



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - FCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS PESQUEIRAS
NOS TRÓPICOS- PPG CIPET



AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE MAPARÁ (*Hypophthalmus spp.*)
DESEMBARCADO NA REGIÃO DE SANTARÉM

SARA FONTINELLI LAURIDO

MANAUS - AM

2019

SARA FONTINELLI LAURIDO

AVALIAÇÃO DO ESTOQUE DE MAPARÁ (*Hypophthalmus*
spp.) DESEMBARCADO NA REGIÃO DE SANTARÉM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Pesqueiras nos Trópicos, área de concentração em Uso Sustentável de Recursos Pesqueiros Tropicais.

Aprovada em 11 de Junho de 2019

BANCA EXAMINADORA



Dra. Flávia Kelly Siqueira de Souza - Presidente
Universidade Federal do Amazonas - UFAM



Dr. Michel Fabiano Catarino- Membro
AMAZON FISH



Dr. Keid Nolan Silva- Membro
Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L384a Laurido, Sara Fontinelli
Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.)
desembarcado na região de Santarém / Sara Fontinelli Laurido.
2019
90 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Flávia Kelly Siqueira de Souza
Coorientador: Carlos Edwar de Carvalho Freitas
Dissertação (Mestrado em Ciências Pesqueiras nos Trópicos) -
Universidade Federal do Amazonas.

1. Pesca. 2. Schaefer e Fox. 3. ParFish. 4. Bagre. 5. Baixo
Amazonas. I. Souza, Flávia Kelly Siqueira de II. Universidade
Federal do Amazonas III. Título

Ao Senhor Jesus: soberano em graça. A meus pais Francineide e Wanderley que sempre me apoiaram e incentivaram. A minha irmã Suzana Laurido pelo apoio e ao meu amado esposo Welder que teve muita paciência suportando a distância ao longo desses 26 meses, dedico.

*"Sem ciência a sobrepesca é resposta
inevitável ao desenvolvimento."*

AGRADECIMENTOS

A Deus pai, o grande Eu sou, que era, é e há de vir, que em tudo me supriu e nenhum momento desistiu de mim.

A minha orientadora Dra. Flávia, que além de ser uma pesquisadora muito inteligente foi uma boa amiga durante toda essa jornada me ensinando, aconselhando e ouvindo meus choros e paranoias, sou muito grata a Deus por ter me colocado sob essa orientação.

Ao meu co-orientador Dr. Calos Freitas, grande referência da pesquisa pesqueira, por todos os ensinamentos e ter acreditado nessa pesquisa.

Ao Dr. Michel Catarino por toda paciência em me ajudar com o ParFish e com seus sábios conselhos.

A Dra. Vitória Isaac pela parceria.

A CAPES pelo financiamento da bolsa, sem ela seria impossível realizar e concluir a pesquisa.

Ao PPG-Cipet pela oportunidade de aprendizado.

Aos pescadores do baixo rio Amazonas que colaboraram com a pesquisa em especial aos Srs. Zéwilsom, Valderi, Agnaldo Batista, Naldo, Forró, Candiru, as Sras. Nalva, Maria Auxiliadora e Iolanda.

Sra. Claudia e Sr. Zé Vicente representantes dos frigoríficos O peixão e Edifrigo, as Sras. Elidete e Shirlane representantes das balsas de desembarque, e aos Srs. Edivaldo, Edu, e Jucivaldo representados pela colônia de pescadores Z20 por todo suporte e disponibilidade relacionado aos dados de desembarque.

Ao Laboratório de Geoinformação e investigação pesqueira – LAGIS, por toda informação disponibilizada.

Aos meus pais por todo apoio e por sempre acreditarem nos meus sonhos, mesmo que eu precisasse passar tanto tempo longe.

A minha irmã que tentava me fazer sentir especial com suas sábias palavras.

Ao meu esposo que nunca interferiu nas minhas decisões, acreditando em mais esse sonho com toda paciência do mundo durante todo esse tempo distante.

A minha prima Mary Jheny e seu esposo Edson, minha tia Maria Valdira e Ivete Aguiar por cuidarem de mim durante minha estadia em Manaus e me darem todo apoio.

Ao Diogo Sousa que me fez companhia durante muitos dias na capital amazonense, assim como a Jaine Galvão e o Bruno Amaral.

As minhas amigas e primas que montaram acampamento na minha casa para ajudar com a digitalização de dados, e ao Diego Valente que sempre estava disponível para me auxiliar.

E a todos que de alguma forma me ajudaram a desenvolver este trabalho.

Grata!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da área de estudo, abrangendo a região do Baixo Rio Amazonas com destaque para a cidade de Santarém.18

CAPÍTULO I: Estratégias de captura e comercialização da produção de mapará (*Hypophthalmus* spp.) no baixo Amazonas

Figura 1: Localização da área de estudo entre Curuá, Santarém, Alenquer e Monte Alegre na região do baixo rio Amazonas: 1- Costa do Arapirí; 2- Boca do Arapirí; 3- Cabeceira; 4- Inanú; 9- Lírio dos Vales; 10- Peré Salvação; 11- São Pedro; 12- Uruari; 13- Vila Nova; 5- Salvação; 6- Urucurituba; 7- Lago grande de Monte Alegre (Jaquara); e 8- Rio da Ilha.28

Figura 2: Cota média mensal do nível do rio Amazonas estimado para a estação de Santarém e Curuai.30

Figura 3: Fontes complementares de renda dos pescadores comerciais de mapará no baixo Amazonas.31

Figura 4: Principais malhadeiras utilizadas na pesca do mapará na região do baixo rio Amazonas.32

Figura 5: Motores e potências observados na pesca do Mapará..33

Figura 6: Produção total registrada mensalmente nos portos de desembarque em Santarém durante o ano de 2018.36

Figura 7: Produção total observada nos portos de desembarque em Santarém durante o ano de 2018.37

Figura 8: Mapa de exportação do mapará em 2018.38

Figura 9: Fluxograma da cadeia de comercialização do mapará indicando as relações entre os agentes.39

CAPÍTULO II: Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.) explorado pela frota comercial que desembarca na região de Santarém, Pará

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo com destaque para as sedes dos municípios contemplados.55

Figura 2: Produção anual de mapará gerada pelos desembarques totais nos portos de Santarém.61

Figura 3: Produção média em toneladas geradas pelos desembarques mensais em Santarém entre 1993 e 2004 associados aos valores da cota média do nível do rio das estações de Curuai e Santarém.62

Figura 4: Representação da produção total, CPUE (Kg/Dias de pesca) média observada e estimada dos desembarques anuais de mapará nos portos de Santarém.64

Figura 5: Estimativa de CPUE e produção para os períodos de águas altas e baixas; A- da CPUE média (Kg/dias de pesca) de mapará; B- da produção média (Kg) por viagem; C- do esforço médio; - ao longo dos anos.65

Figura 6. Modelo de Schaefer e Fox para o estoque de mapará explotado pela frota comercial que desembarca em Santarém; A- Projeção dos modelos; B- Regressão para o modelo de Schaefer; C- Regressão para o modelo de Fox.	67
Figura 7: Distribuição de probabilidade de projeção da CPUE para a pesca do mapará ao longo de 5 anos. A área em cor roxa (<1) indica a probabilidade da CPUE diminuir ao nível de controle destino e a área em cor azul no gráfico (>1) mostra a probabilidade de a CPUE aumentar.....	69
Figura 8: Função da densidade de probabilidade gerado para o estado atual do estoque de mapará desembarcado em Santarém. A área em cor roxa (<0,5) representa a possibilidade de o estoque estar em sobrepesca.	70
Figura 9: Função da densidade de probabilidade gerado para o indicador de captura máxima sustentável anual. A área do gráfico em cor azul mostra o intervalo de confiança de 90% do MSY.....	71
Figura 10: Função da densidade de probabilidade; A- da mortalidade por pesca (F) no ponto de rendimento máximo sustentável, a área em azul claro mostra o intervalo de confiança de 90% para F no MSY; B- da mortalidade por pesca atual dividida pela mortalidade por pesca no rendimento máximo sustentável, a área em roxo representa a probabilidade de F atual ser superior ao FMSY.	72

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I: Estratégias de captura e comercialização da produção de mapará (*Hypophthalmus* spp.) no baixo Amazonas

Tabela 1: Espécies registradas durante a pesca e desembarque de mapará na região de Santarém.35

CAPÍTULO II: Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.) explorado pela frota comercial que desembarca na região de Santarém, Pará

Tabela 1. Resultado da regressão utilizando a captura por unidade de esforço estimada com a metodologia Jackknife sugerida por Petrere et al. (2010).63

Tabela 2: Dados de captura total, esforço, CPUE e os valores dos parâmetros estimados para os modelos de Schaefer e Fox gerados a partir de registros de desembarques de mapará nos portos da cidade Santarém entre 1993 e 2004.65

Tabela 3: Parâmetros populacionais estimados para *Hypophthalmus marginatus* na Amazônia central e inferior.75

Tabela 4: Indicador de captura máxima sustentável e esforço para a captura máxima sustentável para os modelos de avaliação convencional de Schaefer e Fox e a metodologia alternativa avaliada no software ParFish.78

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	13
INTRODUÇÃO GERAL	14
HIPÓTESES	17
OBJETIVOS	17
<i>Geral</i>	17
<i>Específicos</i>	17
MATERIAL E MÉTODOS	18
<i>Área de estudo</i>	18
<i>Coleta de dados</i>	18
REFERÊNCIAS	19

CAPÍTULO I: Estratégias de captura e comercialização da produção de mapará (*Hypophthalmus* spp.) no baixo Amazonas

RESUMO	24
ABSTRACT	25
INTRODUÇÃO	26
MATERIAL E MÉTODOS	27
<i>Área de estudo</i>	27
<i>Coleta de dados</i>	28
<i>Análise de dados</i>	29
RESULTADOS	30
<i>Perfil dos entrevistados</i>	30
<i>Apetrechos de pesca</i>	31
<i>Frota pesqueira</i>	32
<i>Estratégias de gestão</i>	33
<i>Estratégias de captura</i>	34
<i>Desembarque</i>	36
DISCUSSÃO	40
AGRADECIMENTOS	43
REFERÊNCIAS	43

CAPÍTULO II: Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.) explorado pela frota comercial que desembarca na região de Santarém, Pará

RESUMO	49
--------------	----

ABSTRACT	50
INTRODUÇÃO	51
MATERIAL E MÉTODOS	54
<i>Área de estudo</i>	54
<i>Métodos</i>	55
Método de Avaliação de Schaefer e Fox	55
Método de Avaliação ParFish	57
RESULTADOS	61
<i>Dados de desembarque: 1993-2004</i>	61
<i>CPUE</i>	63
<i>Avaliação do estoque baseado no modelo de Schaefer e Fox</i>	65
<i>Avaliação do estoque baseado na metodologia ParFish</i>	67
DISCUSSÃO	73
CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS	81
ANEXOS.....	88
CONSIDERAÇÕES FINAIS	91

APRESENTAÇÃO

A pesca desempenha fundamental importância na cultura e economia da população ribeirinha da Amazônia, pois atua como importante fonte de renda e é responsável pelo abastecimento de mercados e feiras de muitos centros urbanos em diferentes portos de desembarques da região. A atividade exhibe caráter industrial na região estuarina do rio Amazonas e artesanal na porção continental, cuja frota comercial é composta de barcos fabricados em madeira, de forma artesanal, em diferentes tamanhos e capacidades de carga, suprindo a grande demanda alimentar da população.

Desenvolvida de forma desordenada, a pesca explota diversas espécies em diferentes ambientes, levando em alguns casos, populações de peixes a situações de sobrepesca. Esse fator pode ser considerado de grande ameaça a depleção dos estoques pesqueiros amazônicos, cuja preocupação tem levado muitos pesquisadores a investigar a dinâmica das populações e a avaliações dos estoques como proposta de regulamentação e manejo.

A dissertação é composta por dois capítulos. No primeiro, foi caracterizada a pesca do mapará e suas estratégias de comercialização na cidade de Santarém, região do baixo rio Amazonas, identificando os principais portos de desembarque e destinos de exportação. O segundo capítulo consistiu em identificar o estado atual de exploração do estoque e os níveis ideais para a exploração sustentável da espécie utilizando três modelos de avaliação, Schaefer e Fox como modelos convencionais de produção excedente e o ParFish como metodologia alternativa de avaliação participativa, através dos agentes da pesca.

INTRODUÇÃO GERAL

A pesca na região amazônica desempenha grande importância, com registros de mais de 1200 anos, quando os indígenas dependiam substancialmente dos recursos aquáticos, principalmente peixes e quelônios (PRESTES-CARNEIRO et al., 2016). Atualmente, a atividade constitui-se na principal fonte proteica da população ribeirinha, que apresenta consumo diário *per capita*, estimado entre 369g e 800g, concentrando na região amazônica as maiores taxas de consumo do Brasil (ISAAC; ALMEIDA, 2011; FERRAZ; BARTHEM, 2016). Concomitante, a pesca contribui com a economia da região, gerando uma renda total estimada em R\$ 389 milhões por ano (ALMEIDA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010).

Nessa região, a pesca exibe características artesanais, sendo realizada em pequenas canoas, com uso de apetrechos que foram sendo aprimorados a partir do contato com os portugueses (ISAAC; MILSTEIN; RUFFINO, 1996; RUFFINO; ISAAC, 2000; BATISTA; ISAAC; VIANA, 2004). Na década de 50, com a introdução e popularização do isopor, motor a diesel e principalmente o uso de fibras monofilamento, a pesca comercial na Amazônia passou por uma grande mudança tecnológica, que foi acompanhada pelo aumento na demanda dos centros urbanos (FURTADO, 1990; MCGRATH et al., 1993), e exigiu alterações nas estratégias de pesca, levando a exploração de uma ampla variedade de espécies (ALMEIDA et al., 2009), principalmente das ordens Characiformes e Siluriformes.

Os Characiformes compõem a ordem mais explorada pela pesca comercial na Amazônia Central, com volume desembarcado representando mais de 50% do total comercializado nos principais centros urbanos regionais (BATISTA; ISAAC; VIANA, 2004; RUFFINO et al., 2006). Porém, as estatísticas pesqueiras do estado do Pará, apresentam um padrão diferente com maior percentual dos desembarques em cima dos estoques de Siluriformes, cuja captura é destinada principalmente aos frigoríficos (PARENTE et al., 2005; RUFFINO et al., 2006).

A ordem Siluriformes inclui peixes desprovidos de escamas, revestidos por pele nua ou por placas ósseas (NIKATANI et al., 2011), conhecidos como bagres. O grupo teve sua pesca popularizada na região a partir do aumento na demanda por grandes centros urbanos, principalmente após a criação da Zona Franca de Manaus

(BARTHEM; FABRÉ, 2004; BATISTA; ISAAC; VIANA, 2004; SIMÃO, 2009). O cenário de demanda crescente por alimento, aliado aos incentivos oferecidos pelo governo ao setor pesqueiro, levou ao descontrole na exploração, acarretando maior pressão sobre os estoques (BARTHEM; FABRÉ, 2004; BATISTA; ISAAC; VIANA, 2004). Espécies como surubim (*Pseudoplatystoma* spp.) (FREITAS et al., 2007; ISAAC; RUFFINO, 1996), dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (ALONSO; PIRKER, 2005), piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) (ISAAC; BARTHEM, 1995), piraíba/filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*) (PETRERE JR et al., 2004), barba chata (*Pinirampus pinirampu*), braço de moça (*Brachyplatystoma platynemum*) (SANT'ANNA; DORIA; FREITAS, 2014) e o mapará (*Hypophthalmus marginatus*) (CUTRIM; BATISTA, 2005), tiveram considerável diminuição de abundância ao longo dos anos.

Pertencentes à família Pimelodidae, os peixes conhecidos comumente como mapará são constituídos por três espécies: *Hypophthalmus marginatus*, *H. edentatus* e *H. fimbriatus* (FERREIRA, 2012), que possuem como característica o corpo comprimido lateralmente, ausência de escamas, presença de três pares de barbilhões, olhos pequenos na parte média da cabeça e nadadeira anal extensa (LÓPEZ-FERNÁNDEZ; WINEMILLER, 2000).

Segundo Alcântara-Neto (1994), o mapará é abundante no Rio Amazonas e seus afluentes, mas pouco apreciado pela população dessa região. A expansão das capturas se deve a exportação de filés beneficiados pelos frigoríficos (ISAAC; MILSTEIN; RUFFINO, 1996; ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004; ALMEIDA; ANDROCZEVECZ, 2006; ALMEIDA et al., 2007) que levou a um aumento no esforço de pesca sobre esses estoques (ALCANTARA-NETO, 1994; CUTRIM; BATISTA, 2005) cujo estado atual de exploração é desconhecido (FERREIRA, 2012). Muito embora, a preocupação referente à pressão pesqueira do grupo já tenha sido observada na década de 80, quando muitos juvenis eram desembarcados na região do Baixo Tocantins (MERONA, 1993) nenhum estudo foi desenvolvido para identificar os níveis ideais de exploração. Apenas um estudo considerando a dinâmica populacional na região da Amazônia Central (CUTRIM; BATISTA, 2005) e uma avaliação qualitativa dos desembarques indicando-o em condições críticas de perigo (LIMA, 2013) foram realizados, sem considerar os níveis ideais de captura.

Nesse sentido, as avaliações dos estoques pesqueiros são essenciais para se conhecer o nível de exploração de algumas espécies e o status das pescarias que são realizadas na região, atuando como instrumento de determinação do nível ótimo de exploração e proposição de ordenamento da atividade (SPARRE; VENEMA, 1997). O procedimento de avaliação dos estoques requer cálculos matemáticos e estatísticos com a finalidade de verificar como um estoque pesqueiro responde a diferentes níveis de esforço, a partir de indicadores de sustentabilidade biológica (HILBORN; WALTERS, 1992; HADDON, 2011). As ferramentas utilizadas nesses processos são denominadas modelos que, em uma abordagem convencional, podem ser classificados em: analíticos ou estruturados por idade, que se caracterizam por requerer dados detalhados para avaliação; e os holísticos que consideram o estoque como uma biomassa homogênea, utilizados onde os dados são limitados (SPARRE; VENEMA, 1997).

Modelos analíticos são complexos e exigem maior quantidade de dados implicando maiores custos para sua utilização. Por outro lado, fornecem resultados mais detalhados quando comparado aos modelos holísticos que são mais simples, requerendo apenas séries temporais de captura e esforço de pesca levando a resultados limitados e com elevada incerteza (HILBORN; WALTERS, 1992; SPARRE; VENEMA, 1997). Entre os modelos holísticos, estão incluídos os modelos de Schaefer e Fox que estabelecem relações linear decrescente e exponencial negativa, respectivamente, entre a captura por unidade de esforço (CPUE) e o esforço de pesca (CATELLA, 2004).

A proposta de Schaefer, baseada no crescimento logístico de Verhulst (1845), foi utilizada como embasamento para a elaboração de softwares pelo programa científico de gestão pesqueira (FMSP), com o objetivo de promover pesquisa para a gestão de pescarias marinhas e interiores. Alternativamente, o ParFish é um software com metodologia participativa e abordagem adicional bayesiana, que faz uso de diferentes fontes de dados de entrada, incluindo o conhecimento ecológico local de pescadores. O programa foi projetado para fornecer orientação sobre o controle de esforço e cotas de capturas onde há limitações de dados nas pescarias (HOGGARTH, 2006).

Por fim, considerando a avaliação de estoques como um processo essencial para previsões quantitativas que levem ao melhor gerenciamento dos recursos, a proposta desse trabalho foi estimar os níveis ótimos de exploração do estoque de mapará capturados pela frota comercial que desembarca em Santarém, no baixo rio Amazonas, utilizando modelos convencionais de avaliação de estoques pesqueiros e o ParFish, um modelo com ampla participação de usuários dos recursos.

HIPÓTESES

As hipóteses de trabalho a serem testadas são:

H_{1.1} - A taxa de exploração dos estoques de mapará na região do Baixo Rio Amazonas indica sobrepesca;

H_{1.2} – Os modelos de avaliação de estoques pesqueiros baseados na proposta de Schaefer e Fox (convencional) e na metodologia do ParFish (alternativo) apresentam capacidade similar de predição.

OBJETIVOS

Geral

Determinar a captura máxima sustentável e o nível de esforço ótimo do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.) explorado no trecho inferior do rio Amazonas, com base nos modelos de Schaefer e Fox e na abordagem participativa do ParFish.

Específicos

- ✓ Caracterizar a pesca do mapará no trecho inferior do rio Amazonas;
- ✓ Avaliar a variação interanual da CPUE do mapará no trecho inferior do rio Amazonas;

- ✓ Identificar a captura máxima sustentável e o esforço de pesca ótimo para a pesca do estoque de mapará no trecho inferior do rio Amazonas;
- ✓ Indicar a situação atual do estoque pesqueiro de *Hypophthalmus* spp. no trecho inferior do rio Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo compreende a região do Baixo Rio Amazonas (Figura 1) onde o principal centro de desembarque pesqueiro é a cidade de Santarém (RUFFINO, 2002), localizada à margem direita do Rio Tapajós, na confluência com o Rio Amazonas.

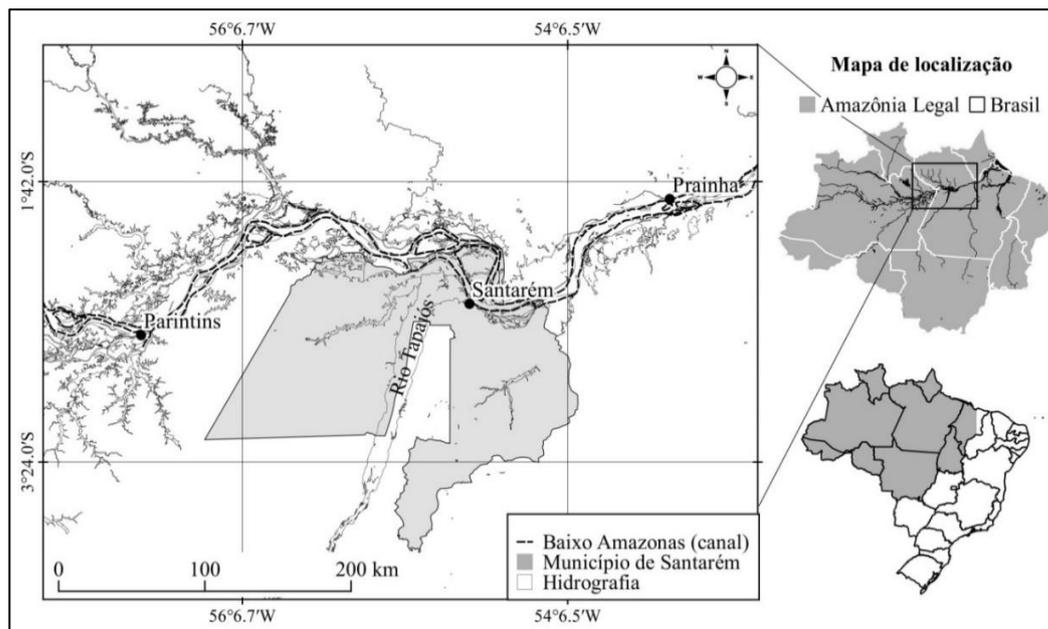


Figura 1. Localização da área de estudo, abrangendo a região do Baixo Rio Amazonas com destaque para a cidade de Santarém.

Coleta de dados

A pesquisa foi baseada em duas fontes de dados:

Dados secundários constituídos por parte do banco de dados do projeto IARA (Instituto Amazônico de Manejo Sustentável dos Recursos Ambientais), cedidos pela Dra. Victoria Judith Isaac Nahum, docente da Universidade Federal do Pará. Os dados refletem informações sobre o desembarque pesqueiro realizado diariamente na região de Santarém no período de 1993 a 2004, a partir de entrevistas com pescadores. As variáveis selecionadas para compor a pesquisa, referem-se à captura, esforço de pesca, frota, dias de pesca e número de pescadores.

