



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

IURICK SARAIVA COSTA

A ECOLOGIA E PESCA DA POPULAÇÃO DE MERO *Epinephelus itajara*
LICHTENSTEIN, 1822, NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZONICA.

BELÉM
2024

IURICK SARAIVA COSTA

**A ECOLOGIA E PESCA DA POPULAÇÃO DE MERO *Epinephelus itajara*
LICHTENSTEIN, 1822 NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZONICA.**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais da Universidade Federal Rural da Amazônia requisito para obtenção do grau de Mestre em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais

Área de Concentração: Ecologia e Manejo de Ecossistemas Aquáticos Naturais

Orientador: Dr. Eduardo Tavares Paes

**BELÉM
2024**

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

C837e Costa, Iurick Saraiva

A Ecologia e pesca da população de mero *Epinephelus itajara* Lichtenstein, 1822, na plataforma continental amazônica. / Iurick Saraiva Costa. - 2024.
96 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da Amazônia, Belém, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Tavares Paes

1. Pesca artesanal. 2. Recursos pesqueiros. 3. Recifes. I. Tavares Paes, Eduardo, *orient.* II. Título

CDD 577.7



ATA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO Nº 160

No dia 25 de março de 2024, às 14h, por meio de videoconferência, presidida pelo **Prof. DR. EDUARDO TAVARES PAES**, reuniu-se a Banca Examinadora de dissertação do discente **IURICK SARAIVA COSTA** visando a obtenção do título de “MESTRE EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS”, área de concentração “ECOLOGIA AQUÁTICA E MANEJO DE RECURSOS NATURAIS”, assim constituída:

Presidente:	DR. EDUARDO TAVARES PAES	UFRA
1º Examinador:	DRA. BEATRICE PADOVANI FERREIRA	UFPE
2º Examinador:	DR. GEORGE OLAVO MATTOS E SILVA	UEFS
3º Examinador:	DR. ISRAEL HIDENBURGO ANICETO CINTRA	UFRA

O discente defendeu a dissertação intitulada “A ECOLOGIA E PESCA DA POPULAÇÃO DE MERO *Epinephelus itajara* LICHTENSTEIN, 1822, NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZONICA.” e respondeu as arguições da banca examinadora, sendo ao final considerado **APROVADO**.

A conclusão do curso, no prazo de 30 dias após esta data, está condicionada as correções sugeridas pela banca examinadora e entrega da versão final da Dissertação, submissão de pelo menos 01 (um) artigo extraído da Dissertação em periódico científico classificado pelo *qualis* A1 a B4 na área do Programa e de documentos complementares que a Secretaria do PPGAqRAT vier solicitar, quando fará jus ao título de “MESTRE EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS”.

Belém (PA), 25 de março de 2024

DR. EDUARDO TAVARES PAES (Presidente/Orientador)

DRA. BEATRICE PADOVANI FERREIRA (Primeiro Examinador)

DR. GEORGE OLAVO MATTOS E SILVA (Segundo Examinador)

DR. ISRAEL ANICETO CINTRA HIDENBURGO (Terceiro Examinador)

IURICK SARAIVA COSTA (Mestrando)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, pela oportunidade de realização deste curso e a todos os professores do corpo docente, que proporcionaram nesses 2 anos, informações importantes na minha formação acadêmica.

Ao Dr. Eduardo Tavares Paes, pela motivação e conhecimento repassado, especialmente por mudar a forma como enxergo a ciência. E por me orientar no mestrado, muito obrigado pela confiança, orientação e atenção que foram fundamentais em todos os momentos na realização deste trabalho.

Ao meu coorientador Nelson Gouveia pela amizade, parceria e orientação no meu trabalho, foi fundamental para conseguir concluir essa dissertação. Obrigado ao Paulo Emilio, meu grande parceiro de pesquisa e irmão de longa data. Mais um passo concluído com sua colaboração e apoio

Agradeço aos meus pais Antônio Mário da Silva Costa e minhas duas mães Ielres do Socorro Saraiva Costa e Alcineia Saraiva Costa, por todo o cuidado com minha educação e sempre terem me incentivado a cursar o ensino superior. Além disso, por estarem sempre presente em todos os momentos da minha vida e terem sido peça fundamental na minha criação.

Aos amigos do laboratório: professor Edson Tavares, Mario, Gabriela, Lucas, Fernanda, Raulino. Muito obrigado pela amizade, parceria e paciência no dia a dia do nosso the office. Aos meus importantes amigos do kendo e da vida, Jose Reinaldo Navegantes, Álvaro Masayoshi Itó e ao sensei Jaime Carvalho, um amigo e inspiração para continuar na formação acadêmica, obrigado pelas oportunidades e ensinamentos. Ao Adler Henrique muito obrigado pela amizade e apoio ao longo de todos esses anos.

Resumo

A espécie *Epinephelus itajara* é uma garoupa de grande porte pertencente à família Serranidae e habita as águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico. Os peixes da família Serranidae são caracterizados por terem corpos robustos, grandes bocas e serem frequentemente encontrados em ambientes coralinos ou rochosos. A espécie é um recurso muito apreciado no mundo todo e, por isso, vem sofrendo com a pesca excessiva e a destruição de seus habitats. Na plataforma continental amazônica, há uma carência de estudos ecológicos e sobre a dinâmica pesqueira da espécie. O presente trabalho tem como objetivo analisar a pesca incidida sobre o mero na plataforma continental amazônica e como ela é afetada pela variabilidade de variáveis meteoceanográfica. Para tal propósito, foram analisados os dados de desembarques pesqueiros do programa ESTATPESCA, onde foram registrados 2474 desembarques entre 1997 e 2007, em localidades de 13 municípios do estado do Pará. Os resultados obtidos demonstram a existência de seis tipos de embarcações e 22 apetrechos de pesca ativos, sendo que 50% das embarcações eram de pequeno porte, utilizando principalmente espinhel de fundo e redes de emalhar. Com uma pesca diversificada, adaptou-se índices de diversidade como Shannon, Pielou e Simpson. Outra metodologia aplicada foi a criação de um ranking de importância pesqueira, para definição de quais embarcações e apetrechos são mais importantes para a captura da espécie. A partir deste ranking, determinou-se as cinco combinações entre embarcações e apetrechos que seriam analisadas intrinsecamente. Dentre os municípios de desembarque, destaca-se Belém como o que mais receberia desembarques de mero, contudo, em quantidade (kg) inferior a Bragança. Um índice de abundância relativa (Cpue) foi estimado para a espécie a partir da razão entre a captura e as medidas de esforço disponíveis (dias de mar, comprimento ou quantidade do apetrecho e número de pescadores). Calculou-se a Cpue para a pesca com espinhel e redes de emalhar, constatando-se que a Cpue da espécie com espinhel possuía tendência de crescimento até o ano de proibição da captura da espécie, enquanto as redes de emalhar tendenciavam ao decréscimo. As séries temporais de desembarque possuíam algumas falhas de continuidade, por ausência dos registros de desembarque em alguns meses. Desta forma, o estudo utilizou uma metodologia baseada em análise de PCNM (Principal Coordinates of Neighbour Matrices), que estimou os dados ausentes das séries de Cpue. Concluiu-se que a captura do mero é multiespecífica, e ao menos cinco combinações entre apetrecho e embarcação desembarcam de forma significativa. Os desembarques de

embarcações que capturavam utilizando espinhel são maiores do que as que utilizam redes de emalhar, e sua Cpue para o espinhel não apresentava decréscimo até o ano de 2003. A relação entre as variáveis ambientais e o índice de abundância relativa apresentou forte correlação para salinidade e temperatura da superfície do mar na área costeira dos estados do Pará e Maranhão e na área de retroflexão da corrente norte do Brasil. Essas variáveis influenciam principalmente as fases mais jovens da espécie e devem determinar o processo de dispersão larval da espécie.

Palavras chaves: Pesca Artesanal; Recursos pesqueiros; recifes.

Abstract

The species *Epinephelus itajara* is a large grouper belonging to the Serranidae family and inhabits the tropical and subtropical waters of the Atlantic Ocean. Fish of the Serranidae family are characterized by having robust bodies, large mouths, and are frequently found in coral or rocky environments. The species is a highly valued resource worldwide and, therefore, has been suffering from overfishing and habitat destruction. On the Amazon continental shelf, there is a lack of ecological studies and studies on the fishing dynamics of the species. The present work aims to analyze the fishing of the grouper on the Amazon continental shelf and how it is affected by the variability of meteorological and oceanographic variables. For this purpose, fishing landing data from the ESTATPESCA program were analyzed, where 2,474 landings were recorded between 1997 and 2007, in locations from 13 municipalities in the state of Pará. The results obtained demonstrate the existence of six types of vessels and 22 active fishing gear, with 50% of the vessels being small, mainly using bottom longlines and gillnets. With diversified fishing, diversity indices such as Shannon, Pielou, and Simpson were adapted. Another methodology applied was the creation of a fishing importance ranking to define which vessels and gear are most important for the capture of the species. From this ranking, the five combinations of vessels and gear that would be intrinsically analyzed were determined. Among the landing municipalities, Belém stands out as the one that would receive the most grouper landings, although in a smaller quantity (kg) than Bragança. A relative abundance index (CPUE) was estimated for the species based on the ratio between the catch and the available effort measures (days at sea, length or quantity of gear, and number of fishermen). The CPUE for fishing with longlines and gillnets was calculated, and it was found that the CPUE of the species with longlines showed a growth trend until the year of the prohibition of the species' capture, while gillnets tended to decrease. The landing time series had some continuity gaps due to the absence of landing records in some months. Therefore, the study used a methodology based on PCNM (Principal Coordinates of Neighbor Matrices) analysis, which estimated the missing data from the CPUE series. It was concluded that the capture of the grouper is multispecific, and at least five combinations of gear and vessel significantly land it. The landings of vessels using longlines are higher than those using gillnets, and their CPUE for longlines did not show a decline until 2003. The relationship between environmental variables and the relative abundance index showed a strong correlation with salinity and sea surface temperature in

the coastal areas of the states of Pará and Maranhão and in the retroflexion area of the North Brazil Current. These variables mainly influence the younger stages of the species and should determine the species' larval dispersion process.

Keywords: Artisanal Fishing, Fisheries Resources, Reefs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A Espécie <i>Epinephelus itajara</i>	16
Figura 2 - Distribuição espacial do mero em todo o mundo.	16
Figura 3 - <i>Epinephelus itajara</i> . Ilustrações de juvenis da espécie: (A) comprimento padrão de 15 mm (SL); (B) SL de 16mm; (C) SL de 17mm; (D) SL 26mm; (E) 38 mm SL; ilustrações de Jack Javech (NOAA Fisheries, Miami, FL). Desenhos fora de escala.	17
Figura 4 – a figura 4a demonstra o tamanho de classes encontrados para o mero em estudo de autor x, e a figura 4b apresenta as principais classes de idade encontradas para o mero, dados foram obtidos em regiões da guiana, próxima a área de estudo.	18
Figura 5 – Estrutura da rede de emalhar pescadeira.	24
Figura 6 – Estrutura da rede de emalhar Serreira.	25
Figura 7 – Esquema do funcionamento da pesca com espinhel de fundo.	26
Figura 8 – Estrutura típica de um curral de pesca estabelecido no litoral paraense.	27
Figura 9 - Dados de produção total e da pesca artesanal do mero entre 1995 a 2007 no estado do Pará registrado pelo IBAMA.	28
Figura 10 - Equações comumente utilizadas para o cálculo de abundancia relativa, a equação 1 e 2 são baseadas em razão, enquanto a equação 3 é uma média ponderada..	30
Figura 11 - Mapa batimétrico da plataforma amazônica, com algumas das características físicas importantes indicado. A inserção mostra a extensa área de drenagem do rio Amazonas e seus afluentes.	32
Figura 12 - Distribuição da pesca recifal e estações oceanográficas. Os recifes Manuel Luis são os recifes emergentes mais ao norte do Brasil.	34
Figura 13 - Instrumentos de sensoriamento remoto para coleta de informações sobre objeto ou fenômeno.	Erro! Indicador não definido.
Figura 14 - Direção de propagação da radiação eletromagnética na forma de uma onda, em função das oscilações Ortogonais dos campos magnético (M) e elétrico (E).	Erro! Indicador não definido.
Figura 15 - Interação da energia eletromagnética com o objeto.	37
Figura 16 - A distribuição de megahabitats bentônicos se sobrepôs às áreas protegidas costeiras e marinhas (CMPAs) existentes e planejadas na plataforma amazônica brasileira. Limites de múltiplas fontes.	40
Figura 17 - Banco de dados anaálisado, registros de desembarque do mero foram planilhado no excel.	42

Figura 18 – Exemplificando a construção do ranking de importancia pesqueira: a construção de três rankings para cada fator que foi avaliado. Em sequência um ranking médio geral para as combinações de pesca a partir de suas posições nos rankings anteriores. E por fim o ranking de importancia pesqueira com a posição final de cada combinação.....	Erro! Indicador não definido.
Figura 19 - Apresenta os passos de uma análise espacial completa utilizando o novo método baseado em coordenadas principais de matrizes vizinhas (PCNM).	50
Figura 20 - Exemplificação de correlação para um pixel entre a CPUE e TSM. A Correlação é aplicada da mesma forma para os dados de salinidade e clorofila.....	53
Figura 21 - A captura média anual para os apetrechos de pesca espinhel e rede de emalhar pescadeira e serreira.....	56
Figura 22 - Frequencia acumulada do número de desembarques por apetrecho de pesca/embarcação de pesca. A linha vermelha representa o corte de 90% na linha azul que representa a frequencia acumulada.	58
Figura 23 – A Captura média por apetercho/embarcação e a frequencia de ocorrencia de cada uma longo do estudo.	59
Figura 24 – Classes de captura (kg) para cada combinação entre embarcação e apetrecho, como os valores eram heterogêneos, fora aplicado o logaritmo antes da distribuição de frequência.	60
Figura 25 - Desembarque médio (Kg) e o número de desembarques de mero por municipio do estado do Pará.....	61
Figura 26 – A figura 26a apresenta o comprimento médio mensal das redes de emalhar pescadeira e serreira para barcos de médio e pequeno porte entre 1997 e 2007; na figura 26b comprimento das redes para canoas motorizadas entre 1997 e 2007.....	62
Figura 27 - Dias de mar para cada tipo de embarcação que utilizam espinhel e rede de emalhar.	64
Figura 28 - A figura 28 mostra os indice de Shannon (28b), o indice de pielou e (28c)e a dominancia de simpson (28d) para as combinações entre apetrechos de pesca/embarcação entre 1997 a 2007.	65
Figura 29 - Dendograma gerado pela análise agrupamento cluster two-way (método Ward).	66
Figura 30 - Gráfico da correlação entre captura com espinhel e as medidas de esforço simples e compostas (interação entre os esforços simples).	67
Figura 31 - Gráfico da Correlação entre a captura e as medidas de esforço simples (dias	

de mar, comprimento do apetrecho, número de pescadores) e as interações entre as medidas de esforço simples.	68
Figura 32 - Captura por unidade de esforço para pesca com espinhel de fundo e embarcações de pequeno porte e canoas motorizadas. Destacando dois periodos; o primeiro corresponde a série temporal completa de 1997 a 2007(figura 32a), enquanto a figura 32b é limitada no ano de 2003.	69
Figura 33 – Captura por unidade de esforço para pesca com espinhel de fundo e embarcações de médio e pequeno porte. A figura 33a mostra a Cpue com dados ausentes, a figura 33b apresenta a Cpue com dados ausentes estimados por PCNM.	70
Figura 34 - Captura por unidade de esforço para pesca com de emalhar para embarcações de pequeno porte e médio porte. Destacando dois periodos; a figura 34a corresponde a série temporal completa de 1997 a 2007, enquanto a figura 34b é limitada no ano de 2003.....	71
Figura 35 - Captura por unidade de esforço para pesca com redes de emalhar e embarcações de médio e pequeno porte. A figura 35a mostra a Cpue com dados ausentes, a figura 35b apresenta a Cpue com dados ausentes estimados por PCNM.	72
Figura 36 - Análise de Wavelet Morlet da captura por unidade de esforço da pesca da mero com espinhel ao longo da série temporal.	73
Figura 37 - Análise de Wavelet Morlet da captura por unidade de esforço da pesca da mero com redes de emalhar ao longo da série temporal.....	73
Figura 38 – Correlação cruzada entre a salinidade da superfície do mar (SSS) e Cpue 2 para redes de emalhar. A defasagem nos lag 31,32,33,34, 44,45,46 e 47.	74
Figura 39 - Correlação cruzada entre a salinidade da superfície do mar (SSS) e Cpue 2 para Espinhel. A defasagem nos lag 32,33,34, 20, 21 e 22.	75
Figura 40 - Correlação cruzada entre a Clorofila a (CHL) e Cpue 2 para redes de emalhar. A defasagem nos lag 34, 35, 36, 37, 24,25.....	76
Figura 41 - Correlação cruzada entre a Clorofila a (CHL) e Cpue 2 para espinhel. A defasagem nos lag 4, 5, 6, 7, 34, 35, 36 e 37.....	76
Figura 42 - Correlação cruzada entre a temperatura da superfície do mar (TSM) e Cpue 2 para espinhel. A defasagem nos lag 10, 11, 12, 13, 33, 34, 35 e 36.....	77
Figura 43 - Correlação cruzada entre a temperatura da superfície do mar (TSM) e Cpue 2 para rede de emalhar, com defasagem nos lag 32 - 37.	77

