tem-se que levar em consideração o crescimento individual dos indivíduos sobreviventes. No caso dos peixes, a maior parte das equações que têm sido utilizadas para representar matematicamente o seu

crescimento em peso (RICKER, 1975; KING, 2007; HADDON, 2011) pressupõe que esse crescimento é bem descrito por uma curva do tipo sigmoide.

A biomassa da coorte, em um determinado instante de tempo, obtém-se multiplicando o número de indivíduos sobreviventes nesse instante pelo peso médio individual destes indivíduos. Assim, a biomassa da coorte no início da idade x , B_x , é dada por:

$$B_x = N_x \times W_x \quad (7)$$

Onde W_x é o peso médio individual no início da idade x . Para calcular a biomassa média da coorte na idade x , $\overline{B_x}$, o cálculo é efetuado utilizando o número médio de indivíduos na idade x e o peso médio na idade x , ou seja:

$$\overline{B_x} = \overline{N_x} \times \overline{W_x} \quad (8)$$

Uma conclusão importante deste resultado é que a VPA é um método particularmente preciso para estoques pesadamente explorados. Nestes estoques, a mortalidade por pesca das idades mais velhas é em geral alta. Ao fim de poucos passos de retrocálculo iniciado em $x = \text{ter}$, o valor de F_{acumul} é já suficientemente alto para garantir alta precisão dos valores estimados de F_x e N_x . Foi utilizado o pacote FISAT II para as análises de população virtual baseada em comprimentos.

3.3.8 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell

No modelo de Thompson e Bell (1934), os valores de mortalidade (F_i/Z_i) por classe de comprimento (L_i), estimados pela análise de população virtual, foram utilizados para prognosticar a captura e o tamanho do estoque (N) sob diferentes regimes de exploração (SPARRE; VENEMA, 1998). Esses diferentes regimes de exploração ou cenários foram obtidos pela multiplicação de fatores (f) aos valores de mortalidade por classe de comprimento:

O peso médio da classe “mais” foi dado pela equação.

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) \times e^{-Z_i \Delta x_i} \quad (9)$$

$$\Delta x_i = \frac{1}{k} \times \ln \frac{L_{\infty} - L_i}{L_{\infty} - L_{i+1}} \quad (10)$$

$$Z_i = f \times F_i + M \quad (11)$$

O modelo de Thompson e Bell (1934) assim como a análise de população virtual presume o crescimento e mortalidade natural (M) constante e também utiliza a função de crescimento de von-Bertalanffy (1934).

Os comprimentos assintóticos, coeficientes de crescimento e de mortalidade natural foram os mesmos utilizados na análise de população virtual e o fator (f) foi igual para as diferentes classes de comprimento.

Foram traçadas projeções de rendimentos a diferentes estratégias de gerenciamento, isto é, diminuição ($f < 1$) ou aumento do esforço ($f > 1$), e pontos de referência para o manejo dos recursos foi obtido dessas projeções. Foi determinado um ($f_{\text{máxr}}$), fator de máximo rendimento, e um fator de equilíbrio (f_{eq}) onde o ganho marginal de rendimento é igual a 10% do ganho marginal em $f = 0$ (ausência de pesca). O (f_{eq}) foi derivado do conceito de $F_{0,1}$ e F_{eq} dos modelos de rendimento por recruta e de excedente de produção (QUINN-II; DERISO, 1999), podendo ser considerado como um ponto de referência biológica alvo, enquanto o ($f_{\text{máxr}}$) é um ponto de referência biológica limite (CADDY; MAHON, 1995). Foi utilizado para as análises de Thompson e Bell (1934), baseada em comprimentos, o pacote FISAT II.

3.4 Resultados e Discussões

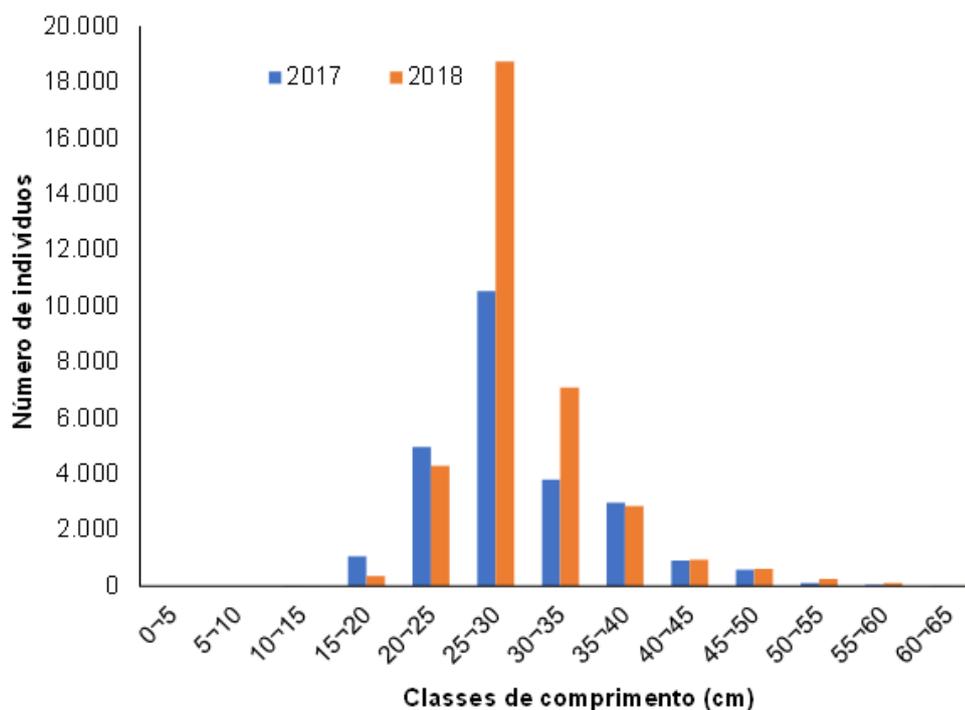
3.4.1 Distribuição das classes de comprimento da pescada-branca

Durante as temporadas de pesca de 2017 e 2018 no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, foi realizada a biometria de 60.244 exemplares de pescada-branca *P. squamosissimus*, as estatísticas descritivas das medidas de comprimento são apresentadas na Tabela 11, destacando-se que o comprimento médio foi de 30 cm. A classe de comprimento mais abundante para a pescada-branca foi de 25-30 cm em ambos os anos (Figura 13). Pelos dados analisados, verifica-se que cerca de 66% das capturas nesses anos estiveram nas classes de comprimento com tamanho abaixo dos 32 cm que é o tamanho mínimo permitido para a captura, o transporte, a comercialização, o beneficiamento e industrialização, conforme a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011.

Tabela 11. Estatística descritiva das medidas de comprimento total (cm) da pescada-branca *P. squamosissimus* nas capturas amostradas, das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Espécies	L _{mín} (cm)	L _{máx} (cm)	L _{méd} (cm)	DP(cm)
Pescada-branca	11	66	30,00	±6,03

Figura 13. Distribuição das classes de comprimento (cm) da pescada-branca *P. squamosissimus* nas capturas amostradas das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

No que diz respeito ao comprimento máximo e mínimo da espécie *P. squamosissimus* Ribeiro et al., (2015) no período de 2008-2011, em estudo realizado no rio Madeira no Amazonas, encontrou comprimentos que variaram de 12,9 cm a 42,5 cm. Segundo Giarrizzo et al., (2015) no período de 2012-2014, em estudo realizado no rio Xingu onde os valores mínimos de 5.0 cm e o máximo de 65,5 cm. Silva, Silva, Cordeiro e Pinheiro (2017) em pesquisa no município de Oiapoque no ano de 2008, observaram os comprimentos máximos e mínimos respectivamente 55,0-34,1 cm para a espécie *P. squamosissimus*.

Em relação às classes de comprimentos Maciel (2010) em pesquisa realizada nos lagos de Jaitêua e São Lourenço na cidade de Manaus, obtiveram números mais expressivos, nas classes de comprimentos 21-27 cm para a pescada-branca, no período de 2006 a 2007.

Estudo no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí no período de julho de 2001 a dezembro de 2002 com a espécie *P. squamosissimus* foi verificado que as classes de comprimento mais abundantes foram: 27-30 cm para fêmeas e 21-24 cm para os machos (ROCHA; JURAS; CINTRA; SOUZA, 2006).

De acordo com Carvalho et al., (2017) em pesquisa realizada em uma área de proteção ambiental na baixada maranhense no lago de Viana obtiveram os maiores números de indivíduos nas classes comprimento entre as faixas 19-23 cm para machos e 23-27 cm para fêmeas para a espécie *P. squamosissimus* no período de fevereiro de 2012 a janeiro de 2013.

3.4.2 Parâmetros de crescimento da pescada-branca

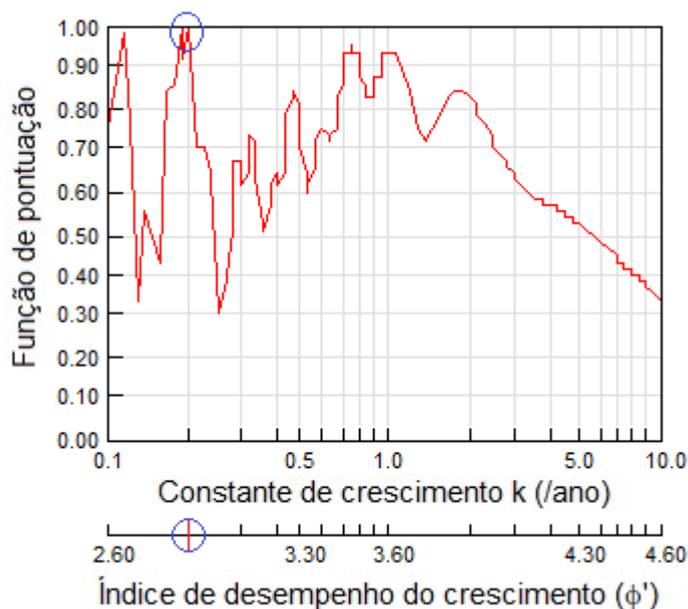
Em relação aos parâmetros de crescimento o melhor ajuste para: taxa de crescimento (k); comprimento assintótico (L_{∞}); índice de desempenho do crescimento (ϕ') para a espécie pescada-branca (*P. squamosissimus*), os resultados estão descritos na tabela 12.

Tabela 12 - Parâmetros populacionais estimados para a pescada-branca *P. squamosissimus*, nas capturas amostradas, das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Espécie	Taxa ou constante de crescimento (k) ano⁻¹	Comprimento assintótico (L_{∞}) cm	Índice de desempenho do crescimento (ϕ')
Pescada-branca	0,20	65,63	2,94

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 14 - Estimativa da taxa ou constante de crescimento individual (k) e do índice de desempenho do crescimento (ϕ') da pescada-branca *P. squamosissimus* dos desembarques das temporadas de pesca, de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

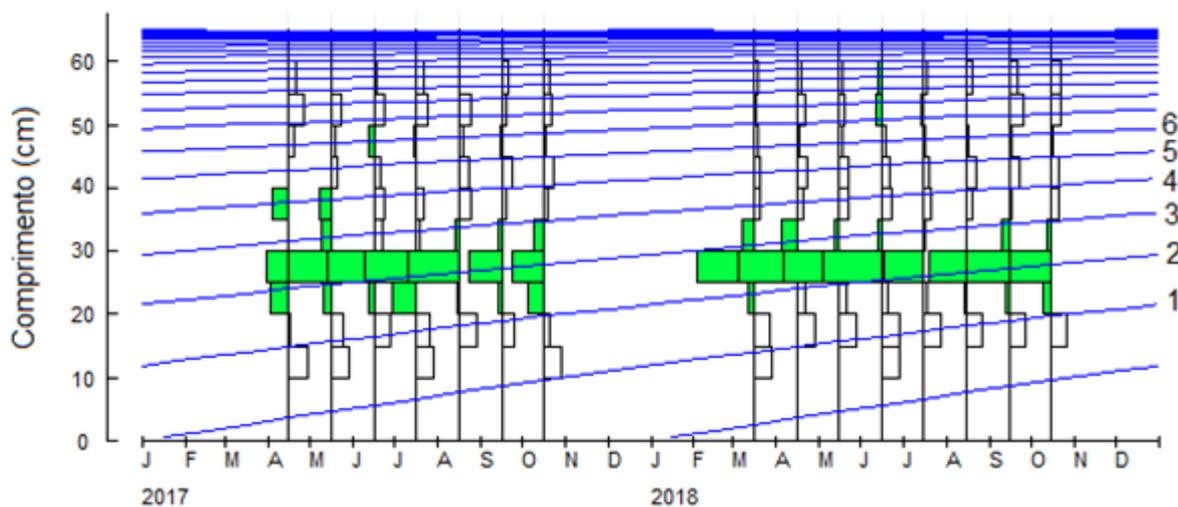
Segundo Castro (1998) em pesquisa realizada no reservatório de Barra Bonita, São Paulo, para determinar a idade e crescimento da espécie *P. squamosissimus*, através da leitura dos otólitos, obtiveram $k = 0,184$ para machos e $k = 0,160$ para fêmeas demonstrando um crescimento lento da espécie. Os valores baixos na taxa de crescimento são característicos de espécies cuja alimentação ocorre em níveis tróficos elevados (GRIMES, 1978). E ainda de acordo com Castro (1998) o crescimento de *P. squamosissimus* é mais rápido nos dois primeiros anos de vida, alcançando 40% e 33% do comprimento assintótico para machos e fêmeas, respectivamente.

No presente estudo o comprimento assintótico alcançado por *P. squamosissimus* no Lago de Tucuruí, de acordo com as frequências de comprimento foram valores aproximados aos descritos por Nomura e Oliveira (1976) no rio Tocantins que estimaram o $L_{\infty} = 68,4$ cm e Loubens (2003) que estimou um comprimento $L_{\infty} = 69,6$ cm, enquanto Gonzalez, Mendoza, Arocha e Marquez (2005) usando os anéis de crescimento nos otólitos estimaram o comprimento assintótico para *P. squamosissimus* em $L_{\infty} = 57,81$ cm valor menor que os estimados pelos outros autores.

3.4.3 Ajuste de frequências de comprimento e coortes da pescada-branca

As distribuições ajustadas das frequências de comprimento com base na função de crescimento de Von-Bertalanffy (VBGF) da pescada-branca são ilustradas na Figura 15. Neste estudo, foram verificadas seis coortes para a espécie.