Dados primários obtidos por meio de formulários semiestruturados aplicados aos pescadores da região do Baixo Amazonas que atuam na pesca de mapará (*Hypophthalmus* spp.) na cidade de Santarém. A aplicação dos formulários, foi realizada individualmente com 90 pessoas (pescadores, donos de embarcações geleiras, e empresários) entre abril e setembro de 2018. As informações geradas foram tabuladas e armazenadas em planilhas eletrônicas (Office Excel) e em seguida analisadas nos softwares Participatory Fisheries Stock Assessment (ParFish) (WALMSLEY; MEDLEY; HOWARD, 2005; HOGGARTH, 2006) e estatística R (LOGAM, 2010). A pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas – CEP/UFAM (2.321.932)

REFERENCIAS

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.

ALMEIDA, O. T. *et al.* Estrutura, dinâmica e economia da pesca comercial do Baixo Amazonas. **Novos cadernos do NAEA**, v. 12, n. 2, p. 175-194, dez, 2009.

ALMEIDA, O. T. *et al.* Importância econômica do setor pesqueiro na calha do rio Amazonas-Solimões. **Paper do NAEA 275**, 2010. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/naea/novosite/paper/373>. Acesso em: 18 de abril de 2017.

ALMEIDA, O. T. *et al.* Inovações e pesquisa na indústria pesqueira na Amazônia. **Novos cadernos NAEA**, v.10, n. 2, p.127-142, dez, 2007.

ALMEIDA, O. T.; ANDROCZEVECZ, S. Novas espécies comerciais e novos produtos de pescado na Amazônia: as instituições de pesquisa e a indústria. In:

ALMEIDA, O. T. **A indústria pesqueira na Amazônia**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2006.

ALONSO, J. C.; PIRKER, L. E. M. Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada. In: RUFFINO, M. L. **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões Amazonas**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2005.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2004.

BATISTA, V. S. *et al.* O estado da pesca na Amazônia. In: BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J. **Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: Uma avaliação integrada**. 2. ed. Brasília: IBAMA - PróVárzea, 2012.

BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2004.

CATELLA, A. C. **Introdução aos modelos de produção excedente: uma ferramenta para o manejo pesqueiro**. 1. ed. Corumbá: Embrapa Pantanal- Documentos (INFOTECA-E), 2004.

CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 35, n.1, p.85-92, 2005.

FERRAZ, P.; BARTHEM, R. **Estatística do monitoramento do desembarque pesqueiro na região de Tefé – Médio Solimões: 2008-2010**. 1. ed. Tefé: Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2016.

FERREIRA, Edinaldo Silva. **Variabilidade genética, estrutura populacional e filogeografia do mapará (*Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840 - Pimelodidae, siluriformes) no estado do Pará, utilizando sequencias de DNA mitocondrial**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Recursos aquáticos continentais) - Conservação e Manejo da Biodiversidade na Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2012.

FREITAS, C. E. C; NASCIMENTO, F. A.; SOUZA, F. K. S. Levantamento do estado de exploração dos estoques de curimatã, jaraqui, surubim e tambaqui. In: RUFFINO, M. L. **O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca**. 2. ed. Manaus: IBAMA-PróVarzea, 2007.

FURTADO, L. G. Características gerais e problemas da pesca amazônica no Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Série Antropologia**, v. 6, n. 1, p. 41-93, Jun, 1990.

HADDON, M. **Modelling and quantitative methods in fisheries**. 2. ed. Flórida: CRC Press, 2011.

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

HOGGARTH, D. D. *et al.* **Stock assessment for fishery management: A framework guide to the stock assessment tools of the fisheries management and science programme**. 1. ed. Roma: FAO Fisheries Technical paper, 2006.

ISAAC, V. J.; ALMEIDA, M. **El consumo de pescado en la amazonía brasileña**. COPESCAALC Documento Ocasional N° 13. Roma: FAO, 2011.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os Recursos Pesqueiros da Amazônia Brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, v.11, n.2, p.151-194, 1995.

ISAAC, V. J.; DA SILVA, C. O.; RUFFINO, M. Luís. A pesca no Baixo Amazonas. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2004.

ISAAC, V. J.; MILSTEIN, A.; RUFFINO, M. L. A pesca artesanal no Baixo Amazonas: análise multivariada da captura por espécie. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 3, p. 185-208, 1996.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L. Population dynamics of tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, in the Lower Amazon, Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v.3, n. 4, p. 315-333, 1996.

LIMA, Ericleya. **Análise da produção de pescado desembarcado no porto municipal de Santarém-PA, feira do pescado, nos anos de 2011 e 2012**. 2013. 57f. Monografia (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2013.

LOGAM, M. **Biostatistical design and analysis using R: a practical guide**. 1. ed. Chennai: Wiley-Blackwell, 2010.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H; WINEMILLER, K. A review of Venezuelan species of Hypophthalmus (Siluriformes: Pimelodidae). **Ichthyological exploration of freshwaters**, v.11, n.1, p.35-46, mar, 2000.

MCGRATH, D. G. *et al.* Fisheries and the Evolution of Resource Management on the Lower Amazon Floodplain. **Human Ecology**, v.21, n.2, p.167-195, jun, 1993.

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, 1993.

NAKATANI, K. Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação. **Eletrobrás Uem**, 2001. Disponível em: <http://livros.nupelia.uem.br/ovos-e-larvas/autores.htm>. Acesso em: 01 fev. 2018.

PARENTE, V. M., *et al.* A pesca e a economia da pesca de bagres no eixo Solimões-Amazonas. In: FABRÉ, N. N.; BARTHEM, R. B. **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2005.

PETREIRE JR, M. *et al.* Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of Piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.14, p.403–414, dez, 2004.

PRESTES-CARNEIRO, G. *et al.* Subsistence fishery at Hatahara (750–1230 CE), a pre-Columbian central Amazonian village. **Journal of Archaeological Science: Reports**, v. 8, p. 454-462, 2016.

RUFFINO, M. L. **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2001**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2002.

RUFFINO, M. L. *et al.* **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2003**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2006.

RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Ciclos de vida e parâmetros biológicos de algumas espécies de peixes da Amazônia Brasileira. In: FISCHER, C. F. **Recursos Pesqueiros do Médio Amazonas: Biologia e Estatística Pesqueira**. Coleção meio ambiente 22. Brasília: IBAMA, 2000.

SANT'ANNA, I. R. A.; DORIA, C. R. C.; FREITAS, C. E. C. Pre-impoundment stock assessment of two Pimelodidae species caught by small-scale fisheries in the Madeira River (Amazon Basin–Brazil). **Fisheries management and ecology**, v. 21, n. 4, p. 322-329, 2014.

SIMÃO, Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro. **Territorialidade, socioeconomia e conhecimento ecológico local da pesca artesanal de dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii* CASTELNAU, 1855) e piramutaba (*B. vaillantii* VALENCIENNES, 1840) na calha do rio Solimões-Amazonas**. 2009. 268f. Tese (Doutorado em ciências biológicas) – Biologia de água doce e pesca interior, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2009.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introdução à Avaliação de Mananciais de Peixes Tropicais**. No 306/1. Roma: FAO, 1997.

WALMSLEY, S. F., MEDLEY, P. A.; HOWARD, C. A. Participatory Fisheries Stock Assessment (ParFish): Software Manual. **London: MRAG**, 2005. Disponível em: https://www.mrag.co.uk/sites/default/files/fmospdocs/R8464/R8464_Guide.pdf. Acesso em: 06 abr. 2017.

Capítulo I

Estratégias de captura e comercialização da produção de mapará (*Hypophthalmus* spp.) no baixo Amazonas¹

¹Artigo em preparação para ser submetido à revista: Boletim do Instituto de Pesca
ISSN versão Impressa: 0046-9939
Qualis: B1

Estratégias de captura e comercialização da produção de mapará (*Hypophthalmus* spp.) no baixo Amazonas

Sara Fontinelli Laurido^a
Carlos Edwar de Carvalho Freitas^b
Flávia Kelly Siqueira Souza^b

^a Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – CIPET, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I - Manaus/Amazonas.

e-mail: sara.laurido@gmail.com

^b Departamento de Ciências Pesqueiras, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

RESUMO

O mapará (*Hypophthalmus* spp.) apresenta elevada importância nos desembarques do estado do Pará. A captura está ligada a empresas frigoríficas para exportação, sendo a espécie de bagre mais explorada pela pesca comercial atuando como fonte de renda de grande parte da população ribeirinha da região. O trabalho objetivou caracterizar a pesca desse recurso na região do baixo Amazonas e identificar os processos de comercialização das espécies desse grupo nos desembarques em Santarém. A produção no período da safra (março a agosto de 2018) foi caracterizada com base nos dados levantados junto aos frigoríficos locais, balsas de desembarque e na feira do peixe. O histórico da atividade foi obtido através de entrevistas realizadas entre abril e setembro de 2018 com 86 pescadores e 4 atores envolvidos no processo de comercialização distribuídos em 13 comunidades dos municípios de Monte Alegre, Alenquer, Curuai e Santarém. A idade média dos pescadores é de 33 anos e a experiência de pesca estimada em mais de 18 anos. A pesca é realizada principalmente nos lagos, explorando o recurso com malhadeiras miqueiras de malha 40 mm entre nós adjacentes, com embarcações fabricadas em madeira e movidas a remo ou motor. As estratégias de captura se diferenciam entre as comunidades e são influenciadas principalmente pelo tipo de embarcação utilizada. Foram identificados 4 pontos de desembarque com produção total estimada em 800 toneladas durante a safra. Os frigoríficos foram os principais pontos de desembarque. A cadeia de comercialização envolve 7 agentes que mantêm relações de trabalho estabelecidos em parcerias informais.

Palavras chave: Pesca; Mapará; Desembarque; Comercialização.

Strategies to capture and commercialize the production of Mapará (*Hypophthalmus* spp.) in the lower Amazon

ABSTRACT

The mapará (*Hypophthalmus* spp.) presents high intensity in the landings of the state of Pará. Fishing is a kind of fish export that can be used as a source of water for the region's riverside. The objective of this study was to characterize a plantation fishery in the lower Amazon region and to identify the group's activities in Santarém landings. Production in the 2018 was characterized based on data collected from local refrigerators, landing rafts and the fish fair. The history of the campaign was screening conducted between April and September 2018 with 86 fishermen and 4 participants involved in the distribution process in 13 communities in the municipalities of Monte Alegre, Alenquer, Curuai and Santarém. The average life of fishermen is 33 years and the fishing experience is over 18 years. Fishing is mainly done on the lakes, with the use of 40 mm mesh knitting between adjacent knots, with boats made of wood and powered by rowing or motor. Capture strategies are different between communities and are influenced by the type of vessel used. Four landing points were identified with a total production of 800 tons during a harvest. Refrigerators were the main landing points. The volleyball chain involves 7 days guarding working relationships.

Keywords: Fishing, mapará, landing, commercialization.

INTRODUÇÃO

A pesca comercial é um importante setor econômico na região amazônica gerando uma renda estimada em torno de R\$ 389 milhões ao ano (DORIA; QUEIROZ, 2008; ALMEIDA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2010). Considerando que a região apresenta a maior diversidade de peixes de água doce do mundo (SANTOS; SANTOS, 2005), poucas espécies são direcionadas à pesca comercial, das quais cerca de 12 representam mais de 80% dos desembarques, sendo estas: curimatã *Prochilodus nigricans*; matrinxã *Brycon amazonicus*; dourada *Brachyplatystima rousseauxii*; jaraqui *Semaprochilodus* spp.; branquinha, alguns gêneros da família Curimatidae; Pacu alguns gêneros da família Serrasalminae; mapará *Hypophthalmus* spp., Tambaqui *Colossoma macropomum*; surubim e caparari *Pseudoplatystoma* spp.; pescada branca *Plagioscion* spp., e a aruanã *Osteoglossum bicirrhosum* (BARTHEM; FABRÉ, 2004).

A pescaria realizada na região do baixo Amazonas, é voltada para a pesca de peixes de escama, que inclui uma variedade de espécies (ALMEIDA et al., 2009), e a pesca de peixes liso, voltada principalmente para a captura da dourada (*B. rousseauxii*), piramutaba (*B. vaillantii*), mapará (*Hypophthalmus* spp.) e o fura calça (*Pimelodina flavipinnis*) (CRUZ; ISAAC; PAES, 2017). Estas espécies juntas contribuem para um total desembarcado entre 3 e 5 mil ton/ano, na cidade de Santarém, estado do Pará, o principal centro de desembarque pesqueiro do trecho inferior do rio Amazonas (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004, 2008) e a terceira maior cidade do estado do Pará, com aproximadamente 303 mil habitantes (IBGE, 2019)

A demanda de pescado pelos grandes centros urbanos, na década de 70, levou a implementação de empresas frigoríficas e de beneficiamento na calha dos rios Solimões-Amazonas, popularizando a pesca de bagres na região e acarretando maior pressão sobre os estoques de algumas espécies, como a dourada (*B. rousseauxii*), no período de águas baixas, e o mapará (*Hypophthalmus* spp.), durante a enchente dos rios (ISAAC; BARTHEM, 1995; ALMEIDA; MCGRATH; RUFFINO, 2001). O mapará é a denominação comum a um grupo de peixes pertencentes a ordem Siluriformes, família Pimelodidae, que possui como característica o corpo comprimido lateralmente, olhos pequenos na parte média da cabeça e nadadeira anal

extensa (LÓPEZ-FERNÁNDEZ; WINEMILLER, 2000), representado por três espécies *Hypophthalmus marginatus*, *H. edentatus* e *H. fimbriatus*.

A pesca do mapará possui relevante destaque sendo uma das espécies mais exploradas pela frota comercial e direcionado principalmente às empresas frigoríficas de armazenamento e beneficiamento para exportação (RUFFINO, 2005; RUFFINO et al., 2006; PARENTE et al., 2007; TOMÉ-SOUZA et al., 2007; LIMA, 2013). Só no município de Santarém – PA, o pescado assumiu os principais lugares de produção entre 1992 e 1996, 2001 a 2004, 2007 e 2008, (ISAAC; RUFFINO, 2000; ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004; MARTINS, 2009) ocasionando uma grande pressão pesqueira nos estoques, e evidente status de criticamente em perigo (CUTRIM; BATISTA, 2005; LIMA, 2013; FERREIRA et al., 2016). O que concerne às características gerais da pescaria desse grupo, informações foram geradas no estudo de Alcântara Neto (1994) na região do lago Grande de Monte Alegre, porém, nenhum estudo se propôs a identificar as estratégias de comercialização e os níveis ideais de exploração para o mapará.

Diante do cenário de ausência de informações ou informações desatualizadas, a proposta desse estudo foi caracterizar a pesca do mapará na região do baixo Amazonas, assim como identificar os processos de comercialização desse grupo de espécies, a partir dos desembarques realizados em Santarém, no estado do Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na mesorregião do baixo rio Amazonas (Figura 1), com aproximadamente 373 quilômetros em linha reta, estendendo-se do município de Parintins - AM, até o município de Prainha - PA (BATISTA et al., 2012). O principal porto de desembarque na região localiza-se na cidade de Santarém situada à margem direita do rio Tapajós, na confluência com o rio Amazonas. Os desembarques são provenientes da captura em ambientes de aproximadamente oito

municípios, dentre eles Santarém, Alenquer, Monte Alegre e Curuá (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2008; PEREIRA; SILVA; SOUSA, 2019).

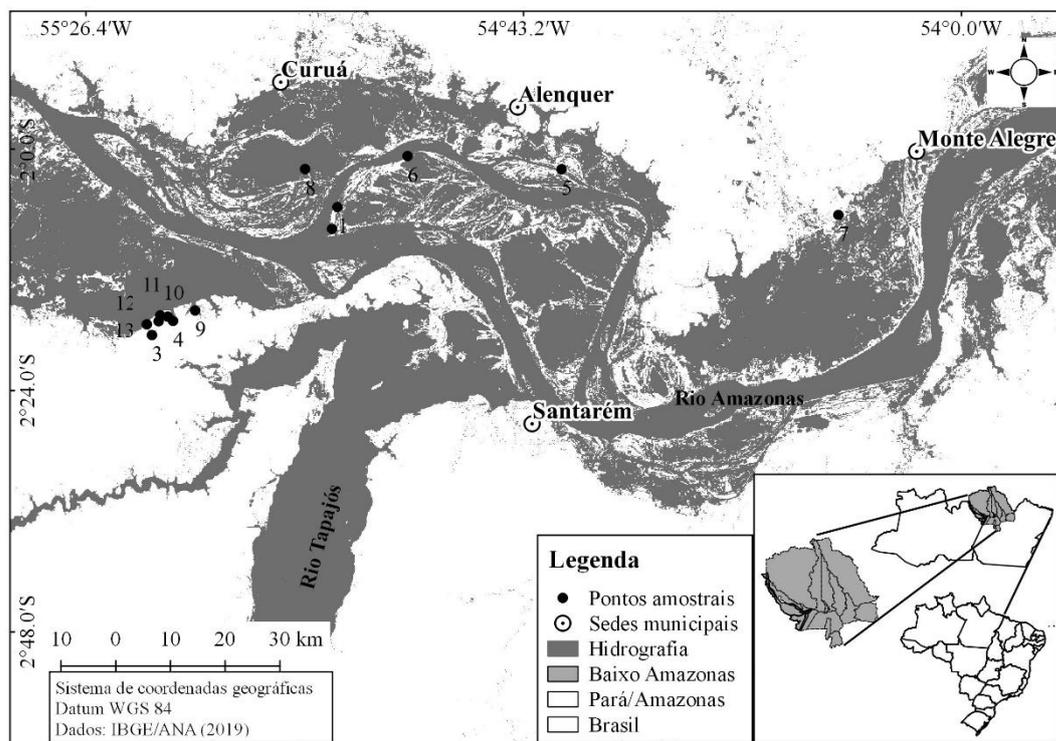


Figura 1. Localização da área de estudo entre Curuá, Santarém, Alenquer e Monte Alegre na região do baixo rio Amazonas: 1- Costa do Arapirí; 2- Boca do Arapirí; 3- Cabeceira; 4- Inanú; 9- Lírio dos Vales; 10- Peré Salvação; 11- São Pedro; 12- Uruari; 13- Vila Nova; 5- Salvação; 6- Urucurituba; 7- Lago grande de Monte Alegre (Jaquara); e 8- Rio da Ilha.

Coleta de dados

Os dados de produção foram levantados por meio de registros de desembarque dos frigoríficos e balsas de desembarque, administradas por empresas privadas, e da feira municipal do pescado, administrada pela colônia de pescadores de Santarém (Z-20). A seleção desses locais foi baseada em literaturas que indicam o desembarque da espécie (ALMEIDA; MCGRATH; RUFFINO, 2001; DE LIMA et al., 2016), assim como o período de obtenção dos dados equivale aos meses de março a novembro, época permitida para pesca do grupo (IBAMA, 48/2007).

A atividade de pesca foi caracterizada a partir da aplicação de questionários semiestruturados (ANEXO 1), entre abril e setembro de 2018, a pescadores comerciais, donos de embarcações geleiras e agentes de comércio envolvidos na cadeia de comercialização do mapará desembarcado em Santarém. As questões contidas nos formulários referiam-se às informações básicas sobre o tempo de pesca, ambientes e apetrechos utilizados na captura, procedência da frota de desembarque, cadeia de comercialização e dados quantitativos de produção (captura e esforço). Para complementar a caracterização e obter informações sobre a dinâmica da atividade e os processos envolvidos, foram realizadas visitas de campo a 13 comunidades distribuídas nos municípios de Alenquer, Curuá, Monte Alegre e Santarém, no estado do Pará (Figura 1), e que contribuem com grande volume de maparás desembarcados nos portos de Santarém (SOARES et al., 2008).

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal do Amazonas, conforme protocolo CAAE-(74309617.8.0000.5020).

Análise de dados

Os dados gerados foram tabulados em planilhas eletrônicas, separados por categoria e submetidos a análise estatística descritiva, para cálculo de frequência de ocorrência, média e desvio padrão. Para entendimento de como oscilava o ciclo hidrológico anual na região, foi gerado um gráfico com dados da cota média mensal do rio Amazonas, estações de Santarém e Curuai (Figura 2) obtidos no site da Agência Nacional de Águas - (ANA) (HidroWeb). O nível de água foi posteriormente relacionado ao volume da produção desembarcada para o mapará.

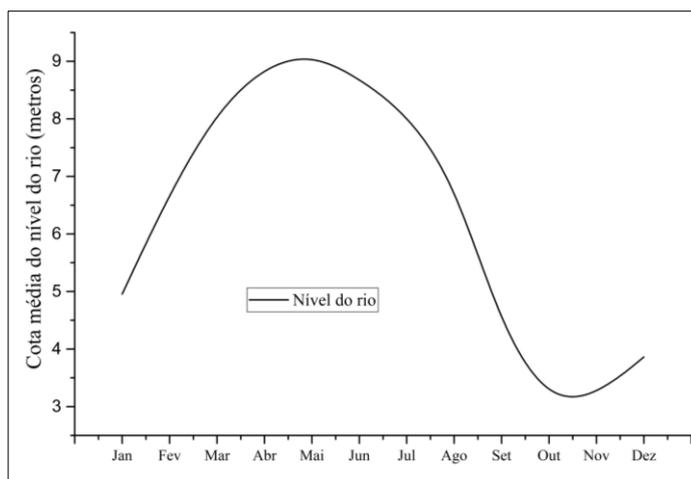


Figura 2. Cota média mensal do nível do rio estimado para a estação de Santarém e Curuai.

RESULTADOS

Perfil dos entrevistados

Foram entrevistados 6 donos de barcos geleiras e 80 pescadores envolvidos na pesca do mapará nos municípios de Monte Alegre (Jaquara), Alenquer (Salvação, Urucurituba, Boca do Arapirí e Costa do Arapirí), Curuá (Rio da Ilha) e Santarém (Cabeceira, Inanú, Lírio dos Vales, Peré Salvação, São Pedro, Uruari, e Vila Nova). A maioria dos pescadores pertencem ao gênero masculino (94%). A idade dos entrevistados variou entre 18 e 61 anos ($33,6 \pm 10,7$), com período médio de 18 anos ($\pm 11,3$) de participação na pesca. O principal ambiente explorado na pescaria do mapará foram os lagos, com tempo médio de duração das pescarias de aproximadamente quatro dias por semana ($3,8 \pm 1,01$). Porém, os rios também são explorados por alguns pescadores, que seguem os cardumes de mapará, na época de migração. De modo geral, cerca de 67% dos pescadores acreditam que houve diminuição na captura do mapará, quando comparado aos últimos dois anos (2016 e 2017), e que o principal motivo se deve ao aumento no número de barcos geleiras e pescadores.

Em outras comunidades, como Rio da Ilha, Urucurituba e Salvação, a pescaria do mapará ocorre até o início de setembro, posteriormente é realizada a captura de outras espécies alvo, como: a piaba/piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), o aracu (Anostomidae) e a curimatã (*Prochilodus nigricans*).

Entre os entrevistados, 73% estão envolvidos somente com a atividade de pesca, enquanto 27% em outras atividades, como a agricultura e criação de pequenos animais. 37% dos entrevistados dependem exclusivamente da pesca como a fonte de renda e o restante (75%) tem renda complementar a partir do benefício do bolsa família, aposentadoria ou são assalariados (Figura 3).