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES

CNB - Corrente Norte do Brasil
CCNE - Contracorrente norte equatorial
ATN- Atlântico Tropical Norte
SR- Sensoriamento remoto
K- Crescimento
M- Taxa de mortalidade natural
WINFINITY- Peso máximo assintótico
L- Comprimento máximo assintótico
TMAX- idade máxima
TM- Idade de maturação
LM- Comprimento na maturidade
BIN- Barco industrial
BMP- Barco de médio porte
BPP- Barco de pequeno porte
CAM- Canoa motorizada
CAN- Canoa
MON- Montaria
ARP- Arrasto de piramutaba
CRE- Curral e rede
CUR- Curral
ESB- Espinhel/bagre
ESC- Espinhel/cioba
ESP- Espinhel
GOZ- Gozeira
LIN- Linha e anzol
PAR- Pargueira
PES- Pescadeira
REL- Rede de emalhar e linha
RES- Rede e espinhel
RET- Rede de tapagem
SER- Serreira
COMART - Comprimento da arte de pesca
DM - Dias de mar

NP - Número de pescadores

QUADES - Quantidade desembarcada

CPUE - Captura por unidade de esforço

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO GERAL	14
2.1 Objetivos Específicos	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Epinephelus itajara	15
3.2 Características Ecológicas E Biológicas	16
3.2.1 Distribuição Espacial	16
3.2.2 Ciclo De Vida	17
3.2.3 Habitat	20
3.2.4 Hábitos Alimentares	20
3.2.5 Reprodução	21
3.3 A Pesca Do Mero No Estado Do Pará	21
3.4 Histórico Sobre A Pesca Do Mero	27
3.5 A Legislação Sobre Captura Do Mero	28
3.6 Captura Por Unidade De Esforço (Cpue)	29
3.7 A Plataforma Continental Amazônica	30
3.7.1 Manguezais	33
3.7.2 Estuário Amazônico	33
3.7.3 Recifes Amazonicos	34
3.8 Índices Ecológicos	35
4.0 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 Área De Estudo	39
4.2 Banco De Dados	40
4.3 Estatística Descritiva E Inferência	42
4.3.1 Testes De Normalidade	43
4.3.2 Transformação Ou Padronização De Dados	43

4.3.3 Análise De Correlação.....	43
4.3.4 Regressão Linear.....	44
4.4 Ranking De Importância Pesqueira.....	44
4.5 Índices Ecológicos.....	47
4.5.1 Índice De Shannon.....	47
4.5.2 Índice De Pielou.....	47
4.5.3 Dominancia De Simpson.....	48
4.6 Captura Por Unidade De Esforço.....	48
4.7 Principal Coordinates Of Neighbour Matrices (PCNM).....	49
4.8 Análise De Agrupamento (Clustering).....	50
4.9 A Transformada Wavelet.....	51
5. RESULTADOS e DISCUSSÃO.....	54
5.1 Ranking de importância pesqueira.....	57
5.2 Pesca por município.....	61
5.6 Correlação.....	66
5.7 Captura por unidade de esforço.....	68
5.8 Wavelet.....	72
6. DISCUSSÃO.....	78
7. CONCLUSÃO.....	81
8. REFERENCIAS.....	

1 INTRODUÇÃO

O mero é uma espécie de garoupa pertencente à família Serranidae. Esta família é constituída por 570 espécies e 70 gêneros (Parenti e Randall, 2020), estando incluídas nela várias espécies conhecidas como: meros, garoupas ou badejos. No oceano atlântico estas espécies distribuem-se desde a Flórida ao sul do Brasil, incluindo o Golfo do México e o Caribe, também são encontrados oeste da África, entre o Congo e o Senegal (Francesconi e Schwartz, 2000; Craig et al., 2011). Esses peixes geralmente preferem habitar locais como recifes de corais, manguezais e locais rochosos, buscando abrigar-se em cavernas, tocas e fendas (Heemstra e Randall, 1993; Sadovy e Eklund, 1999; Koenig, C. C., Coleman, F. C., e Malinowski, C. R. 2020). De acordo com Gerhadinger (2009) o mero pode ocorrer em profundidades superiores a 30 metros, contudo, sem uma faixa exata de profundidade. No golfo do México, a espécie fora encontrada em torno de 40 metros, e alguns registros entre 50 a 90 metros (Sadovy e Eklund, 1999).

O mero e outras garoupas são altamente valorizadas pelos pescadores, que têm como alvo esses peixes de grande porte com maior valor comercial e importância econômica (Begossi et al., 2019). Alguns exemplares da espécie ultrapassam os 2,5 metros de comprimento e atingem pesos superiores a 400 quilogramas (Bullock et al., 1992; Craig et al., 2011). Estas garoupas possuem um corpo robusto e espinhoso, com uma grande cabeça e mandíbulas fortes, por isso, se encontram como predadores no topo da cadeia trófica. A alimentação é baseada principalmente em crustáceos, especialmente lagostas, bem como em tartarugas, peixes e arraias (Schultz, K. 2011). Outras características importantes da espécie é que possuem um crescimento lento, reprodução sexual tardia e uma alta longevidade de vida (acima de 30 anos). Eles atingem a maturidade sexual entre 4 e 7 anos de idade, além de apresentarem hábitos territorialistas e necessitarem agregar cardumes para reprodução (Bullock Et Al.,1992; Sadovy e Eklund, 1999).

Ao longo dos anos a espécie vem sofrendo com a pesca excessiva e destruição de seus habitats. Em decorrência do risco de extinção, diversas organizações e governos implementaram regulamentações para proteção do mero, abrangendo tamanhos mínimos de captura, cotas de pesca e áreas de proteção marinha. Em função da pescaria predatória sobre a espécie o governo publica uma Instrução Normativa Interministerial nº 6, de 2004 que estabelecia restrições temporais e tamanhos mínimos para o abate da espécie. Posteriormente em 2009 ocorre a completa proibição da captura estabelecida pela

11.959/2009, conhecida como a Lei do Mero, em vigor a partir de 2009, onde fica proibida a captura, o transporte, o armazenamento, o beneficiamento e a comercialização do mero em todo o território brasileiro, sendo renovado por mais oito anos em 2015 (MPA/MMA, 2015). A estatística pesqueira do mero entre 1997 e 2007 publicada pelo IBAMA demonstra que a maior parte da sua captura é proveniente da pesca artesanal, essa modalidade de pesca é caracterizada por ser uma frota que opera em áreas costeiras e estuarinas, na sua maioria são embarcações de madeira que pescam com redes de emalhar, espinhel e outros apetrechos de pesca.

Dentro da plataforma continental amazônica (PCA) a pesca do mero é caracterizada por receber a operação de duas frotas pesqueiras distintas em tecnologia e economia; a frota industrial utiliza redes de arrasto e sua produção é encaminhada para indústrias de processamento e exportação, enquanto a frota artesanal é heterogênea em relação aos apetrechos de pesca (são redes à deriva, espinhel, currais) e embarcações que variam de canoas a geleiras de 40 toneladas (Isaac, V. J., e Barthem, R. B., 1995).

O mero, assim como outras espécies de peixes importantes na Amazônia carece de informação de sua estatística pesqueira, além de pouquíssimos estudos sobre sua ecologia. O estudo busca uma análise da atividade pesqueira incidida sobre o *Epinephelus itajara* e relaciona-la com variáveis meteoceanográfica.

2 OBJETIVO GERAL

Analisar a pesca e ecologia da *Epinephelus itajara* (Mero) na plataforma continental amazônica e compreender o efeito de variáveis meteoceanográficas sobre a captura da espécie.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Descrever detalhadamente as características das pescarias existentes (embarcações, apetrechos, locais de pesca, captura, esforços pesqueiros e outros.)

Desenvolver um ranking de importância pesqueira para a espécie.

Estimar um índice de abundância relativa baseada na captura por unidade de esforço (CPUE) da espécie.

Analisar a influência das variáveis meteoceanográficas (TSM, Clorofila-A, Salinidade e descarga do rio Amazonas) sobre a CPUE da mero entre 1997 e 2007.

3 Revisão de literatura

3.1 *Epinephelus itajara*.

Classificação sistemática e morfológica.

A espécie *Epinephelus itajara* é classificado sistematicamente da seguinte forma:

Reino Animalia

Filo Cordata Subfilo

Vertebrata

Superclasse Gnathostomata

Classe Actinopterygii

Ordem Perciformes

Família Serranidae

Subfamília Epinephelinae

Gênero Epinephelus

Espécie Epinephelus itajara (Lichtenstein, 1822)

Scientific Name Reference: Nelson, J. S. et al. 2004.

Fonte: Marine.org

O mero (figura 1) é morfológicamente descrito como um corpo robusto, alongado, com coloração castanho amarelo, cinza ou verde-oliva com pontos negros presentes nas seguintes regiões; no dorso, crânio e nadadeiras que são cada vez menores de acordo com o crescimento (FAO, 2005) (Figura 1). Ele possui 11 espinhas dorsais, 15 ou 16 raios moles dorsais, 3 espinhas anais, 8 raios moles anais, e opérculo com 3 espinhas planas, sendo a do meio maior. As nadadeiras pélvicas são menores que as peitorais sendo a nadadeira caudal arredondada. As bases da nadadeira dorsal mole e anal são cobertas de escamas e pele grossa. Sua cabeça é larga e plana, com olhos relativamente pequenos. Os juvenis têm coloração bege-escuro, com faixas verticais irregulares (Heemstra; Randall, 1993; Craig, M.T., YJ. Sadovy de Mitcheson and P.C. Heemstra, 2011).

Figura 1 - A Espécie *Epinephelus itajara*.



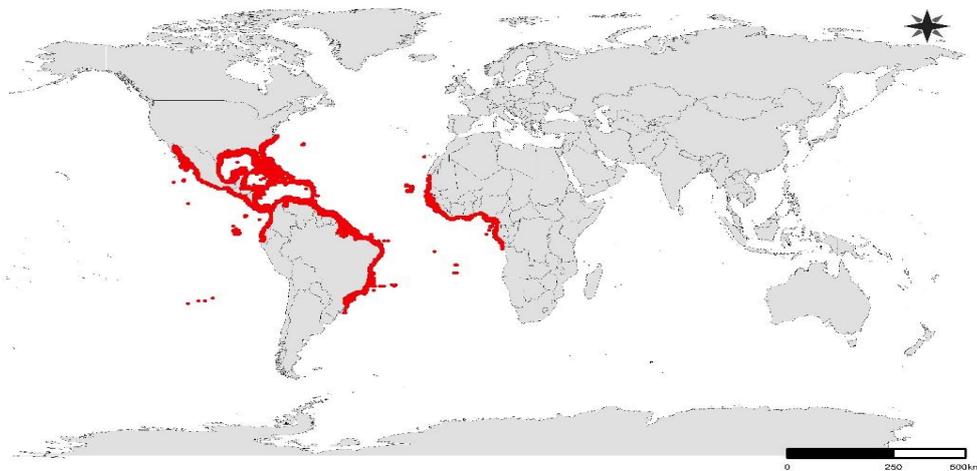
Autor: www.pescamadora.com.br

3.2 Características Ecológicas E Biológicas

3.2.1 Distribuição Espacial

A distribuição espacial do *Epinephelus itajara* percorre o oeste do oceano Atlântico, a partir do nordeste da Flórida ao sul ao longo dos Estados Unidos, descendo pelo Golfo do México e Mar do Caribe, estendendo-se ao longo da América do Sul até Santa Catarina, Brasil. No Leste do atlântico, distribui-se ao longo da África Ocidental, do Senegal a Cabinda e também por Angola (Bertoncini et al., 2018).

Figura 2 - Distribuição espacial do mero em todo o mundo.



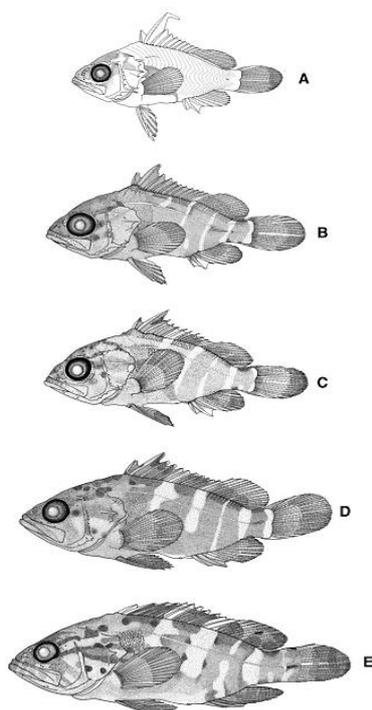
Fonte: Autor.

3.2.2 Ciclo De Vida.

As espécies de Garoupas podem ser identificadas por seu padrão de cor e/ou por um conjunto de caracteres morfológicos, incluindo formato de corpo, configuração e tamanho das nadadeiras, formato e tamanho da cabeça, número de raios das nadadeiras, escamas e rastros branquiais. Em geral, para as garoupas os padrões de cores se distinguem o suficiente para a identificação da cada espécie, no caso, de juvenis é importante verificar esta variação de cores. Algumas espécies possuem coloração na sua fase juvenil completamente diferentes na fase adulta (Heemstra, Phillip C.; Randall, John E. 1993.).

As fases iniciais do *Epinephelus itajara* são pouco conhecidas ou descritas em trabalhos científicos, segundo Richards et al (2005) as larvas e os primeiros juvenis dos gêneros *Epinephelus* distinguem de outros gêneros pela presença de espinhos alongados na nadadeira dorsal.

Figura 3 - *Epinephelus itajara*. Ilustrações de juvenis da espécie: (A) comprimento padrão de 15 mm (SL); (B) SL de 16mm; (C) SL de 17mm; (D) SL 26mm; (E) 38 mm SL; ilustrações de Jack Javech (NOAA Fisheries, Miami, FL). Desenhos fora de escala.



Fonte: Lara, 2009.

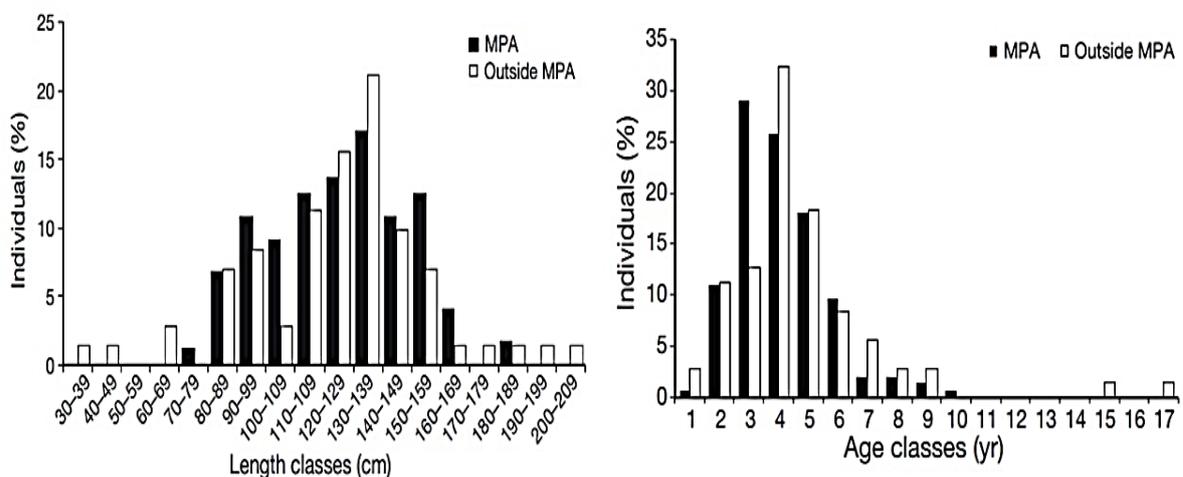
O período larval da espécie varia entre 40 a 60 dias após a desova, esse período pode ser modificado em função do ambiente, registros mostram o estabelecimento de larvas com 30 dias após a desova e alguns casos com atraso por até 80 dias,

independentemente da fase lunar (Lara, 2009), o juvenil da espécie tem em manguezais o seu ambiente primário, a distribuição juvenil nos manguezais é influenciada pela qualidade da água local, preferencialmente um teor de oxigênio dissolvido (>4 ppm) e salinidades médias (>10 ppt), esses indivíduos passam os primeiros 5-6 anos neste habitat e alcançam em torno um metro de comprimento e cerca de 50 libras de peso (~23kg) (Koenig et al. 2007; Brusher e Schull 2008).