Figura 15 - Distribuição ajustada de frequências de comprimento mostrando as seis coortes da pescada-branca *P. squamosissimus* amostradas dos desembarques das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

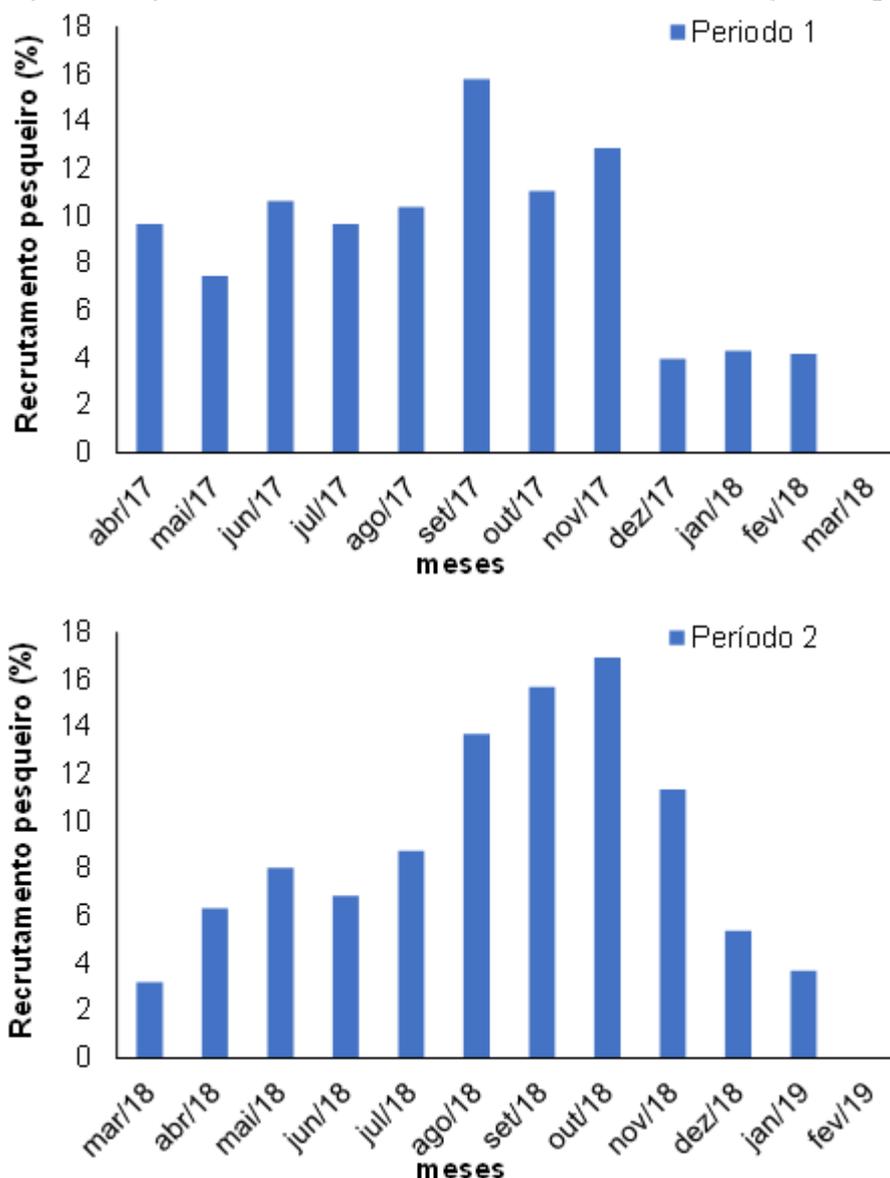
Em se tratando do número de coortes para a espécie *P. squamosissimus*, de acordo com trabalho realizado por MUÑOZ (1992) na bacia do rio Magdalena foram identificadas quatro coortes para a mesma espécie, através da leitura dos otólitos, no período de 1987-1988.

Entretanto, segundo dados de Castro (1998), sobre a idade e crescimento da espécie *P. squamosissimus*, no reservatório de Barra Bonita, através da estrutura dos otólitos verificou seis coortes, a mesma quantidade verificada, no rio Orinoco, por González, Mendoza, Arocha e Marquez (2005), resultados semelhantes ao obtido nesta pesquisa, embora a metodologia tenha sido diferente.

3.4.4 Padrão de recrutamento para a pesca da pescada-branca

Nas análises realizadas para a pescada-branca *P. squamosissimus*, o recrutamento ocorreu durante o ano inteiro, contudo as barras de recrutamento revelaram nos Períodos 1 e 2, um intervalo mais intenso, para a espécie, que vai de agosto a novembro (Figura 16).

Figura 16. Intensidade do recrutamento pesqueiro por mês da pescada-branca *P. squamosissimus* nos Períodos 1 e 2, baseado no pacote computacional Fisat II, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da Pesquisa

3.4.5 Parâmetros de mortalidade da pescada-branca

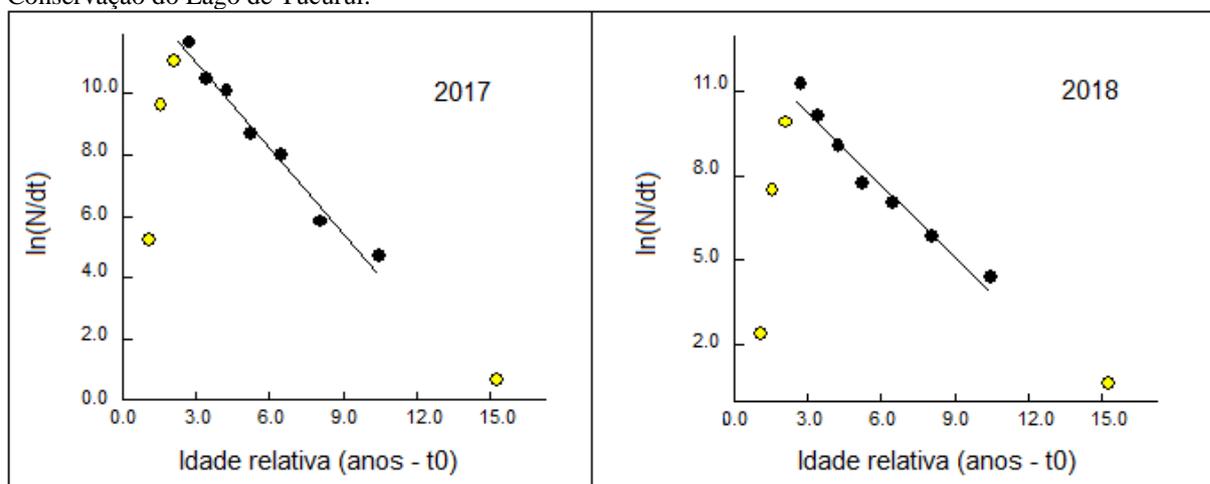
As taxas de mortalidade para a pescada-branca *P. squamosissimus* são apresentadas na Tabela 13. A Figura 17 representa os comprimentos convertidos em curvas de captura linearizadas para o cálculo da mortalidade total (Z) dos desembarques nas temporadas de pesca de 2017 e 2018. O declive da reta representada pela linha preta é uma estimativa da mortalidade total (Z), pode-se observar que o declive da reta de 2018 é quase o mesmo que o de 2017 verifica-se no caso da pescada-branca, em ambos os anos, que a mortalidade natural é maior que a mortalidade por pesca, indicando que algum outro fator, independente da pesca, pode estar pressionando a população dessa espécie.

Tabela 13. Estimativas dos parâmetros de mortalidade para a pescada-branca *P. squamosissimus* dos desembarques amostrados nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Espécie	Mortalidade natural (M) ano ⁻¹	Mortalidade total (Z) ano ⁻¹		Mortalidade por pesca (F) ano ⁻¹		Mortalidade por pesca na classe terminal (Ft) ano ⁻¹	
	2017/2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Pescada-branca	0,51	0,91	0,86	0,40	0,35	0,455	0,430

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 17. Comprimentos convertidos em curvas de captura linearizadas, dos desembarques amostrados da pescada-branca *P. squamosissimus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

Pesquisa realizada com *P. squamosissimus* no reservatório de Barra Bonita por Braga (1997) obteve as seguintes taxas para fêmeas: mortalidade natural (M) 0,47 ano⁻¹, mortalidade total (Z) 0,22 ano⁻¹ e mortalidade por pesca (F) 0,44 ano⁻¹ e para os machos verificou as seguintes taxas: mortalidade natural (M) 0,66 ano⁻¹, mortalidade total (Z) 0,82 ano⁻¹ e mortalidade por pesca (F) 0,16 ano⁻¹.

3.4.6 Taxas de exploração com base nas mortalidades para a pescada-branca

Os valores estimados para a taxa de exploração (E) da pescada-branca *P. squamosissimus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018 foram respectivamente, 0,455 e 0,430, um indicativo de que a espécie estava sendo explorada abaixo do nível ótimo sustentável que seria a taxa de exploração de 0,50. As análises de população virtual e do modelo preditivo de Thompson e Bell (1934) darão estimativas mais apuradas sobre as taxas de exploração do estoque pesqueiro dessa espécie.

3.4.7 Estrutura populacional e recrutamento para a pescada-branca

Os resultados da análise de população virtual (VPA) baseada em comprimento total para a pescada-branca *P. squamosissimus* indicam que a mínima mortalidade por pesca foi sentida nas duas temporadas de pesca 2017 e 2018 pela classe com tamanho médio de 12,5 cm. As maiores mortalidades por pesca ocorreram na classe com tamanho médio 27,5 cm em 2017 e 2018 (Tabela 14, Figura 18).

O recrutamento pesqueiro da pescada-branca *P. squamosissimus* se inicia na classe de 12,5 cm de comprimento total quando os menores indivíduos (juvenis) começam a ser capturados pela pesca, por outro lado o recrutamento biológico (quando 50% dos indivíduos da população atingem a primeira maturação sexual, ou seja, reproduzem pela primeira vez) ocorre conforme os resultados deste estudo com 24,54 cm, ou seja, na classe com tamanho médio de 22,5 cm de comprimento total, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí. Com o resultado da análise de população virtual da pescada-branca verifica-se que para os anos de 2017 e 2018, foram capturados 131.845 e 31.327 indivíduos imaturos da captura total, respectivamente.

Em relação à seletividade da rede de emalhar Barthem (1984) em estudo sobre a seletividade das redes de emalhar na pesca de espécies de peixes, em 10 localidades da Amazônia Oriental, verificou que a malha de 95 mm (comprimento entre nós opostos) apresentou um comprimento ótimo de captura de 35,5 cm para *P. squamosissimus*, e Mota, Rodrigues, Campos e Moraes (1984) em pesquisa sobre a captura seletiva, da mesma espécie, na represa de Bariri, rio Tietê, estado de São Paulo, verificaram que a malha de 90 mm (comprimento entre nós opostos) apresentou um comprimento ótimo de captura para a classe de comprimento de 30-34 cm, valores superiores ao tamanho de primeira maturação da pescada-branca, 24,54 cm obtido neste estudo.

Com relação à legislação vigente, cujo comprimento total (CT) mínimo permitido para a captura, o transporte, a comercialização, o beneficiamento e industrialização de indivíduos de pescada-branca é de 32 cm, conforme a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011.

A estimativa da biomassa em estado de equilíbrio, para o estoque da pescada-branca *P. squamosissimus*, foi consolidada, utilizando a relação peso-comprimento $W_t = 0,004 \times L_t^{3,3128}$ estimada neste estudo para sexos agrupados.

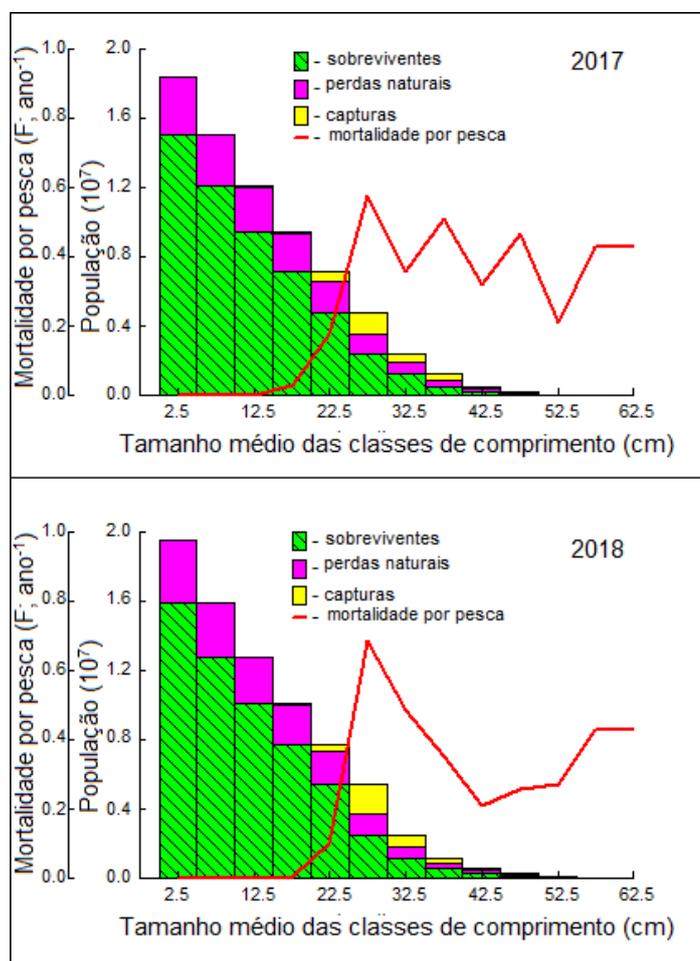
Tabela 14 - Estrutura populacional da pescada-branca *P. squamosissimus* com captura e população (número), mortalidade por pesca F (ano^{-1}) e biomassa no estado de equilíbrio (t), estimados pela VPA, obtidas para as temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Centro classe (cm)	2017				2018			
	Captura em número (N)	População em número (N)	Mortalidade por pesca (F) ano^{-1}	Biomassa no estado de equilíbrio (t)	Cap. em número (N)	Pop. em número (N)	Mort. por pesca (F) ano^{-1}	Bio. no est. de equilíbrio (t)
2,5	0	18.354.582	0,0000	6,31	0	19.473.158	0,0000	6,70
7,5	0	14.996.388	0,0000	104,88	0	15.910.307	0,0000	111,27
12,5*	1.471	12.041.247	0,0003	456,02	179	12.775.072	0,0000	483,84
17,5	130.373	9.469.212	0,0304	1.155,57	31.148	10.047.514	0,0068	1.233,34
22,5	609.840	7.149.956	0,1783	2.096,24	384.277	7.680.177	0,1025	2.298,60
27,5**	1.294.953	4.795.597	0,5750	2.669,32	1.674.055	5.382.971	0,6832	2.904,45
32,5	467.784	2.352.066	0,3588	2.679,18	632.586	2.459.163	0,4839	2.686,54
37,5	364.964	1.219.458	0,5116	2.350,92	254.670	1.159.926	0,3532	2.376,40
42,5	111.534	490.687	0,3174	1.750,96	84.333	537.504	0,2082	2.018,52
47,5	71.031	199.937	0,4678	1.092,66	54.208	246.570	0,2575	1.515,06
52,5	11.164	51.470	0,2078	538,34	23.050	84.992	0,2725	847,41
57,5	5.902	12.902	0,4300	466,25	8.603	18.806	0,4300	679,57
Total	3.069.016	71.133.502		15.366,65	3.147.109	75.776.159		17.161,70

Fonte: Dados da pesquisa

*Tamanho médio da classe com menor mortalidade por pesca (F), ** tamanho médio da classe com maior mortalidade por pesca (F).

Figura 18. Gráficos anuais das análises de população virtual (VPA) que mostra os sobreviventes, perdas naturais, capturas e mortalidade por pesca por classe de comprimento da pescada-branca *P. squamosissimus* obtidas para as temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

3.4.7 Captura máxima sustentável para a pescada-branca

Com a mortalidade por pesca de referência para 2017, ou seja, “f-fator” igual a 1, foi estimada uma captura de 355,33 toneladas, não obstante, a comparação deste valor estimado, com a totalização dos desembarques controlados (179,31 toneladas), ficou impedida uma vez que o monitoramento dos desembarques em 2017 não compreendeu toda a temporada de pesca (março a outubro), tendo sido realizado de abril a outubro.

A captura máxima sustentável para 2017 foi estimada em 356,34 toneladas, para uma biomassa de 3.076,65 toneladas, com um “f-fator” de mortalidade por pesca de 1,1 e taxa de exploração em 1,209. Os resultados do modelo de projeção indicam que a taxa de exploração ótima ($E = 0,5$), seria obtida com um “f-fator” de mortalidade por pesca próximo de 0,5, entretanto, com a redução do fator de mortalidade por pesca para “f-fator” 0,5, a captura máxima sustentável não seria atingida. O recomendado seria o aumento do esforço de pesca correspondente a 10% para atingir a captura máxima sustentável (Tabela 15).