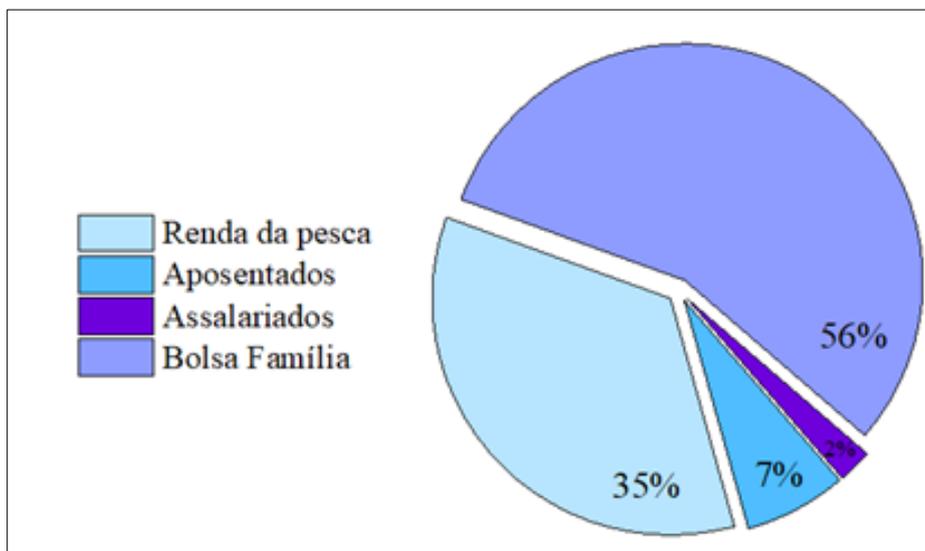


Figura 3. Fontes complementares de renda dos pescadores comerciais de Mapará no baixo Amazonas.

Apetrechos de pesca

Os pescadores usam de 4 a 30 malhadeiras, cada uma com 60 metros de comprimento ($56,6 \pm 9,93$), e pano de malha fabricado em fio de nylon sintético (miqueiras). A maior quantidade de malhadeiras usadas em pescarias, foi no lago Grande do Curuai ($n=15 \pm 9$), e lago Grande de Monte Alegre ($n=14 \pm 3$). A região de Santarém é a que apresenta a maior variedade entre os diâmetros de fios e tamanho de malha indicando que as malhadeiras são também aproveitadas para a captura de diferentes espécies ao longo do ano, diferente do que é observado para a região de Alenquer, onde os pescadores utilizam somente a malha de 40 mm entre nós adjacentes (Figura 4) demonstrando preocupação por parte dos usuários.

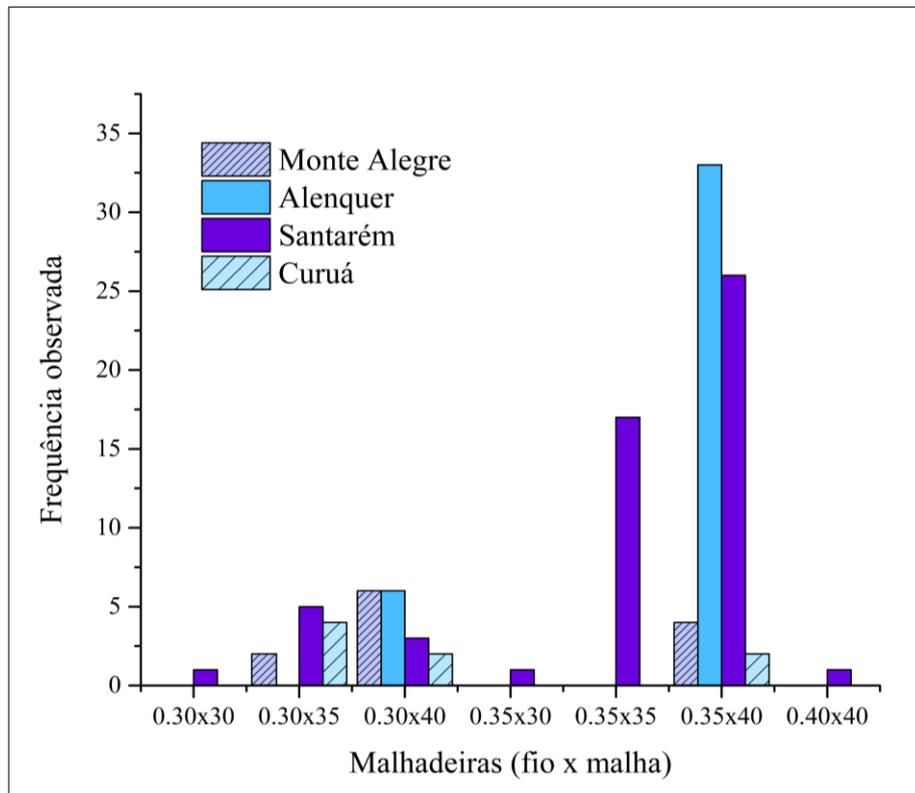


Figura 4. Principais malhadeiras utilizadas na pesca do mapará na região do baixo rio Amazonas.

Frota pesqueira

As embarcações geleiras são fabricadas em madeira, com dimensão média de 3,62 m de largura ($\pm 1,0$) e 14,5 m de comprimento ($\pm 2,9$). A capacidade de armazenamento de pescado é de aproximadamente 10 toneladas ($9,8 \pm 6,7$), e os motores com potência que varia de 45 a 125 Hp. Essas embarcações realizam em média quatro viagens por mês e atuam na pesca com de cerca de 18 canoas (± 10) no reboque.

As canoas são fabricadas em madeiras e possuem tamanho de cinco a nove metros ($7,36 \pm 0,68$) de comprimento, podendo ser divididas em duas categorias: as movidas a remo (37%) ou a motores de propulsão (63%). Os motores movidos a propulsão são em sua maioria do tipo rabeta, com potência de 5,5 a 15 Hp, seguido dos motores de centro que variam entre 18 e 22 Hp (Figura 5). As canoas movidas a remo foram observadas nas comunidades de Boca do Arapirí, Costa do Arapirí e Urucurituba que tem acordos de pesca e proíbem o uso de canoas motorizadas nos lagos e limita a quantidade de apetrechos por embarcação.

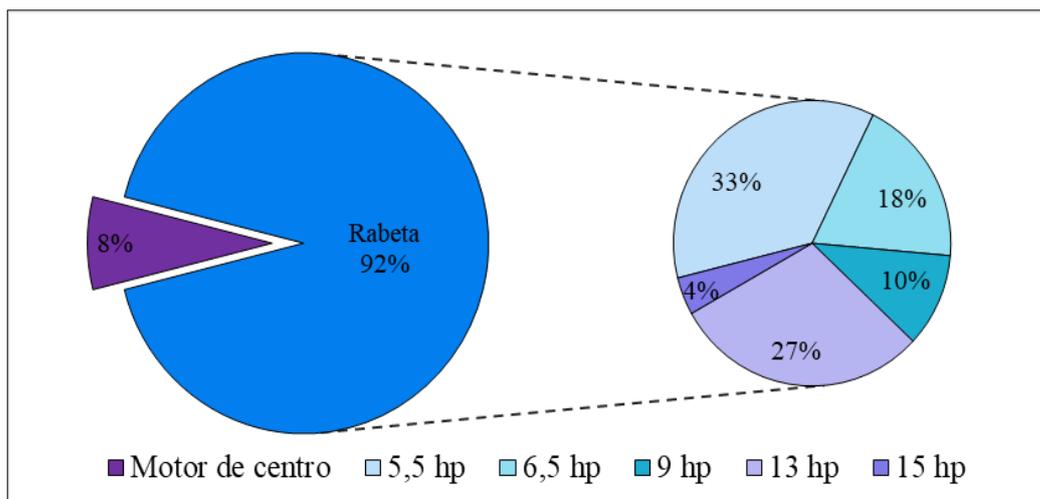


Figura 5. Motores e potencias observados na pesca do Mapará.

Alguns donos de embarcações geleiras (atravessadores) mantêm a fidelidade com o pescador fornecendo materiais de pesca. Há aqueles que doam todo o apetrecho utilizado, enquanto outros doam uma parte e financiam a outra. Há também aqueles que “emprestam” todo o equipamento de pesca (incluindo malhadeiras, canoas e motores) e descontam no valor pago pelo kg da espécie capturada e, outros fornecem apenas recurso para alimentação durante as viagens de pesca. Essas formas de negociação refletem um tipo de acordo informal de trabalho entre os atravessadores e os pescadores na região do baixo rio Amazonas.

Estratégias de gestão

As comunidades da região desenvolvem diferentes estratégias de pesca de acordo com o nível de organização. 23% das comunidades envolvidas nesse estudo estabeleceram regras específicas para o gerenciamento da atividade, sendo acordos legítimos como o plano de utilização (PU) regulamentado pelo INCRA, ou acordos internos de igual validade, ambos construídos de forma participativa e servem como instrumento de gestão para o uso dos recursos.

Essas comunidades, com regras específicas, comumente limitam a quantidade de malhadeiras, sendo permitido até 5 panagens formando uma bateria de até 300 m por embarcação e devem ser seletivas restritas ao uso de miqueiras de fio 0,30 e 0,35mm de diâmetro e malha 40mm entre nós adjacentes. Há ainda restrições quanto

a propulsão da frota, onde é proibido a utilização de embarcações motorizadas funcionando e armazenando pescado nos lagos das comunidades. O horário de pesca é restrito ao período diurno (7h às 18h) com intervalo de 2h.

As comunidades com acordos menos específicos, tem regras comuns a mais de 30 comunidades e são continuamente desprezadas. As regras são direcionadas ao manejo de grandes lagos onde os pescadores fazem uso de grandes quantidades de malhadeiras miqueiras e frota motorizada sem qualquer controle ou medida de gestão.

Estratégias de captura

As estratégias de captura são estabelecidas de acordo com o gerenciamento das comunidades em relação ao recurso:

1. Onde há regras específicas para captura do mapará.

Os pescadores (em pares) seguem ao ambiente de pesca em canoas movidas a remo ou vela a partir do horário estabelecido por acordos internos. A bateria de malhadeiras é lançada manualmente por um dos pescadores no local onde foi observado a ocorrência de limo, água com característica mais gordurosa, cheiro representativo ou até mesmo após a identificação do cardume, enquanto o outro pescador controla o sentido da embarcação até o final do lance.

Depois de lançadas, as malhadeiras permanecem à deriva por até 20 minutos e em seguida são recolhidas para o interior da canoa juntamente com os indivíduos capturados, em seguida os pescadores se direcionam a um novo ponto de pesca para um novo lance. A quantidade de lances é variável entre as comunidades, por exemplo: se for identificado o cardume ocorre apenas um lance, caso contrário os pescadores lançam até 5 vezes durante um turno.

Após cada turno os indivíduos capturados são eviscerados e levados a embarcação geleira onde a produção é devidamente pesada, registrada em diários de bordo e posteriormente armazenada. Os diários de bordo servem como registros contábeis para a prestação de contas ao final de cada viagem.

2. Onde não há regras específicas para captura do mapará.

Comumente, os pescadores que atuam na captura de mapará em ambientes onde não há regras específicas utilizam frota motorizada e iniciam suas atividades se deslocando até o porto onde está localizada a embarcação geleira, que além de armazenar e transportar a produção atua como embarcação de apoio. As canoas

seguem no reboque até o local de pesca previamente determinado de acordo com a escolha da maioria dos pescadores. Antes da dispersão no local de pesca é feito a distribuição de combustível (óleo e gasolina) para cada par de pescadores, a quantidade adquirida é cuidadosamente registrada e abatida ao final das viagens.

Nos locais de pesca a bateria de até 1,5 km são lançadas por um dos pescadores que utiliza um material de apoio, um cano de pvc 40 mm medindo entre 1,5 e 2,5 metros que serve para facilitar a armação do apetrecho enquanto o motor permanece ligado e manuseado por outro pescador. As malhadeiras permanecem na água até o tempo de os pescadores retornarem ao início de onde elas foram lançadas, esse tempo é variável segundo a extensão da bateria e a potência do motor empregada no deslocamento, em seguida as malhadeiras são recolhidas juntamente com os indivíduos capturados até que outro local seja determinado para o novo lance. A quantidade de lances executados durante o dia de pesca varia segundo a habilidade do pescador, e causas naturais como ventos e chuvas e o tempo de cada lance varia com a potência do motor.

Similar ao descrito anteriormente, ao final de cada turno os pescadores evisceram os exemplares de mapará e direcionam a produção as embarcações geleiras. O horário de pesca não difere entre as comunidades participantes desse estudo, ocorrendo predominantemente durante o dia entre os turnos matutino (de 7h as 12h) onde foi observado até seis lances, e vespertino (de 14h as 17h) com até 5 lances.

Algumas outras espécies são capturadas juntamente com o mapará e também são comercializadas (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies registradas durante a pesca e desembarque de mapará na região de Santarém.

COMERCIALIZADOS		NÃO COMERCIALIZADOS	
Nome Comum	Nome Científico (Táxon)	Nome Comum	Nome Científico (Táxon)
Apapá	<i>Pellona castelnaeana</i>	Piranha	Serrasalminae
Pescada	<i>Plagioscion</i> sp.	Piracatinga	<i>Calophysus macropterus</i>
Pirarucu	<i>Arapaima gigas</i>	Acari cachimbo	<i>Loricaria cataphracta</i>
Pacu	Serrasalminidae	Cara de gato	<i>Platynemateichthys notatus</i>
Aracu	Anostomidae	Recrec	Doradidae
Bocó	<i>Colossoma macropomum</i>	Saranha	<i>Rhaphiodon vulpinus</i>
Branquinha	Curimatidae	Surubim lenha	<i>Sorubim ichthysplaniceps</i>
Carauaçu	<i>Astronotus crassipinnis</i>	Sarapó	<i>Gymnotus carapo</i>

Curimatá	<i>Prochilodus nigricans</i>	Mandi	<i>Pimelodus</i> spp.
Mandirá	<i>Pimelodina flavipinnis</i>	Sardinha	<i>Triportheus</i> spp.
Arraia	<i>Potamotrygon</i> sp.	Saca rolha	Ageneiosidae
Sarda	<i>Pellona flavipinnis</i>		
Bacu	<i>Lithodoras dorsalis</i>		
Dourada	<i>Brachyplatystoma rousseauxii</i>		
Jau	<i>Paulicea luetkeni</i>		
Surubim	<i>Pseudoplatystoma</i> spp.		
Pirarara	<i>Phractocephalus hemiolipterus</i>		
Piramutaba	<i>Brachyplatystoma vaillantii</i>		
Piraíba/filhote	<i>Brachyplatystoma filamentosum</i>		
Barbado	<i>Pinirampus pirinampu</i>		
Mandubé	<i>Ageneiosus inermis</i>		
Piranambú	<i>Platynemichthys notatus</i>		

Desembarque

Durante a safra de 2018, entre março e novembro, a captura desembarcada somou mais de 800t, com média mensal de 90t ($\pm 70t$) e pico de captura no mês de abril, durante a época enchente, quando a cota média do nível das águas alcançou aproximadamente 9 m (Figura 6).

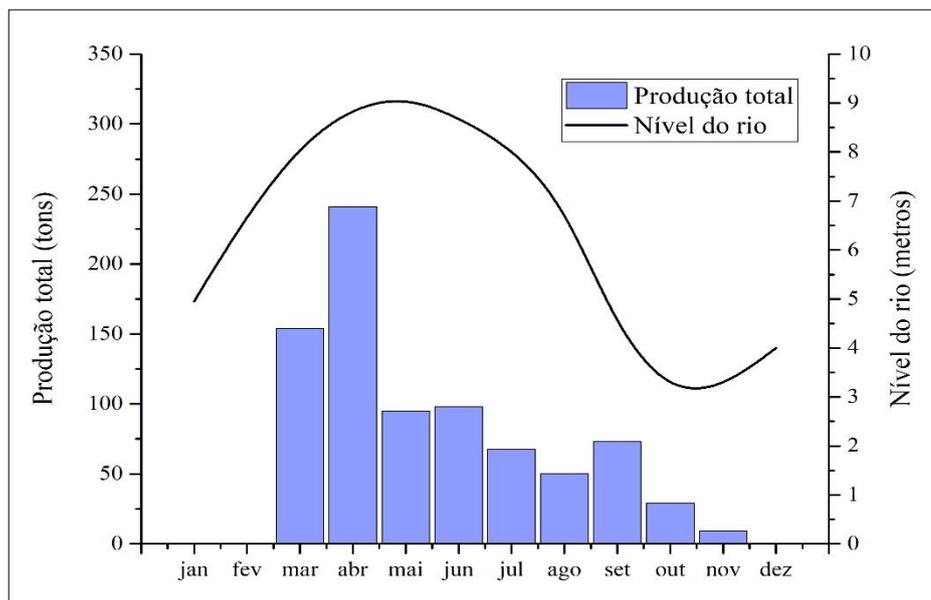


Figura 6. Produção total registrada mensalmente nos portos de desembarque em Santarém durante o ano de 2018.

Os principais portos de desembarque de mapará na cidade de Santarém são as balsas Pontão do Peixe e Vila Arigó, os frigoríficos Peixão e Edifrigio e a feira do

peixe. A produção proveniente de diferentes áreas de pesca é destinada conforme decisão do “patrão” das embarcações, que são representados por agentes de comércio que financiam as viagens e são os responsáveis pela venda do pescado. O resultado gerado no estudo demonstra que 93% da produção que chega em Santarém é absorvida pela indústria pesqueira, direcionando os frigoríficos como o principal porto de desembarque, representando aproximadamente 66% de todo o volume seguido das balsas de desembarque (27%). Pequena proporção, estimada em 7%, é destinada a feira do pescado responsável pelo abastecimento dos mercados locais.

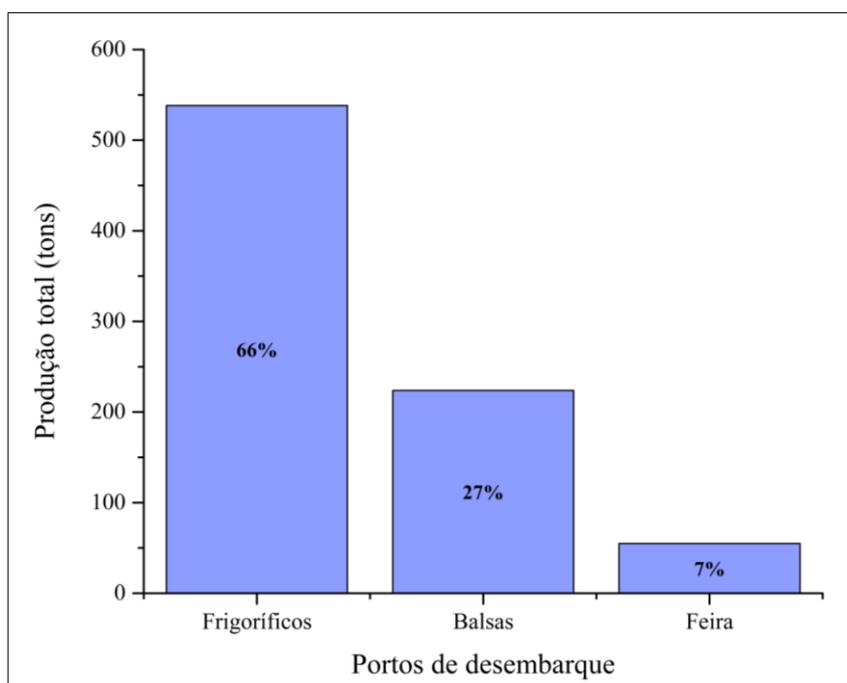


Figura 7. Produção total observada nos portos de desembarque em Santarém durante o ano de 2018.

O desembarque realizado nos frigoríficos segue procedimento inicial de escolha baseado em análise sensorial visual e classificação dos espécimes por tamanho. O material então é armazenado e/ ou beneficiado, na forma de inteiro sem cabeça ou como filé, conforme a capacidade das câmaras frigoríficas e a demanda dos agentes de comercialização. Posteriormente, o produto é exportado para outras regiões do país, principalmente a região Sudeste (São Paulo) e centro Oeste (Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul) (Figura 7).

Quando o desembarque é feito nas balsas os agentes de comercialização recebem os peixes e os direcionam a caminhões frigoríficos que levam o peixe inteiro

eviscerado a outras cidades do estado do Pará (Belém) e de outros estados (Maranhão, Bahia, Piauí e Distrito Federal) (Figura 7).

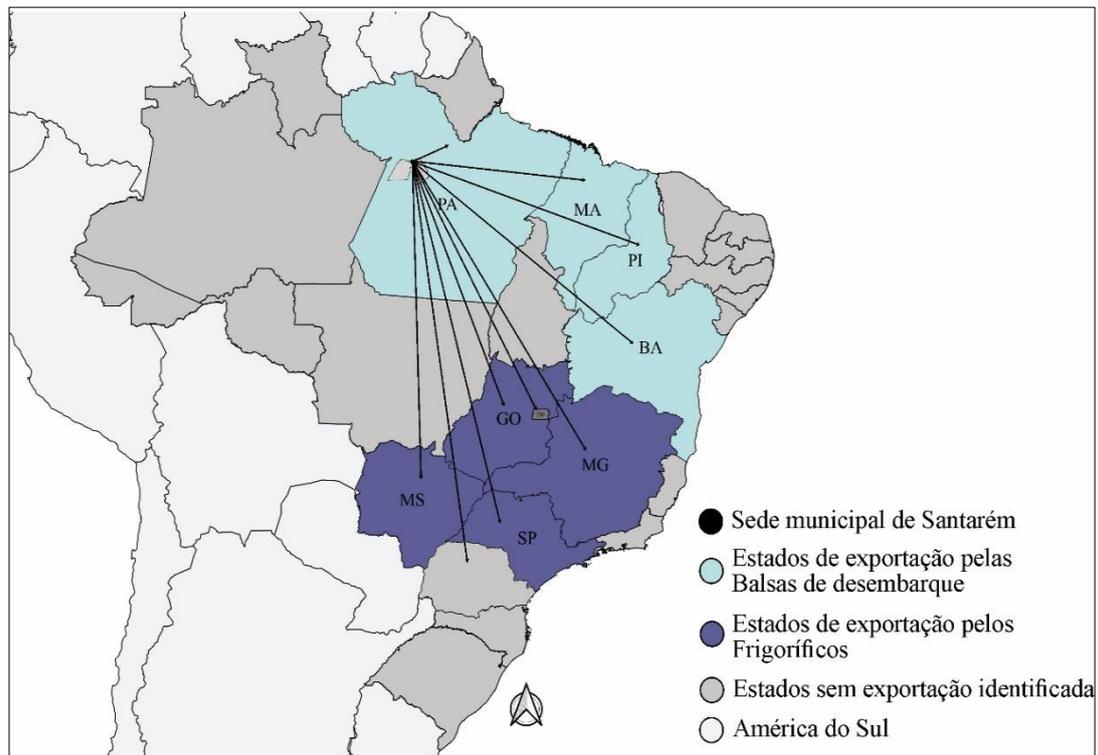


Figura 8. Mapa de exportação do mapará em 2018.

Na feira, o desembarque é registrado todos os dias pela manhã, por um funcionário da colônia de pescadores (Z-20) conhecido como balanceiro, onde a produção é pesada e devidamente registrada com data e comprador. O mapará é vendido por feirantes cadastrados e/ou encaminhados aos mercados dos bairros da cidade e/ou a mercados de municípios vizinhos. A procedência do pescado e os locais de distribuição não são conhecidos pelo comprador, uma vez que os formulários de registros são direcionados apenas ao quantitativo desembarcado.

De modo geral, o processo de comercialização do mapará em Santarém envolve as etapas de captura, desembarque e exportação, estabelecendo a cadeia de comercialização do pescado (Figura 9). Ao longo desse processo são envolvidos sete agentes que exercem funções que agregam valores e conduzem o produto até o mercado consumidor.