Um estudo realizado Artero, C. et al., (2015) na região Guiana francesa com 615 garoupas. Determinou que a idade dos espécimes variou de 1 a 17 anos com média de 4,2 anos (Figura 4b). Destes indivíduos 82% estavam abaixo do tamanho/idade da maturidade sexual. A garoupa Golias na Guiana Francesa é maior em uma determinada idade e atingem seu comprimento assintótico ($L_{\infty} = 192,3$ cm) mais rápido ($k = 0,20$ ano⁻¹) do que Golias garoupa da costa oeste da Flórida, EUA ($L_{\infty} = 200,6$ cm, $k = 0,126$). Estima-se que 83% da população de garoupas na Guiana Francesa sejam juvenis. Com base no comprimento na maturidade sexual (110 a 115 cm TL para machos e 120 a 135 cm TL para mulheres), 51% da população da Guiana Francesa seriam estimados como juvenis (figura 4a).

A mortalidade natural (M) da espécie é presumida em 0,15, a partir da extrapolação de dados sobre outras espécies de garoupas. A mortalidade total (Z) do mero no Golfo do México foi estimada a partir da distribuição etária como 0,85 para peixes com mais de 11 anos. Estes resultados indicam uma baixa mortalidade natural e uma elevada mortalidade por pesca (F) de 0,70.

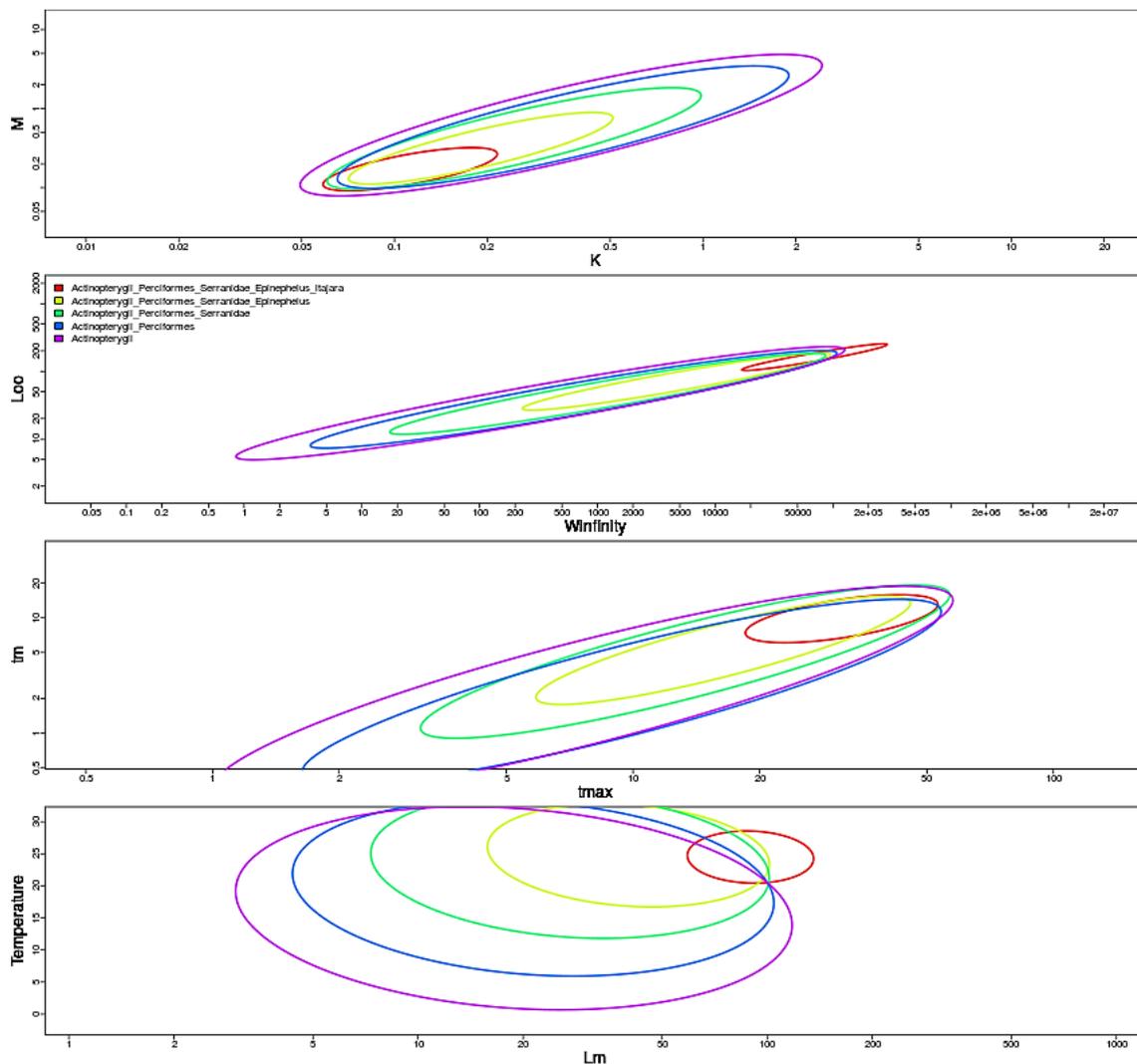
Figura 4 – a figura 4a demonstra o tamanho de classes encontrados para o mero em estudo de autor x, e a figura 4b apresenta as principais classes de idade encontradas para o mero, dados foram obtidos em regiões da guiana, próxima a área de estudo.



Fonte: Artero et al., 2015.

Outra forma de compreender e prever parâmetros da história de vida de uma espécie é através de informação taxonômicas. Estas seriam utilizadas em uma abordagem que aplica uma extensão multivariada do modelo filogenético padrão para a evolução genética (Felsenstein 1985; Grafen 1989). De acordo com Thorson et al (2017) através desse modelo, os parâmetros seguem aleatoriamente ao longo do tempo. E a partir da correlação entre os parâmetros da história de vida e codifica relacionamentos variáveis ou constantes entre a sistemática. No caso, do mero há pouca semelhança ao olhar toda sua sistemática filogenética, não sendo constantes os padrões de vida. Sua associação é maior a nível de gênero (Figura 5)

Figura 5 - Parâmetros do ciclo vida do *E. itajara*, onde, a elipse roxa representa a classe Actinopterygii, a azul a ordem Elopiformes, a verde engloba a família Serranidae, em amarelo o gênero *Epinephelus* e vermelho a espécie *E. itajara*. K: Crescimento; M: taxa de mortalidade natural; Winfinity: Peso máximo assintótico; L: Comprimento máximo assintótico; Tmax: idade máxima; Tm: idade de maturação; Lm: comprimento na maturidade; Temperatura.



Fonte: THORSON et al., 2017.

3.2.3 Habitat.

O *Epinephelus itajara* habita em geral buracos, cavernas ou locais que possibilitem seu abrigo, estes organismos são comumente associados a fundos rochosos (Gerhadinger, 2009). Os indivíduos adultos preferem se estabelecer em ambientes como recifes rochosos, onde são vistos de forma mais abundante, estes organismos também são encontrados em recifes de corais (Koenig et al., 2011; Cervigón, 1992). O espécime adulto exibe constância a um mesmo local durante os estágios reprodutivo e não reprodutivo da sua existência (Lara et al., 2009).

Os juvenis preferem águas rasas em áreas associadas aos manguezais, comumente encontrados em substratos de lama, escondendo-se entre raízes de arvores e buracos no fundo, também ocorrem em áreas marinhas costeiras (Cervigón, 1992). A espécie pode ter sua presença em estuários explicada pelo fator osmorregulador dos juvenis, podendo ser considerados eurialinos, facilitando a transição entre ambientes de baixa e alta salinidade ao longo do seu ciclo de vida (García, 2013).

As características biológicas do *Epinephelus itajara* associadas à destruição dos locais de reprodução e desenvolvimento juvenil não são favoráveis para a recuperação da população, de acordo com Graham, R. T., Rhodes, K. L., e Castellanos, D. (2009), em locais que os manguezais estão ausentes ou destruídos a espécie provavelmente sofrerá declínio populacional.

3.2.4 Hábitos Alimentares.

A alimentação do mero consiste em uma dieta variada, encontram-se crustáceos, peixes, polvos, arraias e peixes juvenis (Bullock et al., 1992). Em estudo na Guiana francesa, Artero (2015) encontrou 150 itens coletados nos estômagos, dentre eles identificaram-se 30 espécies de peixes teleósteos, 17 espécies de crustáceos 3 espécies de gastrópodes e cnidários, ainda neste estudo, foi constatado que entre os teleósteos o *Epinephelus itajara* consumiu principalmente bagres, ou seja, Siluriformes (82,5%), seguido por Perciformes (10%), Tetraodontiformes (5%) e Clupeiformes (2,5%). O consumo de crustáceos fora Decapoda e Reptantia, os principais com respectivamente 93% e 7%.

Em estudo realizado por Freitas (2015) com 35 espécimes obtidos nas cidades de Caravelas, Alcobaça e Banco de Abrolhos, no leste do Brasil, foram identificados na sua alimentação itens como peixes Teleósteos e crustáceos decápodes, dentre estes, o item mais importante para os juvenis foi *Callinectes ssp.*, enquanto *Acanthostracion sp.* foi o

item mais importante para os adultos.

3.2.5 Reprodução.

O mero possui características reprodutivas que dificultam a renovação da população, como necessidade de agregação reprodutiva, sua alta longevidade e tardia maturação, aliado ao fato de que os juvenis precisam de área estuarinas para seu desenvolvimento inicial (Coleman et al., 1999). Os representantes desta espécie alcançam a maturidade sexual na faixa etária de 4 a 6 anos para machos, com um tamanho entre 110 a 115 centímetros, enquanto as Fêmeas numa idade entre 6 e 7 anos e tamanho de 120 a 135 centímetros (Bullock et al., 1992).

O mero possui um comportamento de agregação em períodos reprodutivos ativos, e hábitos solitários em períodos não reprodutivos, foram encontrados agrupamentos de E. itajara no sudoeste e sudeste da Florida mais precisamente em Belize e também na Colômbia. Nestes locais foram encontradas fêmeas com ovócitos em estágio avançado e machos continham milt em funcionamento, o que demonstra desova recente ou em estado iminente, essa agregação descrita em Belize, abrangeu um grupo de 50 a 60 indivíduos entre junho e outubro, enquanto a agregação na Colômbia entendeu-se por setembro e outubro, conforme descrito por Domeier e Colin (1997). A desova do mero é agregativa e noturna (Bullock et al, 1992; Koenig et al. 2016) acontecendo no mar do caribe entre junho a setembro (Bullock et al, 1992), enquanto em águas brasileiras ocorre no período de dezembro a fevereiro (Cavaleri e Gerhardinger et al. 2006).

3.3 A Pesca Do Mero No Estado Do Pará.

O litoral do Estado do Pará se estende por 562 Km de costa (Brito et al., 2002), situada entre a baía do Marajó (0°30'S e 48°00'W) e a baía do rio Gurupi (0°30'S e 46°00'W) (Bastos et al., 2002) e conta com 123 comunidades pesqueiras ao longo de 17 municípios litorâneos (Brito et. al., 2002).

A produção de pescado no Brasil no ano de 2007 foi estimada em 1.072.226 t, deste total, 539.966,5 t são oriundos da pesca extrativista marinha, se observando um aumento na produção extrativista marinha na ordem de 2,3% quando comparada ao ano de 2006 (Pesca, E. 2007) O estado do Pará entrega uma produção de 65.460,5 t de pescado marinho, tendo como principais representantes as espécies; pescada amarela (14.888,0 t) e gurijuba (4.724,0 t). A pesca artesanal na região Amazônica é responsável por abastecer grande parte de zonas urbanas e rurais que comercializam pescado (Isaac & Almeida,

2011). Essa atividade é caracterizada por produção em baixa escala e simplicidade da tecnologia utilizada na captura (MPA, 2011).

A captura do mero na plataforma amazônica é caracterizada como uma fauna acompanhante das pescarias como: da pescada amarela realizada com redes de emalhar e da pesca com espinhel voltada para a gurijuba e outros bagres. O desembarque de mero alcançou 27,5 toneladas no 2007 e sua captura é realizada em toda sua totalidade por embarcações da frota artesanal.

As atividades pesqueiras que desembarcam no estado do Pará operam numa faixa territorial constituída por parte da plataforma continental dos estados do Amapá, Pará e Maranhão, os barcos com maior autonomia conseguem alcançar os limites mais externos da região norte do Brasil (Barthem, 2004).

No estuário amazônico, operam duas frotas pesqueiras diferentes. A frota artesanal tem em sua composição uma diversidade de artes de pesca (redes à deriva, espinhel, curral) e tipos de embarcação (montarias a barcos de médio porte), a produção da frota artesanal é direcionada o consumo local ou nacional, aproveitam para explorar a sazonalidade das diversas espécies que ocorrem, seja em águas interiores, no estuário, na costa, e no oceano, em diferentes períodos ao longo do ano. Enquanto a frota industrial é caracterizada pelas capturas realizadas por redes de arrasto, conduzindo sua produção para indústrias de processamento para posterior exportação (Isaac, 1995).

De acordo com Furtado-Junior (2021) as embarcações de pesca que operam no estado podem ser classificadas em seis tipos:

Barcos de médio porte (BMP) - São embarcações de 12 a 16,9 metros de comprimento, possuem cascos de madeira e um convés fechado com casaria, sua capacidade de armazenamento em torno de 18 toneladas, movimentação a motor ou motor e vela, sua tripulação varia de 5 a 17 pescadores, e um autonomia de mar em torno de 25 dias.

Barcos de pequeno porte (BPP) - Embarcações de madeira, movida a motor ou motor e vela, possuem convés fechado ou semifechado, com ou sem casaria, com seu comprimento variando entre 8 e 11,99 metros. Capacidade de armazenamento até 8 toneladas, movidas a motor e com autonomia de mar de 10 dias.

Canos motorizadas (CAM) - embarcações de madeira, com ou sem casaria, comprimento inferior a oito metros, sua tripulação varia de 2 a 6 pescadores, capacidade de armazenamento de 5 toneladas e autonomia de mar em cerca de 5 dias

Canoa a vela (CAN) - São embarcações de madeira, com capacidade de

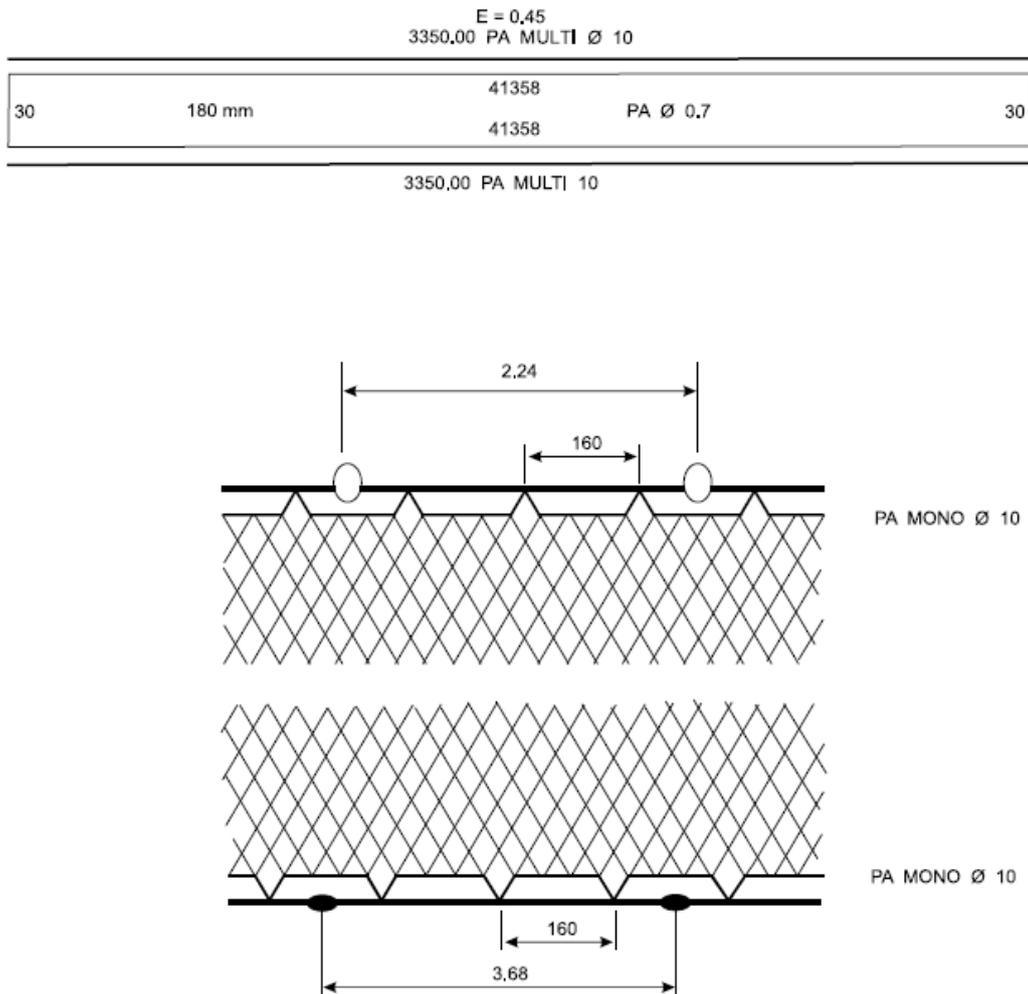
armazenamento de 3 toneladas, tripulação de 1 a 6 pescadores, sem convés ou com convés semifechado, sem conservação de pescado a bordo, ou conservação em pequenas caixas isotérmicas com gelo.