Tabela 15. Estimativas das capturas máximas sustentáveis e “f-fator” correspondente para a pescada-branca *P. squamosissimus* nas temporadas de pesca de 2017, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Anos f-fator	2017		
	captura (t)	biomassa (t)	Taxa de exploração (E)
0,0	0,00	3076,65	0,000
0,1	107,39	2619,76	0,110
0,2	183,81	2258,04	0,220
0,3	238,43	1967,36	0,330
0,4	277,45	1730,64	0,440
0,5	305,20	1535,57	0,549*****
0,6	324,68	1373,06	0,659
0,7	338,07	1236,38	0,769
0,8	346,93	1120,38	0,879
0,9	352,40	1021,14	0,989
1,0*	355,33**	935,61	1,099
1,1***	356,34****	861,38	1,209
1,2	355,91	796,56	1,319
1,3	354,39	739,62	1,429
1,4	352,06	689,34	1,538
1,5	349,15	644,70	1,648
1,6	345,79	604,90	1,758
1,7	342,10	569,24	1,868
1,8	338,19	537,18	1,978
1,9	334,14	508,22	2,088
2,0	329,99	481,99	2,198
2,1	325,81	458,14	2,308
2,2	321,61	436,38	2,418
2,3	317,44	416,47	2,527
2,4	313,31	398,21	2,637
2,5	309,23	381,41	2,747
2,6	305,22	365,91	2,857
2,7	301,28	351,58	2,967
2,8	297,41	338,29	3,077
2,9	293,63	325,96	3,187
3,0	289,94	314,48	3,297
3,1	286,34	303,77	3,407
3,2	282,82	293,76	3,516
3,3	279,40	284,39	3,626
3,4	276,07	275,61	3,736
3,5	272,82	267,36	3,846
3,6	269,66	259,59	3,956
3,7	266,57	252,28	4,066
3,8	263,57	245,37	4,176
3,9	260,65	238,85	4,286
4,0	257,80	232,68	4,396

Fonte: Dados da pesquisa. *Nível de mortalidade por pesca “f-fator” base para o ano de 2017. **Captura estimada para o ano 2017. ***Nível de mortalidade por pesca que possibilitaria a captura máxima sustentável. ****Captura máxima sustentável. *****Taxa de exploração próximo da ótima.

Com a mortalidade por pesca de referência para 2018, ou seja, “f-fator” igual a 1, correspondendo ao esforço de pesca de 81.225.447 metro de rede-hora e 935.377 anzol-hora direcionados para a captura da pescada branca em 2018, foi estimada uma captura de 384,54 toneladas, 9,0% acima da captura obtida com a totalização dos desembarques controlados 352,63 toneladas, por outro lado a estimativa da captura máxima sustentável 386,90 toneladas (9,7% acima da captura obtida com a totalização dos desembarques controlados), seria obtida com um “f-fator”, mortalidade por pesca 1,2, ou seja, 20% maior que a mortalidade por pesca de referência para 2018.

Considerando que todos os principais portos de desembarques do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí foram monitorados (06 portos) em toda a temporada de pesca de 2018 e ainda que, podem ter ocorrido desembarques em locais não convencionais, que deixaram de ser monitorados (uma pequena parte da produção), pode ser que as diferenças entre as capturas estimadas pelo modelo de projeção de Thompson e Bell (1934) e a captura total sejam um pouco menores que as acima mencionadas.

Segundo o modelo, a captura máxima sustentável (386,90 toneladas) em 2018 estaria explorando apenas 11,8% da biomassa do estoque (3.264,15 toneladas). Os resultados do modelo indicam ainda que a taxa de mortalidade próximo da ótima ($E = 0,5$) seria atingida com uma mortalidade por pesca “f-fator” próximo de 0,4, entretanto, com a redução do fator de mortalidade por pesca para “f-fator” 0,4, a captura máxima sustentável não seria atingida. O recomendado seria o aumento do esforço de pesca correspondente a 20% para atingir a captura máxima sustentável (Tabela 16).

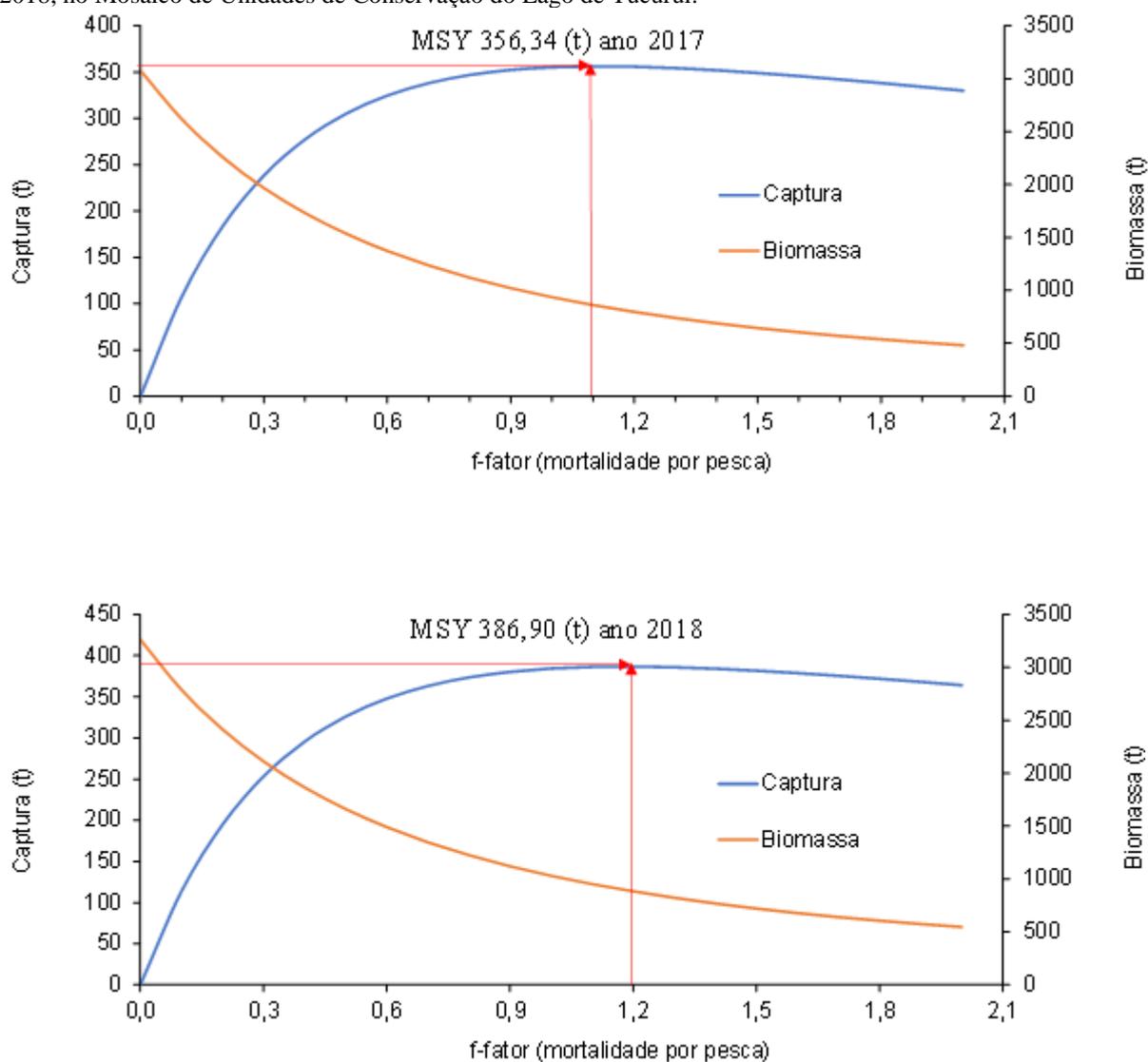
Os rendimentos biológicos máximos sustentáveis ou capturas máximas sustentáveis (MSY), projetados a partir dos anos analisados para a pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* são mostrados, na Figura 19.

Tabela 16. Estimativas das capturas máximas sustentáveis e “f-fator” correspondente para a pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* nas temporadas de pesca de 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Anos	2018		
f-fator	captura (t)	biomassa (t)	Taxa de exploração (E)
0,0	0,00	3264,15	0,000
0,1	113,45	2791,05	0,116
0,2	194,77	2415,59	0,233
0,3	253,39	2113,14	0,349
0,4	295,71	1866,26	0,465*****
0,5	326,17	1662,34	0,581
0,6	347,93	1492,08	0,698
0,7	363,22	1348,55	0,814
0,8	373,67	1226,47	0,930
0,9	380,48	1121,80	1,047
1,0*	384,54**	1031,40	1,163
1,1	386,51	952,78	1,279
1,2***	386,90****	883,98	1,395
1,3	386,07	823,42	1,512
1,4	384,33	769,83	1,628
1,5	381,92	722,17	1,744
1,6	378,98	679,58	1,860
1,7	375,65	641,36	1,977
1,8	372,04	606,93	2,093
1,9	368,23	575,78	2,209
2,0	364,29	547,50	2,326
2,1	360,27	521,74	2,442
2,2	356,22	498,21	2,558
2,3	352,15	476,64	2,674
2,4	348,11	456,81	2,791
2,5	344,10	438,54	2,907
2,6	340,13	421,66	3,023
2,7	336,22	406,03	3,140
2,8	332,37	391,52	3,256
2,9	328,59	378,02	3,372
3,0	324,88	365,44	3,488
3,1	321,26	353,68	3,605
3,2	317,71	342,68	3,721
3,3	314,26	332,37	3,837
3,4	310,88	322,68	3,953
3,5	307,58	313,57	4,070
3,6	304,36	304,99	4,186
3,7	301,22	296,89	4,302
3,8	298,15	289,23	4,419
3,9	295,16	281,99	4,535
4,0	292,24	275,13	4,651

Fonte: Dados da pesquisa. *Nível de mortalidade por pesca “f-fator” base para o ano de 2018. **Captura estimada para o ano 2018. ***Nível de mortalidade por pesca que possibilitaria a captura máxima sustentável. ****Captura máxima sustentável. *****Taxa de exploração ótima.

Figura 19. Capturas máximas sustentáveis (MSY) (toneladas) projetadas com base na estrutura populacional em relação aos “f-fatores” para a pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da Pesquisa

3.5 Conclusão

Para a espécie estudada, *P. squamosissimus*, os resultados demonstraram que: Através da distribuição de classes de comprimento, verifica-se que as maiores capturas estão nas classes com tamanho abaixo dos 32 cm que é o tamanho mínimo permitido para a captura. O recrutamento ocorre durante o ano inteiro. E a taxa de exploração (E) 0,455 e 0,430 revela que a espécie está em níveis de exploração abaixo do valor considerado ótimo sustentável que seria a taxa de exploração de 0,50.

Através do modelo de projeção (THOMPSON; BELL, 1934), baseado em comprimentos, considerando que as taxas de mortalidades, obtidas na análise para 2018, sejam aumentadas em até 20%, foi estimado rendimento anual para o estoque da pescada-branca *P. squamosissimus* de 386,90 toneladas, retirados de uma biomassa de 3.264,15 toneladas, explorando 11,8% do estoque. Segundo essas projeções, a taxa de mortalidade por pesca atual se encontra abaixo do limite máximo sustentável.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO A. A.; JÚLIO-JÚNIOR, H. F. Ameaça ecológica, peixes de outras águas. **Nupelia - PEA**, Maringá, v. 124, p. 36-44, 1996.
- ANDRADE, H.A. Standardized catch rates of albacore (*Thunnus alalunga*) caught by the brazilian fleet (1978-2010) using generalized linear mixed models (GLMM) delta log approach. **Collective Volume of Scientific Papers**, Califórnia, v. 66, p. 615-631, 2012.
- BARANOV, F. I. On the question of the biological basis of fisheries, on the question of the dynamics of the fishing industry. **Institute for Scientific Ichthyological Investigations, Proceedings**, Moscow, v. 1, p. 81-128, 1918.
- BARTHEM, R. B. Pesca experimental e seletividade de redes de espera para espécies de peixes amazônicos. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 1, n. 1, p. 57-88. 1984.
- BOLGER, T.; CONNOLLY, P.L. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. **Journal Fish Biology**, v. 34, n. 2, p. 171- 182, 1989. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x>. Acesso em: 30 de nov. 2019.
- BRAGA, F. M. S. Biologia reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei, Sciaenidae) na represa de Barra Bonita, rio Piracicaba (SP) **Revista UNIMAR**, Marília, v. 19, n. 2, p. 447-460. 1997.
- BRAGA, F. M. S. Estudo entre fator de condição e relação peso-comprimento para alguns peixes marinhos. **Revista Brasileira Biologia**, Rio de Janeiro, v. 46, n. 02, p. 339-346, 1986.
- BRASIL, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 agosto 2011.
- CADDY, J. F.; MAHON, R. **Reference points for fisheries management**. FAO Fisheries Technical Paper 347. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 83 p.
- CARVALHO, I. F. S.; CANTANHÊDE, L. G.; SANTOS, N. B.; CARVALHO, R. N. F.; ALMEIDA, Z. S. Biologia Reprodutiva de *Plagioscion squamosissimus* (pisces, sciaenidae) em uma área de proteção ambiental do Nordeste do Brasil. **Boletim Instituto Pesca**, São Paulo, v. 43, p. 243-256, 2017.
- CASATTI, L. Revision of the South American freshwater genus *Plagioscion* (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). **Revista Zootaxa**, São Paulo, v. 1080, p. 39-64, 2005.
- CASTRO, A. C. L. Idade e crescimento de *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Acanthopterygii, Sciaenidae) do reservatório de Barra Bonita-SP, através da estrutura dos otólitos. **Acta Scientiarum**, v. 20, p. 79-184, 1998.
- CRUZ, J. A.; MOREIRA, J. A.; VERANI, J. R.; GIRARDI, L.; TORLONI, C. E. C. **Levantamento da ictiofauna e aspectos da dinâmica de populações de algumas espécies do reservatório de Promissão-SP**. São Paulo: CESP, 1990. 78 p.
- CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará, (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta amazônica**, Manaus, v. 35, p. 85-92. 2005.
- DOURADO, O. F. A seletividade do galão (gill-net) para a pescada-do-piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel), no açude público “Arrojado Lisboa” (Quixadá, Ceará, Brasil). **Boletim técnico do DNOCS**, Ceará, v. 34, p. 67-77, 1976.

FABRÉ, N. N.; SAINT-PAUL, U. Annulus formation on scales and seasonal growth of the Central Amazonian anostomid *Schizodon fasciatus*. **Journal of Fish Biology**, v. 53, p. 1-11, 1998. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00103.x>. Acesso em: 30 de nov. 2019.

FEITOZA, L. A.; OKADA, E. K.; AMBRÓSIO, A. M. Idade e crescimento de *Pterodoras granulosus* (Valenciennes, 1833) (Siluriformes, Doradidae) no reservatório de Itaipu, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 16, p. 47-53, 2004.

FONTENELE, O.; PEIXOTO, J. T. Análise dos resultados de introdução da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), nos açudes do Nordeste. **Boletim Técnico DNOCS**, Ceará, v. 36, p. 85-112, 1978.

GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide**: Computerized Information Series Fisheries, FAO, Roma, 1996. 186 p.

GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **Stock Assessment Tools II (FiSAT II)**: Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). Nº 8, Revised Version. Rome. 2005. 168 p.

GIARRIZZO, T.; OLIVEIRA, R. R. S.; ANDRADE, M. C.; GONÇALVES, A. P.; BARBOSA, T. A. P.; MARTINS, A. R.; MARQUES, D. K.; SANTOS, J. L. B.; FROIS, R. P. S.; ALBURQUERQUE, T. P. O.; MONTAG, L. F. A.; CAMARGO, M.; SOUSA, L. M. Length-weight and length-length relationships for 135 fish species from the Xingu River (Amazon Basin, Brazil). **Journal Applied Ichthyology**. v. 31, p. 415-424, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14390426>. Acesso em 12 maio. 2019.

GONZÁLEZ, A.; MENDOZA, J.; AROCHA, F.; MARQUEZ, A. Crecimiento de la curvinata de río, *Plagioscion squamosissimus*, en el Orinoco medio. **Zootecnia tropical**, Maracay, v.23, p. 1-16, 2005.