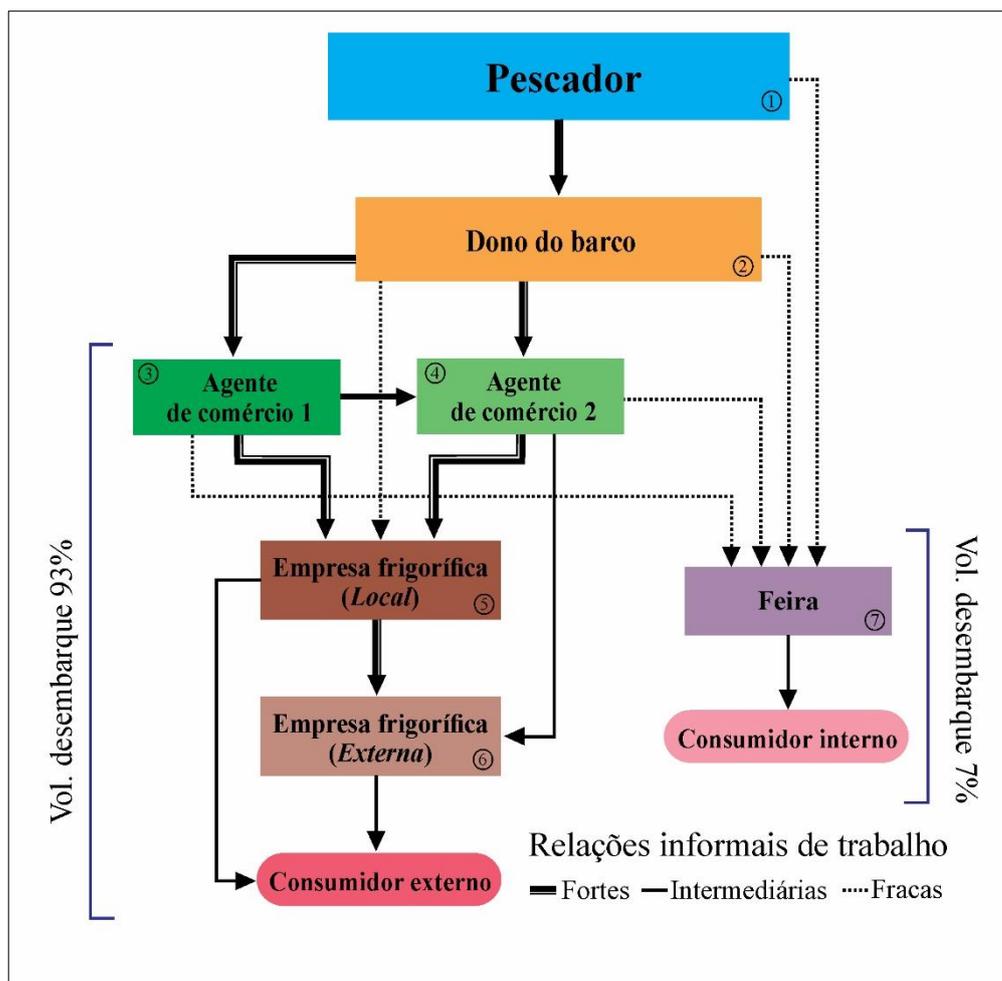


Figura 9. Fluxograma da cadeia de comercialização do mapará indicando as relações entre os agentes.

Os pescadores são os primeiros agentes e atores fundamentais em todo o processo, eles conduzem a produção capturada as feiras locais ou na maioria das vezes a embarcações geleiras em consequência a relações informais de trabalho mantida com os donos dessas embarcações. Os donos das embarcações, também conhecidos como atravessadores, estabelecem relações de comércio de grande importância, eles mantem vínculo de trabalho em dois elos no processo: com os pescadores e agentes de comércio.

Os agentes de comércio são atores intermediários (1 e 2) e os principais responsáveis pelos destinos da produção. Esses agentes firmaram parceria informal com as empresas frigoríficas locais e/ou externas, representando um elo de negociação com os demais agentes. Eles financiam as viagens dos atravessadores garantindo que a produção seja negociada com eles.

As empresas frigoríficas locais são abastecidas a partir da negociação com os agentes de comércio e raros casos com atravessadores. Essas empresas representam um elo de grande importância na cadeia pois atuam no beneficiamento, armazenamento e exportação, agregando valor a produção e contribuindo fortemente com a economia local. Os frigoríficos externos também são elementos chave nesse processo considerando que grande volume de produção é destinado à exportação.

A feira do pescado é um agente que atua distribuindo a produção a mercados locais e conduz o produto ao consumidor local. A feira é administrada pela colônia de pescadores Z20 e permite a venda direta por pescadores associados ou feirantes cadastrados, o desembarque de mapará ocorre nesses locais em situações específicas: quando há demanda local (especialmente durante a semana santa) ou quando não há demanda pelos agentes de comércio e frigoríficos.

A relação informal de trabalho envolvida nos elos à cadeia afirma a importância econômica e social da pesca do mapará nessa região e demonstra a grande atuação da indústria pesqueira na demanda de exportação desse recurso.

DISCUSSÃO

O mapará é um recurso economicamente importante para os pescadores da região do baixo Amazonas, sendo a principal fonte de renda dos pescadores entrevistados. A idade média dos pescadores é inferior ao encontrado para a região amazônica, que em média ultrapassa os 40 anos (INOMATA; FREITAS, 2015; SILVA; BRAGA, 2017; ZACARI; SARAIVA; VAZ, 2017), e deste tempo de vida, grande parte foi em função da atividade de pesca, pois apresentam experiência média estabelecida com mais de 15 anos.

A pesca do mapará nessa região pode ser classificada como comercial monoespecífica (FREITAS; RIVAS, 2006) pois é realizada, predominantemente, por malhadeiras miqueiras (nylon monofilamento), durante o período de águas altas (ALCÂNTARA NETO, 1994; ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004). O uso frequente desse tipo de apetrecho também foi observado nas regiões do reservatório de Itaipu (PR) e Tucuruí (PA) (AMBRÓSIO; GOMES; AGOSTINHO, 2003; CINTRA et al., 2013). A malhadeira do tipo maparazeira (40mm entre nós adjacentes) foi registrado por todos os pescadores entrevistados mostrando que há

uma preocupação em relação ao manejo do recurso, pois é a mais seletiva para a captura de indivíduos maduros sexualmente caracterizada como um mecanismo de gestão ideal (MARTINS et al., 2011).

As estratégias de pesca incluem um conjunto de habilidades e técnicas diferenciadas em cada comunidade e são resultado do amplo e extenso conhecimento sobre processos ecológicos, dos quais lhes permitiu adotar suas próprias medidas de gestão. Geralmente comunidades com maior nível organizacional (com associações e acordos internos) desenvolvem a pesca do mapará a partir de regras específicas (voltadas para a captura desse recurso), limitam a quantidade e o tipo de apetrecho e atuam em embarcações movidas a remo. Outras, que exploram lagos maiores, utilizam frequentemente canoas motorizadas, baterias de malhadeiras e um material de apoio que auxilia a armação dos apetrechos.

Pode se perceber que as estratégias encontradas no estudo, são diferentes daquelas observadas há mais de 20 anos por Alcântara Neto (1994), em que as canoas eram movidas a remo ou vela, com raros casos de canoas motorizadas servindo apenas para deslocar as demais canoas em casos extremos e a armação das redes executadas sem o uso do material de apoio. Comumente as embarcações geleiras atuam no transporte de insumos e armazenamento de pescado em todas as comunidades e os donos dessas embarcações operam com um número relativamente fixo de canoas e pescadores com os quais mantêm relações informais de trabalho, como observado em muitas pescarias comerciais no baixo rio Amazonas (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2008; ALMEIDA, 2009; INOMATA; FREITAS, 2015).

A grande demanda pela indústria da pesca tem levado a intensa exploração do grupo, com pico de produção em abril durante a enchente do rio Amazonas demonstrando que a variação sazonal do nível do rio Amazonas exerce grande influência sobre os desembarques, assim como em toda a região Amazônica (CASTELLO et al., 2018), e diante disso Isaac et al. (2016) consideram que os pescadores desenvolveram diferentes estratégias de pesca para maximizar os rendimentos, sendo a captura do mapará mais eficiente durante a enchente.

O desembarque atual, estimado em 90 toneladas/mês, registra volume superior ao observado há 14 anos atrás estimado em 42 toneladas/mês (PINAYA et

al., 2018), quando a temporada de pesca era permitida o ano inteiro. O aumento no volume desembarcado atualmente pode ser reflexo da eficiência no defeso reprodutivo estabelecido pela portaria nº 48 de 05 de novembro de 2007 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que proíbe a captura e comercialização a partir de 15 de novembro a 15 de março, limitando a temporada de pesca a oito meses no ano, ou pode estar associado ao maior número de embarcações e pescadores envolvidos na atividade como sugerido pelos pescadores entrevistados.

De todo modo, fica claro que a demanda de mapará no baixo rio Amazonas é voltada prioritariamente à indústria pesqueira, especialmente os frigoríficos (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004; CRUZ; ISAAC; PAES, 2017), que recebem e beneficiam o pescado, e os direcionam para algumas regiões do país. Já a produção gerada na Amazônia Central, beneficia e exporta o mapará para a região sudeste do país e para o exterior, em países da Europa e América do Norte (CUTRIM; BATISTA, 2005).

O fluxo de comercialização do peixe em Santarém é estabelecido por sete diferentes agentes, que mantêm relações de trabalho através de parcerias informais, dentre eles os pescadores são agentes de grande importância pois atuam diretamente na captura do recurso.

Os agentes de comércio estabelecem importantes vínculos de comércio com mercados locais, e especialmente mercados externos, assim como frigoríficos, e esse fator é de fundamental importância considerando que o Mapará é principalmente destinado à exportação (PARENTE et al., 2007), esses agentes são vistos por Parente e Batista (2005) como os principais elos no processo de intermediação da produção nos portos de Manaus .

Comumente esses agentes financiam os proprietários de embarcações que compram os materiais de pesca e negociam com os pescadores, estimulando entre eles alguma relação de trabalho. Essa prática de negociação é comum na pesca da região amazônica (ISAAC; SILVA; RUFFINO, 2008; MOURÃO et al., 2009; ZACARDI; PONTE; SILVA, 2014).

Os donos dos barcos contribuem com parte do volume desembarcado nos diferentes portos de desembarques, eles estabelecem diferentes possibilidades quanto ao destino da produção, mantendo parcerias com os pescadores, com os agentes de comércio, ou podem ser autônomos sem nenhum vínculo com os demais atores ampliando as possibilidades de comércio (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2008).

A pesca do mapará é uma atividade importante para os pescadores da região central do baixo rio Amazonas, considerada a principal fonte de renda durante a enchente dos rios envolvendo diferentes agentes ao longo dos processos de captura e comercialização. Os portos específicos identificados no desembarque, a influência sazonal sobre o volume de captura, e o destino voltado a exportação nacional permite considerar a pesca do mapará, nessa região, como uma atividade comercial monoespecífica de caráter social e econômico, que tem demandado intensa exploração para o abastecimento da indústria pesqueira levando o estoque ao estado crítico de perigo, com informações carentes ou desatualizadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pelo financiamento da bolsa, aos proprietários das balsas, aos representantes dos frigoríficos O peixão e Edifrigo (em especial a Sra. Claudia Neves), a colônia de pescadores Z-20 (Santarém) e Z-11 (Monte Alegre), aos pescadores das comunidades visitadas, aos donos das embarcações, e aos amigos e familiares que colaboraram com a digitalização dos dados.

REFERENCIAS

Agência Nacional de águas – ANA. 2018. Sistema de informações hidrológicas (HidroWeb). Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/gestorpcd/Mapa.aspx>. Acesso em: 18 set. 2018.

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.

- ALMEIDA, O. T. *et al.* Estrutura, dinâmica e economia da pesca comercial do Baixo Amazonas. **Novos cadernos do NAEA**, v. 12, n. 2, p. 175-194, dez, 2009.
- ALMEIDA, O. T. *et al.* Importância econômica do setor pesqueiro na calha do rio Amazonas-Solimões. **Paper do NAEA 275**, 2010. Disponível em: <http://www.naea.ufpa.br/naea/novosite/paper/373>. Acesso em: 18 abril de. 2017.
- ALMEIDA, O. T.; MCGRATH, D. G.; RUFFINO, M. L. The commercial fisheries of the lower Amazon: an economic analysis. *Fisheries Management and Ecology*, v. 8, n. 3, p. 253-269, 2001.
- AMBRÓSIO, A. M.; GOMES, L. C.; AGOSTINHO, A. A. Age and growth of *Hypophthalmus* spp. (Spix), (Siluriformes, Hypophthalmidae) in the Itaipu Reservoir, Paraná, Brazil. **Revista brasileira de zoologia**, v.20, n.2, p.183-190, jun, 2003.
- BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2004.
- BATISTA, V. S. *et al.* O estado da pesca na Amazônia. In: BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J. **Peixes e pesca no Solimões-Amazonas: Uma avaliação integrada**. 2. ed. Brasília: IBAMA - PróVárzea, 2012.
- BRASIL. (IBAMA). Portaria IBAMA nº 48, de 05 de novembro de 2007. Ministério do Meio Ambiente.
- CINTRA, I. H. A. *et al.* A pesca no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, região Amazônica, Brasil: aspectos biológicos, sociais, econômicos e ambientais. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v.1, n.1, p.57-78, 2013.
- CRUZ, R. E. A.; ISAAC, V. J.; PAES, E. T. A pesca da dourada *Brachyplatystoma rousseauxii* (CASTELNAU, 1855) na região do baixo Amazonas, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 474 – 486, 2017.
- CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 35, n.1, p.85-92, 2005.
- DE LIMA, K. F. *et al.* A comercialização do pescado no município de Santarém, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, n. 2, p. 01-09, 2017.
- DORIA, C. R. C.; QUEIROZ, L. J. A pesca comercial das sardinhas (*Triportheus* spp.) desembarcadas no mercado pesqueiro de Porto Velho, Rondônia (1990-2004): Produção pesqueira e perfil geral. **Revista Biotemas**, v.21, n.3, p.99-106, set, 2008.
- FERREIRA, L. C. *et al.* Distribuição de larvas de *Hypophthalmus* (pimelodidae, siluriformes) e sua relação com os fatores ambientais no baixo Amazonas, Pará. **Revista brasileira de engenharia de pesca**, v.9, n.2, p.86-106, 2016.

FREITAS, C. E. C.; RIVAS, A. A. F. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. **Ciência e cultura**, v. 58, n. 3, p. 30-32, 2006.

GONZÁLEZ, C. G. **Tratamiento de datos**. 1. ed. Espanha: Edicione Diaz de Santos, 2006.

INOMATA, S. O.; FREITAS, C. E. C. A pesca comercial no médio rio Negro: aspectos econômicos e estrutura operacional. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 41, n.1, p.79-87, 2015.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **IBGE**. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v4/municipio/150680>. Acesso em: 05 abr. 2019.

ISAAC, V. J. *et al.* Seasonal and interannual dynamics of river-floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. **Fisheries Research**, v.183, p.352–359, 2016.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os Recursos Pesqueiros da Amazônia Brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, v.11, n.2, p.151-194, 1995.

ISAAC, V. J.; DA SILVA, C. O.; RUFFINO, M. L. A pesca no baixo Amazonas. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2004.

ISAAC, V. J.; DA SILVA, C. O.; RUFFINO, M. L. The artisanal fishery fleet of the lower Amazon. **Fisheries Management and Ecology**, v. 15, n. 3, p. 179-187, 2008.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L. Informe estatístico do desembarque pesqueiro na cidade de Santarém, Pará: 1992-1993. In: FISCHER, C. F. **Recursos Pesqueiros do Médio Amazonas: Biologia e Estatística Pesqueira**. Coleção meio ambiente 22. Brasília: IBAMA, 2000.

LIMA, Ericleya. **Análise da produção de pescado desembarcado no porto municipal de Santarém-PA, feira do pescado, nos anos de 2011 e 2012**. 2013. 57f. Monografia (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2013.

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, H.; WINEMILLER, K. A review of Venezuelan species of *Hypophthalmus* (Siluriformes: Pimelodidae). **Ichthyological exploration of freshwaters**, v.11, n.1, p.35–46, mar, 2000.

MARTINS, J. C. *et al.* Seletividade da rede malhadeira-fixa para a captura do mapará, *Hypophthalmus marginatus*, no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.2, p.123 – 133, 2011.

MARTINS, Jeronimo Carvalho. **A pesca do mapará no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil**. 2009. 82f. Monografia

(Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

MOURÃO, K. R. M. *et al.* Sistema de produção pesqueira pescada amarela-*Cynoscion acoupa* Lacèpede (1802): um estudo de caso no litoral nordeste do Pará–Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.35, n.3, p.497-511, 2009.

PARENTE, V. M. *et al.* A pesca e a economia da pesca de bagres no eixo Solimões-Amazonas. In: RUFFINO, M. L. **O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2005.

PARENTE, V. M.; BATISTA, V. S. A organização do desembarque e o comércio de pescado na década de 1990 em Manaus, Amazonas. **Acta Amazonica**, v.35, n.3, p.375-382, 2005.

PEREIRA, D. V.; DA SILVA, L. F.; SOUSA, K. N. S. Distribuição espacial dos sítios de captura registrados nos polos de desembarque pesqueiro no município de Santarém (Pará–Brasil). **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 9, n. 1, p. 43-47, 2019.

PINAYA, W. H. D. *et al.* The catfish fishing in the Amazon floodplain lakes. **Oceanography & Fisheries open access journal**, v.7, n.4, p.1-12, 2018.

RUFFINO, M. L. **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2002**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2005.

RUFFINO, M. L. *et al.* **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2003**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2006.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da Pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n.54, p.165-182, 2005.

SILVA, E. S. C. *et al.* Cadeia de comercialização do pescado desembarcado no posto fiscal de Bragança, estado do Pará. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.15, n.1, p.82-87, 2012.

SILVA, J. T.; BRAGA, T. M. P. Etnoictiologia de pescadores artesanais da comunidade Surucúá (reserva extrativista Tapajós-Arapiuns). **Amazônia Revista Antropologia (Online)**, v.9, n.1, p. 238 - 257, 2017.

SOARES, E. C. *et al.* Avaliação da pesca através do banco de estatística e SIG na região de Santarém, estado do Pará, Brasil. **Revista brasileira de engenharia de pesca**, v. 3, n.1, p. 98-107, jan, 2008.

THOMÉ DE SOUZA, M. J. F. *et al.* **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2004**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2007.

ZACARDI, D. M.; SARAIVA, M. L.; VAZ E. M. Caracterização da pesca artesanal praticada nos lagos Mapiri e Papucu às margens do rio Tapajós, Santarém, Pará. **Revista brasileira de engenharia de pesca**, v.10, n.1, p. 31-43, 2017.

Capítulo II

Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.) explorado pela frota comercial que desembarca na região de Santarém, Pará¹

¹Artigo em preparação para ser submetido à revista: Fisheries Management and Ecology
ISSN versão online: 1365-2400
Qualis: A4

Avaliação do estoque de mapará (*Hypophthalmus* spp.) explorado pela frota comercial que desembarca na região de Santarém, Pará

Sara Fontinelli Laurido^a
Victoria Isaac Nahum^b
Carlos Edwar de Carvalho Freitas^c
Michel Fabiano Catarino^d
Flávia Kelly Siqueira Souza^c

^a Programa de Pós-Graduação em Ciências Pesqueiras nos Trópicos – CIPET, Universidade Federal do Amazonas - UFAM. Av. General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 3000, Campus Universitário, Coroado I - Manaus/Amazonas.

e-mail: sara.laurido@gmail.com

^b Universidade Federal do Pará.

^c Departamento de Ciências Pesqueiras, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil.

^d Amazonfish,

RESUMO

A intensidade da pesca sobre estoques de bagres na região amazônica, ainda na década de 70, levou muitas espécies de importância comercial a captura descontrolada e conseqüente necessidade de investigação sobre o estado de exploração dos estoques. Dados de captura e esforço de mapará (*Hypophthalmus* spp.) provenientes dos desembarques em Santarém foram analisados para o período entre 1993 e 2004 e permitiu identificar variações significativas entre os períodos de águas altas e baixas ($p < 0,05$) na abundância relativa com taxas de captura oscilando ao longo desse período. Os resultados permitiram ainda indicar os dias de pesca como a unidade que melhor representa o esforço de pesca empregado na captura do mapará nessa região, com frota atuando em 6 dias por semana explorando principalmente ambientes de lago durante a enchente dos rios, indicando relação positiva do ciclo hidrológico com a produtividade. A avaliação do estoque realizada pelos modelos convencionais de Schaefer e Fox e a metodologia alternativa ParFish possuem poder de precisão similar em que a metodologia participativa indica a incerteza associada ao parâmetro e pode ser incorporada as medidas gestão. As análises estimaram a produção máxima sustentável (Y_{MSY}) inferior a 700 toneladas anuais e com base na produção estimada em 817 toneladas (2018) indica 70% de chances de o estoque estar em estado de sobrepesca, fazendo-se necessárias elaborações de medidas de gestão que permitam exploração sustentável desse recurso.

Palavras-Chave: Schaefer, Fox, ParFish, Bagre, Baixo Amazonas.

Stock assessment of Mapará (*Hypophthalmus* spp.) explored by commercial fleet landing in Santarém region in the state of Pará.

ABSTRACT

The intensity of fishing on catfish stocks in the Amazon region, still in the 1970s, led many species of commercial importance to uncontrolled capture and consequent need for research on the state of exploitation of stocks. Mapará (*Hypophthalmus* spp.) catch and effort data from Santarém landings were analyzed for the period between 1993-2004 and identified significant variations between the high and low water periods ($p < 0.05$) in relative abundance with capture rates fluctuating over this period. The results also allowed to indicate the fishing days as the unit that best represents the fishing effort employed in the capture of the mapará in this region, with a fleet acting on 6 days a week explaining mainly lake environments during the river flood, indicating a positive relation of the fishing. hydrological cycle with productivity. The stock assessment performed by the conventional Schaefer and Fox models and the ParFish alternative methodology have similar precision power in which the participatory methodology indicates the uncertainty associated with the parameter and can be incorporated into the management measures. The analyzes estimated the maximum sustainable production (Y_{MSY}) of less than 700 tons per year and based on the estimated production of 817 tons (2018) indicates a 70% chance that the stock is overfished, making management measures necessary. sustainable exploitation of this resource.

Keywords: Schaefer, Fox, ParFish, Catfish, Lower Amazon.

INTRODUÇÃO

A demanda crescente por pescado na região amazônica levou a popularização da pesca de siluriformes no final da década de 70 (RUFFINO, 2005). Nas décadas seguintes, incentivos oferecidos pelo governo ao setor pesqueiro permitiu que muitas empresas frigoríficas fossem implementadas na calha dos rios Solimões-Amazonas (FREITAS, 2002), e associados a bons preços de mercado facilitou a comercialização da produção atraindo muitos pescadores a atividade. Até 2005, estimava-se que mais de 10 mil pescadores estavam envolvidos na pesca de bagres dessa região (PARENTE et al., 2005). Esse cenário favoreceu o descontrole da exploração levando a maior pressão sobre esses recursos (BARTHEM; FABRÉ, 2004; BATISTA; ISAAC; VIANA, 2004) em especial aqueles de interesse comercial como a piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), piraíba/filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*) e Dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) intensamente explorados durante a vazante do rio e o fura calça (*Pimelodina flavipinnis*) e Mapará (*Hypophthalmus* spp.) durante a enchente (ISAAC; BARTHEM, 1995; CRUZ; ISAAC; PAES, 2017).

Três espécies de mapará são reconhecidas na região do baixo rio Amazonas *Hypophthalmus marginatus*, *H. edentatus* e *H. fimbriatus* (FERREIRA, 2012), ocupantes da zona pelágica de corpos d'água (CUTRIM; BATISTA, 2005), e habitantes de trechos lênticos de rios e reservatórios. As espécies possuem ampla distribuição na bacia Amazônica (CARVALHO, 1980; CARVALHO; GOULDING, 1985; MARTINS et al., 2011; FERREIRA, 2012), hábito alimentar planctófago filtrador (ABUJANRA; AGOSTINHO, 2002; ARAÚJO-LIMA; RUFFINO, 2003; CUTRIM; BATISTA, 2005), realizam migrações verticais diárias (FERREIRA et al., 2016), e desovam de forma parcelada (CECÍLIO; AGOSTINHO, 1991).