Montaria (MON) - embarcação de pequeno porte com casco de madeira, com capacidade de 0,5 tonelada e movida a remo, sua tripulação de 1 a 4 pescadores e sem conservação de pescado a bordo e quando ocorre é realizada em pequenas caixas isotérmicas de gelo.

Uma diversidade de apetrechos de pesca é empregada nas pescarias da plataforma continental amazônica, as mais conhecidas são descritas por Isaac (2006), como redes de emalhar, que são considerados os principais aparelhos de pesca utilizados pela frota artesanal na região Norte (Isaac e Barthem, 1995), são responsáveis por 64,23 por cento dos pescados desembarcados nas localidades de pesca (Brito et al., 2004). Dentre estas redes pode-se destacar a serreira, a pescadeira e a gozeira.

A pescadeira (figura 6) é voltada para captura da pescada amarela, neste caso, as redes podem ter comprimento superiores a 3 km, tamanho que varia conforme o tamanho da embarcação e sua altura em torno de 5 metros; trata-se de redes de malhas de 15 a 20 cm entre nós opostos, as redes são posicionadas na coluna d'água em contato com o fundo e sua operação ocorre em ambientes e costeiros e sobre a plataforma continental em profundidades de até 30 metros (Isaac, 2006)

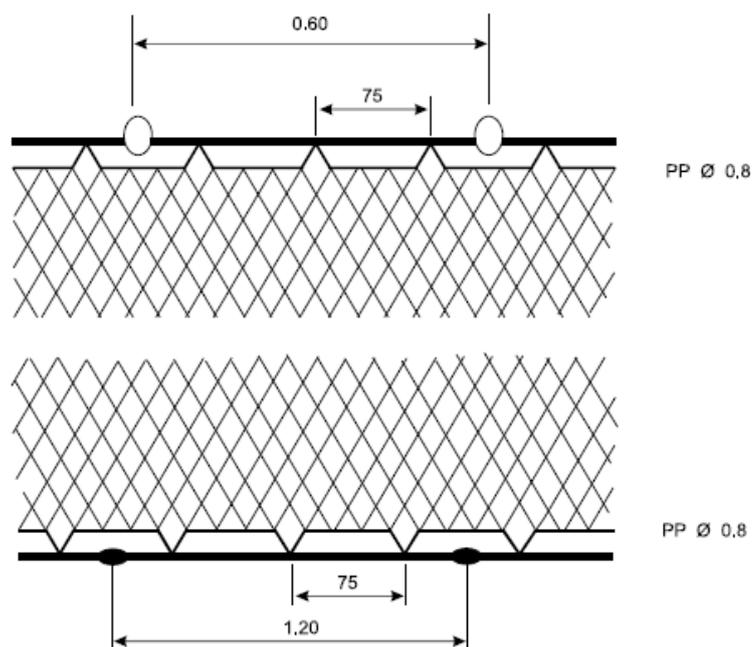
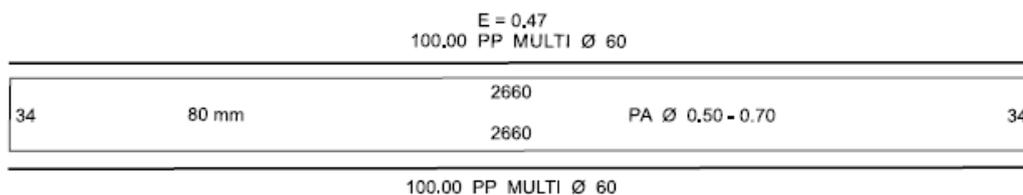
Figura 6 – Estrutura da rede de emalhar pescadeira.



Fonte: Oliveira, V. S.; Alii, E. 2020

A serreira (Figura 7) é uma rede de emalhar que possui como espécie alvo de captura a Serra (*Scomberomorus brasiliensis*), sendo uma rede com malhas pouco menores (4 a 6 cm), possuem comprimento superior a 1 km e cerca de 4 m de altura (Isaac, 2006).

Figura 7 – Estrutura da rede de emalhar Serreira.



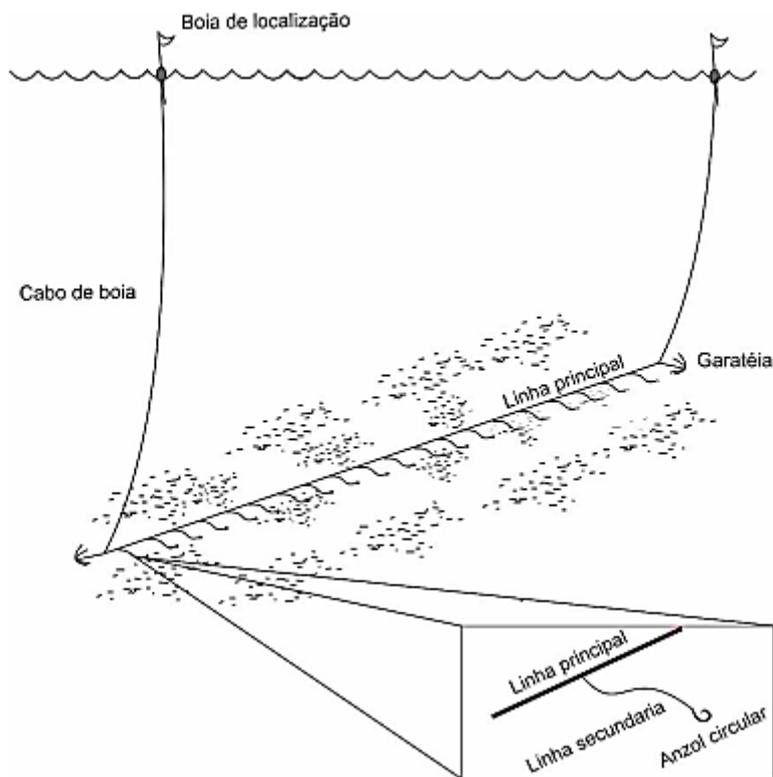
Fonte: Oliveira, V. S.; Alii, E. 2020

A pesca com espinhel (figura 8) tem como base do funcionamento a captura por atração alimentar utilizando anzol com uma isca, existem alguns tipos de espinheis conhecidos como espinhel de fundo, meia água e de superfície, variando de acordo com a espécie alvo da pescaria. Na pesca de peixes demersais é regularmente utilizado o espinhel de fundo fixo, e derivante, para espécies pelágicas (Oliveira, V. S.; Alii, E. 2020).

A pesca de espinhel no Pará é voltada principalmente para captura de espécies da família *Ariidae* e *Scianidae*, são espécies de importância econômica como a pescada amarela, gurijuba e bandeirado, esse apetrecho é utilizado em praticamente toda a frota artesanal, seu comprimento varia de acordo com o barco e ambiente da pescaria (Isaac, 2006), alguns possuem comprimentos superiores a 2 km e em torno de 3000 anzóis em

profundidades de 30 m. (Silva, 2004).

Figura 8 – Esquema do funcionamento da pesca com espinhel de fundo.

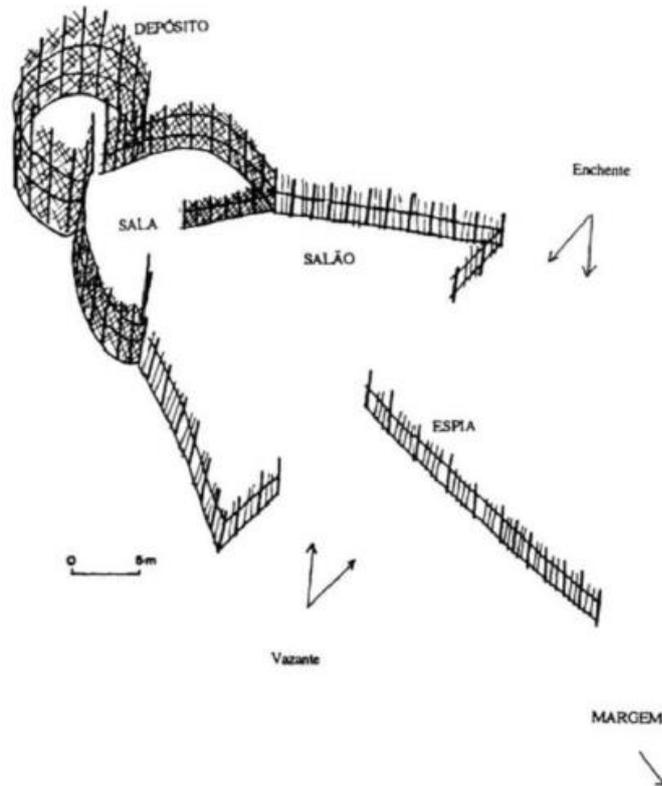


Fonte: Oliveira, V. S.; Alii, E. 2020.

Uma outra modalidade de pesca voltada para peixes estuarinos e costeiros conhecida como currais de pesca (figura 9) é descrita por (Isaac, 2006), são armadilhas fixas de madeira, que são construídas em locais próximos a costa e são influenciadas pelo regime de marés, diversas espécies aparecem nos registros de captura dessa modalidade; a pescada gó (*Macrodon ancylodon*), bagres da família *Ariidae* (*Hexanematichthys couma*); (*Aspitor quadriscutis*) e (*Hexanematichthys proops*) arraias (*Dasyatis sp*) e espécimes juvenis do mero.

Os currais de pesca contribuíram com uma média anual de 5.488,77 toneladas para a produção pesqueira paraense no período de 1995 a 2002 (Tavares et al., 2005), o que representou 10% da produção do Nordeste paraense (Santos et al., 2005). Os municípios que mais se destacaram no período de 1995 a 2002 foram Quatipuru, Curuça, Bragança e Marapanim, cuja produção foi de 1.046,7, 939,2, 665,1 e 446,7 toneladas, respectivamente (Tavares et al., 2005; Fidellis, 2013).

Figura 9 – Estrutura típica de um curral de pesca estabelecido no litoral paraense.



Fonte: Maneschy, 1993.

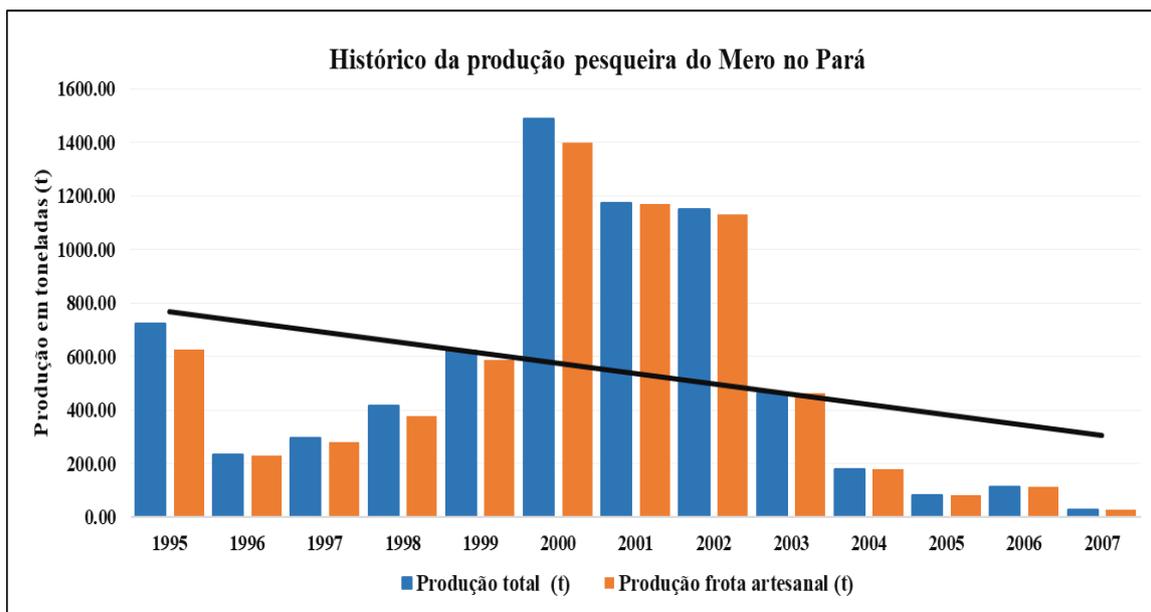
3.4 Histórico Sobre A Pesca Do Mero.

Os dados estatísticos sobre a produção pesqueira nacional até o ano 1989 eram publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A divulgação dos dados acaba por ser interrompida em 1990 devido a problemas operacionais e financeiros. Em 22 de fevereiro de 1989 foi promulgada a Lei nº 7.735, que cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), integrando a gestão ambiental no país. Portanto o IBAMA publica a estimativa da produção pesqueira entre 1990 e 1994 baseado em uma metodologia que apenas calcula as médias aritméticas dos desembarques de pescado obtidos de dados pretéritos da produção apresentados pelo IBGE no período de 1986 a 1989. Nestes dados, foram colocadas à produção das principais espécies de pescado acompanhadas pelos Grupos Permanentes de Estudo do IBAMA, Projeto ESTATPESCA na Região Nordeste do Brasil e Instituto de Pesca, CEPSUL e CEPERG no litoral sudeste-sul. O IBAMA a partir de 1995 passa a promover o aprimoramento de um sistema para consolidar a estatística da produção pesqueira nacional, essa iniciativa envolve importantes programas de geração de dados, alguns

programas são fundamentais para o levantamento e processamento de informações como; o Projeto ESTATPESCA desenvolvido pelo CEPENE em todos os Estados do Nordeste e no Estado do Pará, pelo CEPNOR e o Sistema de Estatística Pesqueira (controle de desembarque) da frota industrial e artesanal, executados pelo CEPSUL, CEPERG, Instituto de Pesca do Estado de São Paulo e Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República-SEAP/Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI, nas regiões Sudeste e Sul (IBAMA/MMA, 2005).

Os relatórios estatísticos da pesca demonstram uma produção do mero quase em sua totalidade oriunda da pesca artesanal. A Figura 10 mostra a produção total (toneladas) e a produção pela frota artesanal (em toneladas), onde fica evidente a que a modalidade é o principal meio de desembarque de mero na plataforma continental amazônica.

Figura 10 - Dados de produção total e da pesca artesanal do mero entre 1995 a 2007 no estado do Pará registrado pelo IBAMA.



Fonte: Autor.

3.5 A Legislação Sobre Captura Do Mero.

As leis para proteção do mero, são especificadas por cada país e região, diferentes medidas são tomadas para o manejo do recurso, além de regulamentações que visam proteger e conservar a espécie, garantindo sua sustentabilidade.

Nos estados unidos, a Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA) e o Conselho de Gerenciamento de Pesca Regional são responsáveis pela gestão do mero nas áreas em que ocorre. No sudeste americano, a pesca está suspensa desde a 1990, enquanto no caribe americano desde 1993. No ano de 1991, foi candidato para listagem

sob a Lei de Espécies Ameaçadas, posteriormente ocupou espaço em uma lista de espécies de preocupação, contudo, O relatório do NOAA de 2006 demonstrou que a espécie estava em uma trajetória de recuperação por causa das estratégias de manejo atuais e não mais caracterizada para o status de espécie preocupante, embora sua pesca continue fechada para a pesca pelos conselhos de gestão de pesqueira do atlântico sul, golfo do México e caribe (NOAA, 2023).

No Brasil, o mero passou por intensa captura que levou a espécie a um declínio populacional, desta forma, algumas leis e regulamentos foram propostos para gestão deste recurso, por exemplo Lei nº 9.605/1998 - Lei de Crimes Ambientais: A lei estabelece sanções penais e administrativas para a prática de crimes ambientais, contendo a pesca ilegal, a captura de espécies ameaçadas e a degradação de habitats, onde o mero é mencionado como uma espécie protegida. Posteriormente, uma instrução normativa do MMA N° 06/2004, viria a proibir a pesca, a captura, o transporte, armazenamento e comercialização do *Epinephelus itajara* em todo o território brasileiro. A Portaria Interministerial nº 13, de autoria dos Ministérios da Pesca e Aquicultura e do Meio Ambiente. Vindo a proibir por um período de 8 anos, a pesca direcionada, retenção a bordo e transbordo do mero (*Epinephelus itajara*) em águas jurisdicionais brasileiras, oficializada a partir de outubro de 2015 até o ano de 2023 (Brasil, 2015).

3.6 Captura Por Unidade De Esforço (Cpue).

A construção de índices de biomassa para unidades populacionais de peixes utiliza constantemente dados de captura e esforço, resultando na captura por unidade de esforço (Cpue) onde há suposição que este índice é proporcional a abundância (Richards e Schnute 1986; Dunn, 2000). O índice é muito utilizado na avaliação de estoques, sendo calculado para dados de pesca comercial, recreativa ou inquéritos de investigação (Haggarty e King, 2006). A captura por unidade de esforço pode ter sua estimativa distorcida por mudanças no comportamento dos peixes e dos pescadores em locais e horários diversos, e por muitas vezes ser o único método para estimar a abundância de uma espécie, poucos estudos se preocupam em avaliar a precisão desse índice (Connell, Sean D. et al. 1998). Ao Observar a relação entre a abundância e a Cpue é importante entender que está refletirá uma abundância relativa num domínio temporal e espacial abrangidas pelos dados obtidos, uma vez que estes dados são a “amostra” de captura de uma população ou biomassa total de peixes (Dunn, 2000).