GRANADO-LORENCIO, C.; ARAUJO-LIMA, C. R. M.; LOBÓN-CERVIÁ, J. Abundance - distribution relationships in fish assembly of the Amazonas floodplain lakes. **Ecography**, v. 28, p. 515-250, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.0906-7590.2005.04176.x/>. Acesso em 12 dez. 2019.

GRIMES, C. B. Age, growth, and length-weight relationship of vermilion snapper, *Rhomboplites aurorubens*, from North Carolina and South Carolina Waters. **Trans. Am. Fish. Soc.**, v. 107, p. 454-456, 1978. Disponível em: <https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/>. Acesso em 02 fev. 2019. Acesso em 02 fev. 2019.

HADDON, M. **Modelling and quantitative methods in fisheries**. 2. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC, 2011. 465 p.

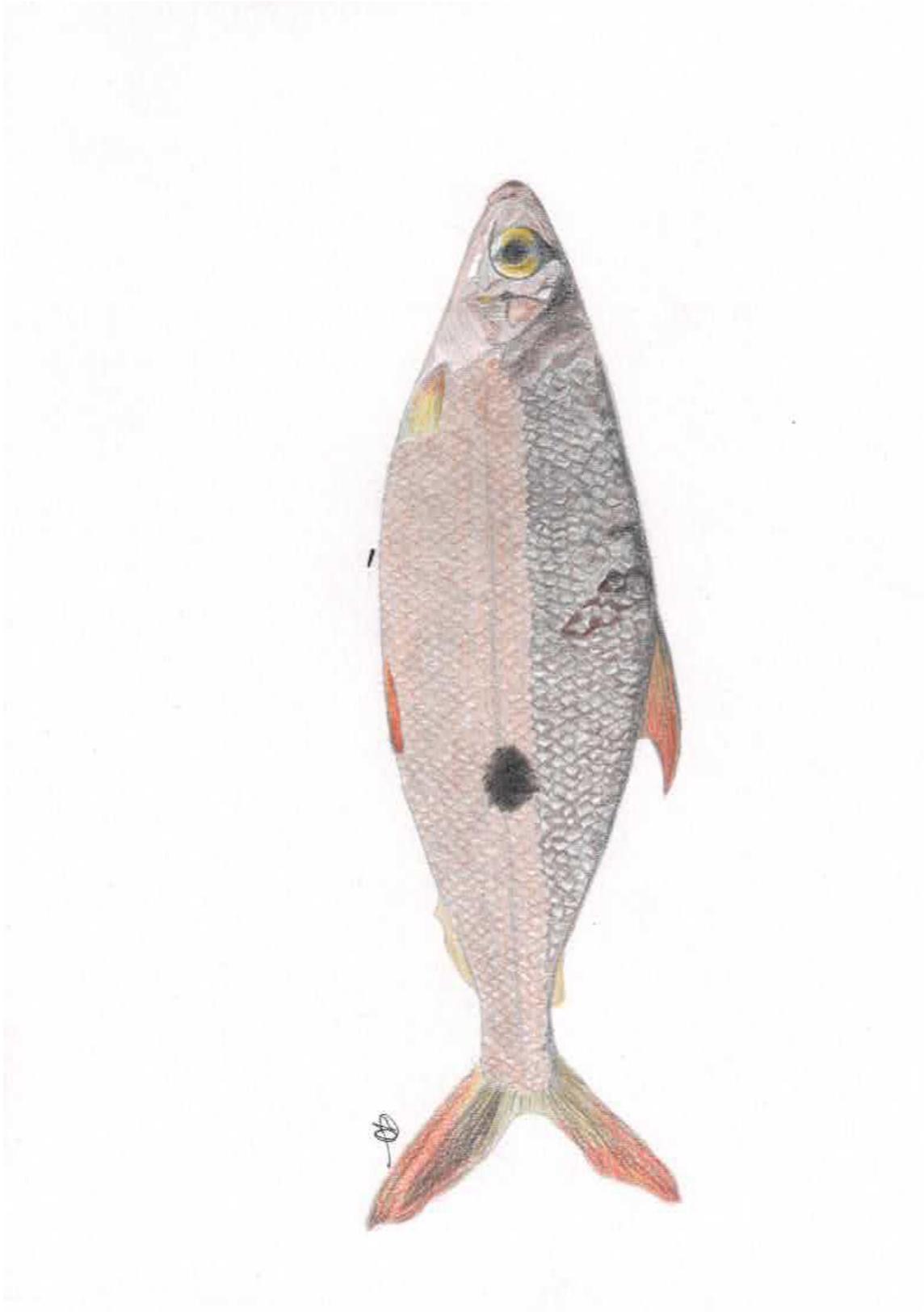
ISAAC, V.J.; SANTO, R.V.E.; BENTES, B.; FRÉDOU, F.L.; MOURÃO, K.R.M.; FRÉDOU, T. An interdisciplinary evaluation of fishery production systems off the State of Pará in north Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, Berlin, v. 25, p. 244-255, 2009.

JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; ANDRADE, J. A. C. O desembarque de pescado na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil, 2001-2005. *In: Comitê Brasileiro de Barragens XXVII seminário nacional de grandes barragens*, 2007, Belém-PA. p. 1- 13.

- JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; LUDOVINO, R. M. R. A pesca na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, Belém, v. 4, n. 1, p. 77-88, 2004.
- JURAS, A. A.; ROCHA, J. C.; CINTRA, I. H. A. Relação peso/comprimento da pescada-branca, *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí - Pará. **Boletim Técnico Científico do CEPNOR**, Belém, v. 5, p. 105-113, 2005.
- KING, M. **Fisheries biology, assessment and management**. 2nd. Oxford: Wiley-Blackwell, 2007. 400 p.
- LOUBÉNS, G. Biologie de *Plagioscion squamosissimus* (Teleostei – Sciaenidae) dans le bassin du Mamoré (Amazonie Bolivienne). **Ict. Exp. Freshwaters**, Germany, v. 14, p. 335-352, 2003.
- MACIEL, H. M. **Reprodução de espécies de peixes em lago de várzea, Manacapuru, AM**. 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) - Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2010.
- MARTINS, R. R. M. A. R.; SCHWINGEL, P. R. Distribuição e abundância de *Narcine brasiliensis* (Olfers, 1931) (Elasmobranchii, Narcinidae) no litoral norte do Estado de Santa Catarina, Brasil. **Panamjas**. v. 4, p. 423-435; 2009.
- MENON, M. D. The determination of age and growth of fishes of tropical and sub-tropical waters. **Journal of the Bombay Natural History Society**, India, v. 51, p. 623-635, 1953.
- MUÑOZ S. D. L. Estimación de edad y crecimiento en la "pacora" *Plagioscion surinamensis* (Bleeker, 1873) por medio de la comparación de los métodos de análisis de distribución de frecuencias y las marcas en escamas y otolitos. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 22, p.369-380, 1992.
- MOTA, A.; RODRIGUES, J. D.; CAMPOS, E. C.; MORAES, M. N. Captura seletiva da pescada do Piauí, *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Osteichthyes, Scianidae) com redes de emalhar, na represa de Bariri, rio Tietê, estado de São Paulo, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 11, p. 13-23, 1984.
- NOMURA H.; OLIVEIRA, C. H. Idade e crescimento da pescada-do- Piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel) (Osteichthyes, Scianidae) do Açude Amanari (Maranguape, Ceará). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 23, p.191-197, 1976.
- PAIVA, M.P; ANDRADE-TUBINO, M.F. Distribuição e abundância de peixes bentônicos explorados pelos linheiros ao largo do Sudeste do Brasil (1986-1995). **Revista Brasileira de Biologia**. Rio de Janeiro, v. 58, p. 619-632, p.1998.
- PAULY, D.; MUNRO, J. L. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte**, v. 2, n. 1, p. 21, 1984.
- PAULY, D.; DAVID, N. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, Berlin, v. 28, n. 4, p. 205-211, 1981.
- PAULY, D. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. **Documento Técnico de Pesca**, Rome, v. 49, 1983. 234 p.
- PAULY, D. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. **ICLARM**, Filipinas, v. 13, p. 7-34, 1987.
- PETRERE-JÚNIOR, M.; AGOSTINHO, A. A.; OKADA, E. K.; JÚLIO, H. F. JR. Review of the fisheries in the Brazilian portion of the Paraná/Pantanal basin. *In*: COWX, I. G. **Management and Ecology of Lake and Reservoir Fisheries**, 2002. p. 123-143.

- QUINN-II, T. J.; DERISO, R. B. **Quantitative fish dynamics**. New York: Oxford University Press, Inc., 1999. 542 p.
- RICKER, W. E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin Fisheries Resources Board Canadian**, Canada, v.19, p.1-382, 1975.
- RIBEIRO, A. C.; HAUSER, M.; NOGUEIRA, L. D.; DORIA, C. R. C.; TORRENTE-VILARA, G. Length–weight relationships of fish from Madeira River, Brazilian Amazon, before. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, p.939-945, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14390426>. Acesso em 12 maio. 2017.
- ROCHA, J. C.; JURAS, A. A.; CINTRA, I. H. A.; SOUZA, R. F. C. A reprodução da Pescada-branca *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (perciformes: sciaenidae) no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). **Boletim Técnico-Científico do CEPNOR**, Belém, v. 6, p. 49-60, 2006.
- SANTOS, N. C. L.; MEDEIROS, T. N.; ROCHA, A. A. F.; DIAS, R. M.; SEVER, W. Uso de recursos alimentares por *Plagioscion squamosissimus* - piscívoro não nativo no Reservatório de Sobradinho-Ba, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 40, p. 397-408, 2014.
- SILVA, S. L. F.; SILVA, L. M. A.; CORDEIRO, A. N.; PINHEIRO, M. B. Relação peso-comprimento da pescada branca, *Plagioscion squamosissimus* Heckel, 1840 (Perciformes, Sciaenidae) desembarcada no município de Oiapoque. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 7, p. 38-40, 2017.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, n. 306.1, Roma: FAO, 1998.
- STEFANI, P. M.; ROCHA, O. Diet composition of *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840), a fish introduced into the Tietê River system. **Brazilian Journal Biology**, São Carlos, v. 69, p. 805-812, 2009.
- TORLONI, C. E. C.; SANTOS, J. J.; CARVALHO, A. A.; CORREA, A. R. A. A pescada-do-Piauí *Plagioscion squamosissimus* (Heckel, 1840) (Osteichthyes, Perciformes) nos reservatórios da CESP. **Série Pesquisa e Desenvolvimento**, São Paulo, v. 84, p. 1-23, 1993.
- THOMPSON, W. F.; BELL, F. H. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. **Report of the International Fisheries Commission**, Unknown Binding, v. 8, p. 8-49, 1934.
- VON-BERTALANFFY, L. Untersuchungen über die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie: Mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. **Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen**, v. 131, n. 4, p. 613-652, 1934.

Figura 20: Jatuarana-escama-grossa *Hemiodus unimaculatus* (BLOCH, 1794)



4 PARÂMETROS DE CRESCIMENTO, TAXA DE EXPLORAÇÃO E AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DA ESPÉCIE *HEMIODUS UNIMACULATUS* (BLOCH, 1794), NO RESERVATÓRIO DA UHE DE TUCURUÍ NO BAIXO RIO TOCANTINS

RESUMO

A jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) é uma espécie importante para a pesca comercial do rio Tocantins e esta dentre as principais espécies desembarcadas no município de Tucuruí. Os valores estimados para os parâmetros de crescimento e de mortalidade da *H. unimaculatus*, proveniente do monitoramento pesqueiro no reservatório da UHE de Tucuruí, durante o período 2017-2018, obteve $k = 0,65$ e $L_{\infty} = 44,63$ cm, através do programa ELEFAN I. Para o cálculo da taxa de mortalidade natural (M) utilizou-se método de Pauly (FISAT II) e a taxa de exploração foi realizada através da equação de Baranov (1918). O resultado encontrado para $(M) = 1,22$ e as taxas de exploração (E) = 0,65 e 0,70 respectivamente para 2017 e 2018 indicam que a jatuarana estava em níveis de exploração muito acima do valor considerado ótimo (E em torno de 0,5). A VPA indica que a mortalidade mínima ocorreu nas classes de 12,5 cm para 2017 e 2018 respectivamente. O modelo de Thompson e Bell demonstrou que captura máxima sustentável (MSY) estimada em 2017 e 2018 foi respectivamente de 53,87 e 78,44 toneladas.

Palavras-chave: estoque pesqueiro; sobrepesca; ordenamento pesqueiro.

ABSTRACT

The jatuarana *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) is an important species for commercial fishing in the Tocantins River and is one of the main species landed in the municipality of Tucuruí. The estimated values for the growth and mortality parameters of *H. unimaculatus*, from fishing monitoring in the Tucuruí HPP reservoir, during the period 2017-2018, obtained $k = 0.65$ and $L_{\infty} = 44, 63$ cm, using the ELEFAN I program. For the calculation of the natural mortality rate (M), the Pauly method (FISAT II) was used and the exploitation rate was performed using the Baranov equation (1918). The result found for $(M) = 1.22$ and the exploration rates (E) = 0.65 and 0.70 respectively for 2017 and 2018 indicate that the jatuarana was at exploration levels well above the value considered optimal (E in around 0.5). The VPA indicates that the minimum mortality occurred in the 12.5 cm classes for 2017 and 2018 respectively. The Thompson and Bell model demonstrated that the maximum sustainable catch (MSY) estimated in 2017 and 2018 was 53.87 and 78.44 tons, respectively.

Keywords: fishing stock; overfishing; fishing planning.

4.1 Introdução

Os peixes amazônicos possuem estratégias notáveis para se adaptarem às alterações sazonais nos diversos ambientes que habitam, compreender estas adaptações é crucial para o entendimento do comportamento dos mesmos e, conseqüentemente, para a definição de políticas públicas de manejo da pesca (TRINDADE, 2012). Algumas pesquisas foram realizadas na região do baixo rio Tocantins, sobre a pesca e a biologia pesqueira, dentre estes: Cintra (2009), sobre a pesca; Pinheiro (2011) sobre aspectos reprodutivos; Pinheiro, Cintra, Silva e Souza (2015) sobre avaliação do desembarque e Martins, Cintra e Sarpedonti (2017) sobre a seletividade da rede malhadeira. Apesar da relevância das informações geradas por estes estudos, ressalta-se ainda a necessidade de estudos detalhados sobre os estoques pesqueiros que abastecem a região, sobretudo por meio da geração dos parâmetros populacionais e avaliação dos estoques pesqueiros.

Por isso, conhecer os aspectos relacionados à reprodução, crescimento e estrutura das populações, torna-se primordial para entendimento biológico e da autoecologia das espécies de peixes (BARBIERI; BARBIERI; MARINS, 1981). O recrutamento, assim como a manutenção de populações biológicas, reflete o sucesso reprodutivo de uma espécie. Modificações no habitat podem causar, por anos consecutivos, falhas na reprodução, levando ao decaimento ou até mesmo a extinção dos estoques naturais (BARTHEM; RIBEIRO; PETRERE-JÚNIOR, 1991; AGOSTINHO; MATSUURA; OKADA; NAKATANI, 1995; RIBEIRO; PETRERE-JÚNIOR; JURAS, 1995).

Dentre os métodos utilizados para análise de estoques, pode-se destacar o modelo analítico Beverton & Holt (1957), requer dados de recrutamento e mortalidade e o modelo de produção de Shaefer (1954; 1957), requer dados de captura por unidade de esforço (CPUE). A avaliação de estoques pode ser descrita como a procura de medidas que visem à exploração sustentável de importantes recursos naturais (FONTELES-FILHO, 2011).