A pesca do mapará possui destaque nos desembarques do estado Pará. Em 2005, o grupo representou 36,1% da produção total no Reservatório de Tucuruí (MARTINS et al., 2011). Em Santarém, onde a maior parte da produção é comercializada nos frigoríficos e destinados à exportação (ISAAC; MILSTEIN; RUFFINO, 1996; ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004; ALMEIDA; ANDROCZEVECZ, 2006; ALMEIDA et al., 2007), o mapará ocupou o segundo lugar em produção nos anos 1992 e 1993, com estimativa média anual de 660

toneladas (ISAAC; RUFFINO, 2000A), assumindo a liderança em 1995 e 1996 (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004). Durante os anos de 2001 a 2004 ainda ocupava o primeiro lugar nos desembarques, com produção média estimada em 973 ton/ano (RUFFINO, 2002; RUFFINO, 2005; RUFFINO et al., 2006; TOMÉ-SOUZA et al., 2007).

Passados 10 anos das últimas estimativas de produção do grupo, em 2014 os desembarques nas feiras de Santarém apontaram tendência decrescente no volume desembarcado (DE LIMA et al., 2015) gerando inúmeras preocupações. Porém, apesar do alerta, a ausência de informações sobre o estado de exploração do mapará não permitiu emitir qualquer conclusão a respeito. Muito embora, na década de 80, Merona (1993) já havia alertado sobre o elevado número de juvenis que eram desembarcados na região do Baixo Tocantins, nada foi feito a respeito.

Hilborn e Walters (1992) definem a avaliação de estoques pesqueiros como o processo de utilização de cálculos estatísticos e matemáticos para fazer previsões quantitativas sobre mudanças na biomassa e na produtividade. Em uma abordagem convencional há dois tipos de modelos: os analíticos ou estruturado por idades, que requerem dados detalhados para implementação, e os modelos holísticos que consideram o estoque como uma biomassa homogênea, utilizados onde os dados são limitados (SPARRE; VENEMA, 1997).

Também conhecidos como modelos de produção geral, dinâmicos de biomassa ou modelos de produção excedente, os modelos holísticos são característicos por utilizarem poucos parâmetros (captura e esforço de pesca) e requererem longas séries de dados. A abordagem utiliza o conceito de equilíbrio para modelar a pescaria a longo prazo (YOSHIMOTO; CLARKE, 1992), e são relativamente simples de usar, difundidos em situações onde os dados são limitados (PUNT, 2003) assumindo que a captura máxima sustentável é uma função simples da biomassa da população (TSIKLIRAS; FROESE, 2019).

O modelo de Schaefer (1954) é o mais utilizado (CARRUTHERS; WALTERS; MCALLISTER, 2012) e foi proposto com base no modelo clássico de Verhust (1845). O modelo de Schaefer assume a existência de uma relação linear decrescente entre a captura por unidade de esforço (CPUE) e o esforço de pesca (f)

ou mortalidade por pesca (F) (FREITAS; BATISTA; LIMA, 1997; CATELLA, 2004). Considera que a produção máxima sustentável (Y_{MSY}) ocorre em 50% da capacidade de suporte, ou seja, quando a biomassa do estoque foi reduzida à metade da biomassa virgem. O modelo proposto por Fox (1970) parece ser mais realista quando comparado ao anterior considerando a relação exponencial negativa entre a captura por unidade de esforço e o esforço de pesca. E assume que a produção máxima sustentável ocorre quando o estoque corresponde a 37% da biomassa virgem (CATELLA, 2004; TSIKLIRAS; FROESE, 2019).

A aplicação desses modelos exige séries temporais de captura e esforço de pesca, resultantes de monitoramento do desembarque pesqueiro, dados extremamente difíceis na região Amazônica, seja pela complexidade geográfica seja pela falta de recursos financeiros e/ou humanos. A carência ou inexistência de informações dos desembarques dificulta a aplicação de modelos convencionais nessa região (CASTELLO, 2008; RUFFINO, 2008). Alternativamente, novas abordagens de avaliação de estoques pesqueiros são sugeridos onde há limitação de dados pesqueiros. Trata-se de ferramentas que utilizam indicadores empíricos ou derivados de modelos e concentram as estimativas em pontos de referências para formar parâmetros que sirvam de base para regras de controle de captura (HOGGARTH, 2006; DOWLING et al., 2013, 2015).

A combinação de um conjunto de ferramentas (bayesiana e empírica) tem sido a base para a criação de novas metodologias e softwares que contribuam com a gestão da pesca. O Programa de Ciência de Gestão de Pescas (FMSP), do Departamento de Desenvolvimento Internacional do Reino Unido, desenvolveu alguns produtos e Softwares que se encaixam no processo geral de avaliação de estoques. Dentre eles, o Participatory Fisheries Stock Assessment (ParFish) que usa uma abordagem bayesiana baseada no modelo logístico de Schaefer, projetado para fornecer orientação sobre controle de esforço ou de capturas estimando parâmetros considerados os mais prováveis de representar o comportamento da pescaria. Caracterizando-o como uma ferramenta útil para estimar os níveis de sustentabilidade de um estoque com limitações de informações (HOGGARTH, 2006).

O ParFish é uma metodologia participativa que incorpora o conhecimento local à avaliação do estoque pesqueiro. A abordagem é rápida e adaptativa e auxilia o planejamento e o gerenciamento dos recursos pesqueiros. A metodologia tem uma série de vantagens em relação aos métodos de avaliação convencional, pois não depende de dados de longo prazo (como captura e esforço de pesca ou informações de dinâmica populacional). Pode ser utilizada com poucos recursos humanos e financeiros, permitindo uma avaliação de estoque onde não existem dados anteriores (WALMSLEY; MEDLEY; HOWARD, 2005).

O processo de avaliação dos estoques pesqueiros, é base para criação das estratégias de gestão e tem sido inviabilizada na região Amazonica devido à falta de monitoramento dos desembarques. Diante desse cenário e da intensa pressão que o grupo de mapará pode estar sofrendo, dada a lacuna de informações atuais, o presente estudo visa avaliar o estoque explorado pela frota comercial que desembarca em Santarém a partir do uso de modelos convencionais de Schaefer e Fox, e da metodologia proposta pelo software ParFish.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo abrangeu a região inferior do rio Amazonas estendida entre os municípios de Curuá e Monte Alegre no estado do Pará (Figura 9). Nessa região, o município de Santarém é reconhecido como o principal porto de desembarque pesqueiro com volume anual estimado em 2,3 toneladas (TOMÉ-SOUZA et al., 2007), e a terceira maior cidade do estado do Pará, concentrando a economia da região do baixo Rio Amazonas Paraense e Rio Tapajós (MARTINS, 2009). Possui ainda uma população estimada em aproximadamente 303 mil habitantes (IBGE, 2019), com mais de 6500 pescadores registrados na atividade até 2016 (CRUZ; ISAAC; PAES, 2017) e frota pesqueira superior a 1300 barcos (ISAAC; DA SILVA; RUFFINO, 2004).

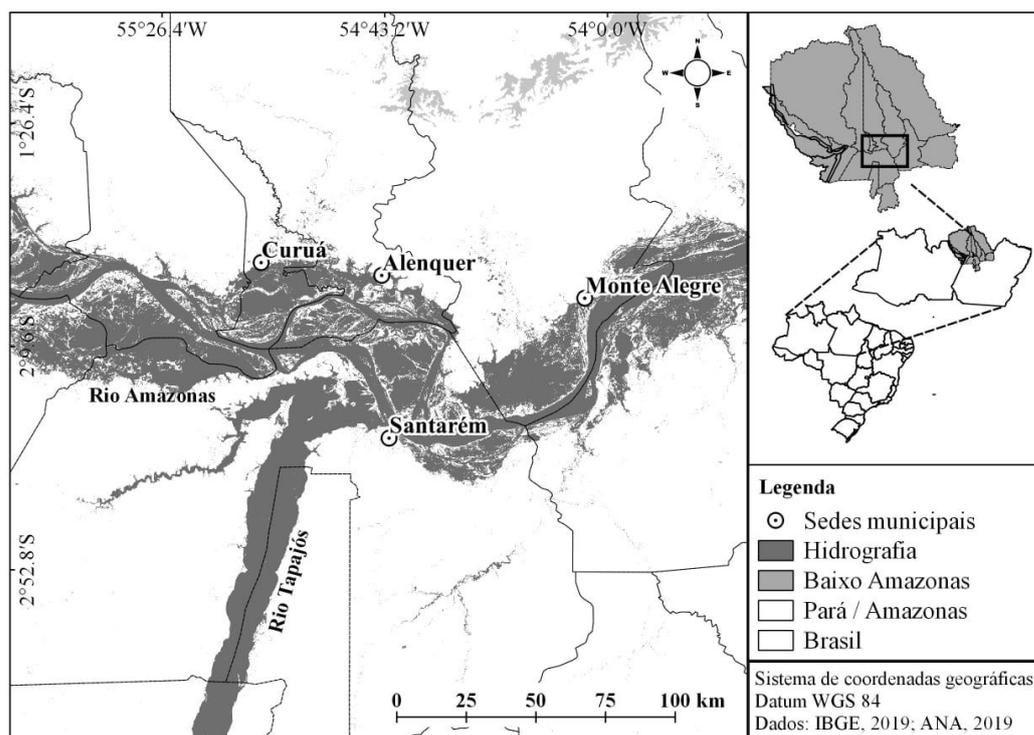


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo com destaque para as sedes dos municípios contemplados.

A classificação do período de águas altas e baixas foram determinados a partir do agrupamento das fases do ciclo hidrológico (CASTELLO; ISAAC; THAPA, 2015) considerando as fases de enchente e cheia (dezembro a junho) como período de águas altas e vazante e seca (julho a novembro) águas baixas (Santos; Santos, 2005).

Métodos

Método de Avaliação de Schaefer e Fox:

O modelo de Schaefer estabelece uma relação linear decrescente entre CPUE e esforço de pesca, ou mortalidade por pesca e a captura máxima sustentável quando o estoque foi reduzido à metade de sua biomassa virgem. O modelo de Fox é considerado mais realista, pois a relação entre CPUE e esforço de pesca é log-linear e a captura máxima sustentável é alcançada quando a biomassa do estoque foi reduzida a 37% da biomassa virgem (CATELLA, 2004; TSIKLIRAS; FROESE, 2019). Os dois modelos assumem que a CPUE diminui com o aumento do esforço de pesca (SPARRE; VENEMA, 1997) e são recomendados em situações onde os dados

são limitados, pois mesmo sob críticas devido à falta de flexibilidade continuam fornecendo boas ferramentas para a gestão da pesca (PUNT, 2003).

Os dados utilizados nesses modelos são referentes aos desembarques de mapará no baixo rio Amazonas obtidos pelo projeto IARA (Instituto Amazônico de Manejo Sustentável dos Recursos Ambientais) e ProVarzea/IBAMA entre janeiro de 1993 e dezembro de 2004. Os dados foram filtrados e incluídos nas análises apenas os desembarques registrados nos portos em Santarém. As informações foram coletadas diariamente (exceto aos domingos) através de entrevistas realizadas com pescadores e proprietários de embarcações (ISAAC; RUFFINO, 2000B; ISAAC et al., 2003), tendo como variáveis o tipo de embarcação e apetrechos de pesca, quantidades de apetrechos, ambientes de pesca, número de pescadores, dias de pesca e captura total por viagem (ISAAC et al., 2016).

O mapará foi considerado como um único estoque no estudo, pois os registros obtidos nos desembarques consideravam o nome comum para o grupo “mapará”, agrupando desta forma informações de três espécies conhecidas. Para relacionar a produção e abundância relativa dos peixes em função do ciclo hidrológico anual, foram utilizados dados da cota média mensal do nível do rio Amazonas, médias nas estações de Santarém e Curuai, disponíveis no site da Agência Nacional de Águas - (ANA) (HidroWeb).

O desembarque foi caracterizado a partir de análise de estatística descritiva, considerando dias de pesca como a unidade de esforço representativa para a pesca na Amazônia (ISAAC; RUFFINO; MELLO, 2010). A captura por unidade de esforço (CPUE) foi estimada com a metodologia Jackknife sugerida por Petrere et al. (2010), indicada para pescarias com pouco conhecimento sobre o comportamento de variáveis:

$$CPUE = \frac{\sum_{i=1}^n C_i E_i}{\sum_{i=1}^n E_i^2}$$

C_i é a captura total em cada viagem, E_i é o esforço para essa mesma viagem.

A padronização da CPUE foi realizada utilizando um modelo linear generalizado (GLM) (NELDER; WEDDERBUR, 1972) como sugerido por Hilborn

e Walters (1992), pois o procedimento permite incorporar muitos fatores minimizando seus efeitos. O modelo considerou que os erros seguem a família de distribuição Gamma, uma vez que a variável resposta é contínua com valores positivos e maiores que zero (ZUUR et al., 2009) e link de ligação log. Foi inserido nessa análise a cota média do nível do rio, cota média mensal de umidade relativa e temperatura obtidas no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), estação de Monte Alegre. A seleção do modelo foi baseada no critério de informação de Akaike (AIC) (BOZDOGAN, 1987).

A avaliação do estoque foi feita com base nos modelos de Schaefer (1954) e Fox (1957), segundo Sparre e Venema (1997):

SCHAEFER	FOX	DEFINIÇÃO
$Y_i = a * f_i + b * f_i^2$	$Y_i = f_i * \exp[c + d * f_i]$	Eq1. Valor para a captura máxima sustentável a um esforço correspondente
$f_{MSY} = a - 0,5 * a/b$	$f_{MSY} = 1 - d$	Eq2. Nível de esforço correspondente a captura máximo sustentável
$MSY = -0,25 * a^2/b$	$MSY = -(1/d) * \exp(c - 1)$	Eq3. Captura correspondente ao máximo sustentável
$CPUE_{ótima} = a/2$	$CPUE_{ótima} = \exp(c - 1)$	Eq4. Captura por unidade de esforço ótima

Onde: f_i corresponde ao esforço no ano i ; “a”, “b”, “c” e “d” são parâmetros da regressão aplicada a cada modelo.

Método de Avaliação ParFish

A análise ParFish é baseada em Estatística Bayesiana e descreve as mudanças na biomassa ao longo do tempo através de informações declaradas por pescadores. Isso permite que as informações de muitas fontes sejam combinadas e, em particular, envolve os pescadores e sua comunidade no processo de avaliação de estoques (HOGGARTH, 2006). Os resultados expressam a probabilidade de eventos não

observados (associados a incerteza), resultantes de dados empíricos (WALMSLEY; MEDLEY; HOWARD, 2005; HOGGARTH, 2006).

A execução completa da metodologia opera em 6 fases de um ciclo de aprendizagem: 1. Compreensão da pescaria; 2. Envolvimento das partes de interesse na gestão do recurso; 3. Avaliação do estoque; 4. Interpretação dos resultados; 5. Planejamento da gestão; 6. Avaliação de todo o processo participativo (WALMSLEY; MEDLEY; HOWARD, 2005). No presente estudo, a proposta foi concentrada até a fase 3 da metodologia, com o objetivo de avaliar o estoque de mapará explotado pela frota comercial que desembarca em Santarém.

A fase 3 da metodologia, concentrada na linha de avaliação é executada em seis estágios obrigatórios onde são inseridas as unidades de entrada (1 e 2), seleção do modelo de probabilidade (3), cenários de preferência (4), medidas de controle (5) e análises (6). As unidades de entrada de informações básicas registram os atributos básicos e necessários sobre a pescaria em questão como espécies e área de pesca e identificam as unidades utilizadas.

As unidades determinadas para a análise da pescaria do mapará na região inferior do rio Amazonas no software foram:

Unidade		Descrição
Captura	Kg	É uma unidade amplamente utilizada para representar a produtividade na região (ISAAC; RUFFINO; MELLO, 2010).
Esforço	Dias de pesca	Considerada uma unidade consistente com a realidade da pesca na região Amazônica (ISAAC; RUFFINO; MELLO, 2010).
Apetrecho	Malhadeira	É considerada o principal apetrecho empregado na pesca do mapará (ISAAC; BARTHEM, 1995; CINTRA et al., 2008; MARTINS et al., 2010) e de demais recursos pesqueiros em toda região amazônica (VAZ et al., 2017; LOPES; FREITAS, 2018).
Tempo	Ano	É uma unidade representativa para a pesca desse recurso, considerando os desembarques anuais registrados nos relatórios do Laboratório de Geoinformação e Investigação

Em seguida, no passo 2 são inseridas as informações obtidas na coleta de dados e necessárias para a execução da etapa posterior.

A coleta de dados ocorreu de abril a agosto de 2018, e contou com visitas aos principais portos de desembarque em Santarém, onde foi possível identificar as embarcações que atuavam na comercialização e seus locais de origem. Os responsáveis pelas embarcações foram consultados e concordaram que membros da equipe pudessem acompanhar as atividades embarcadas, e realizar as entrevistas com os pescadores. Os formulários (CAAE: 74309617.8.0000.5020) (Anexo I) foram ajustados com base no conhecimento prévio sobre a pesca do mapará naquela região e aplicados separadamente (exceto para a escolha dos cenários de preferência¹) a 80 pescadores de 13 comunidades localizadas nos municípios Curuá, Alenquer, Santarém e Monte Alegre, região do baixo rio Amazonas.

As informações requeridas no formulário, envolvem questões básicas sobre o pescador (tempo de pesca, ambientes e apetrechos utilizados para a captura do mapará), taxas de captura e esforço (CPUE atual e do ano anterior, meses de captura, dias de pesca), taxas de desconto e preferências de pesca (menor CPUE para se envolver na atividade, quantos dias no máximo poderia se ter na pesca em uma unidade de tempo) e cenários de preferência (Anexo II). As informações foram repassadas para planilhas eletrônicas e carregadas no software ParFish para as análises.

A avaliação utiliza o modelo logístico de Schaefer (dinâmico de biomassa) de não equilíbrio e descreve a população em quatro parâmetros: biomassa atual (B_{now}), r (verdadeira taxa de crescimento natural), biomassa infinita (B_{inf}) e capturabilidade (q) para pelo menos um apetrecho de pesca (HOGGARTH, 2006).

Esses parâmetros são definidos pela: 1. variação da CPUE do ano anterior ($qB_t + 1$) e CPUE atual (qB_t) para um apetrecho de pesca; 2. variação na taxa de

¹ Os cenários de preferências foram escolhidos por um grupo de pescadores entrevistados em uma mesma comunidade para facilitar a aplicação dos questionários.

captura do estoque não explorado (U_1, U_h); 3. Tempo de recuperação do estoque (T); e esforço de pesca total no ano anterior ($f_t - 1$) (CATARINO, 2014).

A operacionalização do software é baseada nas equações:

$[\hat{q}B_t]_j = ([\hat{q}B_t]_j + (\sqrt{N} - 1) \overline{qB_t}) / \sqrt{N}$	Eq5. Taxa da captura individual, onde $\overline{qB_t}$ é captura média da amostra;
$X_1 = X_0 (1 + r(1 - X_0)) \dots X_T = X_{T-1}(1 + r(1 - X_{T-1}))$	Eq6. Equação não linear para r desconhecido;
$X_0 = \hat{q}B_t / \hat{q}B_\infty$	Eq7. Biomassa atual, estado atual do estoque;
$X_T = U_i / \hat{q}B_\infty$	
$\hat{q}B_\infty = U_i + U_h / 2$	Eq8. Taxa de biomassa infinita
$\hat{q} = \left(\frac{\hat{q}B_{t-1} - \hat{q}B_t}{s} + r\hat{q}B_{t-1} \left(1 - \frac{\hat{q}B_{t-1}}{\hat{q}B_\infty} \right) \right) / f_{t-1}\hat{q}B_{t-1}$	Eq9. Capturabilidade do apetrecho de pesca
$B_\infty = \hat{q}B_\infty / \hat{q}$	Eq10. Tamanho do estoque não explorado
$B_{t+1} = B_t + rB_t \left(1 - \frac{B_t}{B_\infty} \right) - C_t$	Eq11. (*)
$C_{gt} = \left(\frac{F_g}{\sum_g F_g} \right) (1 - e^{-\sum_g F_g}) B_t$	
$F_g = q_g f_{gt}$	

(*) Eq11. = Equação de diferença para rendimento máximo sustentável que descreve como uma população muda ao longo do tempo; onde: C_t corresponde a combinação de todas as capturas em um pescaria, C_{gt} a Captura total de determinado apetrecho no tempo t, F_g a mortalidade por pesca, q_g capturabilidade e f_g esforço para o arreo g.

As etapas seguintes consistiram em identificar o cenário de preferência com base nos dados de entrevistas dos pescadores, níveis de controle utilizando o a unidade de esforço como limite e as análises a partir de simulações utilizando o modelo de entrevistas baseado no modelo logístico anteriormente descrito.

O estado de exploração do estoque é dado pela razão entre a biomassa em determinado tempo (B_t) e a biomassa não explorada (B_∞), resultado inferior a 0,5 indica estado de sobrepesca do estoque (WALMSLEY; MEDLEY; HOWARD, 2005; HOGGARTH, 2006).

RESULTADOS

Dados de desembarques: 1993-2004

A produção de mapará registrou 6629 desembarques nos portos de Santarém entre 1993 e 2004, acumulando 8060 toneladas, com média anual de 672 (± 210) toneladas (Figura 2). A captura nos quatro primeiros anos (1993-1996) apresentou uma tendência crescente na produção de 425 tons para 1200 tons. Em 1997 o desembarque registrou um declínio em mais de 50% comparado ao ano anterior, com um incremento posterior até 1999 e declínio gradativo nos anos seguintes até 2004 (Figura 2).

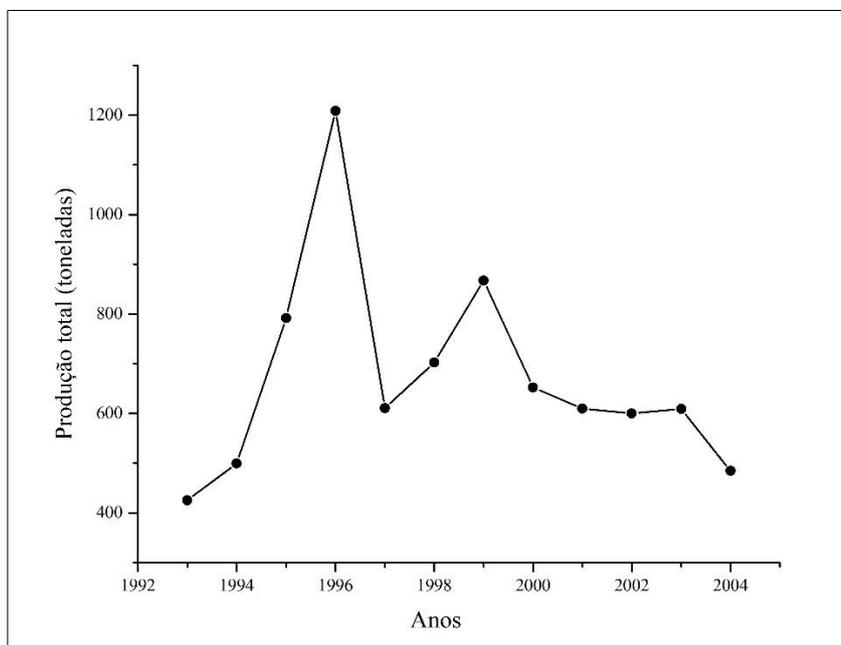


Figura 2. Produção anual de mapará gerada pelos desembarques totais nos portos de Santarém.

A safra do mapará ocorre entre os meses de março e julho, durante a enchente e cheia dos rios, quando são registrados os maiores volumes de desembarque, refletindo relação direta de captura com o ciclo hidrológico (Figura 3). A produção média mensal foi estimada em 56 ($\pm 47,1$) toneladas com pico máximo registrado no mês de março (161,2 tons), e valores menores em outubro (8,9 t) e novembro (9,6 t).