A abundância de um estoque pesqueiro pode ser estabelecida por diversos índices, utilizando o esforço de pesca e a captura, o primeiro índice (CPUE1) é dado pela média das razões entre a captura e o esforço de pesca, o segundo índice (CPUE 2) consiste na razão entre o total de capturas e o total do esforço para toda uma região, e por fim o terceiro índice (CPUE 3) é dado pela razão entre a soma das capturas ponderadas pelo esforço e a soma dos quadrados dos esforços (Pereira, 2009), os índices podem ser observados na equações a seguir (figura 11).

Figura 11 - Equações comumente utilizadas para o cálculo de abundancia relativa, a equação 1 e 2 são baseadas em razão, enquanto a equação 3 é uma média ponderada.

$$CPUE_1 = \frac{\sum Ci}{fi} = \left(\frac{\bar{C}}{f} \right) \quad (\text{Equação 1})$$

$$CPUE_2 = \frac{\sum Ci}{\sum fi} = \frac{\bar{C}}{f} \quad (\text{Equação 2})$$

$$CPUE_3 = \frac{\sum Ci \cdot fi}{\sum fi^2} = \frac{\overline{C \cdot f}}{f^2} \quad (\text{Equação 3})$$

Fonte: Pereira, 2009.

Frequentemente estes dados de captura e esforços, vindo da pesca comercial se tornam a base para avaliação do estoque pesqueiro. A partir destes índices de abundancia relativa é fornecido informações sobre a tendência de um estoque ao longo do tempo (Pereira, 2009).

3.7 A Plataforma Continental Amazônica

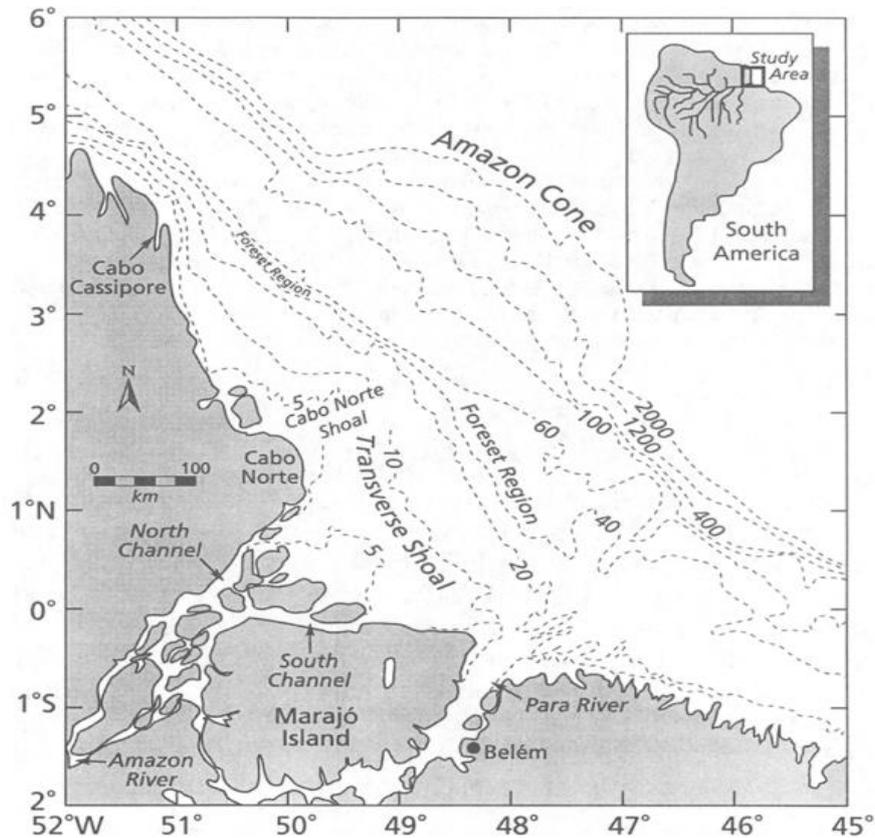
A zona costeira amazônica brasileira (ZCAB) estende-se por cerca 2.250 km, desconsiderando as reentrâncias e ilhas costeiras, sua localização mais exata é dada entre os paralelos 4° S e 5° N e os meridianos 43° W e 51° W, entre o Cabo Orange no Amapá e a Ponta de Tubarão no estado do Maranhão (Souza Filho et al., 2005). Em comparação com outras regiões costeiras do país, a região costeira da Amazônia brasileira apresenta características meteorológicas e oceanográficas muito peculiares, com alta precipitação anual (até 3.300 mm), alta temperaturas (>20°C) e baixa variabilidade térmica anual,

uma extensa plataforma continental (~ 330 km), variados regimes de maré (máximos de 8 m no Maranhão, 6 m no Pará, 12 m no Amapá), Possui também uma das maiores áreas contíguas de manguezais do mundo, drenando dezenas de estuários e o maior rio do mundo, o Amazonas, com um escoamento de sedimentos, nutrientes e matéria orgânica muito elevado (Pereira et al., 2009).

A plataforma continental amazônica (figura 12) é composta por ecossistemas variados e abrange uma rica diversidade de espécies marinhas, são peixes, moluscos, crustáceos, tartarugas marinhas e mamíferos marinhos, algumas espécies são endêmicas desse sistema. A região estuarina da plataforma é aportada por elevada quantidade de sedimentos e água doce oriundos do rio Amazonas, a descarga do Amazonas gira em torno de 180.000 m³/s-1 de água doce no oceano Atlântico (Oltman, 1968; Muller-Karger et al., 1988) representando 16 % da descarga fluvial do mundo (Molinier et al., 1996; Coles et al., 2013), essa vazão varia sazonalmente, com máximo em torno de 220.000 m³/s-1 em maio, e mínimo em torno de 100.000 m³/s-1 em novembro (Geyer et al., 1996), A elevada quantidade de água doce descarregado na PCA pelo rio Amazonas forma uma camada superficial de baixa salinidade próximo à sua foz (S<34), estendendo-se por mar aberto em centenas de quilômetros, e por mais de 1000 km em direção ao noroeste, chegando ao atlântico norte, com profundidades média de de 7,3 ± 2,9 m e pode variar espaço-temporalmente (Gibbs, 1970), possui extensão para o leste de 200-300 km, entre junho e dezembro e entre 400-500 km de março a maio, sendo período de maior descarga do Amazonas (Pereira, L. C. C. 2007)

A bacia hidrográfica do rio Amazonas se estende por vasta floresta amazônica até a crista dos Andes, cerca de 80% da bacia é caracterizada por uma floresta tropical úmida de baixa altitude, responsável pela maior parte da vazão de água do rio e com uma área de aproximadamente 7 x 10⁶ km² (Nittrouer e De Master, 1986).

Figura 12 - Mapa batimétrico da plataforma amazônica, com algumas das características físicas importantes indicado. A inserção mostra a extensa área de drenagem do rio Amazonas e seus afluentes.



Autor: Geyer, 1996.

A descarga do rio Amazonas mistura-se com as águas oceânicas formando uma pluma de água com baixa salinidade, que se expande no mar a noroeste ao longo da costa norte brasileira, acobertando maior parte da plataforma continental de 1° S a 5°N. Essa pluma superficial que pode se estender por 200 km adentro do oceano e 1000 km em direção noroeste (Gibbs, 1970; Lentz e Limeburner, 1995), sua profundidade máxima é de 25 metros e seu deslocamento é impulsionado por ventos sazonais e também pela corrente norte Brasileira, fluindo para noroeste do Caribe e no período de setembro e outubro sofre a retroflexão para leste (Nittrouer e DeMaster, 1996).

Os principais transportadores de sedimentos que chegam a foz do rio Amazonas são o rio Madeira e o rio Solimões, a bacia do Madeira possui 851 000 km², o que representa 23% de toda a bacia amazônica (Rocha, 2017), é o mais importante afluente do sul do

Amazonas, compreendendo 17 % de sua carga líquida (Filizola & Guyot, 2011).

3.7.1 Manguezais.

Entre os ecossistemas que existem na plataforma continental amazônica, ocorre um ecossistema de transição característico de regiões tropicais e subtropicais conhecidos como manguezais, estes, são zonas de transição entre os ambientes marinho e terrestre. Localizados em áreas alagadas afetadas por correntes de água salgada e são um berçário importante para muitos animais. Dada sua incrível biodiversidade, os manguezais são responsáveis pela subsistência das comunidades pesqueiras que vivem ao seu redor, por isso sua conservação é tão importante (Costeira, Z. 2022). Essa região é constituída pelo maior sistema de manguezais do mundo, medindo 8.900 km² (Kjerfve e Lacerda 1993), localiza-se na costa brasileira entre São Caetano de Odivelas na foz sul do Rio Amazonas e Baía de São Marcos com as seguintes medidas geográficas S 00.50-2.5 e W 44.5~176, (Kjerfve e Lacerda, 1993), quase duas vezes maior que o Sunderbans na Índia-Bangladesh (Kjerfve, 2002).

Uma expressão popular para manguezais é chamá-los de berçário da vida, são ambientes normalmente inundados, com solo negro, lodoso e profundo, para este solo desenvolvem-se espécies vegetais com mecanismos fisiológicos adaptados a essas características, as raízes e arbustos dessa vegetação formam um emaranhado que vem a servir de abrigo para uma fauna própria nesse sistema propagador e exportador de matéria orgânica e nutrientes, que contribui significativamente para produtividade das regiões estuarinas (Costeira, Z. 2022). De acordo com Adaime (1987) esse ecossistema está distribuído em diversas regiões do mundo e se desenvolvem melhor em regiões compreendidas entre os paralelos 23°30'N e 23°30'S especialmente próximo ao equador. Em termos de evolução geomorfológica são considerados ambientes recentes (Tomlinson, 1988), chamando atenção por sua produtividade biológica e biota especializada e restrita.

3.7.2 Estuário Amazônico

Os estuários são caracterizados como ecossistemas de transição entre continente e oceano, ambientes com grande diversidade biológica e alta produtividade. Assim, os estuários estão ligados à dinâmica físico-química costeira, que abrangem as interações entre variáveis biológicas, meteorológicas e oceanográficas (Bernardino et al., 2015).

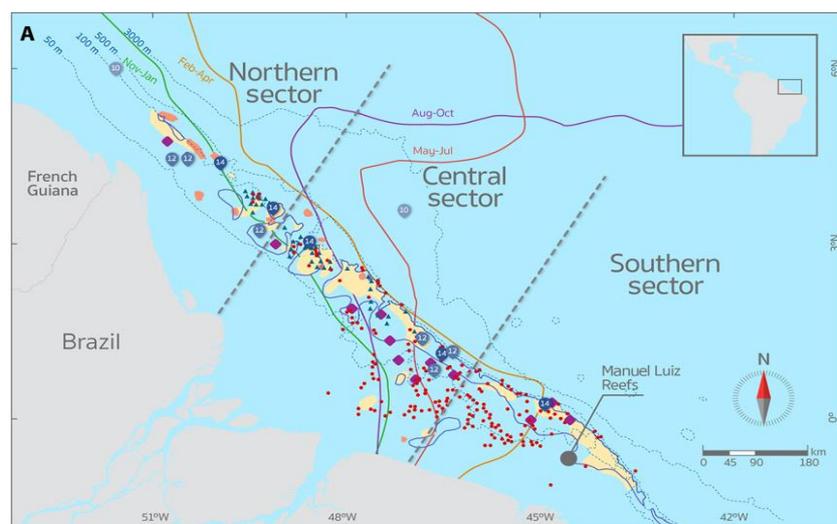
Dentro plataforma continental amazônica, o estuário é outro ambiente com ocorrência de mero em sua fase juvenil, este ambiente é caracterizado pelo deposição sedimentar e descarga de água doce do rio Amazonas e rio Tocantins, o que resulta numa mistura 6.300 km³ de água do rio e carregando 9,3 x 10⁸ toneladas de sedimentos do Oceano Atlântico nessa região (Meade et al. 1979). O fluxo de água dos rios para os estuários é fundamental para distribuição local de nutrientes, propagando diferentes formas de nitrogênio orgânico e inorgânico na zona eufótica em áreas da plataforma continental (Metzler et al., 1997).

A pesca dentro do estuário amazônico, é caracterizada por receber a operação de duas frotas pesqueiras distintas em tecnologia e economia, a frota industrial utiliza redes de arrasto e sua produção é encaminhada para indústrias de processamento e exportação, enquanto a frota artesanal é heterogênea em relação aos apetrechos de pesca (são redes à deriva, espinhel, currais) e embarcações que variam de canoas a geleiras de 40 toneladas (Isaac, V. J. e Barthem, R. B., 1995).

3.7.3 Recifes Amazonicos

O mero em sua fase adulta se estabelece preferencialmente em zonas recifais, na plataforma continental Amazonica os recifes de corais (igura 13) pertencem a um ecossistema de corais mesofóticos, que ocorrem em regiões tropicais e subtropicais em profundidades de 30 a 40 metros, podendo chegar até 150 metros.

Figura 13 - Distribuição dos setores norte, central e sul dos grandes recifes amazônicos e estações oceanográficas. Os recifes Manuel Luis são os recifes emergentes mais ao norte do Brasil.



Fonte: Moura et al., (2016)

De acordo com Moura et al (2016), um sistema de recifes de carbonato fora

registrado entre a fronteira do Brasil e Guiana francesa até o estado do Maranhão, com cerca de 9500 km², ao longo de toda essa região há um extenso trecho de 1000 km e com largura de 50 km, com camadas de rodolitos e estruturas de alto relevo, variando dos 30 metros até a quebra de plataforma que varia de 90 a 120 metros, este sistema estende-se da Guiana Francesa até o recife o Manuel Luís, localizado ao norte da Província Biogeográfica Brasileira. O Grande recife amazônico, pode ter extensão mais profunda do que anteriormente vista, Francini-Filho, Ronaldo B. et al (2018) destaca uma porção mais profunda com aproximadamente 220 metros de profundidade, onde encontram-se áreas com afloramento de laterita em alternância com áreas com quase 100% de cobertura viva (principalmente esponjas, octocorais e corais negros) até sua parte mais rasa na porção (~70 m) que é quase totalmente coberta por areia.

3.8 Índices Ecológicos

A palavra “biodiversidade” foi contraída de diversidade biológica, a palavra foi utilizada em 1985 por Walter G. Rosen, em uma conferência para o planejamento do que viria a ser o “Fórum nacional sobre Biodiversidade”, em Washington D.C em 1986 (Harper, J. L., & Hawksworth, D. L. 1994). A diversidade biológica tem como significado a variabilidade entre organismo vivos de todas as origens, pertencentes a sistemas terrestres, marinhos e outros sistemas aquáticos, abrange os complexos ecológicos, incluindo a diversidade entre a espécie, entre espécies e dos ecossistemas (Heywood, 1995). Outra definição é tomada por Magurran (2021) que explica a diversidade biológica como a variedade e abundância de espécies em determinada área de estudo, onde a diversidade será dividida em riqueza de espécies e uniformidade, observando que as várias medidas de diversidades ponderam sobre esses componentes de formas diferentes.

O conceito de diversidade, variedade ou heterogeneidade é aplicada a qualquer população, pode haver uma alta correlação entre a evolução de uma população com sua medida de diversidade, estas medidas, são importantes para ponderar sobre a condição atual dos ecossistemas e quantificar a influência de fatores ambientais em diferentes espécies, o que possibilita o planejamento de esforços de conservação (Xu, S., Böttcher, L., & Chou, T. 2020).

Neste sentido os índices ecológicos são amplamente utilizados em pesquisas científicas sobre biodiversidade, índices comumente empregados como de Shannon, Simpson, Pielou, dentre outros disponíveis na literatura. O índice de Shannon (Shannon, 1949) foi desenvolvido em teoria matemática da comunicação, neste caso, a medida de H

de Shannon possibilita a comparação da diversidade em diferentes comunidades, dispondo que quanto maior o valor de H maior a diversidade de determinada comunidade, enquanto baixos valores de H apresentam uma espécie dominante dentro da comunidade.