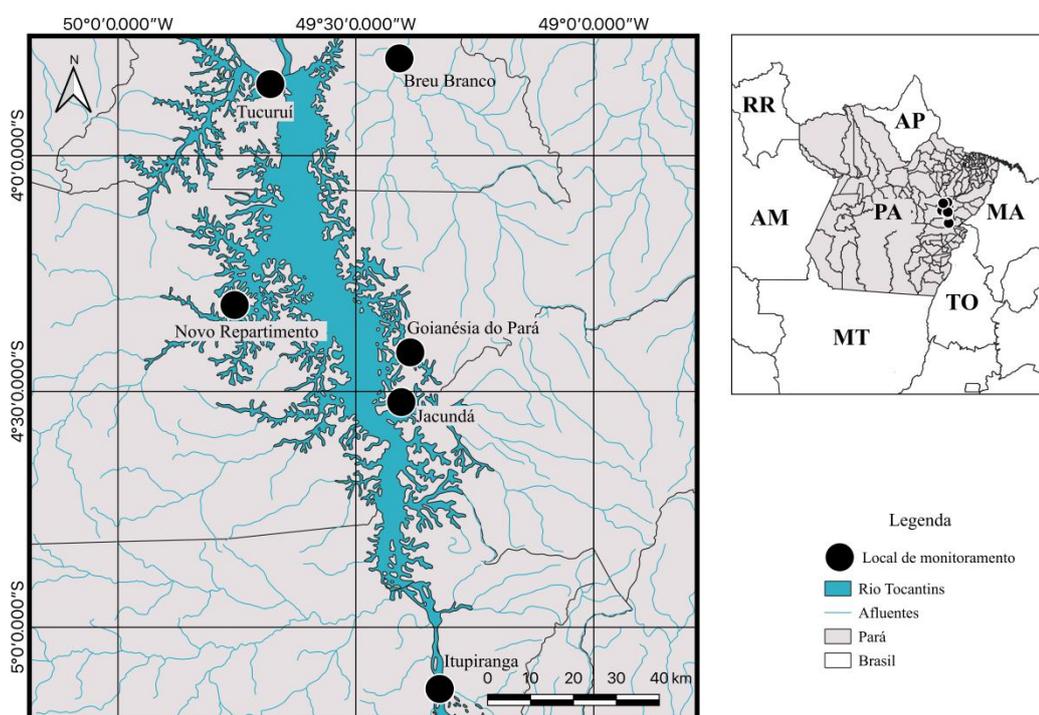
Considerando a falta de informações sobre os parâmetros de crescimento e avaliação do estoque da espécie *H. unimaculatus* na área de influência da UHE Tucuruí, a presente pesquisa foi proposta com a finalidade de contribuir para o conhecimento da biologia da espécie *H. unimaculatus* no baixo rio Tocantins, no estado do Pará, onde investigou-se comprimentos assintótico, taxa de crescimento, mortalidade, taxa de exploração (E), recrutamento e a captura máxima sustentável (MSY). Contribuindo assim para a compreensão da dinâmica da mesma, após tantos anos de represamento.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado na área intitulada Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuuruí, que abrangem os municípios de Tucuuruí, Breu Branco, Goianésia do Pará, Novo Repartimento, Jacundá e Itupiranga, região onde está localizado o lago da UHE Tucuuruí (Figura 21).

Figura 21 - Mapa com a localização dos portos de desembarque monitorados no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuuruí.



Fonte: Sávio Guerreiro, 2020

4.2.2 Dados Utilizados

Os dados de desembarque pesqueiro foram obtidos através do projeto pelo Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará - Ideflor-bio, e a empresa Greentec Consultoria e Planejamento Agroflorestal e do Meio Ambiente Ltda em parceria com a Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Os dados de desembarque foram obtidos em 2017 (março a outubro) e 2018 (fevereiro a outubro), juntamente com amostras diárias de comprimento total (CT). Todos os exemplares amostrados foram provenientes da pesca profissional artesanal realizada nos municípios a montante da Usina Hidrelétrica de Tucuuruí.

4.3 Análise dos Dados

4.3.1. Parâmetros de crescimento

A partir das distribuições de frequências de comprimento total (CT) das espécies foram estimados o comprimento mínimo ($L_{\text{mín}}$), comprimento máximo ($L_{\text{máx}}$), comprimento médio ($L_{\text{méd}}$) e desvio padrão (DP).

Para estimar os parâmetros de crescimento, por meio da análise de frequências de comprimentos e procurando sempre obter o melhor ajuste, foram utilizadas as rotinas do “k Scan” dos programas “ELEFAN I” (Análise Eletrônica de Frequências de Comprimento) (PAULY; DAVID, 1981; PAULY, 1987) e SLCA (Shepherd’s Length Composition Analysis) de Shepherd (1987), ambas rotinas incluídas no pacote FISAT II (FAO-ICLARM Stock Assessment Tools) (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Para estimar os parâmetros de crescimento através das rotinas “k Scan” dos programas, foi necessário inserir o nome da espécie, unidade de medida, menor comprimento, intervalo de classes e uma série temporal de dados de frequências de comprimento. Assim foi obtido o comprimento máximo assintótico (L_{∞}) e a taxa ou constante de crescimento individual (k). O parâmetro ϕ' , o índice de desempenho de crescimento, foi calculado como $\phi' = \text{Log}(k) + 2\text{Log}(L_{\infty})$ (PAULY; MUNRO, 1984).

O modelo matemático proposto por Von Bertalanffy (1934) foi utilizado para representar a curva de crescimento, quando: $L_t = L_{\infty}[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ onde, L_t = comprimento dos indivíduos com idade t ; L_{∞} = comprimento máximo assintótico ou máximo teórico; k = taxa ou constante de crescimento individual; t = idade dos indivíduos e t_0 = constante matemática definida para condição. O parâmetro t_0 foi considerado zero porque é uma correção matemática para o ajuste da curva, não apresentando valor biológico (SPARRE; VENEMA, 1998).

A relação peso-comprimento descreve as modificações no peso do corpo de acordo com o aumento no comprimento pela expressão: $W_t = a \times L_t^b$ em que, W_t é o peso total, L_t é o comprimento total, “a” é uma constante e “b” é a inclinação.

4.3.2 Padrões de recrutamento

A distribuição de frequência de classes de comprimento e os parâmetros de crescimento estimados para cada espécie foram utilizados para identificar o número de pulsos de recrutamento por ano e avaliar a importância relativa destes quando comparados entre si, por meio da rotina incluída no FISAT II (GAYANILO-JUNIOR; SPARRE; PAULY, 1996, 2005).

Esta rotina reconstrói os pulsos de recrutamento de uma série temporal de dados de frequências de comprimento para determinar o número de pulsos por ano e a força relativa de cada pulsação.

Os resultados gerados por esta rotina devem ser tratados como aproximações, porque, ao fazer afirmações sobre o número de pulsos anuais e sobre a sua força relativa, este modelo baseia-se em dois pressupostos que raramente são cumpridos na realidade: (i) todos os peixes na amostra crescem como descrito por um único conjunto de parâmetros de crescimento e (ii) um mês de doze sempre tem zero de recrutamento. Ao usar dados reestruturados, o espalhamento temporal diminui e, portanto, provavelmente, reflete melhor a sazonalidade real do recrutamento.

4.3.3 Equação da mortalidade natural (M) de Pauly

A mortalidade natural foi obtida pela aplicação do seguinte método proposto por Pauly (1983) para peixes: $\ln(M) = -0.0152 - 0.279 \ln(L_{\infty}) + 0.6543 \ln(k) + 0.463 \ln(T)$. Onde: T = temperatura média anual na superfície da água em °C do local onde houve a captura.

4.3.4 Cálculo da mortalidade total (Z) a partir curva de captura linearizada

Este método usa a equação de crescimento de Von Bertalanffy para converter comprimentos em idades. Esta análise foi executada no FISAT II considerando que o crescimento não apresenta oscilações anuais, ou seja, $C = 0$. O conjunto de rotinas incluídas aqui assume que as amostras de frequências de comprimento que estão disponíveis, representam uma população no estado de equilíbrio.

4.3.5 Cálculo da mortalidade por pesca (F) e mortalidade por pesca na classe terminal (Ft)

O coeficiente de mortalidade por pesca (F) foi estimado como a diferença entre a taxa instantânea de mortalidade total (Z) e a taxa instantânea de mortalidade natural (M): $F = Z - M$. A mortalidade da classe terminal (Ft) para *H. unimaculatus* foi estimada como 0,50 Z para cada ano analisado.

4.3.6 Estimativa da taxa de exploração com base nas mortalidades

A estimativa da taxa de exploração foi obtida a partir da “equação de captura” (ou “equação de Baranov”), sob a suposição de que F e M são constantes (e assim Z é constante para cada temporada de pesca) entre as idades t_1 e t_2 (BARANOV, 1918). A fracção de mortes causadas pela pesca, F/Z , é chamada “taxa de exploração” (E). Uma vez estimados os valores de M e F, a taxa de exploração pode ser calculada. Esta taxa permite uma avaliação aproximada da condição de exploração do estoque, assumindo que o valor ótimo de Taxa de Exploração (E) seja aproximadamente igual a 0,5 (PAULY, 1983).

4.3.7 Análise de população virtual (VPA)

A análise de população virtual (VPA) calcula o número de indivíduos sobreviventes em cada coorte para cada ano anterior sendo cada coorte analisada separadamente. A VPA se baseia em uma relação muito simples para cada coorte:

$$N_{x,t} = N_{x+1, t+1} + C_{x,t} + M_{x,t} \quad (1)$$

Onde:

$N_{x,t}$ é o número de indivíduos no início da idade x no ano t ;

$N_{x+1, t+1}$ é o número de indivíduos no início da idade $x + 1$ no ano $t + 1$;

$C_{x,t}$ é a captura dos indivíduos com idade x no ano t ;

$M_{x,t}$ é a mortalidade natural dos indivíduos com idade x no ano t .

Para cada coorte, o problema central que a VPA procura resolver pode ser esquematizado da seguinte forma:

1. Conhecendo o vetor de capturas em número, C_C , efetuadas sobre cada idade da coorte:

$$C_C = [C_x, C_{x+1}, C_{x+2}, \dots] \quad (2)$$

Onde x corresponde à primeira idade recrutada

2. Conhecendo a taxa de mortalidade natural, o vetor M_c :

$$M_c = [M_x, M_{x+1}, M_{x+2}, \dots] \quad (3)$$

3. Pretende-se conhecer o vetor com o número de indivíduos no início de cada idade da coorte:

$$N_c = [N_x, N_{x+1}, N_{x+2}, \dots] \quad (4)$$

4. Pretende-se conhecer e o vetor de mortalidade por pesca de cada idade que foi aplicado à coorte:

$$F_c = [F_x, F_{x+1}, F_{x+2}, \dots] \quad (5)$$

Ainda que o problema central da VPA seja equacionado em termos de uma coorte, a sua resolução para todas as coortes que compõem um estoque ao longo do tempo, a partir da matriz de capturas C , permitirá estimar a composição demográfica do estoque no passado e o regime de exploração a que esteve sujeito em cada ano, isto é, as matrizes:

$$N = [N_{x+t}] \text{ e } F = [F_{x,t}] \quad (6)$$

Onde $F_{x,t}$, é a taxa de mortalidade por pesca da idade x no ano t .

Para o cálculo da evolução em peso da coorte, isto é, da sua biomassa, tem-se que levar em consideração o crescimento individual dos indivíduos sobreviventes. No caso dos peixes, a maior parte das equações que têm sido utilizadas para representar matematicamente o seu crescimento em peso (RICKER, 1975; KING, 2007; HADDON, 2011) pressupõe que esse crescimento é bem descrito por uma curva do tipo sigmoide.

A biomassa da coorte, em um determinado instante de tempo, obtém-se multiplicando o número de indivíduos sobreviventes nesse instante pelo peso médio individual destes indivíduos. Assim, a biomassa da coorte no início da idade x , B_x , é dada por:

$$B_x = N_x \times W_x \quad (7)$$

Onde W_x é o peso médio individual no início da idade x . Para calcular a biomassa média da coorte na idade x , B_x , o cálculo é efetuado utilizando o número médio de indivíduos na idade x e o peso médio na idade x , ou seja:

$$\overline{Bx} = \overline{Nx} \times \overline{Wx} \quad (8)$$

Uma conclusão importante deste resultado é que a VPA é um método particularmente preciso para estoques pesadamente explorados. Nestes estoques, a mortalidade por pesca das idades mais velhas é em geral alta. Ao fim de poucos passos de retrocálculo iniciado em $x = ter$, o valor de F_{acumul} é já suficientemente alto para garantir alta precisão dos valores estimados de F_x e N_x . Foi utilizado o pacote FISAT II para as análises de população virtual baseada em comprimentos.

4.3.8 Aplicação do modelo de projeção de Thompson e Bell

No modelo de Thompson e Bell (1934), os valores de mortalidade (F_i/Z_i) por classe de comprimento (L_i), estimados pela análise de população virtual, foram utilizados para prognosticar a captura e o tamanho do estoque (N) sob diferentes regimes de exploração (SPARRE; VENEMA, 1998). Esses diferentes regimes de exploração ou cenários foram obtidos pela multiplicação de fatores (f) aos valores de mortalidade por classe de comprimento:

O peso médio da classe “mais” foi dado pela equação.

$$N(L_{i+1}) = N(L_i) \times e^{-Z_{ix}\Delta x_i} \quad (9)$$

$$\Delta x_i = \frac{1}{k} \times \ln \frac{L_{\infty} - L_i}{L_{\infty} - L_{i+1}} \quad (10)$$

$$z_i = f \times F_i + M \quad (11)$$

O modelo de Thompson e Bell (1934) assim como a análise de população virtual presume o crescimento e mortalidade natural (M) constante e também utiliza a função de crescimento de von-Bertalanffy (1934).

Os comprimentos assintóticos, coeficientes de crescimento e de mortalidade natural foram os mesmos utilizados na análise de população virtual e o fator (f) foi igual para as diferentes classes de comprimento.

Foram traçadas projeções de rendimentos a diferentes estratégias de gerenciamento, isto é, diminuição ($f < 1$) ou aumento do esforço ($f > 1$), e pontos de referência para o manejo dos recursos foi obtido dessas projeções. Foi determinado um ($f_{máxr}$), fator de máximo rendimento, e um fator de equilíbrio (f_{eq}) onde o ganho marginal de rendimento é igual a 10% do ganho marginal em $f = 0$ (ausência de pesca). O (f_{eq}) foi derivado do conceito de $F_{0,1}$ e F_{eq} dos modelos de rendimento por recruta e de excedente de produção (QUINN-II; DERISO, 1999), podendo

ser considerado como um ponto de referência biológica alvo, enquanto o ($f_{\text{máxr}}$) é um ponto de referência biológica limite (CADDY; MAHON, 1995). Foi utilizado para as análises de Thompson e Bell (1934), baseada em comprimentos, o pacote FISAT II.