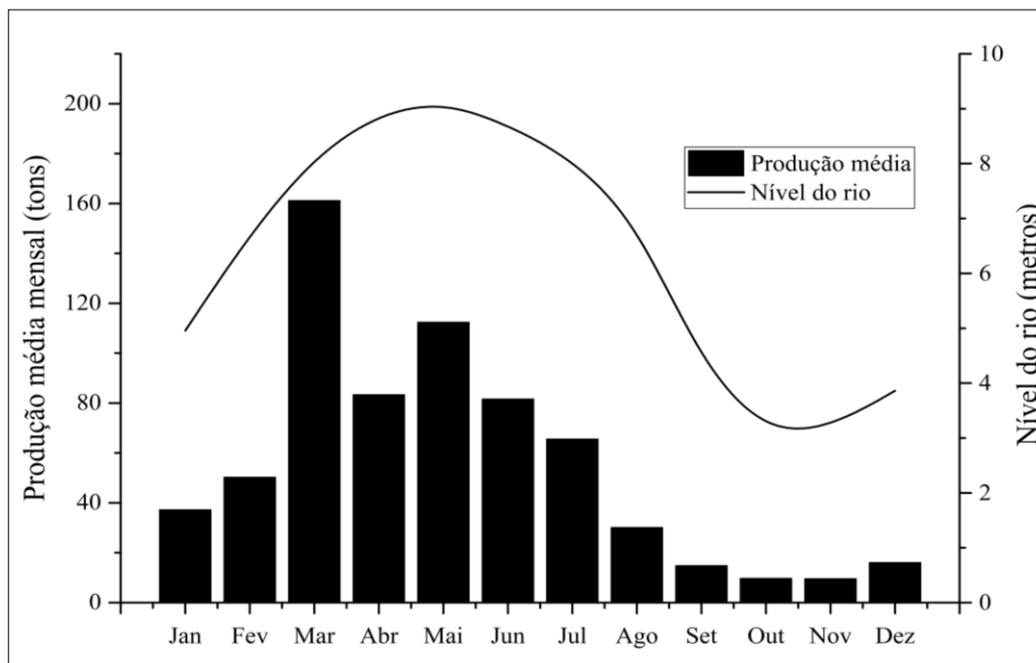


Figura 3. Produção média em toneladas geradas pelos desembarques mensais em Santarém entre 1993 e 2004 associados aos valores da cota média do nível do rio das estações de Curuai e Santarém.

A frota comercial do mapará, que atuou nos desembarques em Santarém há 15 anos, era constituída basicamente de canoas movidas a remo (2,7%), canoas motorizadas (3,3%) e predominantemente por barco pescador (94%) atuando em média com 8 pescadores (± 6), durante 6 dias de pesca (± 3) por viagem e explotando tanto ambientes de lago (88,7%), quanto ambientes de rio (11,3%) utilizando principalmente malhadeiras de mica e algodão (97,7%).

O destaque para a utilização de redes de emalhar (apetrecho passivo, onde os peixes são capturados na coluna d'água) na captura desse recurso constituiu o tempo de permanência na atividade (dias de pesca) como a unidade de esforço que melhor representa a relação com a CPUE (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado da regressão utilizando a captura por unidade de esforço estimada com a metodologia Jackknife sugerida por Petrere et al. (2010).

Parâmetros da regressão	Unidades de esforço	
	Pescador * dias de pesca	Dias de pesca
R	0,2	0,7
R ²	0,28	0,73
F	3,5	24,6***
a ± s (t)	34,2 ± 8,06 (4,24)	442,9 ± 53 (8,35)
b ± s (t)	-0,0004 ± 0,0002 (-1,86)	-0,0717 ± 0,0145 (-4,97)

*** Significativo ao nível de 5% de probabilidade

CPUE

A CPUE (Kg/dias de pesca) do mapará desembarcado em Santarém foi padronizada pelo modelo linear generalizado (GLM). O modelo de melhor ajuste (AIC=73366) calculado para modelar a CPUE esperada utilizou a família de distribuição de erros Gamma, link de ligação log e um conjunto de variáveis que explicam em 54% a variação da CPUE. A estrutura do modelo é apresentada a seguir.

$$CPUE \sim \beta + \text{mês} * \text{ano} + \text{frota} + \text{número de pescadores} + \text{locais de pesca} + \text{ambientes de pesca} + \text{apetrecho} + \text{número de apetrechos} + \text{nível do rio} + \text{temperatura} + \text{umidade relativa}.$$

A CPUE média anual foi de 176,4 (±69) kg/dia de pesca e variou de 73,3 (kg/dia de pesca) no ano 1993 a 314,1 (kg/dia de pesca) em 1996, sem diferença significativa ao longo dos anos (p=0,92). Essa variação seguiu a tendência do volume de produção (Figura 4), crescente nos quatro primeiros anos com o pico máximo em 1996 quatro vezes superior à observada inicialmente. Posterior a esse pico máximo houve declínio por dois anos consecutivos até apresentar novo crescimento em 1999 seguido de um novo declínio se mantendo estável até 2004. Um padrão similar é mostrado para os valores da CPUE estimada, exceto que nos anos finais da série a CPUE continuou oscilando.

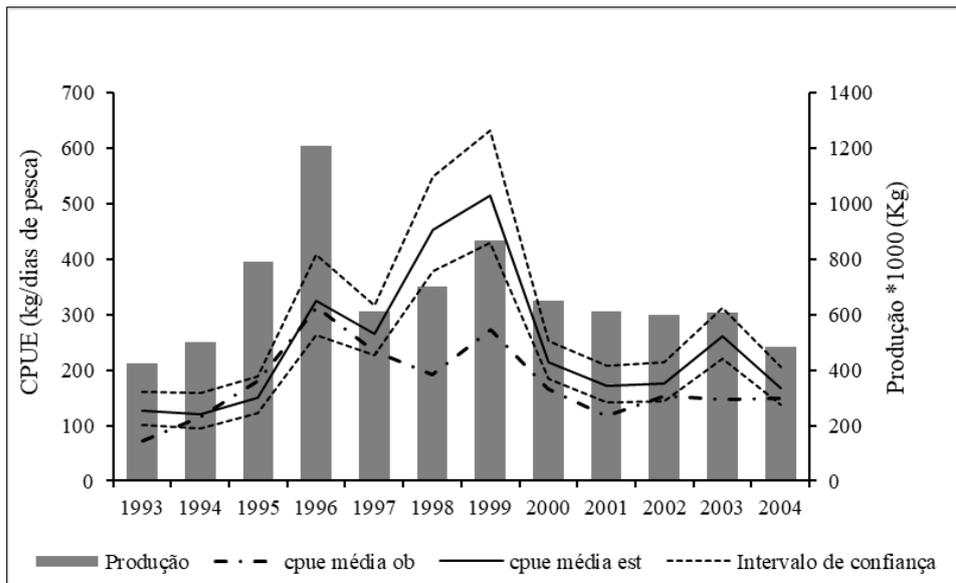
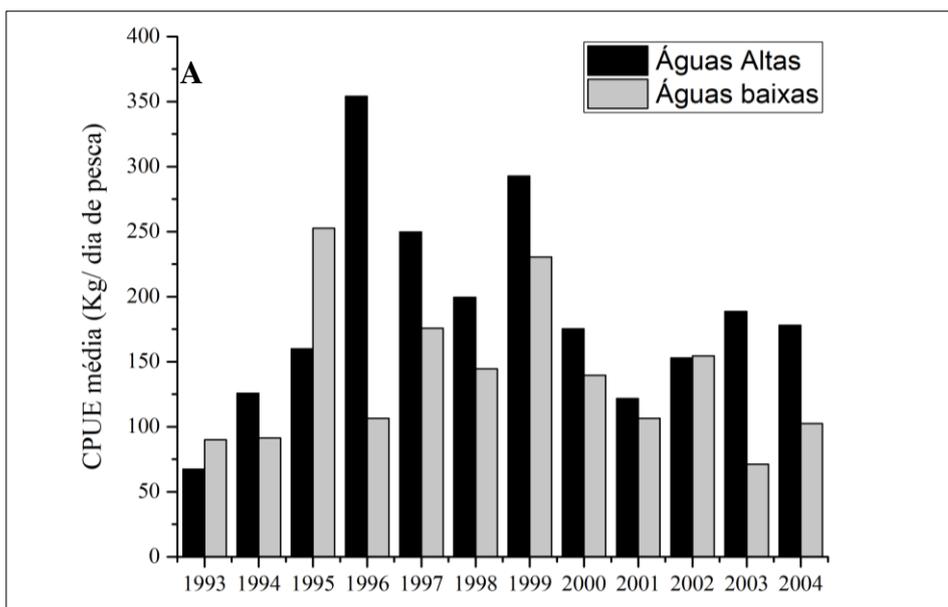


Figura 4. Representação da produção total, CPUE (Kg/Dias de pesca) média observada e estimada dos desembarques anuais de mapará nos portos de Santarém.

A análise da CPUE sazonal mostrou diferença significativa ($F= 31,83$; $p<0,05$) entre os períodos de águas altas e águas baixas, com maior produção observada no período de águas altas (Figura 5A) exceto nos anos de 1993 e 1995 quando a produção média por viagem foi superior no período de águas baixas (Figura 5B) e média dos dias despendidos na atividade foi similar entre os dois (Figura 5C), refletindo a relação direta da produção e inversa do esforço de pesca.



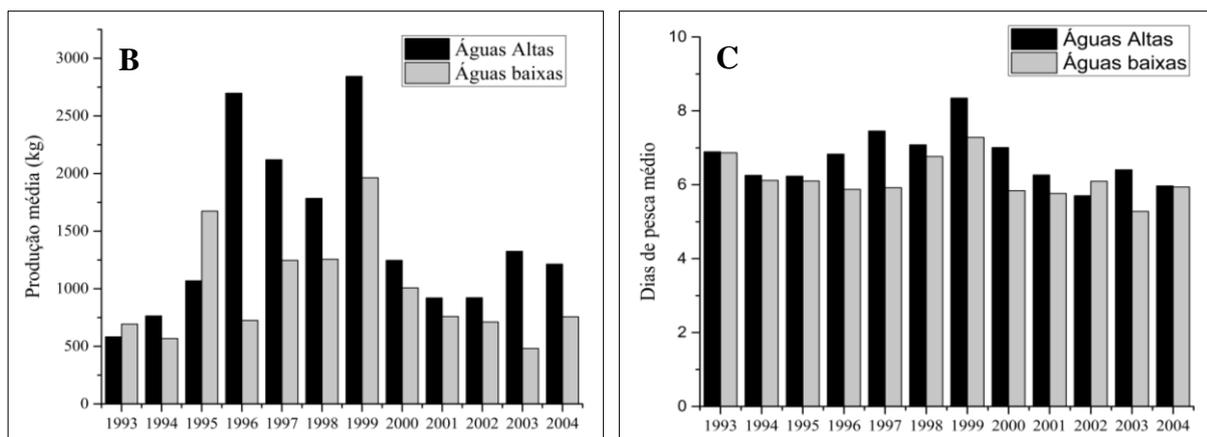


Figura 5. Estimativa de CPUE e produção para os períodos de águas altas e baixas; A- da CPUE média (Kg/dias de pesca) de mapará; B- da produção média (Kg) por viagem; C- do esforço médio; - ao longo dos anos.

Avaliação do estoque baseado no modelo de Schaefer e Fox:

A análise foi baseada nos dados de desembarque total no porto de Santarém de 1993-1995 e 1997-2004, o ano de 1996 foi excluído da análise pois foi considerada uma observação atípica (p de Bonferonni = 0,08). Os dados utilizados, os parâmetros da regressão e dos dois modelos são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Dados de captura total, esforço, CPUE e os valores dos parâmetros estimados para os modelos de Schaefer e Fox gerados a partir de registros de desembarques de mapará nos portos da cidade Santarém entre 1993 e 2004.

Ano	Produção (Kg)	Esforço (Dias de pesca)	CPUE (Schaefer)	CPUE (Fox)
1993	425364	4792	88,8	4,5
1994	499104	4400	113,4	4,7
1995	791592	4089	193,6	5,3
1997	610487	2244	272,1	5,6
1998	702650	2880	244,0	5,5
1999	867394	2703	320,9	5,8
2000	651968	3692	176,6	5,2
2001	609545	4268	142,8	5,0
2002	599980	4003	149,9	5,0
2003	608872	3558	171,1	5,1

2004	484421	2782	174,1	5,2
Média	622852,5 ± 130390,3	3582,8 ± 821,4	186,1 ± 68,8	5,2 ± 0,37
F			24,57***	28,82***
MSY			684255/ano	672541/ano
fMSY			3070/ano	2517/ano
CPUE ótima			221,5 kg/dia	267,2 kg/dia

*** Probabilidade significativa ao nível de 5%

As capturas de mapará indicam um declínio gradativo a partir de 1999 e a medida de esforço oscilando ao longo dos anos. O modelo de Fox mostrou melhor ajuste aos dados de captura e esforço, se mostrando mais realista para o sistema dinâmico da pesca na região do baixo Amazonas, indicando a captura máxima sustentável (MSY) estimada em 672,5 tons anuais associada a um esforço de 2517 dias de pesca (Figura 6a).

Os níveis ideais foram excedidos nas capturas dos anos de 1995, 1998 e 1999 (Figura 6A) e o esforço para o MSY (f_{MSY}) foi superado ao longo do período estudado, exceto no ano de 1997, com média anual (3583 ± 8210) superior ao estimado pelo modelo indicando grande pressão e perigo de sobrepesca para essa espécie.

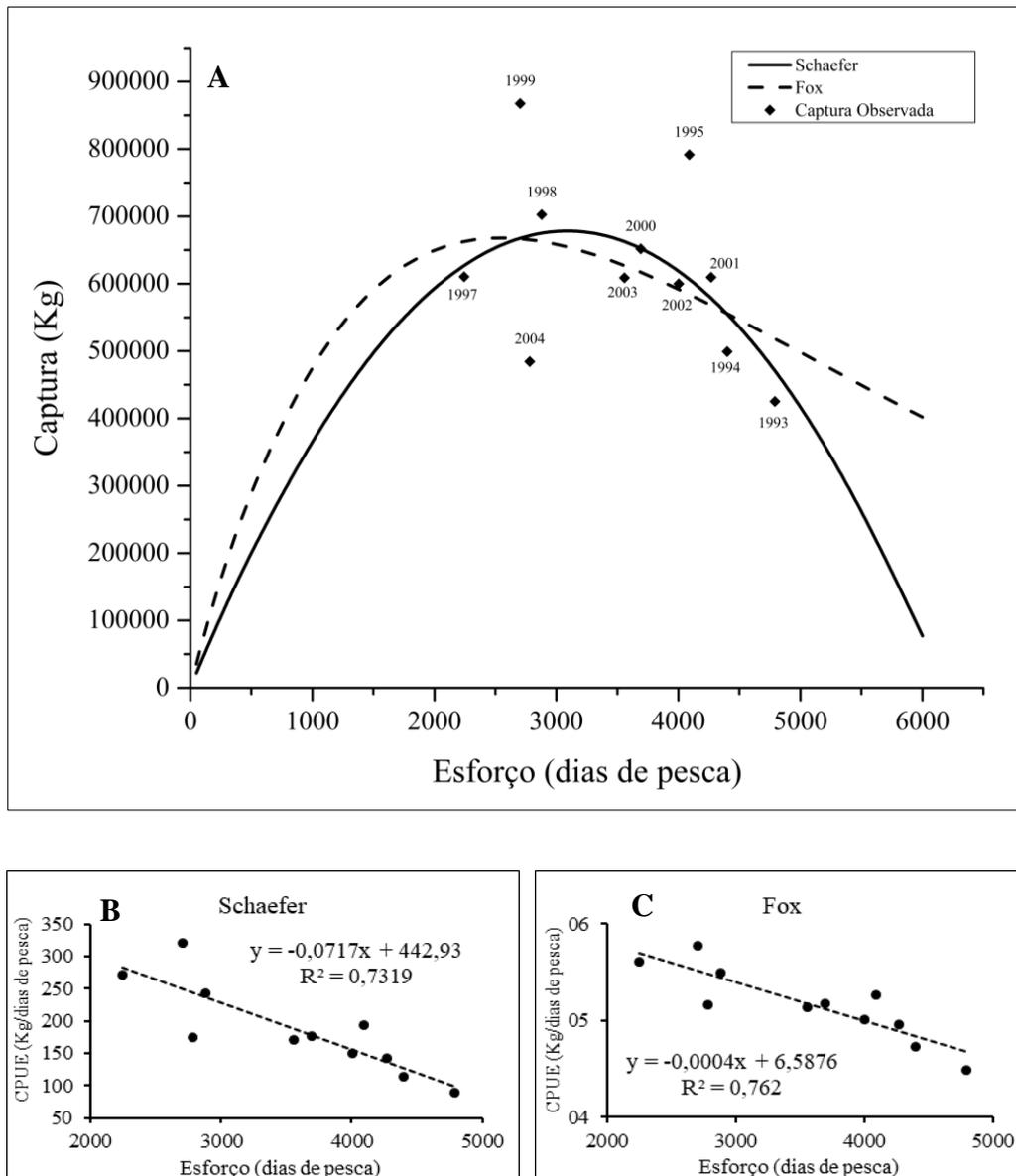


Figura 6. Modelo de Schaefer e Fox para o estoque de mapará explorado pela frota comercial que desembarca em Santarém; A- Projeção dos modelos; B- Regressão para o modelo de Schaefer; C- Regressão para o modelo de Fox.

Avaliação do estoque baseado na metodologia ParFish:

A avaliação feita no ParFish foi desenvolvida a partir de 55% dos dados de entrevistas, considerando apenas as entrevistas de pescadores que repassaram maior segurança ou conseguiram confirmar a mesma resposta quando questionados novamente. Os entrevistados possuem experiência de pesca superior a dois anos

(entre 3 e 43 anos), e exploram o recurso essencialmente em ambientes de lagos e utilizam apenas malhadeiras para a captura.

A importância atribuída para a pesca por cada pescador foi indicada a partir da quantidade de residentes no domicílio, a unidade de esforço foi estabelecida pelos dias de pesca que o pescador permanece na atividade e a CPUE como a quantidade de peixe (kg) capturado por dia de pesca. O esforço atual foi calculado como a soma total do esforço de cada pescador ao longo do ano; a CPUE do ano anterior e atual foram ajustadas considerando o período de captura por cada pescador durante a safra; a captura mínima foi indicada como a menor CPUE considerando a unidade como dia, o esforço máximo foi ajustado considerando-o superior em 30% em relação ao esforço atual.

O cenário da distribuição de probabilidades foi calculado a partir de 10 mil simulações utilizando desconto, preferências e importância do pescador como componentes de avaliação e esforço atual de 4086 dias de pesca/ano como unidade de controle preferido por 63% dos entrevistados. A análise indicou que a chance da CPUE diminuir ao longo do tempo é maior que as chances de aumentar (Figura 7), indicando esse esforço como um controle de nível alto refletido em maior exploração do estoque.

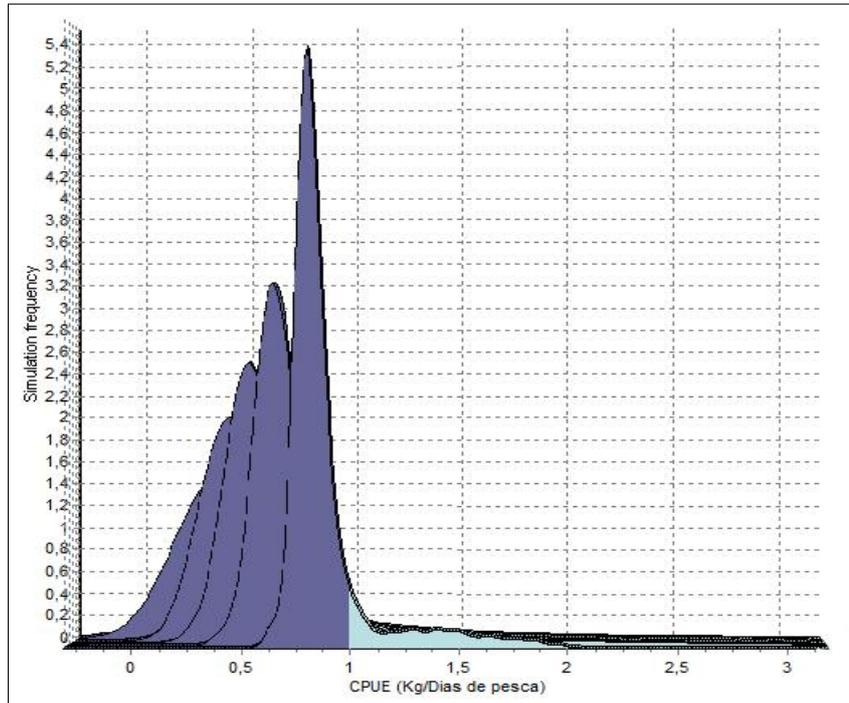


Figura 7. Distribuição de probabilidade de projeção da CPUE para a pesca do mapará ao longo de 5 anos. A área em cor roxa (<1) indica a probabilidade da CPUE diminuir ao nível de controle destino e a área em cor azul no gráfico (>1) mostra a probabilidade de a CPUE aumentar.

A análise do modelo logístico de biomassa, a partir dos dados de entrevista, indicou 70% de chances de o estoque estar em sobrepesca (Figura 8). Esse resultado está associado a uma elevada incerteza em torno da mediana variando entre 0,05 a 0,77, visível no achatamento da curva.

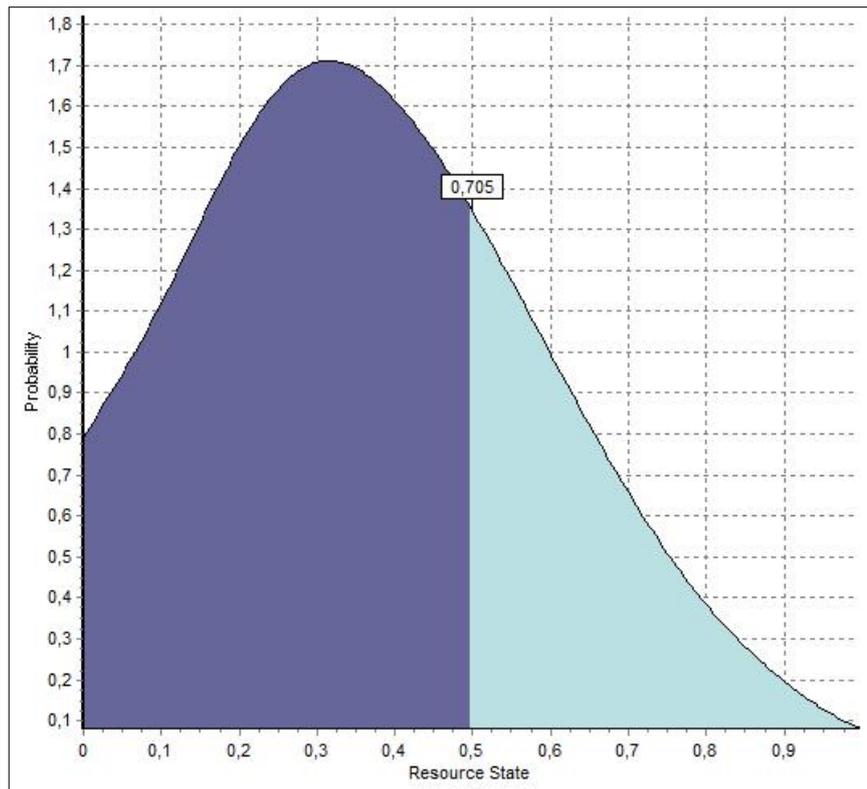


Figura 8. Função da densidade de probabilidade gerado para o estado atual do estoque de mapará desembarcado em Santarém. A área em cor roxa(<0,5) representa a possibilidade de o estoque estar em sobrepesca.

O rendimento máximo sustentável (MSY) calculado exibe uma função de densidade de probabilidade (PDF) através de uma curva assimétrica positiva onde o valor estimado pela média foi 622,2 toneladas por ano (Figura 9) com elevada probabilidade da captura atual (<1) ser superior a captura no MSY.