3.9 Sensoriamento remoto

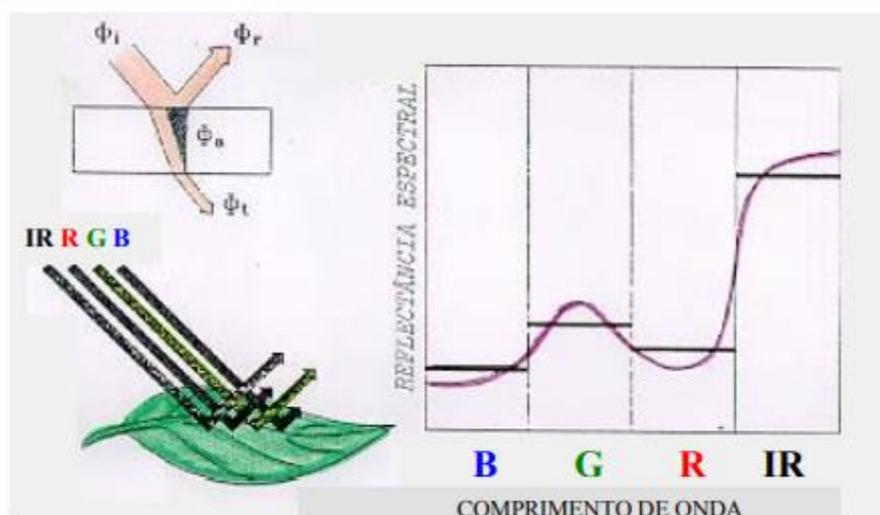
O sensoriamento remoto é uma importante ferramenta para a obtenção de informações de objetos que constituem a superfície da terra, sem que ocorra o contato direto com estes objetos, esta atividade é caracterizada por envolver a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética que é emitida ou refletida por objetos terrestres e registrada por sensores remotos (Moraes, 2002; Menezes, 2012). Nos dias atuais, há diversas formas de se obter imagens de sensoriamento remoto (figura 12), são satélites, aeronaves, veículos aéreos não tripulados (VANTs), máquinas agrícolas autopropelidas, etc. (Shiratsuchi, L. S et al. 2014).

O sensor é um instrumento constantemente utilizado no sensoriamento remoto, estes instrumentos registram a radiação eletromagnética (REM) que se propaga numa velocidade de $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ a partir da fonte e diretamente se através do vácuo ou, indiretamente para o sensor através da reflexão ou irradiação, se mostrando muito eficiente e de alta velocidade como um canal entre o sensor e fenômeno remoto (Jensen, J. R. e Epiphanyo, J. C. N. 2009).

A interação entre a energia eletromagnética e objetos terrestres dependem das propriedades físicoquímicas e biológicas deste objeto, desta forma, a energia eletromagnética refletida e emitida por estes objetos é fonte de dados para todo o processo de sua identificação, já que dela é quantificada a energia refletida e/ou emitida por estes, possibilitando determinação de suas características, logo, sensores remotos são ferramentas imprescindíveis para a realização de inventários, de mapeamento e de monitoramento de recursos naturais.

A energia eletromagnética ao atingir um objeto tem interações com este material, sendo refletido parcialmente, absorvido e transmitido pelo objeto (Figura 14). A assinatura espectral de um objeto é dada pelo comportamento espectral do mesmo, considerando o conjunto dos valores sucessivos da reflectância do objeto ao longo do espectro eletromagnético. As feições desse objeto são definidas por sua assinatura espectral onde a forma, a localização a intensidade de cada banda de absorção é o que caracteriza o objeto (Moraes, 2002).

Figura 14 - Interação da energia eletromagnética com o objeto.



Fonte: De Moraes, E. C. 2002.

As técnicas de sensoriamento remoto aplicadas na exploração de recursos pesqueiros se mostram promissoras no mundo todo, em especial para espécies pelágicas, a partir destas técnicas é possível obter informações em meso e grande escala, de forma repetitiva, tornando-se imprescindíveis no acompanhamento espaço temporal de parâmetros oceanográficos que influenciam diretamente a biologia e distribuição populacional de espécies importantes para atividade econômica (Zagaglia, 2003).

Temperatura da superfície do mar

Ao estudar fenômenos e processos oceanográficos como de correntes marinhas, as frentes oceânicas, eventos de ressurgência, processos de mistura nas águas costeiras, procedente da observação de variações na temperatura da superfície do mar (TSM), a partir da utilização de imagens infravermelhas. De maneira inicial, os dados eram obtidos de satélites no infravermelho na forma fotográfica, sendo subprodutos de imagens meteorológicas, com a melhora dos dados digitais se tornou possível as estimativas quantitativas de TSM (Kampel, 2002)

As estimativas globais de TSM por satélite vêm sendo derivadas operacionalmente a partir dos satélites ambientais da National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA) desde a década de 80 (Kampel, Milton et al, 2004). Então a partir de radiômetros de infravermelho é obtido a TSM empregada para aplicações oceanográficas como em estudos de mudanças climáticas globais, identificação de ressurgências, vórtices, meandramentos e frentes, fornecimento de suporte à pesca de peixes pelágicos,

monitoramento dos campos de TSM e/ou correntes oceânicas superficiais, entre outros (Kampel, 2002).

Clorofila- a

O fitoplâncton oceânico é responsável por aproximadamente metade da produção primária líquida da biosfera global (Field et al., 1998). O ciclo sazonal do crescimento fitoplanctônico é um fator chave da bomba biológica do carbono e da transferência de energia para níveis tróficos mais altos (Henson et al., 2009). A variabilidade e a magnitude dos blooms (florações) fitoplanctônicos podem ter impactos significativos no desenvolvimento zooplanctônico (Rey et al. 1987) e na sobrevivência de larvas de peixes (Platt et al, 2003). Dados de sensoriamento remoto têm sido utilizados para estimar a produção primária fitoplanctônica em escala global (Longhurst, 1995; Behrenfeld e Falkowski, 1997; Friedrichs et al., 2009).

Com os dados de satélite a concentração de clorofila-a pode ser mapeada com a resolução espacial das bandas espectrais (i.e., cerca de 1 km para o MODIS/Aqua), considerando que os algoritmos podem ser aplicados em cada pixel. E que são registrados centenas de quilômetros quadrados em poucos minutos, durante uma única passagem do satélite sobre uma região (Ciotti, Á. M., e Noernberg, M. A. 2020).

A produtividade primária é a taxa na qual a concentração de clorofila muda ao longo do tempo e/ou a quantidade de fotossíntese que ocorre durante o dia. a partir análise de imagens do oceano é possível compreender a magnitude e a variação da concentração de clorofila e da produtividade primária em escala global. portanto, pode-se quantificar a relação entre a física dos oceanos e os padrões de produtividade em grande e mesoescala (McClain et al., 1992).

Salinidade

A salinidade da superfície do mar (SSS) e a temperatura (TSM) são medidas nos oceanos há mais de um século. Atualmente, os dados dessas variáveis são coletados principalmente para estudar a oceanografia física, e a resposta do oceano às forças meteorológicas e a variabilidade climática. Em áreas tropicais, distantes dos limites costeiros e das plataformas costeiras, a distribuição espacial e variabilidade temporal da salinidade da superfície do mar é influenciada pelo balanceamento entre evaporação-precipitação, advecção e mistura, portanto, o SSS é um índice da intensidade e da localização das trocas de água na interface ar-oceano. Ao se aproximar da região costeira,

a vazão dos rios altera a concentração de SSS (Dessier, A. e Donguy, J. R. 1994), a salinidade local da superfície do mar (SSS), a flutuabilidade e a estratificação vertical das camadas superficiais são modificadas pela entrada de água doce no oceano aberto (Ferry e Reverdin, 2004).

Nos dias atuais, as observações da salinidade da superfície do mar estão disponíveis em missões de satélite da ESA, Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) e NASA Aquarius/SAC-D. As medições SMOS e Aquarius agora fornecem recursos de mapeamento sem precedentes com resolução espaço-temporal aprimorada. O tempo de revisita do SMOS no Equador é de cerca de 3 dias e a resolução espacial é de 43 km. Aquarius fornece cobertura global a cada 7 dias e sua resolução espacial é de cerca de 100 km (Fournier, S. et al., 2015).

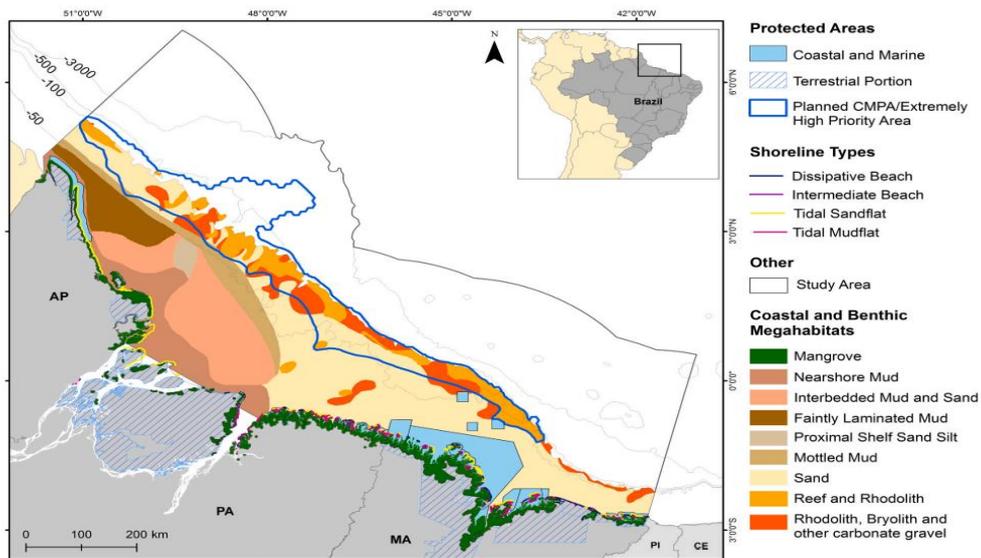
A salinidade na plataforma continental amazônica é modificada a partir da descarga de água doce do Rio Amazonas que forma uma pluma de água de baixa salinidade que se estende em alto mar e para noroeste sobre a costa norte brasileira, cobrindo a maior parte da plataforma continental de 1°S a 5°N. Estudos mostram que a Pluma Amazônica tem normalmente de 3 a 10 m de espessura e se estende de 80 a mais de 200 km de largura (Lentz, S. J., e Limeburner, R. 1995). A água do rio com baixa salinidade influencia a produtividade primária superficial continuamente durante o ano através de mecanismos associados à circulação atlântica tropical ocidental e à mistura vertical (Gouveia, N. D. A et al., 2019).

4.0 MATERIAL E MÉTODOS.

4.1 Área De Estudo.

A área de estudo (figura 13) compreende a plataforma continental Amazônica ($\sim 575,10^3 \text{ km}^2$) que está situada entre os rios Parnaíba e Oiapoque (04°16'N-03°07'S), incluindo a Foz do Amazonas (FZA), Pará-Maranhão (PAMA) e Bacias sedimentares de Barreirinhas (Araújo, L. S. et al. 2021).

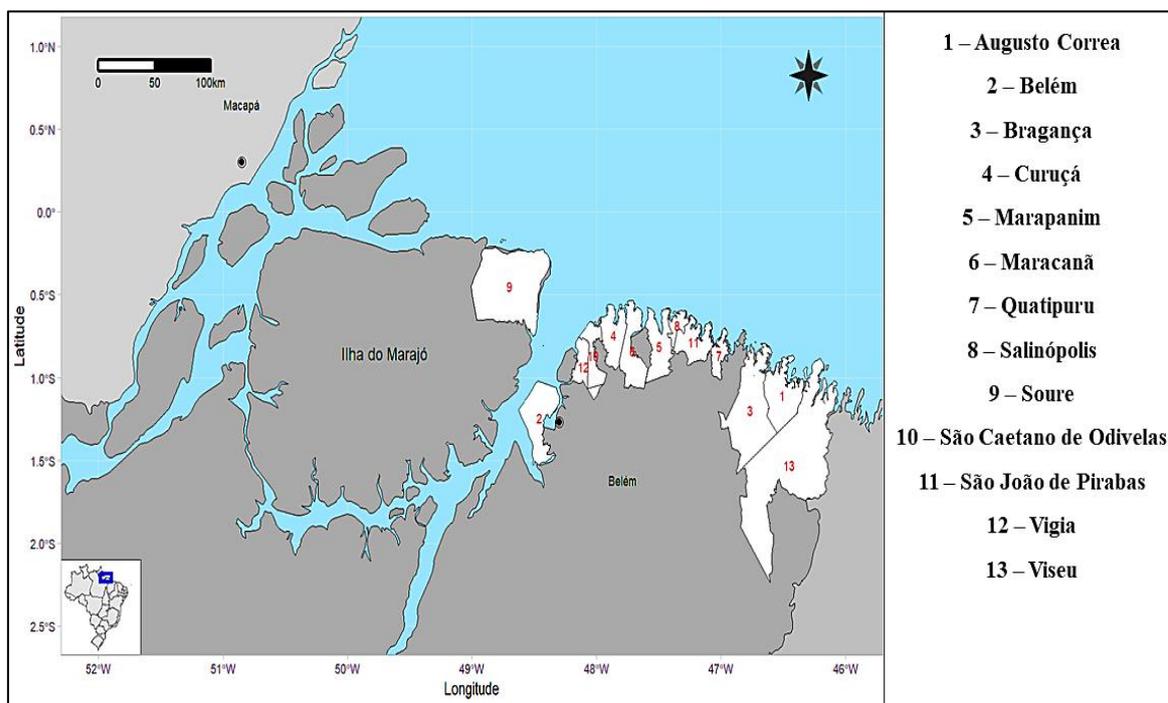
Figura 15 - A distribuição de megahabitats bentônicos se sobrepôs às áreas protegidas costeiras e marinhas (CMPAs) existentes e planejadas na plataforma amazônica brasileira. Limites de múltiplas fontes.



Fonte: Araújo, Laís S. et al. 2021.

O estudo utilizou os dados do Sistema de Geração de Dados Estatísticos da Pesca” (ESTATPESCA), um programa realizado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que realizou a coleta e processamento de informações sobre a atividade pesqueira na plataforma continental amazônica, para este trabalho, observou-se os municípios que compõe toda a área de interesse e onde se concentram os maiores desembarques de pescado estuarino e marítimo no estado do Pará, Os municípios que compõe a área de interesse (Figura 16) são Augusto Corrêa, Bragança, Colares, Curuçá, Maracanã, Marapanim, Quatipuru, Salinópolis, São Caetano de Odivelas, São João de Pirabas, Vigia e Viseu na Costa do Salgado, Belém, Soure e Salvaterra. Os desembarques nesses municípios foram acompanhados mensalmente entre os anos de 1997 a 2007.

Figura 16 – Área de localização dos municípios onde eram acompanhados os desembarques pesqueiros de mero. 1 - Augusto Correa, 2 – Belém, 3 – Bragança, 4 – Curuçá, 5 – Marapanim, 6 – Maracanã, 7 – Quatipuru, 8 – Salinópolis, 9 – Soure, 10 – São Caetano de Odivelas, 11 – São João de Pirabas, 12 – Vigia, 13 – Viseu.



Fonte: Autor.

4.2 Banco De Dados

O banco de dados (figura 17) utilizado contém 2474 registros de desembarques pesqueiros realizados em localidades do litoral paraense, esse banco detalha informações sobre a quantidade desembarcada de mero, o tipo de embarcação em qual foi capturado; o apetrecho de pesca utilizado, o período de pesca (em dias de mar), o número de pescadores presentes na embarcação; o tamanho dos apetrechos de pesca, no caso das redes de emalhar, e para espinhel e armadilhas eram quantificadas o número em utilização; sendo informado também o nome do pesqueiro onde fora realizada a pescaria.