4.4 Resultados e Discussões

4.4.1 Distribuição das classes de comprimento da pescada-branca

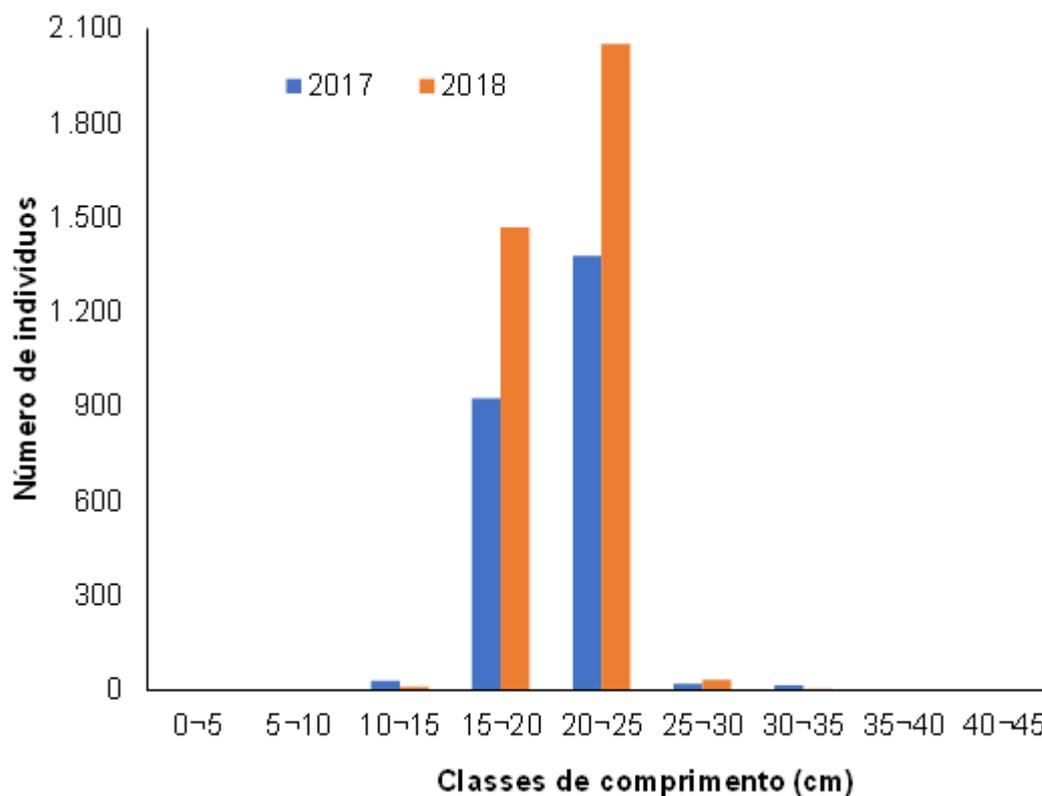
Foram coletados 5.963 exemplares de jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, as estatísticas descritivas das medidas de comprimento são apresentadas na Tabela 17. As classes de comprimento mais abundantes para a jatuarana-escama-grossa foram de 15-20 e 20-25 cm em ambos os anos (Figura 22).

Tabela 17. Estatística descritiva das medidas de comprimento total (cm) da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nas capturas amostradas, das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuçuí.

Espécie	L _{mín} (cm)	L _{máx} (cm)	L _{méd} (cm)	DP(cm)
Jatuarana-escama-grossa	11	45	20,99	±2,04

Fonte: Dados da pesquisa

Figura 22. Distribuição das classes de comprimento (cm) da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nas capturas amostradas das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuçuí.



Fonte: Dados da pesquisa

Segundo Martins, Cintra e Sarpedonti (2017) em estudo realizado no reservatório de Tucuçuí, no período de 2001 a 2007 as classes de comprimento mais abundantes variaram de 16-20 cm, resultado similar ao encontrado na presente pesquisa.

Em muitas espécies de peixes as taxas de crescimento varia de acordo com as condições ambientais, a disponibilidade de alimento (GOMIERO; CARMASSI; BRAGA, 2007). Os peixes tropicais geralmente possuem altos valores de mortalidade natural, independente do tamanho assintótico (PAULY, 1998). Os principais fatores naturais de mortalidade são a predação e as doenças (FONTELES-FILHO, 1989).

4.4.2 Parâmetros de crescimento da jatuarana-escama-grossa

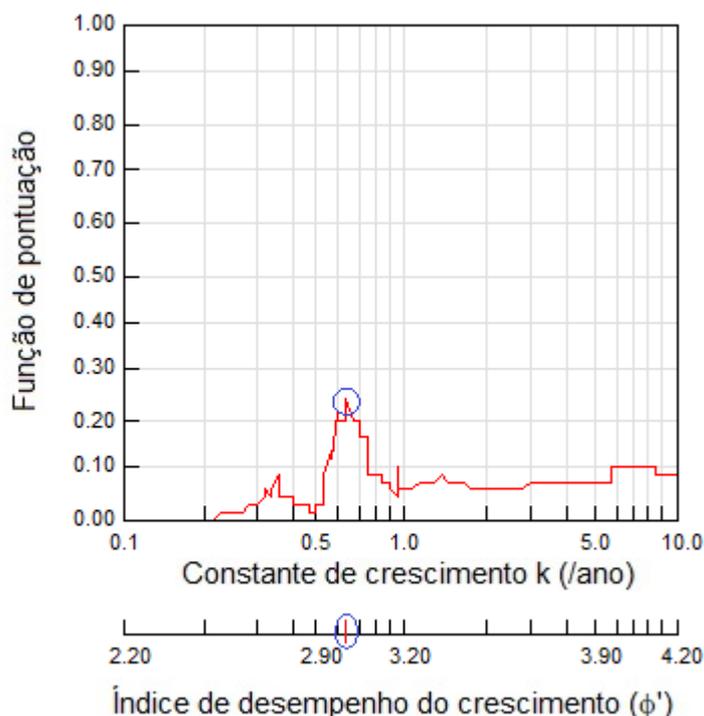
O melhor ajuste dos parâmetros de crescimento: taxa ou constante de crescimento (k), comprimento assintótico (L_{∞}); índice de desempenho do crescimento (ϕ') e mortalidade natural (M) para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* são mostrados na Tabela 18. A Figura 23 ilustra a função de pontuação da constante de crescimento (k) e do índice de desempenho do crescimento (ϕ').

Tabela 18 - Parâmetros populacionais estimados para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, nas capturas amostradas, das temporadas de pesca, de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Espécie	Taxa ou constante de crescimento (k) ano ⁻¹	Comprimento assintótico (L_{∞}) cm	Índice de desempenho do crescimento (ϕ')
Jatuarana-escama-grossa	0,65	44,63	3,11

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 23. Estimativa da taxa ou constante de crescimento individual (k) e do índice de desempenho do crescimento (ϕ') da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* dos desembarques das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

Em relação aos parâmetros de crescimento da espécie *H. unimaculatus*, Martins (2013), em estudo realizado a montante do reservatório de Tucuruí, verificou $k = 0,55 \text{ ano}^{-1}$ e $L_{\infty} = 35,8 \text{ cm}$, resultado distinto ao encontrado no presente estudo.

No entanto, Camargo, Giarrizzo e Isaac (2015), em pesquisa realizada no rio Xingu, encontraram para a espécie *H. unimaculatus*, $k = 0,65 \text{ ano}^{-1}$ e comprimento assintótico e $L_{\infty} = 26,3 \text{ cm}$ valor semelhante ao observado no presente trabalho. Vale ressaltar que estudos sobre parâmetros de crescimento da espécie *H. unimaculatus* são escassos, não sendo possível fazemos maiores comparações.

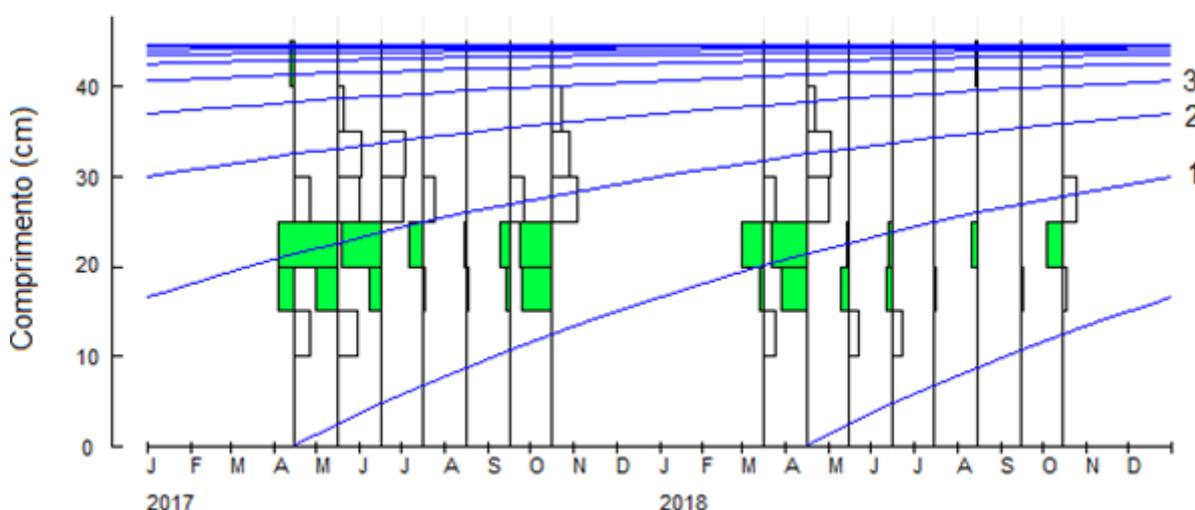
Há uma relação inversa entre k (taxa de crescimento) e o L_{∞} (comprimento assintótico), sendo que quanto maior a taxa de crescimento, menor será o comprimento assintótico e o período de vida (BEVERTON; HOLT 1957; RICKER, 1975). Fato confirmado por Martins (2013), Camargo, Giarrizzo e Isaac (2015) para a espécie *H. unimaculatus*.

O comprimento assintótico é afetado pela falta de alimentação e pela densidade populacional enquanto que a taxa de crescimento é definida geneticamente ou fisiologicamente (BEVERTON; HOLT, 1957).

4.4.3 Ajuste de frequências de comprimento e coortes da jatuarana-escama-grossa

As distribuições ajustadas das frequências de comprimento com base na função de crescimento de Von-Bertalanffy (VBGF) da jatuarana-escama-grossa são ilustradas na Figura 24. Neste estudo, foram verificadas três coortes para a espécie.

Figura 24. Distribuição ajustada de frequências de comprimento mostrando as três coortes da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* amostradas dos desembarques das temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

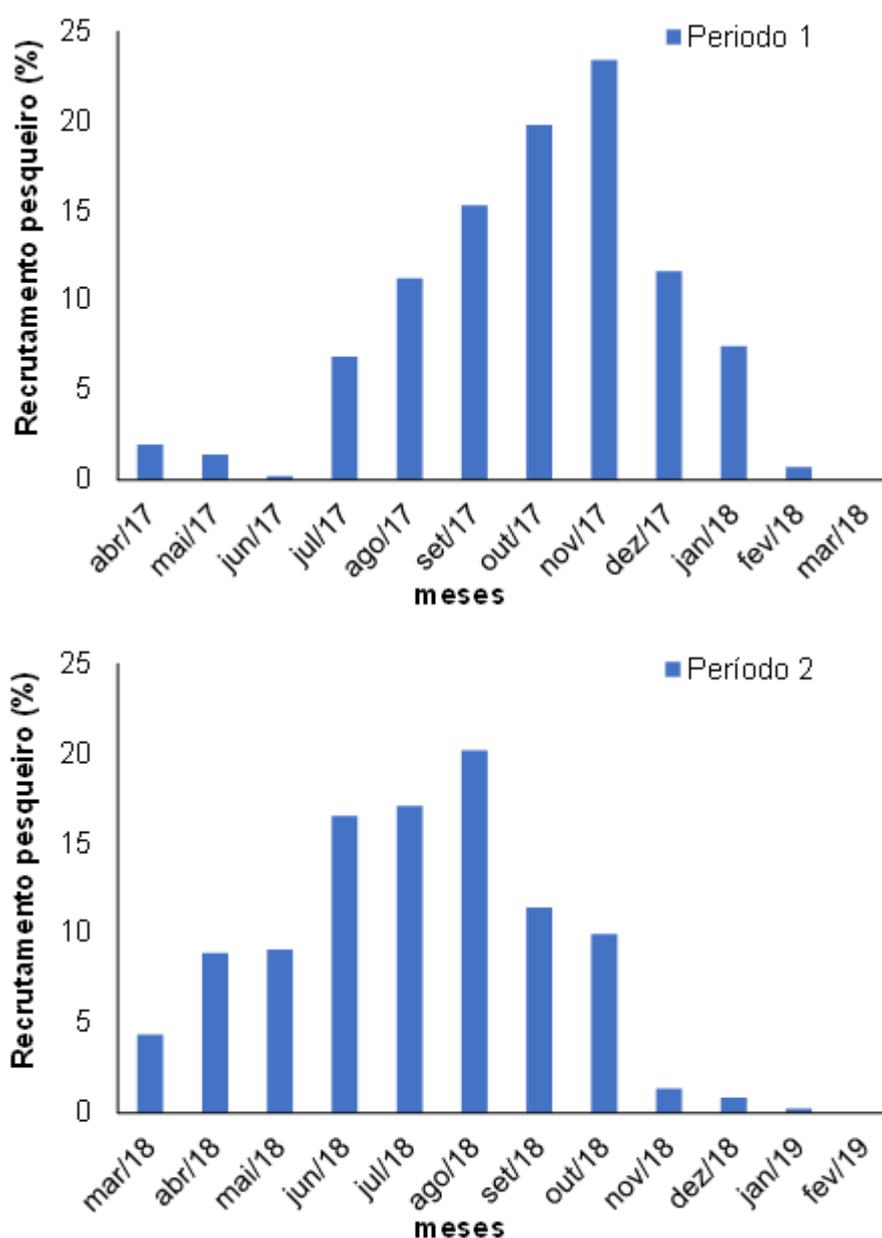


Fonte: Dados da Pesquisa

4.4.4. Padrão de recrutamento para a pesca da jatuarana-escama-grossa

Nas análises realizadas para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* o recrutamento ocorreu durante o ano inteiro, entretanto as barras de recrutamento revelaram no Período 1, um intervalo mais intenso, para a espécie, que vai de setembro a novembro de 2017. No Período 2, o intervalo mais intenso foi de junho a agosto de 2018 (Figura 25).

Figura 25. Intensidade do recrutamento pesqueiro mensal da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nos Períodos 1 e 2, baseado no pacote computacional Fisat II, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da Pesquisa

4.4.5. Parâmetros de mortalidade da jatuarana-escama-grossa

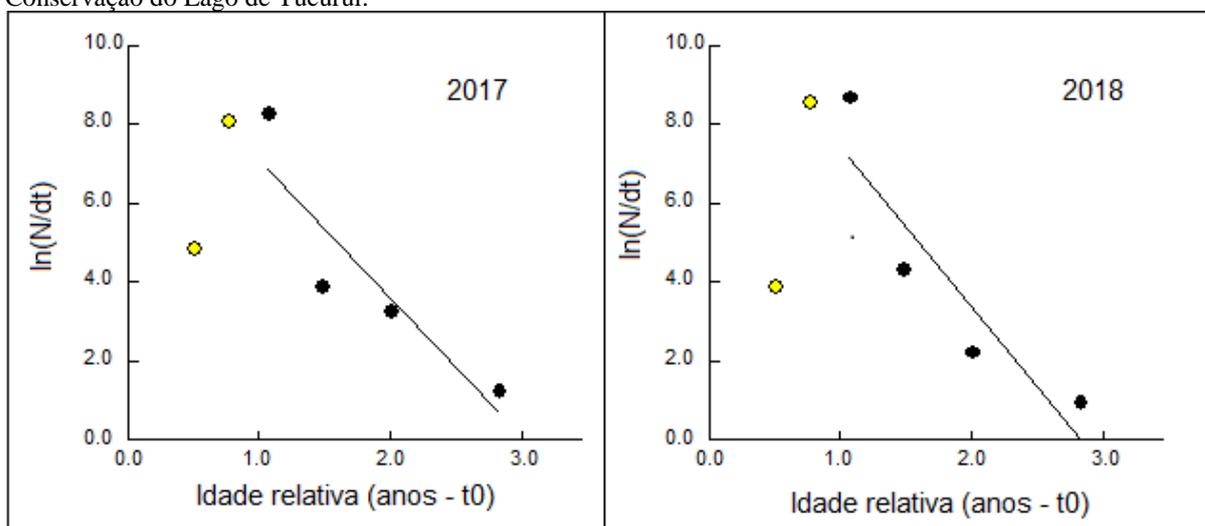
As taxas de mortalidade para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* são apresentadas na Tabela 19. A Figura 26 representa os comprimentos convertidos em curvas de captura linearizadas para o cálculo da mortalidade total (Z) dos desembarques nas temporadas de pesca de 2017 e 2018. O declive da reta representada pela linha preta é uma estimativa da mortalidade total (Z), pode-se observar que o declive da reta de 2018 é muito próximo do declive da reta de 2017.