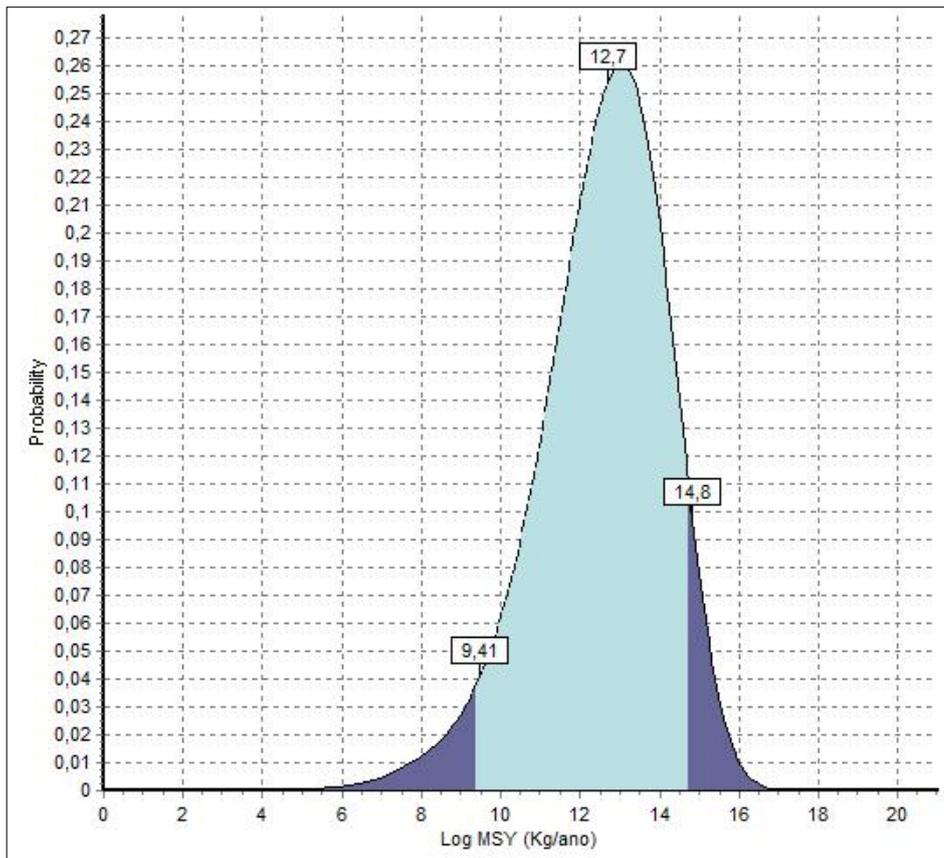


Figura 9. Função da densidade de probabilidade gerado para o indicador de captura máxima sustentável anual. A área do gráfico em cor azul mostra o intervalo de confiança de 90% do MSY.

A mortalidade por pesca (F) associado ao MSY foi de $F= 0,11^{-ano}$ (Figura 10A) associada a incerteza entre $-0,04^{-ano}$ e $2,51^{-ano}$ indicando que o modelo para essa pescaria é aceitável e realista, pois F no MSY é menor que 1. Nessa análise a mortalidade por pesca é proporcional ao esforço de pesca e indica 92% de chances de estar ocorrendo sobrepesca (Figura 10B) considerando a mortalidade por pesca atual superior a indicada para o MSY.

O esforço para o MSY (f_{MSY}) foi estimado em 6798 dias de pesca associado a incerteza de -30475 a 35525 dias de pesca. A unidade de esforço indicada pela análise é superior a observada, sugerindo que aumentar essa unidade seria permitido sem levar o estoque ao colapso, mas não seria indicado devido a elevada incerteza associada e a probabilidade de sobrepesca indicada pela taxa de mortalidade.

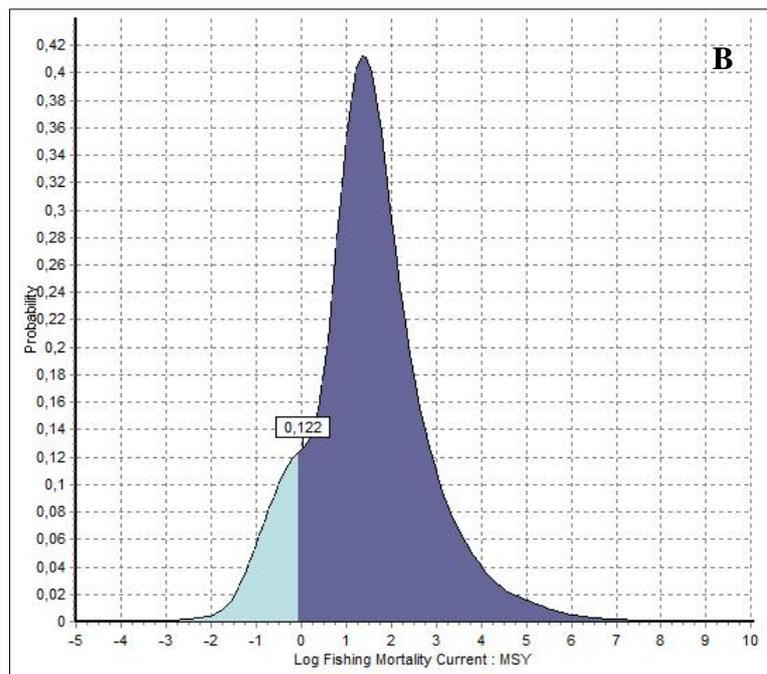
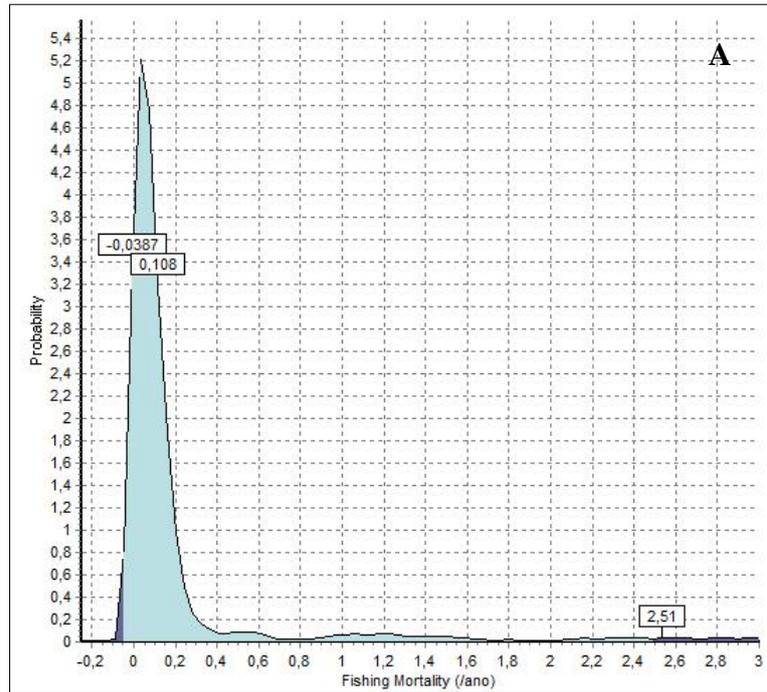


Figura 10. Função da densidade de probabilidade; A- da mortalidade por pesca (F) no ponto de rendimento máximo sustentável, a área em azul claro mostra o intervalo de confiança de 90% para F no MSY; B- da mortalidade por pesca atual dividida pela mortalidade por pesca no rendimento máximo sustentável, a área em roxo representa a probabilidade de F_{atual} ser superior ao F_{MSY} .

DISCUSSÃO

A pesca do mapará é uma atividade de grande importância no estado do Pará, principalmente pelo viés econômico de onde boa parte da população ribeirinha garante sua fonte de renda. A frota comercial opera em embarcações geleiras (CRUZ, ISAAC; PAES, 2017) explorando predominantemente ambientes de lagos com uso de malhadeiras, que se traduzem no apetrecho mais eficiente na captura do pescado para pescadores comerciais.

A indústria pesqueira através de frigoríficos e balsas de desembarque tem demandado dos pescadores no baixo Amazonas elevada produtividade para atender o abastecimento de mercados consumidores externos, intensificando a pesca sobre poucos estoques, entre 6 e 12 espécies representam 80% do volume desembarcado (PEREIRA; SILVA; SOUSA, 2019), muitos deles com estado de exploração desconhecido.

Estudos direcionados a dinâmica populacional são essenciais para a gestão das pescarias e tem sido um grande “dilema” na Amazonia, principalmente pela falta de recursos humanos e financeiros para sua execução. Essa limitação tem dificultado o processo de avaliação dos estoques na região e tem refletido muitas falhas nas estratégias de manejo, negligenciando o potencial da atividade pesqueira que caminha em completa escuridão (PAULY; ZELLER, 2016; BARTHEM et al., 2019).

Diante disso os cientistas têm investigado o status das pescarias utilizando-se pontos de referências que auxiliem a manutenção dos estoques e da atividade pesqueira. Dentre os estudos a compreensão sobre a variação da produtividade com base no volume de desembarque tem auxiliado as estratégias de gestão em muitos países e tem sido um importante indicador para investigar o rendimento da pescaria, pois além de refletir a produtividade de um estoque, fornece informações importantes sobre o estado de exploração de um recurso sem qualquer interpretação ecológica (KING, 2007).

A medida de produtividade é comumente compreendida como a razão entre captura e esforço de pesca, onde o esforço de pesca deve ser representativo e manter relação direta com a mortalidade por pesca e, portanto, criteriosamente estabelecido

(FREITAS; BATISTA; LIMA,1997; FONTELES FILHO, 2011) aumentando a precisão de suas estimativas levando a resultados consistentes com a realidade de determinada pescaria. Nesse estudo a unidade em dias de pesca foi a que melhor se ajustou aos dados de captura pois os pescadores utilizam essencialmente malhadeiras fazendo com que o tempo de permanência do apetrecho na água exerça relação significativa com a produtividade, corroborando o que atestaram Freitas, Batista e Lima (1997) considerando a relação desse apetrecho com o tempo uma unidade bastante consistente com a realidade da pesca na bacia Amazônica.

Outro ponto de referência utilizado é o rendimento máximo sustentável (MSY), um dos mais conhecidos na ciência pesqueira e parece ser uma ótima alternativa para o manejo de pesca sendo amplamente utilizado em todo o mundo (TSIKLIRAS; FROESE, 2018). O MSY é definido como a captura média que pode ser continuamente retirada em condições ambientais sem comprometer o estoque (RIKER, 1975) e pode ser estimado a partir dos modelos de produção excedente na avaliação do estoque (TSIKLIRAS; FROESE, 2018). A avaliação é baseada em modelos matemáticos que utilizam dados de comprimento dos peixes em modelos estruturais ou esforço e captura em modelos holísticos (HILBORN; WALTERS, 1992). A utilização desses modelos depende da quantidade e qualidade dos dados de entrada podendo ser classificados como modelos analíticos aqueles que necessitam de dados mais detalhados e modelos holísticos aqueles que necessitam de dados mais simples como captura e esforço (SPARRE; VENEMA, 1997).

Na região Amazônica os modelos analíticos como os de Beverton e Holt (1957) são utilizados com mais frequência quando comparados a modelos mais simples como os de produção excedente de Schaefer (1954) e Fox (1970). Os modelos foram utilizados para investigar o status de alguns estoques comercialmente importantes como: do surubim (*Pseudoplatystoma tigrinum*) na região inferior do rio Amazonas onde a taxa de exploração já era muito próxima aos limites de sustentabilidade na década de 90 (RUFFINO; ISAAC, 1999, FREITAS; NASCIMENTO; SIQUEIRA-SOUZA, 2007), assim como a do estoque da dourada (*Brachyplatystoma rousseauxii*) (ALONSO; PIRKER, 2005). Na região estuarina a avaliação do estoque da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) indicou estado de sobrepesca de crescimento (ISAAC; BARTHEM, 1995; ALONSO; PIRKER, 2005)

e o estoque de piraíba/filhote (*Brachyplatystoma filamentosum*) (PETRERE JR et al., 2004) e barba chata (*Pirinampus pirinampu*) estão sendo intensamente explorados na Amazônia superior e rio Madeira, respectivamente (SANT'ANNA; DORIA; FREITAS, 2014).

Outros estoques também avaliados foram: do tambaqui (*Colossoma macropomum*) (PETRERE JR, 1983; MERONA; BITENCOURT, 1988; ISAAC; RUFFINO, 1996; CAMPOS et al., 2015), Matrinxã (*Brycon amazonicus*) (DOS SANTOS FILHO; BATISTA, 2009), jaraqui (*Semaprochilodus* spp.) (MERONA; BITENCOURT, 1988; FREITAS; NASCIMENTO; SIQUEIRA-SOUZA, 2007), tucunaré (*Cichla monoculus*) (CAMPOS; FREITAS, 2004), curimatá (*Prochilodus nigricans*) (FREITAS; NASCIMENTO; SIQUEIRA-SOUZA, 2007), braço de moça (*Brachyplatystoma platynemum*) (SANT'ANNA; DORIA; FREITAS, 2014). Os resultados têm sido preocupantes pois a maioria deles (com exceção da Matrinxã, braço de moça e Curimatá) indicam indícios de sobrepesca.

O mapará sendo uma das principais espécies em volumes de desembarque no estado do Pará não dispõe de informações dos níveis ideais de captura ou esforço, apenas estudos de dinâmica populacional na região da Amazonia central e baixo Amazonas (RUFFINO; ISAAC, 2000; CUTRIM; BATISTA, 2005).

Tabela 3. Parâmetros populacionais estimados para *Hypophthalmus marginatus* na Amazônia central e inferior.

PARÂMETROS POPULACIONAIS	AMAZÔNIA CENTRAL (CUTRIM; BATISTA, 2005)	BAIXO AMAZONAS (RUFFINO; ISAAC, 2000)
Comprimento assintótico L_{∞} (cm)	52,63	60
Taxa de crescimento k (ano^{-1})	0,55	0,38
Taxa de mortalidade natural (M)	0,55	0,73
Taxa de mortalidade total (Z)	-	2,21

Devido a constante pressão sobre esses estoques, principalmente pela grande demanda da indústria pesqueira, desenvolvemos esse estudo a fim de identificar o comportamento da produtividade a partir dos desembarques e identificar os níveis ideais de captura no baixo Amazonas. Nessa região a captura ocorre principalmente no período de aumento do nível da água, meses de março a julho no estudo, em uma relação positiva com a oscilação no nível do rio Amazonas (ISAAC; BARTHEM, 1995; COSTA; OSHIRO; SILVA, 2010; ISAAC et al., 2016; CASTELO et al., 2018; PINAYA et al., 2018). A elevada produtividade nos lagos durante a enchente está associada a disponibilidade de alimento, pois nesse período a região é alagada pelas águas do rio Amazonas expandindo e disponibilizando novos habitats, como as áreas de floresta, permitindo a queda de frutos e sementes da copa das árvores (SANTOS; SANTOS, 2005), e a produção de fito e zooplâncton, fonte de alimento essencial para a manutenção e sucesso desse grupo (CARVALHO, 1980; ABUJANRA; AGOSTINHO, 2002).

Ao longo do período estudado houve oscilação do volume desembarcado, com tendência crescente nos primeiros anos e de declínio gradativo após o segundo pico de produção em 1999, esse fator pode ser decorrente da ocorrência de fatores ambientes, como variação extrema no nível das águas (diminuindo a produção de alimento) que comprometem e ameaçam o rendimento da pesca no baixo Amazonas (PINAYA et al., 2018), ou decorrente do menor esforço empregado na captura de mapará direcionando a captura para outras espécies de bagres como Surubim, dourada e piramutaba (PINAYA et al., 2016).

O comportamento da produtividade ao longo dos anos é similar ao padrão histórico de tendência da CPUE proposto com Fonteles Filho (2011), crescente nos primeiros anos e posteriormente decrescente, indicando que essa área de pesca pode ter iniciado uma fase de saturação ou maior competição entre as unidades do apetrecho de pesca, considerando o maior número de pescadores, número de apetrechos e embarcações geleiras (capítulo anterior).

A avaliação do estoque a partir dos modelos convencionais considerou que o modelo de Fox foi o que mais se ajustou aos dados (R^2 0,76) sendo o mais realista com o sistema dinâmico da pesca na região Amazonica. A simulação com base nesse modelo indicou que a produção máxima sustentável (MSY) foi excedida já nos anos

iniciais da série histórica (1995), e o esforço de pesca superior ao do nível ótimo, levando o estoque ao estado de sobrepesca.

Em 2018 a produção total de mapará, estimada em 817 toneladas (Capítulo I da dissertação), também foi superior as estimativas de produção máxima sustentável (Y_{MSY}) pelos modelos convencionais indicando que atualmente o grupo de mapará encontra-se em estado de sobrepesca, atestando a preocupação de Lima (2013) quando sugeriu o nível de estoque como criticamente em perigo para a pescaria em Santarém. O estado de sobrepesca também foi observado na pesca de mapará na região sul do Brasil (ABUJANRA; AGOSTINHO, 2002), e situações de sobreexploração foram registradas nas regiões do baixo rio Tocantins e Amazônica (MERONA, 1993; COSTA; OSHIRO; SILVA, 2010).

Os resultados de análises como essa tem sido considerado para a elaboração das medidas de gestão, mas a falta de monitoramento tem sido uma limitação que dificulta o processo de avaliação dos estoques na Amazônia e reflete as falhas nas estratégias de manejo, onde o potencial da atividade pesqueira é negligenciado, pois caminha em completa escuridão (PAULY; ZELLER, 2016; BARTHEM et al., 2019). Diante do cenário de limitações para uso de modelos convencionais o Programa de Ciência de Gestão de Pescas (FMSP) desenvolveu alguns Softwares que contribuem com as estimativas de parâmetros que auxiliam o gerenciamento da pesca em locais onde os dados de pesca não estão disponíveis, dentre eles, o ParFish foi projetado para fornecer orientação sobre controle de esforço ou de capturas estimando parâmetros considerados os mais prováveis de representar o comportamento da pescaria.

A avaliação realizada nesse software indicou estimativas aproximadas as dos modelos convencionais (Schaefer e Fox) nos parâmetros médios de produção máxima sustentável (MSY) e esforço ótimo (Tabela 3), indicando que a metodologia possui poder de predição similar à de modelos convencionais, porém com vantagens de execução quando não há dados de monitoramento, seja por empreender abordagens participativas a baixos custos, ou pela execução rápida e adaptativa que incluem em sua saída os níveis de controles recomendados e incertezas estimadas em torno dos parâmetros.

Tabela 4. Indicador de captura máxima sustentável e esforço para a captura máxima sustentável para os modelos de avaliação convencional de Schaefer e Fox e a metodologia alternativa avaliada no software ParFish.

PARÂMETROS	SCHAEFER	FOX	PARFISH
MSY (tons/Ano)			622,2
(Incerteza associada)	684,2	672,5	(-160,1 a 2201)
ESFORÇO ÓTIMO			
(dias de pesca/Ano)	3090	2517	6798
(Incerteza associada)			(-30475 a 35525)

O esforço atual empregado na captura do mapará projetou um rendimento decrescente para os próximos cinco anos, mas sugeriu que o aumento nessa unidade maximizaria o rendimento, contradizendo a projeção decrescente da CPUE, embora possa ser explicada por elevada incerteza em torno das estimas de esforço resultante da falta de dados. Em casos como esses novos dados devem ser coletados e reavaliados, de modo que as incertezas sejam minimizadas e as medidas de controle alvo sejam efetivas para o gerenciamento do recurso (WALMSLEY; MEDLEY; HOWARD, 2005).

Ao nível de controle de esforço as análises indicam a chance de 70% do estoque estar em sobrepesca, confirmados pelo MSY relativo que indica taxas de capturas atuais superiores a taxa de captura no MSY, assim como percebido pelos modelos convencionais de Schaefer e Fox, sem afirmações conclusivas devido o intervalo de elevada incerteza conter o volume estimado de produção atual. Hoggarth (2006) sugere que as incertezas podem ser minimizadas com o aumento do número de pescadores entrevistados, a partir da realização do monitoramento da pesca ou adotando medidas consistentes de controle.

A mortalidade por pesca (F) indica um valor médio concentrado em $0,36 \text{ ano}^{-1}$, inferior ao valor estimado por Ruffino e Isaac (2000) na mesma região que foi $1,48 \text{ ano}^{-1}$, embora esse valor esteja contido na faixa de incerteza associada. Esse resultado demonstra que o modelo proposto é realista e aceitável (WALMSLEY; MEDLEY;

HOWARD, 2005) e sugere, com 92% de chance, que a mortalidade por pesca é superior ao indicado para os níveis ótimos de exploração.

A taxa de crescimento natural indicada pelo software foi de 0,32 e se aproxima a indicada por Ruffino e Isaac (2000) para a mesma região. A malhadeira é a única arte de pesca empregada na captura do mapará durante a safra e apresentou capturabilidade estimada em 0,00011, que comprova a afirmativa de Isaac et al. (2016) de que a maioria dos apetrechos de pesca possuem baixas taxas de capturabilidade durante o período de águas altas devido à expansão da área inundada.

O ParFish como ferramenta para avaliação participativa de estoques na região Amazônica é incipiente. Catarino (2014) foi o primeiro a utilizar a metodologia para avaliar o estado de exploração do curimatã (*Prochilodus nigricans*) na região do médio rio Amazonas, e concluiu que a metodologia tem o mesmo poder de predição de modelos de avaliação convencional analíticos e que a elevados intervalos de incertezas mais informações devem ser obtidas para determinada pescaria.

O conjunto de parâmetros estimados pela metodologia ParFish oferece vantagem frente aos modelos convencionais, pois além de indicar os mesmos parâmetros indicam a incerteza associada que devem ser consideradas nas medidas de gestão. A incerteza é um parâmetro que permeia todos os sistemas dinâmicos, inclusive os pesqueiros. Hilborn e Walters (1992) acreditam que não considerar as incertezas nas análises de pescarias tem levado o manejo da atividade a um completo desastre. King (2007) sugere que as incertezas sejam incorporadas à avaliação de risco em uma gama de opções e suas possíveis consequências. Desse modo o ParFish se destaca como um modelo de alternativa viável para avaliação dos estoques pesqueiros tropicais, avaliados individualmente, com grandes chances de sucesso.

CONCLUSÃO

Diante do cenário de sobrepesca evidenciado pelos modelos convencionais, onde o esforço em dias de pesca se manteve sempre superior e elevada chance de sobrepesca pela metodologia alternativa, é necessário tomar medidas urgentes para o gerenciamento da atividade, levando em consideração a redução do esforço, além de maiores coletas de dados para que as incertezas sejam diminuídas. Neste sentido,

algumas sugestões serão apresentadas de modo preliminar, necessitando ser avaliadas e discutidas por diferentes atores, sendo estas:

a) Determinar o tamanho mínimo de indivíduos na entrada dos frigoríficos.

Atualmente não há uma legislação que determine o tamanho mínimo dos indivíduos recebidos pelos frigoríficos, esses entrepostos seguem apenas a legislação para o tamanho mínimo de captura para algumas espécies (Portaria N°8 de 02 de fevereiro de 1996). Essa medida pode ser consistente para o manejo da pesca do mapará considerando que a indústria pesqueira absorve mais de 90% da produção na região de Santarém (capítulo I) e atua em um sistema de comercialização em diferentes níveis, mantendo fortes e leves relações de trabalho com os patrões das embarcações que consequente financiam os apetrechos, que se forem seletivos irão capturar indivíduos maiores.

a) Limitar a temporada de pesca ao período entre março e julho, sendo uma alternativa viável e promissora, considerando que durante esse período os volumes de desembarque (observados nesse estudo) são estimados em 650 toneladas, inferior ao indicado pela captura máxima sustentável dos modelos convencionais.

b) Limitar a quantidade de malhadeiras utilizadas por cada pescador ou embarcação geleira e estabelecer a malha de 40 mm (entre nós adjacentes) como a única permitida para a captura do mapará (atendendo a seletividade identificada em outros estudos), exigindo um tamanho mínimo para a comercialização entre a indústria pesqueira e mercados locais;

c) Estabelecer cotas de capturas por embarcações, independentemente da quantidade de pescadores vinculados informalmente a essas embarcações. Muitos pescadores consideram que a diminuição no volume capturado anualmente é recorrente do maior número e capacidade de armazenamento de embarcações geleiras e maior número de pescadores envolvidos nessa atividade, como destacamos no capítulo anterior;

d) Considerar a metodologia ParFish como um software de gestão, sendo realizada todas as etapas desde o envolvimento das partes interessadas na gestão, avaliação, tomadas de decisões de medidas de gestão, planejamento até a avaliação do processo, sendo então necessário o acompanhamento efetivo. Além disso é necessário que os

resultados dessa pesquisa alcancem não somente os usuários do recurso, mas também todas as partes interessadas (indústria e órgãos gestores) para que haja conscientização e tomadas de medidas que garantam a manutenção dos estoques e da atividade, e assim sejam mantidos os aspectos culturais, econômicos e sociais inerentes à pesca do mapará na região do baixo rio Amazonas.