Figura 17 - Banco de dados anaálisado, registros de desembarque do mero foram planilhado no excel.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG		
1	COD_D	CODESI	QUADE	SEQUE	CODM	NOME	SIBGAR	DATSA	DATCH	DIAS DE	ANO	MES	SIBART	CODAR	QUANT	COMAR	NUMPE	DMX N	DM X C	DM X N	NP X C	DM X Q	QUANT	QUANT	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	
27	14627	33	40	16533	10202	102	GENESES BPP	20/06/199	27/06/199	7	1997	6	ESB	23	1800	0	5	35	0	0	0	0	12000	9000	63000	1.142537	1225	1400	AMAZON	5.714286					
28	14653	33	58	16582	10202	102	R. ARAGA-BPP	03/06/199	13/06/199	8	1997	6	ESB	23	375	0	4	32	0	0	0	0	3000	1500	12000	1.8125	1024	1896							
29	14684	33	65	16632	10202	102	DEUS POR CAM	03/06/199	04/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	21.666667	9	195	PONTA FII	65					
30	14744	33	75	16700	10202	102	LINDA FL-CAM	16/06/199	17/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	25	9	225	PONTA FII	75					
31	14746	33	70	16702	10202	102	LINDA FL-CAM	18/06/199	19/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	23.333333	9	210	PONTA FII	70					
32	14756	33	33	16712	10202	102	URIA DA F-CAM	09/06/199	10/06/199	1	1997	6	ESB	23	225	0	3	3	0	0	0	0	225	675	675	11	9	99	PONTA FII	33					
33	14759	33	41	16715	10202	102	URIA DA F-CAM	12/06/199	13/06/199	1	1997	6	ESB	23	225	0	3	3	0	0	0	0	225	675	675	13.666667	9	123	PONTA FII	41					
34	14761	33	55	16717	10202	102	URIA DA F-CAM	18/06/199	19/06/199	1	1997	6	ESB	23	225	0	3	3	0	0	0	0	225	675	675	18.333333	9	185	PONTA FII	55					
35	14763	33	84	16719	10202	102	URIA DA F-CAM	20/06/199	21/06/199	1	1997	6	ESB	23	225	0	3	3	0	0	0	0	225	675	675	20	9	252	PONTA FII	84					
36	14765	33	110	16721	10202	102	URIA DA F-CAM	23/06/199	24/06/199	1	1997	6	ESB	23	225	0	3	3	0	0	0	0	225	675	675	36.666667	9	330	PONTA FII	110					
37	14767	33	25	16723	10202	102	URIA DA F-CAM	25/06/199	26/06/199	1	1997	6	ESB	23	225	0	3	3	0	0	0	0	225	675	675	8.333333	9	75	PONTA FII	25					
38	14781	33	31	16737	10201	102	LUZ DAS G-CAM	17/06/199	18/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	10.333333	9	93	PONTA FII	31					
39	14876	33	65	16876	10202	102	SALVE BRU-BPP	22/06/199	23/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	11.666667	9	285	PONTA FII	65					
40	14878	33	154	16881	10202	102	SALVE BRU-BPP	24/06/199	25/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	51.333333	9	462	PONTA FII	154					
41	14881	33	52	16884	10202	102	SALVE BRU-BPP	27/06/199	28/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	17.333333	9	156	PONTA FII	52					
43	15252	33	96	17207	10201	102	HOSANA BPP	18/06/199	01/07/199	14	1997	7	ESB	23	1200	0	6	96	0	0	0	0	20000	7800	124800	1	9216	5216	COSTA NC	6					
44	15234	33	37	17256	10202	102	RISONHA BPP	17/07/199	18/07/199	1	1997	7	ESB	23	375	0	5	5	0	0	0	0	375	1875	1875	7.4	25	185							
46	15236	33	150	17258	10202	102	RISONHA BPP	20/07/199	21/07/199	1	1997	7	ESB	23	375	0	5	5	0	0	0	0	375	1875	1875	30	25	750							
47	15237	33	53	17259	10202	102	RISONHA BPP	21/07/199	22/07/199	1	1997	7	ESB	23	375	0	5	5	0	0	0	0	375	1875	1875	10.6	25	285							
48	15257	33	31	17462	10201	102	LUZ DAS G-CAM	18/07/199	19/07/199	1	1997	7	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	10.333333	9	93	PONTA FII	31					
49	15663	33	65	17979	10201	102	AILTON FI BPP	28/07/199	15/08/199	18	1997	8	ESB	23	3000	0	6	108	0	0	0	0	5400	1800	32400	6.01852	11664	7020	PONTA FII	3.611111					
50	15665	33	109	17981	10201	102	COVIP I BPP	28/07/199	08/08/199	11	1997	8	ESB	23	250	0	4	44	0	0	0	0	2750	1000	11000	2.477273	1936	4796	PONTA FII	9.909091					
51	15688	33	180	18011	10202	102	RISONHA BPP	26/08/199	27/08/199	1	1997	8	ESB	23	375	0	5	5	0	0	0	0	375	1875	1875	36	25	900							
52	15689	33	81	18012	10202	102	R. ARAGA-BPP	11/07/199	14/08/199	1	1997	8	ESB	23	375	0	4	4	0	0	0	0	375	1500	1500	20.25	16	334	PONTA FII	81					
53	15692	33	99	18015	10202	102	R. ARAGA-BPP	13/08/199	14/08/199	1	1997	8	ESB	23	375	0	4	4	0	0	0	0	375	1500	1500	24.75	16	396	PONTA FII	99					
54	15693	33	67	18016	10202	102	R. ARAGA-BPP	14/08/199	15/08/199	1	1997	8	ESB	23	375	0	4	4	0	0	0	0	375	1500	1500	21.75	16	348	PONTA FII	67					
55	15722	33	17	18131	10202	102	DEUS POR CAM	13/06/199	14/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	10.666667	9	51	PONTA FII	17					
56	15781	33	51	18202	10202	102	LINDA FL-CAM	13/06/199	14/06/199	1	1997	6	ESB	23	750	0	3	3	0	0	0	0	750	2250	2250	17	9	133							
59	16061	33	241	18637	10201	102	COVIP BPP	20/08/199	09/09/199	20	1997	9	ESB	23	250	0	4	80	0	0	0	0	5000	1000	20000	3.0125	6400	19380							
59	18088	33	66	18685	10202	102	RISONHA BPP	03/09/199	04/09/199	1	1997	9	ESB	23	375	0	5	5	0	0	0	0	375	1875	1875	11.2	25	330							
61	16109	33	32	18686	10202	102	RISONHA BPP	04/09/199	05/09/199	1	1997	9	ESB	23	375	0	5	5	0	0	0	0	375	1875	1875	6.4	25	160							

Fonte: Autor.

4.3 Estatística Descritiva E Inferência.

Em estudos científicos é necessário a exploração do banco de dados para se obter informações detalhadas sobre as variáveis que compõe a amostragem, as variáveis são oriundas de registros da atividade pesqueira desembarcada na região do nordeste paraense.

Determinou-se a média acompanhada do erro padrão para captura (kg) por tipo de embarcação e apetrecho de pesca, para as medidas de esforços pesqueiro (Dias de mar; Número de pescadores; comprimento do apetrecho; quantidade do apetrecho), também foram calculadas as distribuições de frequência absoluta e relativa dessas variáveis. Em cada uma das variáveis de captura e esforço estabeleceram-se series temporais para o período amostrado (1997 – 2007), verificando através do teste de Mann Kendall se estas series tendenciavam a crescimento, decrescimento ou não apresentava tendência nenhuma.

A aplicação de análise de variância para verificar se havia diferença significativa entre os desembarques dos municípios acompanhados, no caso de as variáveis não atenderem os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias, foram aplicadas o teste de kruskall-walis e o teste com comparação múltipla de Dunn. Estes testes também foram aplicados para medir diferenças na captura entre os apetrechos e embarcações.

Calculou-se também para as variáveis a frequência de ocorrência e proporção do número de desembarques para cada combinação de captura do mero

A proporção é dada pela razão entre:

$$\frac{n^{\circ} \text{ de desembarques}}{N \text{ de desembarques total}} \quad (1)$$

A frequência de ocorrência é baseada no número de meses dos 11 anos de estudo em que se registrou a captura ou não de mero por determinado apetrecho ou embarcação de pesca.

A frequência é dada pela razão entre:

$$\frac{n^{\circ} \text{ de meses com registros de captura do mero}}{N^{\circ} \text{ de meses total}} * 100 \quad (2)$$

4.3.1 Testes De Normalidade

Na estatística, atender a normalidade dos é importante para aplicar análises específicas, o teste de Shapiro wilk (Shapiro e Wilk, 1965) para normalidade fora aplicado para determinar a utilização de testes paramétricos ou não.

4.3.2 Transformação Ou Padronização De Dados.

Em análises onde variáveis quantitativas encontram-se em escalas muito diferentes como no caso da captura e os esforços de pesca é possível a que transformação ou padronização dos dados seja necessária para posteriores análises. Ou seja, quando as variáveis originais são transformadas em outros valores para serem usadas em uma análise numérica, essa transformação é realizada para fazer com que as distribuições de frequência dos dados se semelhem com a curva normal de erros, tendo como propriedade diminuir a heterocedasticidade dos descritores, onde a normalização deve ser aplicada para cada variável separadamente, buscando a melhor transformação para normalizara (Legendre, P., & Legendre, L., 2012).

4.3.3 Análise De Correlação

Ao discorrer no grau de associação entre duas ou mais variáveis dentro de um conjunto ou banco de dados é comum a utilização de uma análise de correlação, esta análise, permite medir o comportamento de uma variável em relação a outra.

O coeficiente de correlação de Pearson foi estimado para medir a associação entre a variável captura (quilogramas) e as medidas de esforço simples e as interações entre elas. As medidas de esforços estabelecidas são: Dias de mar; o número de pescadores;

comprimento dos apetrechos de pesca (caso das redes de emalhar); a interação entre Dias de mar e Número de pescadores; Dias de mar e comprimento do apetrecho; Número de pescadores e comprimento do apetrecho; e Dias de mar, número de pescadores e comprimento do apetrecho. No caso da pesca com espinhel e armadilhas, foram contabilizados e adicionados numa categoria chamada Quantidade, dessa forma, O esforço simples desses apetrechos ficou definido como Dias de mar; Número de pescadores; Quantidade do apetrecho; e as interações entre Dias de mar e Número de pescadores; Dias de mar e quantidade do apetrecho; Número de pescadores e Quantidade do apetrecho; Dias de Mar, Número de pescadores e Quantidade do apetrecho.

O r de Pearson é o coeficiente de correlação paramétrica mais comumente usados. A significância foi calculada usando um teste t bicaudal com n-2 graus de liberdade. Caso as séries temporais não atendam os pressupostos para aplicou-se o coeficiente de correlação de ordem de classificação de Spearman (não paramétrico) é o coeficiente de correlação linear (r de Pearson) das classificações (Bonett, D.G. & Price, R.M. 2005).

4.3.4 REGRESSÃO LINEAR.

A regressão linear fora utilizada para estimar a relação entre duas variáveis quantitativas, uma variável dependente (Captura) e uma ou mais variáveis independentes (esforços de pesca). A regressão linear simples modela a relação entre uma variável dependente e uma única variável independente, enquanto a regressão linear múltipla modela a relação entre uma variável dependente e duas ou mais variáveis independentes. A regressão linear é expressa em geral na forma de equação matemática, da seguinte forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon \quad (3)$$

Onde y representa uma variável dependente, x é a variável independente, β_0 e β_1 são os respectivos coeficientes da regressão (intercepto e inclinação) e “ ε ” é o termo de erro.

4.4 Ranking De Importância Pesqueira.

Este ranking foi proposto para a definição de quais combinações entre apetrechos de pesca e embarcações são os mais importantes para a captura da espécie. Desta forma, foram considerados três fatores chaves para implementação de um ranking de importancia pesqueira. O primeiro fator considerou a proporção relativa do número de desembarques realizados por cada combinação de pesca; o segundo considerou a captura média e o

terceiro; a frequência de ocorrência de cada combinação de pesca.

Diante disto, os dados dos ESTATPESCA foram categorizados e uma associação entre os apetrechos de pesca e os tipos de embarcações formaram 61 combinações de pesca deste recurso (tabela 1).

Tabela 1 – As combinações de pesca encontradas com ao menos um registro de captura do mero, são 61 combinações entre barcos e apetrechos.

Embarcações	Apetrechos	Combinações de pesca	Nº de desembarques	
Barco industrial (BIN)	Rede arrasto piramutaba	BIN/ARP	25	
	Manzua peixe	BIN/MAP	1	
	Linha pargueira	BIN/PAR	14	
Barco de médio porte (BMP)	Rede de emalhar pescadeira	BIN/PES	8	
	com boia	BMP/BOI	12	
	Caique/Pargo	BMP/CAI	2	
	Espinhel para bagre	BMP/ESB	33	
	Rede De Emalhar Gozeira	BMP/GOZ	6	
	Manzua Peixe	BMP/MAP	2	
	Linha pargueira	BMP/PAR	103	
	Rede De Emalhar Pescadeira	BMP/PES	205	
	Rede e espinhel	BMP/RES	6	
Barco de pequeno porte (BPP)	Rede de emalhar Serreira	BMP/SER	20	
	Boinha/Pargo	BPP/BOI	4	
	Curral E Rede	BPP/CRE	3	
	Curral De Pesca	BPP/CUR	178	
	Espinhel para bagre	BPP/ESB	244	
	Espinhel/Cioba	BPP/ESC	2	
	Espinhel	BPP/ESP	3	
	Rede De Emalhar Gozeira	BPP/GOZ	31	
	Linha E Anzol	BPP/LIN	58	
	Rede Pargueira	BPP/PAR	1	
	Rede De Emalhar Pescadeira	BPP/PES	440	
	Rede De Emalhar E Linha	BPP/REL	2	
	Rede E Espinhel	BPP/REP	15	
	Rede De Emalhar Serreira	BPP/SER	207	
	Zangaria	BPP/ZAN	7	
	Canoa motorizada (CAM)	Curral	CAM/CUR	32
		Espinhel para bagre	CAM/ESB	164
Rede De Emalhar Gozeira		CAM/GOZ	27	
Linha E Anzol		CAM/LIN	6	
Rede Pargueira		CAM/PAR	1	
Rede De Emalhar Pescadeira		CAM/PES	88	
Rede De Emalhar E Linha		CAM/REL	3	
Rede E Espinhel		CAM/RES	5	
Rede De Emalhar Serreira		CAM/SER	88	
Tarrafa		CAM/TAR	4	
Canoa a vela (CAN)		Curral E Rede	CAN/CRE	8
	Curral	CAN/CUR	49	
	Espinhel para bagre	CAN/ESB	54	
	Espinhel	CAN/ESP	13	
	Rede De Emalhar Gozeira	CAN/GOZ	72	
	Linha E Anzol	CAN/LIN	30	
	Rede Pargueira	CAN/PAR	4	
	Rede De Emalhar Pescadeira	CAN/PES	5	
	Rede De Emalhar E Linha	CAN/REL	9	
	Rede E Espinhel	CAN/RES	4	
	Rede De Tapagem	CAN/RET	3	
	Rede De Emalhar Serreira	CAN/SER	14	
	Tarrafa	CAN/TAR	14	
	Zangaria	CAN/ZAN	2	
	Montaria (MON)	Curral E Rede	MON/CRE	1
Curral		MON/CUR	69	

Espinhel para bagre	MON/ESB	54
Espinhel	MON/ESP	6
Rede De Emalhar Gozeira	MON/GOZ	2
Linha E Anzol	MON/LIN	2
Rede E Espinhel	MON/RES	1
Rede De Tapagem	MON/TAP	1
Rede De Emalhar Serreira	MON/SER	1
Total		2473

Fonte: Autor.

A partir da formação das combinações de pesca gerou-se rankings individuais ordinais para cada fator, onde cada combinação ocupou uma posição entre 1° ao 61° lugar. Em seguida, estimou-se a posição média de cada combinação considerando as suas respectivas posições nos rankings anteriores. Estabelecendo assim um ranking médio. Ao fim do processo as combinações que ocupavam as menores posições médias foram selecionadas para o ranking de importancia pesqueira (tabela 2).

Tabela 2 - Exemplificando a construção do ranking de importancia pesqueira: a construção de três rankings para cada fator que foi avaliado. Em sequência um ranking médio geral para as combinações de pesca a partir de suas posições nos rankings anteriores. E por fim o ranking de importancia pesqueira com a posição final de cada combinação. As combinações usadas: BPP/ESB (Barco De Pequeno Porte Com Espinhel); BPP/ PES (Barco De Pequeno Porte Com Rede Pescadeira); BMP/PES (Barco De Médio Porte Com Rede Pescadeira); CAM/PES (Canoa motorizada com rede pescadeira); CAN/ESB (Canoa a vela com espinhel).

Combinação de pesca	Proporção dos Desembarques (%)	Captura média (Kg)	Frequencia de ocorrência (%)	Ranking Médio	Ranking de importancia pesqueira
BPP/ESB	1°	2°	1°	$(1+2+1)/3 = 1,33$	1°
BMP/PES	2°	1°	2°	$(2+1+2)/3 = 1,66$	2°
BPP/SER	4°	3°	4°	$(4+3+4)/3 = 3,66$	3°
CAM/PES	3°	4°	5°	$(3+4+5)/3 = 4,00$	4°
CAN/ESB	5°	5°	3°	$(5+5+3)/3 = 4,33$	5°

Fonte: Autor.

A descrição dos dados de captura que constituem o ranking de importância pesqueira passaram por uma distribuição de frequência para se identificar quantas classes e tamanho de classes de captura eram mais frequentes dentre as formas de captura do mero. Devido a elevada variância entre as combinações de captura. Realizou-se um Ranging, método que permite o ajuste de magnitude e variabilidade dos descritores (Legendre, 2003). Os autores Sneath e Sokal (1973) em seus estudos descreveram a técnica como a redução de uma variável em um intervalo de 0 a 1, subtraindo o valor observado pelo mínimo e dividindo este resultado pela amplitude entre o máximo valor observado e o mínimo; a equação a seguir descreve detalhadamente o proposto pelos autores:

$$y' = \frac{y_i - y_{min}}{y_{max} - y_{min}} \quad (4)$$

4.5 Índices Ecológicos

O termo biodiversidade considera uma variedade de parâmetros, são fatores genéticos, no caso, a riqueza de espécies que são diferentes geneticamente dentro da população total, riqueza de espécies em uma determinada área, a riqueza de tipos de ecossistemas dentro de uma determinada área. A adaptação desses índices para análises na atividade pesqueira permitiu medir a diversidade das combinações de pesca operando na plataforma continental amazônica. Um aumento no número de combinações pode significar uma expansão e regressão da população de mero dentro da área de estudo. A variabilidade desses índices tem relação com diversidade de pescarias que vem capturando a espécie. Como operam em regiões distintas, o aumento ou diminuição nos valores dos índices indicam uma dispersão da espécie por ecossistemas variados dentro da plataforma.

4.5.1 Índice De Shannon.