Tabela 19 - Estimativas dos parâmetros de mortalidade para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* dos desembarques amostrados nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Espécie	Mortalidade natural (M) ano ⁻¹	Mortalidade total (Z) ano ⁻¹		Mortalidade por pesca (F) ano ⁻¹		Mortalidade por pesca na classe terminal (Ft) ano ⁻¹	
	2017/2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Jatuarana-escama-grossa	1,22	3,53	4,07	2,31	2,85	1,77	2,04

Fonte: Dados da Pesquisa

Figura 26. Comprimentos convertidos em curvas de captura linearizadas, dos desembarques amostrados da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da Pesquisa

4.4.6. Taxas de exploração com base nas mortalidades para a jatuarana-escama-grossa

Os valores estimados para a taxa de exploração (E) da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nas temporadas de pesca de 2017 e 2018 foram respectivamente, 0,65 e 0,70, indicando que a espécie estava sendo explorada muito acima do nível ótimo sustentável que seria a taxa de exploração de 0,50, sugerindo que a exploração do estoque pesqueiro da

jatuarana-escama-grossa, necessita de ajustes nas medidas de ordenamento, no entanto, as análises de população virtual e do modelo preditivo de Thompson e Bell (1934) darão uma estimativa mais robusta sobre as taxas de exploração desta espécie.

De acordo com estudo realizado por Martins (2013) com a espécie *H. unimaculatus*, sobre a taxa da exploração, foi verificado através do rendimento por recruta $E = 0,77$ demonstrando que a taxa deve ser reduzida em 52% para manter o recrutamento e a desova. Sendo possível notar que as mudanças na estrutura e dinâmica espaço-temporal de *H. unimaculatus* é um processo de adaptação contínuo e o manejo pesqueiro adequado se torna essencial para a preservação da espécie.

4.4.7 Estrutura populacional e recrutamento da jatuarana-escama-grossa

Os resultados da análise de população virtual (VPA) baseada em comprimento total para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* indicam que a mínima mortalidade por pesca foi sentida nas duas temporadas de pesca 2017 e 2018 pela classe com tamanho médio de 12,5 cm. As maiores mortalidades por pesca ocorreram na classe com tamanho médio 22,5 cm em 2017 e 2018 (Tabela 20, Figura 27).

O recrutamento pesqueiro da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* se inicia na classe de 12,5 cm de comprimento total quando os menores indivíduos (juvenis) começam a ser capturados pela pesca, por outro lado o recrutamento biológico (quando 50% dos indivíduos da população atingem a primeira maturação sexual, ou seja, reproduzem pela primeira vez) ocorre conforme os resultados deste estudo com 19,24 cm, ou seja, na classe com tamanho médio de 17,5 cm de comprimento total, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Com o resultado da análise de população virtual da jatuarana-escama-grossa verifica-se que para os anos de 2017 e 2018, foram capturados 4.265 e 1.631 indivíduos imaturos da captura total, respectivamente (Tabela 20).

A legislação vigente, Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 13, de 25 de outubro de 2011, não trata da jatuarana-escama-grossa, considerando-se a importância da espécie nos desembarques.

Martins, Cintra e Sarpedonti (2017), em estudo sobre a seletividade das redes de emalhar usadas na pesca da jatuarana-escama-grossa no Lago de Tucuruí, verificaram que a malha de 60 mm (comprimento entre nós opostos) apresentou um comprimento ótimo de captura de 27,6 cm, valor superior ao tamanho de primeira maturação da jatuarana-escama-grossa, 19,24 cm obtido neste estudo.

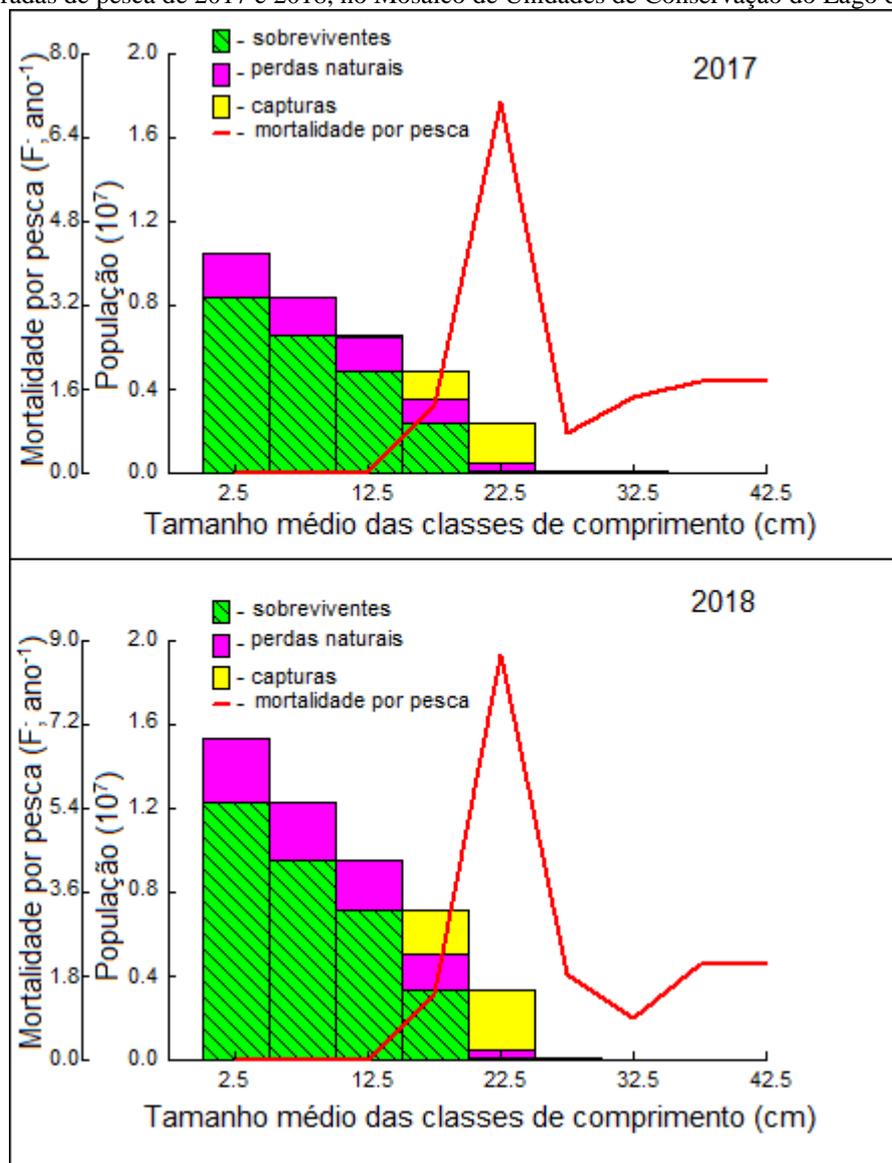
A estimativa da biomassa em estado de equilíbrio, para o estoque da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, foi concretizada, utilizando a relação peso-comprimento $Wt = 0,021 \times Lt^{2,77}$ estimada neste estudo para sexos agrupados.

Tabela 20. Estrutura populacional da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* com captura e população (número), mortalidade por pesca F (ano^{-1}) e biomassa no estado de equilíbrio (t) estimados pela VPA, obtidas para as temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Centro classe (cm)	2017				2018			
	Captura em número (N)	População em número (N)	Mortalidade por pesca (F) ano^{-1}	Biomassa no est. de equilíbrio (t)	Cap. em número (N)	Pop. em número (N)	Mort. por pesca (F) ano^{-1}	Bio no est. de equilíbrio (t)
2,5	0	1.050.836	0,0000	0,41	0	1.535.348	0,0000	0,60
7,5	0	840.777	0,0000	4,68	0	1.228.436	0,0000	6,84
12,5*	4.265	652.749	0,0315	16,03	1.671	953.714	0,0084	23,48
17,5	127.824	483.453	1,3029	29,06	203.046	710.284	1,4315	42,01
22,5**	190.158	235.940	7,0803	15,85	284.006	334.194	8,7137	19,24
27,5	3.027	13.014	0,7816	3,97	4.694	10.423	1,8382	2,62
32,5	2.339	5.263	1,4440	2,63	825	2.614	0,8994	1,49
37,5	561	948	1,7700	1,76	418	668	2,0400	1,14
Total	328.174	3.282.980		74.39	494.660	4.775.681		97,42

Fonte: Dados da pesquisa. *Tamanho médio da classe com menor mortalidade por pesca (F), ** tamanho médio da classe com maior mortalidade por pesca (F).

Figura 27. Gráficos anuais das análises de população virtual (VPA) que mostra os sobreviventes, perdas naturais, capturas e mortalidade por pesca por classe de comprimento da jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* obtidas para as temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da pesquisa

4.4.7. Captura Máxima Sustentável para a jatuarana-escama-grossa

O modelo de Thompson e Bell (1934) baseado em comprimento total para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, foi utilizado para prever o rendimento e a biomassa por grupo de tamanho em função da mortalidade por pesca. A análise utilizou para cada ano um conjunto de 41 diferentes fatores de mortalidade por pesca “f-fator”, aumentando o valor do fator mortalidade por pesca “f-fator” a partir de zero até quatro. Adotando que o nível de mortalidade por pesca do ano base, “f-fator” é igual a um (100%), os níveis ótimos, de mortalidade por pesca, foram projetados em relação ao nível de mortalidade por pesca para cada ano base, ou seja, 2017 e 2018. A mortalidade por pesca é proporcional ao esforço de pesca de cada ano.

Para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, o modelo de projeção de Thompson e Bell (1934), foi computado utilizando os valores de mortalidade por pesca do modelo de Jones e Van-Zalinge (1981) (F/Z terminal igual a 0,5 e mortalidade natural de 1,22).

Com a mortalidade por pesca de referência para 2017, ou seja, “f-fator” igual a 1, foi estimada uma captura de 67,86 toneladas, no entanto, a comparação deste valor estimado, com a totalização dos desembarques controlados (56,17 toneladas), ficou afetada uma vez que o monitoramento dos desembarques em 2017 não envolveu toda a temporada de pesca (março a outubro), tendo sido realizado de abril a outubro.

A captura máxima sustentável para 2017 foi estimada em 68,02 toneladas, para uma biomassa de 203,60 toneladas, com um “f-fator” de mortalidade por pesca de 0,9 e taxa de exploração em 0,255. Os resultados do modelo de projeção indicam que a taxa de exploração ótima ($E = 0,5$), seria obtida com um “f-fator” de mortalidade por pesca próximo de 1,8, contudo, o aumento do fator de mortalidade por pesca para “f-fator” 1,8, acarretaria em diminuição da captura na temporada de pesca além de reduzir perigosamente a biomassa do estoque. O indicado seria a redução do esforço de pesca correspondente a 10% para atingir a captura máxima sustentável (Tabela 21).

Tabela 21 - Estimativas das capturas máximas sustentáveis e “f-fator” correspondente para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nas temporadas de pesca de 2017, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Anos	2017		
f-fator	captura (t)	biomassa (t)	Taxa de exploração (E)
0,0	0,00	203,60	0,000
0,1	26,74	162,34	0,028
0,2	43,13	133,07	0,057
0,3	53,33	111,60	0,085
0,4	59,69	95,42	0,113
0,5	63,61	82,94	0,142
0,6	65,95	73,12	0,170
0,7	67,26	65,25	0,198
0,8	67,87	58,84	0,227
0,9***	68,02****	53,56	0,255
1,0*	67,86**	49,16	0,283
1,1	67,52	45,43	0,312
1,2	67,07	42,26	0,340
1,3	66,49	39,53	0,368
1,4	65,83	37,16	0,397
1,5	65,13	35,09	0,425
1,6	64,41	33,27	0,453
1,7	63,69	31,66	0,482
1,8	62,97	30,22	0,510*****
1,9	62,36	28,94	0,538
2,0	61,73	27,78	0,567
2,1	61,08	26,74	0,595
2,2	60,43	25,79	0,623
2,3	59,79	24,92	0,652
2,4	59,16	24,13	0,680
2,5	58,54	23,41	0,708
2,6	58,08	22,74	0,737
2,7	57,66	22,12	0,765
2,8	57,21	21,55	0,793
2,9	56,73	21,02	0,822
3,0	56,21	20,53	0,850
3,1	55,67	20,07	0,878
3,2	55,11	19,64	0,907
3,3	54,80	19,24	0,935
3,4	55,24	18,86	0,963
3,5	55,67	18,50	0,992
3,6	56,10	18,17	1,020
3,7	56,51	17,85	1,048
3,8	56,91	17,55	1,076
3,9	57,30	17,27	1,105
4,0	57,68	17,00	1,133

Fonte: Dados da pesquisa. *Nível de mortalidade por pesca “f-fator” base para o ano de 2017. **Captura estimada para o ano 2017. ***Nível de mortalidade por pesca que possibilitaria a captura máxima sustentável. ****Captura máxima sustentável. *****Taxa de exploração próximo da ótima.

Com a mortalidade por pesca de referência para 2018, ou seja, “f-fator” igual a 1, equivalente ao esforço de pesca de 4.448.144 metro de rede-hora direcionados para a captura da jatuarana-escama-grossa em 2018, foi estimada uma captura de 98,25 toneladas, 26,6% acima da captura obtida com a totalização dos desembarques controlados 78,41 toneladas, por outro lado a estimativa da captura máxima sustentável 99,30 toneladas (25,3% acima da captura obtida com a totalização dos desembarques controlados), seria obtida com um “f-fator”, mortalidade por pesca 0,8, ou seja, 20% menor que a mortalidade por pesca de referência para 2018.

Considerando que todos os principais portos de desembarques do Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí foram monitorados (06 portos) em toda a temporada de pesca de 2018 e ainda que, podem ter ocorrido desembarques em locais não convencionais, que deixaram de ser monitorados (uma pequena parte da produção), pode ser que as diferenças entre as capturas estimadas pelo modelo de projeção de Thompson e Bell (1934) e a captura total sejam um pouco menores que as acima mencionadas.

Segundo o modelo, a captura máxima sustentável (99,30 toneladas) em 2018 estaria explorando 33,4% da biomassa do estoque (297,48 toneladas). Os resultados do modelo indicam ainda que a taxa de mortalidade próximo da ótima ($E = 0,5$) seria atingida com uma mortalidade por pesca “f-fator” próximo de 2,0, entretanto, com o aumento do fator de mortalidade por pesca para “f-fator” 2,0, causaria uma redução da captura na temporada de pesca além de reduzir drasticamente a biomassa do estoque. O recomendado seria reduzir o esforço de pesca correspondente a 20% para atingir a captura máxima sustentável (Tabela 23).