REFERENCIAS

ABUJANRA, F.; AGOSTINHO, A. A. Dieta de *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829) (Osteichthyes, Hypophthalmidae) e variações de seu estoque no reservatório de Itaipu. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 401-410, 2008.

Agência Nacional de águas – ANA. 2018. Sistema de informações hidrológicas (HidroWeb). Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/gestorpcd/Mapa.aspx>. Acesso em: 18 set. 2018.

ALMEIDA, O. T. *et al.* Inovações e pesquisa na indústria pesqueira na Amazônia. **Novos cadernos NAEA**, v.10, n. 2, p.127-142, dez, 2007.

ALMEIDA, O. T.; ANDROCZEVECZ, S. Novas espécies comerciais e novos produtos de pescado na Amazônia: as instituições de pesquisa e a indústria. In: ALMEIDA, O. T. **A indústria pesqueira na Amazônia**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2006.

ALONSO, J. C.; PIRKER, L. E. M. Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada. In: RUFFINO, M. L. **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões Amazonas**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2005.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; RUFFINO, M. L. Migratory fishes of the Brazilian Amazon. In: CAROLSFELD, J. *et al.* **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. Ottawa: International Development Research Centre (IDRC), 2003.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M.; RUFFINO, M. L. Migratory fishes of the Brazilian Amazon. In: CAROLSFELD, J. *et al.* **Migratory Fishes of South America: Biology, Fisheries and Conservation Status**. Ottawa: International Development Research Centre (IDRC), 2003.

BARTHEM, R. B. Descrição da pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma Vaillantii*. Pimelodidae) no estuário e na calha do rio Amazonas. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi- Série Antropologia**, v. 6, n. 1, p. 117-130, 1990.

BARTHEM, R. B. *et al.* Bases para a conservação e o manejo dos estoques pesqueiros da Amazônia. **Museu Emilio Goeldi**, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333204310_Bases_para_a_conservacao_e_o_manejo_dos_estoques_pesqueiros_da_Amazonia. Acesso em 19 abr. 2019.

BARTHEM, R. B.; FABRÉ, N. N. Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2004.

BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2004.

BOZDOGAN, H. Model selection and Akaike's information criterion (AIC): The general theory and its analytical extensions. **Psychometrika**, v. 52, n. 3, p. 345-370, 1987.

BRASIL. (IBAMA). Portaria IBAMA nº 8, de 02 de Fevereiro de 1996. Ministério do Meio Ambiente.

CARVALHO, F. M. Alimentação de Mapará (*Hypophthalmus edentatus* Spix 1829) do Lago Castanho, Amazonas (Siluriformes Hypophthalmidae). **Acta Amazonica**, v. 3, n.10, p. 545-555, 1980.

CARVALHO, M. L.; GOULDING, M. On the feeding ecology of the catfish *Hypophthalmus fimbriatus* in the blackwater Rio Negro of the Amazon basin. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.3, n.1, p.33-41, 1985.

CASTELLO, L. *et al.* Fishery yields vary with land cover on the Amazon River floodplain. **Fish and fisheries**, v. 19, n. 3, p. 431-440, 2018.

CASTELLO, L. Re-pensando o estudo e o manejo da pesca no Brasil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 1, p. 17-22, 2008.

CATARINO, Michel Fabiano. **Avaliação do estoque pesqueiro da curimatã *Prochilodus nigricans* (prochilodontidae) na região do baixo Solimões por meio de dois métodos que utilizam bases distintas de informação**. 2014. 77f. Tese (Biologia de água doce e pesca interior) – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2014.

CATELLA, A. C. **Introdução aos modelos de produção excedente: uma ferramenta para o manejo pesqueiro**. 1. ed. Corumbá: Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E), 2004.

CECÍLIO, E. B.; AGOSTINHO, A. A. Biologia reprodutiva de *Hypophthalmus edentatus* (Spix, 1829) (Osteichthyes, Siluriformes) no reservatório de Itaipú-PR. II. Estrutura dos ovários e escala de maturidade. **Revista Unimar**, v.13, n.2, p.211-227, 1991.

CINTRA, I. H. A. et al. Biologia do mapará, *Hypophthalmus marginatus* (Valenciennes, 1840), no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí (Pará-Brasil). **Boletim Técnico Científico CEPNOR**, v. 8, n. 1, p. 83-95, 2008.

COSTA, T. V.; OSHIRO, L. M. Y.; SILVA, E. C. S. Potencial do mapará *Hypophthalmus* spp. (Osteichthyes, Siluriformes) como uma espécie alternativa

para a piscicultura na Amazônia. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 3, p. 165-174, 2010.

CRUZ, R. E. A.; ISAAC, V. J.; PAES, E. T. A pesca da dourada *Brachyplatystoma rousseauxii* (CASTELNAU, 1855) na região do baixo Amazonas, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 43, n. 4, p. 474 – 486, 2017.

CUTRIM, L.; BATISTA, V. S. Determinação de idade e crescimento do mapará (*Hypophthalmus marginatus*) na Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 35, n.1, p.85-92, 2005.

DE LIMA, K. F. *et al.* A comercialização do pescado no município de Santarém, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 9, n. 2, p. 01-09, 2017.

DOWLING, N. A. *et al.* Empirical harvest strategies for data-poor fisheries: A review of the literature. **Fisheries Research**, v. 171, p. 141-153, 2015.

DOWLING, N. A. *et al.* From low-to high-value fisheries: Is it possible to quantify the trade-off between management cost, risk and catch? **Marine Policy**, v. 40, p. 41-52, 2013.

FERREIRA, Edinaldo Silva. **Variabilidade genética, estrutura populacional e filogeografia do mapará (*Hypophthalmus marginatus* Valenciennes, 1840 - Pimelodidae, siluriformes) no estado do Pará, utilizando sequencias de DNA mitocondrial**. 2012. 65f. Dissertação (Mestrado em Recursos aquáticos continentais) - Conservação e Manejo da Biodiversidade na Amazônia, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2012.

FERREIRA, L. C. *et al.* Distribuição de larvas de *Hypophthalmus* (pimelodidae, siluriformes) e sua relação com os fatores ambientais no baixo Amazonas, Pará. **Revista brasileira de engenharia de pesca**, v.9, n.2, p.86-106, 2016.

FONTELES FILHO, A. A. **Oceanografia, biologia e dinâmica populacional de recursos pesqueiros**. Ceará: Expressão Gráfica e Editora, 2011.

FREITAS, C. E. C.; BATISTA, V. S.; LIMA, Á. C. Determinação de uma unidade de esforço para a pesca de subsistência com rede de espera na Amazônia central. *Revista UA Série ciências agrárias*. V. 6, n. 1/2, p. 91-101, jan, 1997.

FREITAS, C. E. C.; RIVAS, A. A. F. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Ocidental. **Ciência e cultura**, v. 58, n. 3, p. 30-32, 2006.

FREITAS, C. E. C; NASCIMENTO, F. A.; SOUZA, F. K. S. Levantamento do estado de exploração dos estoques de curimatã, jaraqui, surubim e tambaqui. In: RUFFINO, M. L. **O setor pesqueiro na Amazônia: análise da situação atual e tendências do desenvolvimento a indústria da pesca**. 2. ed. Manaus: IBAMA-PróVarzea, 2007.

FREITAS, C. E. Carvalho. Recursos pesqueiros amazônicos: status atual da exploração e perspectiva de desenvolvimento do extrativismo e da piscicultura. In:

MELLO, A. F. **O futuro da Amazônia: dilemas, oportunidades e desafios no limiar do século XXI**. Belém: EDUFPA, 2002.

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

HOGGARTH, D. D. *et al.* **Stock assessment for fishery management: A framework guide to the stock assessment tools of the fisheries management and science programme**. 1. ed. Roma: FAO Fisheries Technical paper, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - **IBGE**. 2019. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/v4/municipio/150680>. Acesso em: 05 abr. 2019.

Instituto Nacional de meteorologia – **INMET**. 2019. Instituto Nacional de meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>. Acesso em: 31 Jan. 2019.

ISAAC, V. J. *et al.* **Atividades pesqueiras no Lago grande de Curuai: região do médio Amazonas**. Documentos técnico n°1. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2003.

ISAAC, V. J. *et al.* Seasonal and interannual dynamics of river-floodplain multispecies fisheries in relation to flood pulses in the Lower Amazon. **Fisheries research**, v. 183, p. 352-359, 2016.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os Recursos Pesqueiros da Amazônia Brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi**, v.11, n.2, p.151-194, 1995.

ISAAC, V. J.; DA SILVA, C. O.; RUFFINO, M. L. A pesca no Baixo Amazonas. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia**. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2004.

ISAAC, V. J.; DA SILVA, C. O.; RUFFINO, M. L. The artisanal fishery fleet of the lower Amazon. **Fisheries Management and Ecology**, v. 15, n. 3, p. 179-187, 2008.

ISAAC, V. J.; MILSTEIN, A.; RUFFINO, M. L. A pesca artesanal no Baixo Amazonas: análise multivariada da captura por espécie. **Acta Amazonica**, v. 26, n. 3, p. 185-208, 1996.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L. Informe estatístico do desembarque pesqueiro na cidade de Santarém, Pa: 1992-1993. In: FISCHER, C. F. **Recursos Pesqueiros do Médio Amazonas: Biologia e Estatística Pesqueira**. Coleção meio ambiente 22. Brasília: IBAMA, 2000a.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L. A estatística pesqueira no Baixo Amazonas: Experiência do projeto IARA. In: FISCHER, C. F. **Recursos Pesqueiros do Médio**

Amazonas: Biologia e Estatística Pesqueira. Coleção meio ambiente 22. Brasília: IBAMA, 2000b.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L.; MELLO, P. Considerações sobre o método de amostragem para a coleta de dados sobre captura e esforço pesqueiro no médio Amazonas. **Coleção Meio Ambiente série estudos de pesca**, v. 22, p. 175-199, 2010.

KING, M. G. **Fisheries biology, assessment, and management.** 2. ed. Australia: Blackwell Publishing, 2007.

LIMA, E. et al. Relatório da produção pesqueira desembarcada na feira do pescado, Santarém – PA, ano 2014. Santarém, 13p. Trabalho não publicado. 2015.

LIMA, Ericleya. **Análise da produção de pescado desembarcado no porto municipal de Santarém-PA, feira do pescado, nos anos de 2011 e 2012.** 2013. 57f. Monografia (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2013.

LOPES, G. C. S.; FREITAS, C. E. C. Avaliação da pesca comercial desembarcada em duas cidades localizadas no rio Solimões–Amazonas. **Biota Amazônia**, v. 8, n. 4, p. 36-41, 2018.

MARTINS, J. C. *et al.* Seletividade da rede malhadeira-fixa para a captura do mapará, *Hypophthalmus marginatus*, no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v.37, n.2, p.123 – 133, 2011.

MARTINS, Jeronimo Carvalho. **A pesca do mapará no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí, estado do Pará, Brasil.** 2009.82f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Pesca) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2009.

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, 1993.

NELDER, J. A.; WEDDERBURN, R. W. M. Generalized linear models. **Journal of the Royal Statistical Society**, v.135, n.3, p. 370-384, 1972.

PARENTE, V. M., *et al.* A pesca e a economia da pesca de bagres no eixo Solimões-Amazonas. In: FABRÉ, N. N.; BARTHEM, R. B. **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas.** 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVarzea, 2005.

PAULY, D.; ZELLER, D. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. **Nature communications**, v. 7, p. 1-9, 2016.

PEREIRA, D. V.; DA SILVA, L. F.; SOUSA, K. N. S. Distribuição espacial dos sítios de captura registrados nos polos de desembarque pesqueiro no município de Santarém (Pará–Brasil). **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 9, n. 1, p. 43-47, 2019.

PETREIRE JR, M. *et al.* Catch-per-unit-effort: which estimator is best? **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 3, p. 483-491, 2010.

PETREIRE JR, M. *et al.* Review of the large catfish fisheries in the upper Amazon and the stock depletion of Piraíba (*Brachyplatystoma filamentosum* Lichtenstein). **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v.14, p.403–414, dez, 2004.

PINAYA, W. H. D. *et al.* Multispecies fisheries in the lower Amazon River and its relationship with the regional and global climate variability. **PloS one**, v. 11, n. 6, p. 1-29, 2016.

PINAYA, W. H. D. *et al.* **The Catfish Fishing in the Amazon Floodplain Lakes. Oceanography & Fisheries open access journal**, v. 7, n. 4, p. 1-12, 2018.

PUNT, A. E. Extending production models to include process error in the population dynamics. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 60, p. 1217-1228, 2003.

RICKER, W. E. **Computation and interpretation of biological statistics of fish populations**. Ottawa: Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, 1975.

RUFFINO, M. L. **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2001**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2002.

RUFFINO, M. L. **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2002**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2005.

RUFFINO, M. L. *et al.* **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2003**. 1. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2006.

RUFFINO, M. L. Sistema integrado de estatística pesqueira para a Amazônia. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, n. 3, p. 193-204. 2008.

RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Ciclos de vida e parâmetros biológicos de algumas espécies de peixes da Amazônia Brasileira. In: FISCHER, C. F. **Recursos Pesqueiros do Médio Amazonas: Biologia e Estatística Pesqueira**. Coleção meio ambiente 22. Brasília: IBAMA, 2000.

RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. Dinâmica populacional do Surubim-Tigre, *Pseudoplatystoma tigrinum* (Valenciennes, 1840) no médio Amazonas (Siluriformes, Pimelodidae). **Acta Amazônica**, v. 29, n. 3, p. 463-476, 1999.

RUFFINO; M. L.; ISAAC, V. J. N. Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon Fish species. **Naga the ICLARM Quarterly**, v. 18, n. 4, p. 41-45, 1995.

SANT'ANNA, I. R. A.; DORIA, C. R. C.; FREITAS, C. E. C. Pre-impoundment stock assessment of two Pimelodidae species caught by small-scale fisheries in the Madeira River (Amazon Basin–Brazil). **Fisheries management and ecology**, v. 21, n. 4, p. 322-329, 2014.

SANTOS, G. M.; SANTOS, A. C. M. Sustentabilidade da Pesca na Amazônia. **Estudos Avançados**, v.19, n. 54, p. 165-182, 2005.

SIMÃO, Maria Olívia de Albuquerque Ribeiro. **Territorialidade, socioeconomia e conhecimento ecológico local da pesca artesanal de dourada (*Brachyplatystoma rouseauxii* CASTELNAU, 1855) e piramutaba (*B. vaillantii* VALENCIENNES, 1840) na calha do rio Solimões-Amazonas**. 2009. 268f. Tese (Doutorado em ciências biológicas) – Biologia de água doce e pesca interior, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia, Manaus, 2009.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. **Introdução à Avaliação de Mananciais de Peixes Tropicais**. No 306/1. Roma: FAO, 1997.

THOMÉ DE SOUZA, M. J. F. *et al.* **Estatística pesqueira do Amazonas e Pará – 2004**. 2. ed. Manaus: IBAMA - PróVárzea, 2007.

TSIKLIRAS, A. C.; FROESE, R. Maximum Sustainable Yield. In: FATH, B. D. **Encyclopedia of Ecology**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier, 2019.

VAZ, E. M. *et al.* A pesca artesanal no lago Maicá: aspectos socioeconômicos e estrutura operacional. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 4, p. 6-12, 2017.

WALMSLEY, S. F., MEDLEY, P. A.; HOWARD, C. A. Participatory Fisheries Stock Assessment (ParFish): Software Manual. **London: MRAG**, 2005. Disponível em: https://www.mrag.co.uk/sites/default/files/fmnsdocs/R8464/R8464_Guide.pdf. Acesso em: 06 abr. 2017.

YOSHIMOTO, S. S.; CLARKE, R. P. Comparing dynamic versions of the Schaefer and Fox production models and their application to lobster fisheries. **Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences**, v. 50, n. 1, p. 181-189, 1993.

ZUUR, A. F. *et al.* **Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R**. California: Springer Science & Business Media, 2009.

ANEXOS

Anexo I. Modelo do formulário aplicado aos pescadores de mapará (*Hypophthalmus* spp.) que desembarcam a produção em Santarém.

INFORMAÇÕES GERAIS:

Data: ____/____/2018 Entrevistador: _____ **QUESTIONÁRIO N°:** _____

Entrevistado: _____ Idade: _____ anos

Onde mora? _____ Onde pesca? (ambiente) _____

Un. esforço? _____ Un. captura? _____ Un. tempo? _____

PESCA DO MAPARÁ INDIVIDUAL (PARFISH)

1. Há quanto tempo pesca? _____ 2. Qual apetrecho mais utilizado? _____

Usa outros? Quais? _____

3. Quantos dias você normalmente pesca no mês? _____

Meses de captura	ENCHENTE					CHEIA		VAZANTE			SECA	
	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Dias												

4. Quantos dias você pescou por mês no ano passado? _____

Meses de captura	ENCHENTE					CHEIA		VAZANTE			SECA	
	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov
Dias												

5. Quantos kg você costuma pescar por dia? _____

6. Nos últimos anos essa captura aumentou ou diminuiu? _____

7. Se a captura mudou, no ano passado quantos kg você pescava por dia? _____

8. Se você fosse pescar em um lugar que nunca foi pescado antes (como nos velhos tempos ou um lugar que foi deixado por algum tempo sem pescar) quantos kg de peixe você acha que pegaria em um dia?

ENCHENTE					CHEIA				VAZANTE					SECA								
dez	jan		fev		mar		abr		mai		jun		jul	ago		set	out		nov			
	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	

9. Em quanto tempo (meses) você acredita que o estoque de mapará se recuperaria? _____

10. Você acha que a quantidade capturada é ideal para o tamanho do ambiente explorado? Cabe mais (), é suficiente(), é muita gente pescando () _____

11. Qual seria a captura mínima em um dia pela qual você iria pescar? _____

12. Qual seria a captura mínima pela qual você iria pescar? _____

13. Qual é sua captura máxima (kg. pescador/dia) com o seu apetrecho atual? _____

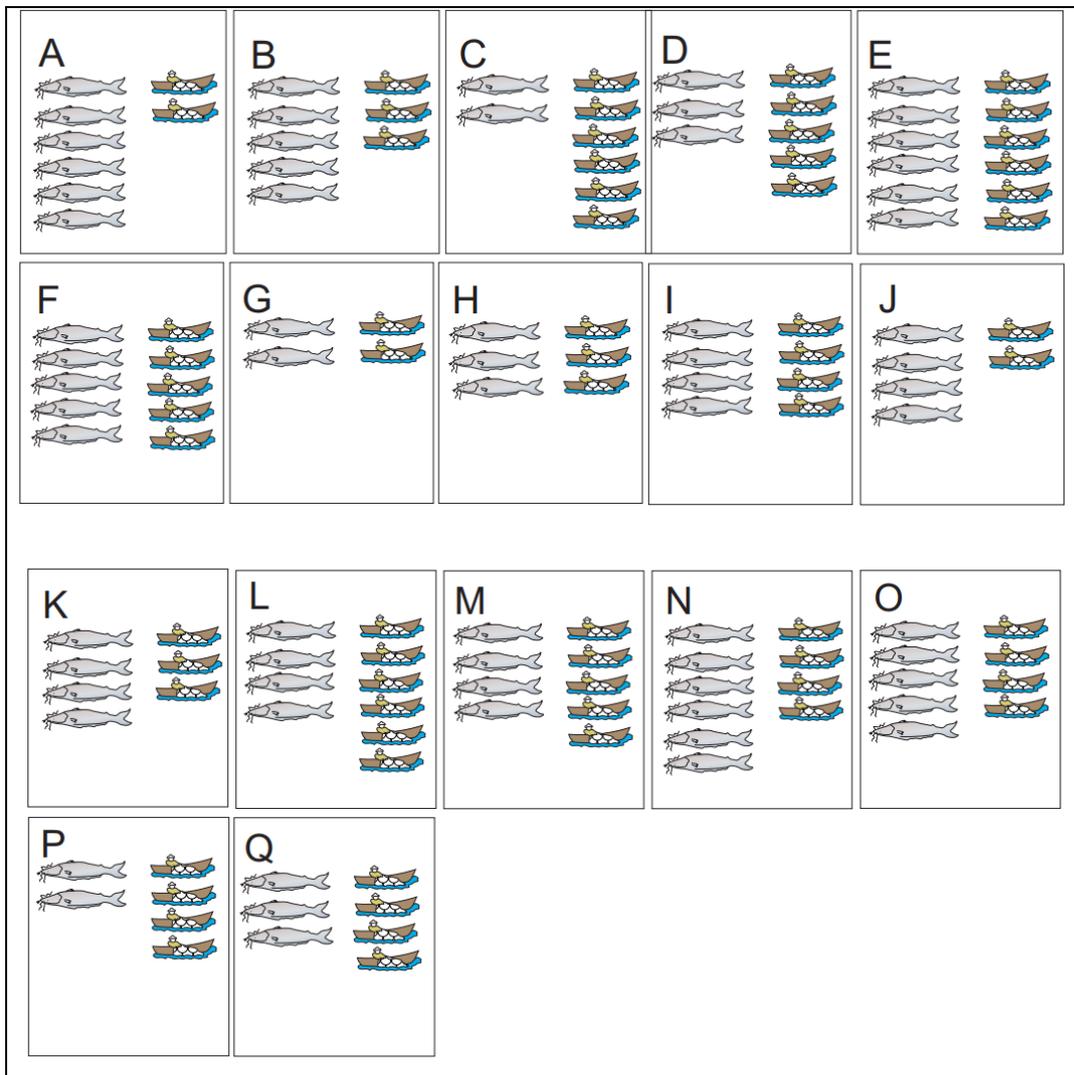
14. Quantos dias no máximo, você poderia pescar no mês com seu apetrecho atual? _____

15. 1. Além da pesca, desenvolve outra atividade? Qual? Qual atividade desenvolve na maior parte do tempo? _____

15.2. Incluindo você, quantas pessoas moram na sua casa? Quantos pescam? _____

15.3. Qual a renda familiar? Quanto é adquirida na pesca? _____

Anexo II. Cenários para a pesca do mapará (*Hypophthalmus* spp.) adaptado do modelo proposto pelo software ParFish.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesca do mapará é uma atividade intensa durante o período de águas altas na região do baixo rio Amazonas. A atividade é caracterizada como a principal fonte de renda de grande parte da população ribeirinha nessa região que desenvolvem diferentes estratégias de captura dependendo no nível de organização das comunidades envolvidas. O processo entre a captura e o desembarque envolve uma complexa cadeia de comercialização na região de Santarém, mantendo relações de trabalho de diferentes intensidades entre as partes envolvidas. O viés econômico levou o recurso a intensa exploração com oscilação no volume de desembarque cuja produção é destinada a indústria pesqueira para exportação nacional, levando o estoque ao estado de sobrepesca, com chances de 70%, onde níveis de níveis de esforço direcionados para a captura são superiores aos indicados pelos modelos convencionais acarretando menor produtividade ao longo dos anos.