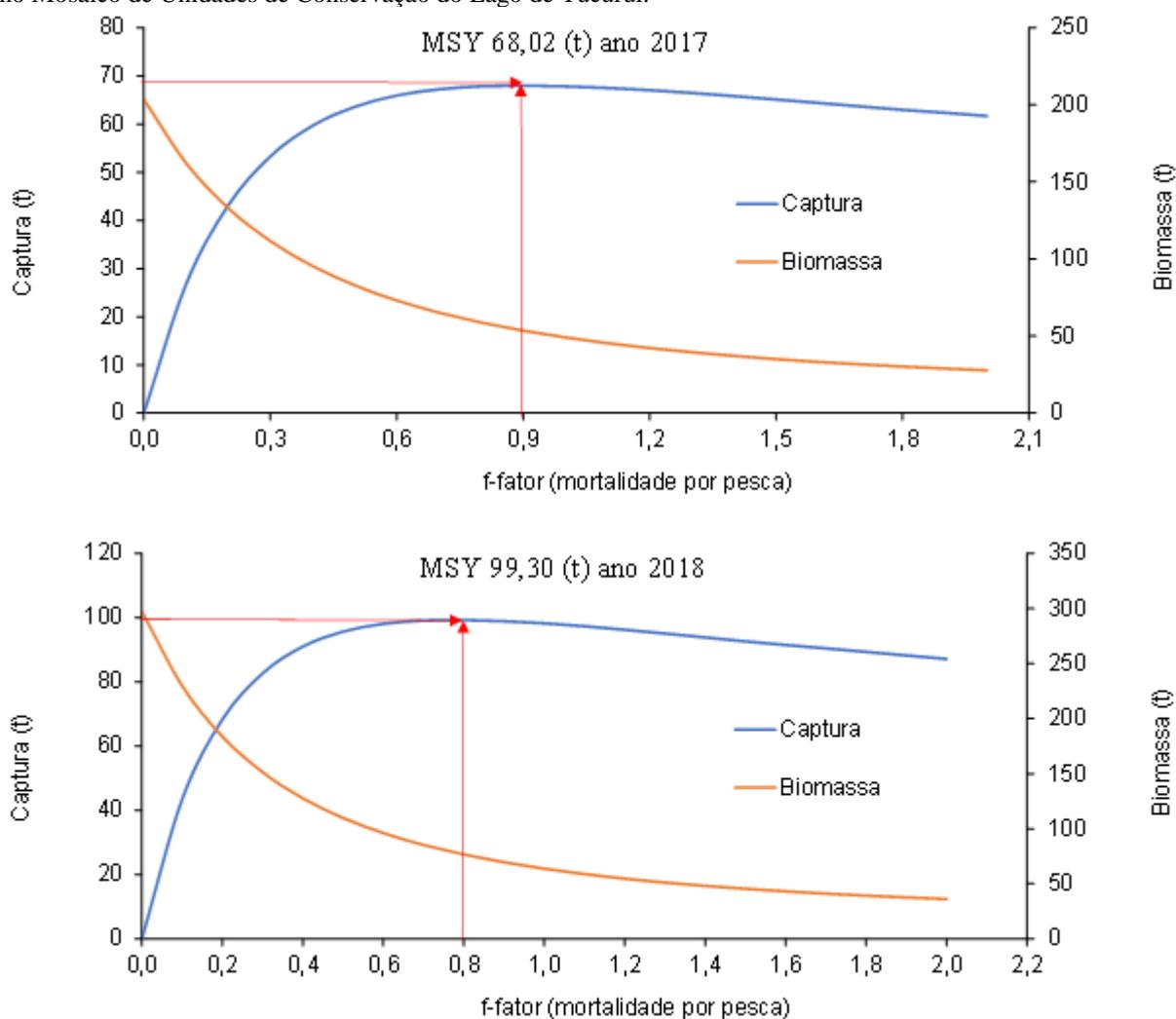
Os rendimentos biológicos máximos sustentáveis ou capturas máximas sustentáveis (MSY), projetados a partir dos anos analisados para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* são mostrados, na Figura 28.

Tabela 22 - Estimativas das capturas máximas sustentáveis e “f-fator” correspondente para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus* nas temporadas de pesca de 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.

Anos	2018		
f-fator	captura (t)	biomassa (t)	Taxa de exploração (E)
0,0	0,00	297,48	0,000
0,1	43,51	229,68	0,025
0,2	68,33	183,77	0,049
0,3	82,71	151,34	0,074
0,4	91,01	127,65	0,098
0,5	95,68	109,82	0,123
0,6	98,10	96,09	0,147
0,7	99,14	85,28	0,172
0,8***	99,30****	76,62	0,197
0,9	98,90	69,56	0,221
1,0*	98,25**	63,73	0,246
1,1	97,34	58,86	0,270
1,2	96,26	54,73	0,295
1,3	95,08	51,20	0,319
1,4	93,86	48,16	0,344
1,5	92,64	45,51	0,369
1,6	91,50	43,19	0,393
1,7	90,45	41,15	0,418
1,8	89,36	39,33	0,442
1,9	88,27	37,70	0,467
2,0	87,18	36,25	0,491*****
2,1	86,12	34,93	0,516
2,2	85,10	33,74	0,541
2,3	84,43	32,66	0,565
2,4	83,68	31,66	0,590
2,5	82,88	30,76	0,614
2,6	82,02	29,92	0,639
2,7	81,11	29,15	0,663
2,8	80,16	28,44	0,688
2,9	80,23	27,77	0,713
3,0	80,96	27,16	0,737
3,1	81,67	26,58	0,762
3,2	82,36	26,04	0,786
3,3	83,02	25,54	0,811
3,4	83,66	25,07	0,835
3,5	84,26	24,62	0,860
3,6	84,84	24,20	0,885
3,7	85,38	23,81	0,909
3,8	85,88	23,43	0,934
3,9	86,34	23,08	0,958
4,0	86,77	22,74	0,983

Fonte: Dados da pesquisa. *Nível de mortalidade por pesca “f-fator” base para o ano de 2018. **Captura estimada para o ano 2018. ***Nível de mortalidade por pesca que possibilitaria a captura máxima sustentável. ****Captura máxima sustentável. *****Taxa de exploração ótima.

Figura 28. Capturas máximas sustentáveis (MSY) (toneladas) projetadas com base na estrutura populacional em relação aos “f-fatores” para a jatuarana-escama-grossa (*H. unimaculatus*) nas temporadas de pesca de 2017 e 2018, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí.



Fonte: Dados da Pesquisa

4.5 Conclusão

Para a espécie estudada, *H. unimaculatus*, os resultados demonstraram que a taxa de exploração (E) 2017 e 2018 foram respectivamente, 0,65 e 0,70, indicando que a espécie estava sendo explorada muito acima do nível ótimo sustentável que seria a taxa de exploração de 0,50, sugerindo que a exploração do estoque pesqueiro da jatuarana-escama-grossa, necessita de ajustes nas medidas de ordenamento.

O modelo de projeção de Thompson e Bell (1934) para comprimentos, utilizando “f-fatores” de mortalidade por pesca para a jatuarana-escama-grossa *H. unimaculatus*, indicou que, se a mortalidade por pesca, obtida em 2018, for reduzida em 20%, será obtido um rendimento médio anual de 99,30 toneladas, para uma biomassa média anual de 297,48 toneladas do estoque, com exploração do recurso de 33,4%. Através desse modelo, observou-se que a espécie já ultrapassou os níveis sustentáveis de exploração, apresentando sobre-exploração.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; MATSUURA, Y.; OKADA, E.K.; NAKATANI, K. The catfish, *Rhinelepis aspera* (Teleostei; Loricariidae), in the Guaíra region of the Paraná River: an example of population estimation from catch-effort and tagging data when emigration and immigration are high. **Fisheries Research**, v. 23, p. 333-335, 1995.
- BARANOV, F. I. On the question of the biological basis of fisheries, on the question of the dynamics of the fishing industry. **Institute for Scientific Ichthyological Investigations, Proceedings**, Moscow, v. 1, p. 81-128, 1918.
- BARTHEM, R. B.; RIBEIRO, M. C. L. B; PETRERE JÚNIOR, M. Life strategies of some long-distance migratory catfish in relation to hydroelectric dams in the Amazon basin. **Biol. Conserv.**, v.55, p. 339-345, 1991.
- BARBIERI, G.; BARBIERI, M. C.; MARINS, M. A. Sobre a anatomia e histologia de ovário de *Geophagus brasiliensis* (Quoy e Gaimard,1824) na represa do Lobo, SP. **Rev. Bras. Biol.**, v. 41, n. 1, p. 169-173, 1981.
- BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. **On the dynamics of exploited fish populations**. London. 2. Ed. London: Her Majesty's Stationery Office, 1957. 533 p.
- BRAGA, F. M. S. Reprodução de peixes (Osteichthyes) em afluentes do reservatório de Volta Grande, Rio Grande do Sul, sudeste do Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 91, p. 67-74, 2001.
- CADDY, J. F.; MAHON, R. **Reference points for fisheries management**. FAO Fisheries Technical Paper 347. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1995. 83 p.
- CAMARGO, M.; GIARRIZZO, T.; ISAAC, V. J. Population and biological parameters of selected fish species from the middle Xingu River, Amazon Basin. **Brazilian Journal Biological**, São Carlos, v.75, p.112-124, 2015.
- CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; ANDRADE, J. A. C.; OGAWA, M. Caracterização dos desembarques pesqueiros na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim Técnico Científica CEPNOR**, Belém, v. 7, p. 135-152, 2007.
- CINTRA, I. H. A. **A pesca no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil**. 2006. 190f. Tese (Doutorado em Engenharia de Pesca) - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2009.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Recursos pesqueiros biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, 1989, 296 p.
- FONTELES-FILHO, A. A. **Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de Recursos Pesqueiros**. 1. Ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. 464 p.
- GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FISAT) User's guide**: Computerized Information Series Fisheries, FAO, Roma, 1996. 186 p.
- GAYANILO-JUNIOR, F. C.; SPARRE, P.; PAULY, D. **Stock Assessment Tools II (FiSAT II)**: Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). Nº 8, Revised Version. Rome. 2005. 168 p.

- GOMIERO, L. M.; CARMASSI, A.L.; BRAGA, F. M. S. Crescimento e mortalidade de *Brycon opalinus* (Characiformes, Characidae) no Parque Estadual da Serra do Mar, Mata Atlântica, Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, p. 21-26, 2007.
- GONÇALVES, C. BATISTA, V. Avaliação do desembarque pesqueiro efetuado em Manacapuru, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, p. 135-144. 2008.
- GISLASON, H. Ecosystem effects of marine fishing activities in the North Sea. **Marine Pollution Bulletin**, v. 29, p. 520-527, 1994.
- LANGANI, F. 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, 2003. p. 96-100.
- LIMA, M. A. L.; DORIA, C. R. C.; FREITAS, C. E. C. Pescarias artesanais em comunidades ribeirinhas na amazônia brasileira: perfil socioeconômico, conflitos e cenário da atividade. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, p. 73-90. 2012.
- MARTINS, J. C. **Seletividade de captura, dinâmica populacional, Análise de estoque e sustentabilidade da pesca de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) a montante da barragem de Tucuruí, Brasil**. 2013. 83f. Dissertação (Mestrado em ecologia aquática e pesca) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.
- MARTINS, J. C.; CINTRA, I. H. A.; SARPEDONTI, V. Seletividade da rede malhadeira- na captura de *Hemiodus unimaculatus* no baixo rio Tocantins, Amazônia, Brasil. **Boletim Instituto de Pesca**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 274-282, 2017.
- NOGUEIRA, L. D. **Estrutura populacional e avaliação de estoque de uma das espécies comerciais mais importantes da Amazônia Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), no médio rio Madeira, Rondônia**. 53 f. Dissertação (mestrado em desenvolvimento regional e meio ambiente) – Universidade Federal de Rondônia. 2015.
- PAULY, D. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. **ICLARM**, Filipinas, v. 13, p. 7-34, 1987.
- PAULY, D. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. **Documento Técnico de Pesca**, Roma, v. 49, 1983. 234 p.
- PAULY, D. Tropical fishes: patterns and propensities. **Journal Fish Biological**. v. 53, p. 1-17. 1998. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1095-8649.1998.tb01014.x>. Acesso em 10 dez. 2017.
- PAULY, D.; DAVID, N. ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. **Meeresforschung**, Berlin, v. 28, n. 4, p. 205-211, 1981.
- PAULY, D.; MUNRO, J. L. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. **Fishbyte**, v. 2, n. 1, p. 21, 1984.
- PINHEIRO, J. C. R. **A pesca e os aspectos reprodutivos da jatuarana escama grossa *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1764) na área de influência da Usina Hidrelétrica de Tucuruí-Pará**. 2011. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.
- PINHEIRO, J. C. R.; CINTRA, I. H. A.; SILVA, K. C. A.; SOUZA, G. S. Avaliação do desembarque de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) na área de influência da usina hidrelétrica de Tucuruí, Pará, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, p.13-24, 2015.

- QUINN-II, T. J.; DERISO, R. B. **Quantitative fish dynamics**. New York: Oxford University Press, Inc., 1999. 542 p.
- RIBEIRO, M.C.L.B. e PETRERE JÚNIOR, M.; JURAS, A. A. Ecological integrity and fisheries ecology of the Araguaia-Tocantins river basin, Brazil. **Regul. Rivers.**, v.11, p. 325-350, 1995.
- RICKER, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. **Bulletin Fisheries Resources Board Canadian**, Canada, v.19, p.1-382, 1975.
- SANTOS, G. M.; JÉGU, M.; MÉRONA, B. **Catálogo de peixes comerciais do baixo rio Tocantins: Projeto Tucuruí**. 1. Ed. Manaus: ELETRONORTE/CNPq/INPA, 1984. 85 p.
- SANTOS, G. M.; MERONA, B.; JURAS, A. A.; JÉGU, M. **Peixes do Baixo Rio Tocantins 20 anos depois da Usina Hidrelétrica Tucuruí**. Brasília: Eletronorte. 2004.
- SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 19, p. 165-182, 2005.
- SILVA, C. C.; FERREIRA, E. J. G.; DEUS, C. P. Dieta de cinco espécies de Hemiodontidae (Teleostei, Characiformes) na área de influência do reservatório de Balbina, rio Uatumã, Amazonas, Brasil. **Iheringia**, Porto Alegre, v. 98, p. 464-468, 2008.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, n. 306.1, Roma: FAO, 1998.
- SCHAEFER, M. B. Inter-American Tropical Tuna Commission comission interamericana del atun tropical. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. **Bulletin**, California, v. 1, p. 27-56, 1954.
- SCHAEFER, M. B. Inter-American Tropical Tuna Commission comision interamericana del atun tropical. A study of the dynamics of the fishery for yellowfin tuna in the eastern tropical Pacific Ocean. **Bulletin**, California, v. 2, p. 247-268, 1957.
- SMITH, N. H. **A pesca no Rio Amazonas**. INPA/CNPq, Manaus/ Brasília, Brasil, 154p. 1979.
- SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introduction to tropical fish stock assessment**. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper, n. 306.1, Roma: FAO, 1998.
- TRINDADE, P. A. A. **Biologia e ecologia trófica de *Hemiodus unimaculatus* (Bloch, 1794) (Characiformes: Hemiodontidae) no rio Araguari, na área de influência da usina Hidrelétrica Coaracy Nunes, Amapá, Brasil**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Pará/UFPA, Belém, 2012.
- THOMPSON, W. F.; BELL, F. H. Biological statistics of the Pacific halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. **Report of the International Fisheries Commission**, Unknown Binding, v. 8, p. 8-49, 1934.
- VON-BERTALANFFY, L. Untersuchungen uber die Gesetzlichkeit des Wachstums. I. Allgemeine Grundlagen der Theorie: Mathematische und physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. **Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen**, v. 131, n. 4, p. 613-652, 1934.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Conforme a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, para a espécie estudada, *H. marginatus*, cujo tamanho de malha permitido em “trechos de rios” e “a jusante da barragem de Tucuruí” malha igual ou superior a 70 mm, sugere-se uma revisão nesta normativa com a finalidade de adequação do tamanho de malha para o mínimo de 80 mm, em redes de emalhar, quando direcionadas a captura do mapará.

Para a espécie estudada *P. squamosissimus*, cujo comprimento total (CT) mínimo permitido para a captura, o transporte, a comercialização, o beneficiamento e industrialização de indivíduos de pescada-branca é de 32 cm, conforme a Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, sugere-se uma revisão nesta normativa com a finalidade de adequação do comprimento total (CT) mínimo permitido para esta espécie. Assim como, estudo sobre a seletividade das redes de emalhar, para esta espécie, no Mosaico de Unidades de Conservação do Lago de Tucuruí, para definição de um tamanho de malha adequado para esta modalidade de pesca.

Para a espécie *H. unimaculatus*, sugere-se uma revisão na Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n° 13, de 25 de outubro de 2011, com a finalidade de inclusão do tamanho de malha, mínimo 60 mm (comprimento entre nós opostos), nas redes de emalhar, direcionadas para a pesca desta espécie.