Um dos índices mais utilizados em estudos de biodiversidade em comunidades. Para realização do cálculo do índice, considera-se a proporção de cada espécie em relação ao total de indivíduos presentes. O resultado vai demonstrar a distribuição das espécies e quanto maior o valor do índice maior será a diversidade de espécies, ou seja, a abundância de espécies variadas será dada de forma mais uniforme (Magurran, 2011).

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \log_b P_i \quad (5)$$

Onde:

'H' = é o índice de Shannon

S = o número de espécies na comunidade

pi = a proporção da abundância total representada pela i-ésima espécie.

log_b Pi é o Logaritmo da proporção

4.5.2 Índice De Pielou.

O nível de diversidade pode ser mensurado por um índice derivado de Shannon, a equabilidade de Pielou (1966), esse índice demonstra a uniformidade máxima e mínima, ou seja, se todas as espécies são igualmente abundantes.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \quad (4)$$

4.5.3 Dominância De Simpson

O índice de Simpson (1949) determina a probabilidade de quaisquer dois indivíduos sorteados de maneira aleatória em uma comunidade infinitamente grande pertençam a espécies diferentes (Magurran, 2011).

O índice é dado por:

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(n-1)} \quad (6)$$

Onde n = o número de indivíduos da i -ésima espécie;

e N = o total número de indivíduos.

O valor de D varia de 0 a 1: se o valor de D der 0, significa diversidade infinita, enquanto à medida que D aumenta, a diversidade diminui. O índice de Simpson é, portanto, geralmente expresso como $1-D$ ou $1/D$, é fortemente ponderado para a espécie mais abundante na amostra (Magurran, 2011).

Bootstrap

Os índices de diversidade tiveram intervalo de confiança calculado com um procedimento chamado bootstrap, procedimento baseado em reamostragem. Uma determinada quantidade de amostras (10.000) é produzida. O número de indivíduos em cada amostra é o mesmo da amostra original. Em cada indivíduo da amostra aleatória, o táxon é escolhido com probabilidades proporcionais às abundâncias originais. Desta forma, um intervalo de confiança de 95% é então calculado. O valor de diversidade nas réplicas será frequentemente menor e nunca maior que a diversidade agrupada no conjunto total de dados – esse viés pode ser opcionalmente “corrigido” centralizando o intervalo de confiança no valor original (Efron, 1992)

4.6 Captura Por Unidade De Esforço.

O índice de abundancia relativa do *Epinephelus itajara* se formou a partir da razão entre a variável captura em quilogramas e a melhor variável de esforço. A variável de esforço será escolhida dentre as medidas de esforço simples: Dias de mar; número de pescador; Comprimento de do apetrecho; quantidade do apetrecho ou, a interação dentre

entre estas medidas de esforço simples.

Aplicando-se a correlação de Pearson entre a medidas disponíveis de esforço no banco de dados e a captura desembarcada para escolher qual a melhor medida de esforço possui a melhor relação com a captura. Neste estudo foram testados três estimadores de abundancia relativa destacadas no trabalho Petreire (2010). Onde c é igual a captura e f representa o esforço de pesca.

$$CPUE\ 1 = \frac{\sum c_i}{n} = \overline{\left(\frac{c}{f}\right)} \quad (7)$$

$$CPUE\ 2 = \frac{\sum c_i}{\sum f_i} = \frac{\bar{c}}{\bar{f}} \quad (8)$$

$$CPUE\ 3 = \frac{\sum c_i \cdot f_i}{f_i^2} = \frac{\overline{c \cdot f}}{\bar{f}^2} \quad (9)$$

A CPUE foi escolhida considerando a proporcionalidade estrita e a que apresentasse o menor coeficiente de variação, neste estudo, definiu-se a Cpue 2 como melhor estimador de abundancia relativa à ser aplicado.

4.7 Principal Coordinates Of Neighbour Matrices (Pcnm).

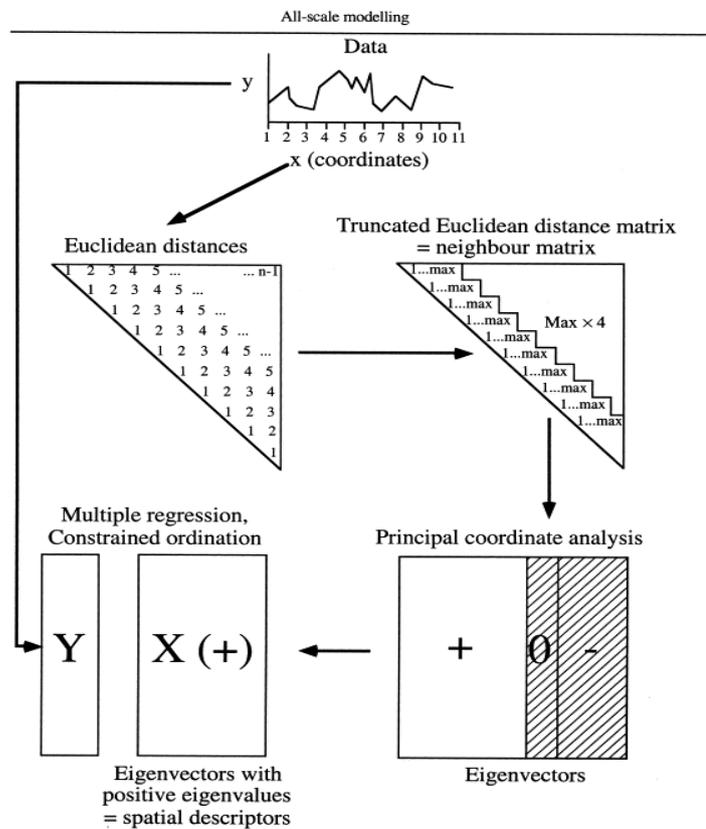
Os dados de captura por unidade de esforço em geral são baseados em dados de amostragem vindo da pesca comercial, neste banco de dados, ocorre a ausência de registros de desembarque pesqueiro em determinados meses da série temporal. Desta forma, o estudo adaptou uma metodologia utilizada recentemente chamada coordenadas principais de matrizes vizinhas (PCNM) que foi proposta para criar preditores espaciais que podem ser facilmente incorporados em modelos de regressão ou de análise canônica. No estudo, utilizara dados unidimensionais da captura por unidade de esforços ao invés de dados espaciais. A geração de funções básicas do PCNM (figura 19) exige as cinco etapas principais a seguir (Borcard e Legendre, 2002):

- (1). Calcule uma matriz de distância euclidiana entre os meses da série, em uma sequência numérica de 1 a n.
- (2). Em seguida, define-se um limite abaixo do qual as distâncias euclidianas são mantidas como medidas, e acima do qual todas as distâncias que são consideradas “grandes”, sendo os números correspondentes substituídos por um valor arbitrariamente grande, correspondente a quatro vezes o limiar (Borcard, D., Gillet, F., e Legendre, P. (2011).

- (3). Calcular as coordenadas principais da matriz truncada.
- (4). Guardar os autovetores com correlação espacial positiva
- (5). Utilizar os autovetores obtidos como variáveis explicativas de uma regressão múltipla para estimar dados ausentes na série.

Os dados para pcnm são estimados num programa executável chamado spacemaker dentro do programa são inseridas a informações detalhadas que indica como criar e gerenciar as matrizes de ponderação; calcular os autovetores de Moran e usar o procedimento de seleção de modelo.

Figura 18 - Apresenta os passos de uma análise espacial completa utilizando o novo método baseado em coordenadas principais de matrizes vizinhas (PCNM).



Fonte: Borcard e Legendre, 2002.

4.8 Análise De Agrupamento (Clustering).

As associações entre Apetrechos e embarcações de pesca que capturam o mero podem ser encontradas ao se aplicar análises de agrupamento hierárquico, essa técnica multivariada produz um dendrograma que demonstra quais amostras são semelhantes, Hair (2005) descreve o objetivo da análise de agrupamento como o desenvolvimento de uma população ou objeto em um número de subgrupos expressivos, baseando-se na

similaridade entre eles, os grupos não são pré-definidos, pois a técnica envolve a identificação destes grupos.

O estudo aplicou a análise de agrupamento hierárquico Clustering two-way pelo método de Ward, neste método, o clustering é aplicado em ambas as dimensões (linhas e colunas) de uma matriz de dados. As linhas consistem nas combinações formadas entre os apetrechos de pesca e as embarcações, enquanto as colunas são os valores observados de captura média mensal. Cada objeto (apetrecho/combinacão) está em um cluster próprio, de modo que inicialmente a distância de um objeto ao centróide do seu cluster é 0, no método de ward sucede a procura da formação de pares que tenham a menor variância interna, sendo a distância entre os objetos calculada pela distância euclidiana.

4.9 A Transformada Wavelet

A transformada wavelet contínua (CWT) é um método de análise onde um conjunto de dados pode ser inspecionado em escala pequena, intermediária e grande simultaneamente. Pode ser útil para detectar periodicidades em diferentes comprimentos de onda, auto-similaridade e outras características. A parte superior da figura representa, portanto, uma visão detalhada e refinada, enquanto a parte inferior representa uma visão geral suavizada de tendências mais longas. A potência do sinal (ou, mais corretamente, a força de correlação quadrada com a wavelet mãe escalonada) é mostrada em escala de cinza ou em cores (Torrence, C. e Compo, G. P. 1998). A análise de wavelet comparada a outras análises espectrais clássicas proporciona algumas vantagens que permitem analisar periodicidade de eventos em diferentes escalas de variabilidade temporal, não sendo estritamente preciso uma serie temporal estacionaria (Santos, C. A. G., Freire, P. K. M. M., & Torrence, C. 2013).

A análise de Wavelet fora aplicada para as duas séries temporais de CPUE do mero, sendo submetida a análise de Ondeleta de Morlet (OM), com o nível de significância correspondente a $p=0,05$.

4.10 Análise de dados das variáveis meteoceanográficas

A relação entre as series temporais de CPUE do mero e a variabilidade temporal das variáveis ambientais, continentais e oceânicas utilizou três tipos de dados; o primeiro obtido a partir de sensoriamento remoto (medidas de temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila e salinidade; dados in situ referentes a vazão de Óbidos. O

detalhe de cada tipo de dado é descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Variáveis meteoceanográficas, resoluções, tipo de dado e fonte que serão utilizadas na relação com a Cpue.

Produto	Resolução Temporal	Resolução Espacial	Tipo De Dado	Fonte
TSM	Mensal	4km	Sensoriamento Remotoa série de Radiômetros (AVHRRs), a série de Radiômetros (ATSRs) e Radiômetro de Temperatura da Superfície Terrestre (SLSTR).	https://cds.climate.copernicus.eu/
Clorofila-A	Mensal	4km	Sensoriamento Remoto: SeaWiFS, MODIS, MERIS, VIIRS-SNPP, OLCI-S3A & OLCI-S3B for the ""multi"" products.	https://data.marine.copernicus.eu/
SSS	Mensal	0,125° × 0,125°	Sensoriamento remoto dados de satélites Soil Moisture Active Passive (SMAP) da NASA e Soil Moisture Ocean Salinity (SMOS) da ESA	https://data.marine.copernicus.eu/
Vazão De Óbidos	Mensal	X	<i>In Situ</i>	Http://Www.Ore-Hybam.Org

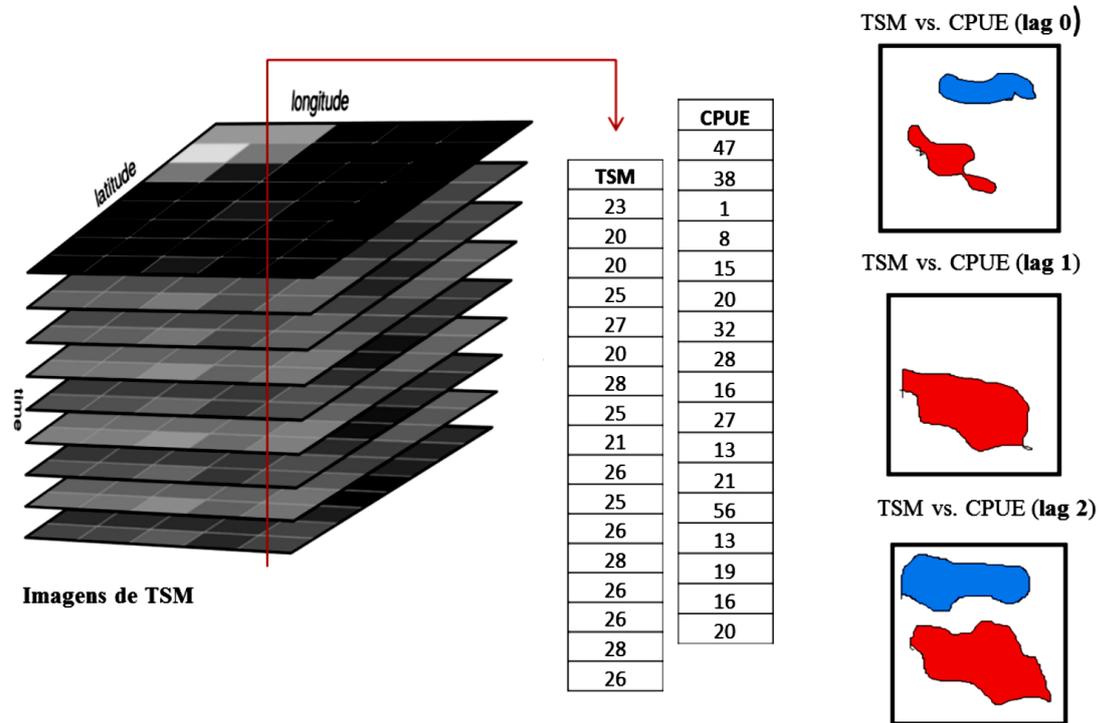
Fonte: Autor.

A relação entre as variáveis ambientais e a captura por unidade de esforço será medida através da correlação cruzada utilizando os dados descritos na tabela 1. A correlação cruzada (Davis, 1986) é realizada em duas colunas de dados temporais/estratigráficos amostrados uniformemente. O eixo x mostra o deslocamento da segunda coluna em relação à primeira, o eixo y a correlação entre as duas séries temporais para um determinado deslocamento. A opção “valores de p” traçará a significância da correlação, para duas séries temporais x e y, o valor desse coeficiente r_m é o coeficiente de Pearson (varia de -1 a 1). Enquanto o m na correlação cruzada é o tempo de defasagem.

$$r_m = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (10)$$

Posteriormente a organização dos dados, aplicou-se o cálculo da correlação entre variáveis meteoceanográficas com a série temporal da CPUE, considerando diferentes defasagens. A figura 20 exibe um desenho esquemático da análise de correlação cruzada, desde a preparação dos dados até o produto final.

Figura 19 - Exemplificação de correlação para um pixel entre a CPUE e TSM. A Correlação é aplicada da mesma forma para os dados de salinidade e clorofila.



Fonte: Passos, T. A. F. D. 2021.

5. RESULTADOS e DISCUSSÃO

O banco de dados do mero continha 2474 registros de desembarques distribuídos por 11 anos de estudo, durante este período foram descritos cerca de 7 tipos de embarcações e 22 apetrechos de pesca em uso (tabela 2). A captura do mero é proveniente em grande parte da pesca artesanal e as embarcações de pequeno porte correspondem a 48.8278% dos desembarques. Os outros 49.1916% são compostos por barcos de médio porte, canoas motorizadas, canoas a vela e montarias. Os apetrechos de pesca estavam categorizados em redes moveis, redes fixas, espinheis, armadilhas e etc. dentre as categorias de captura ocorre predominância de 5 delas; as redes de emalhar que constituem um grupo com três tipos de redes: as redes Gozeira, Pescadeira e Serreira, que representam 48.7874 % dos desembarques, os dois apetrechos restantes são o espinhel de fundo e o curral de pesca, para estes foram registrados seguidamente 22.1908 % e 13.2579 % dos desembarques.

As redes de emalhar pescadeira e serreira participam ativamente da captura, as redes pescadeira (30,15%) e redes de emalhar serreira (13,02%) representam mais de 40% de todos os desembarques. A captura média com espinhel de fundo considerando todos os tipos de embarcação foi de 384.6648 Kg, independente da normativas que proibiram a captura da espécie foi de um valor superior ao computado pela pesca com os emalhes (193.3767), os valores de captura apresentam resultados expressivos em uma faixa de meses que se estendem de outubro a março, esse ciclo repete-se em diversos anos, sendo acentuado em três anos subsequentes de 1999 a 2001 (Figura 19) para o espinhel, enquanto para rede serreira de 2001 a 2004 e para rede pescadeira entre 1999 a 2000. Os barcos de pequeno porte registram 1208 desembarques com presença de mero, valor relativo de 48,83% e uma frequência de ocorrência de 91,20% (considerando todos os apetrechos de pesca), as embarcações de médio porte desembarcam de maneira geral, valores superiores a 450kg. Os currais de pesca possuíam 328 registros de despesca dentre todas a embarcações disponíveis, todavia, os valores de desembarques em sua maioria são inferiores a 50 kg.

Tabela 4 – Frequência absoluta e relativa do número de desembarques de mero; frequência de ocorrência da espécie ao longo dos meses; captura média para cada tipo de embarcação e apetrecho de pesca.

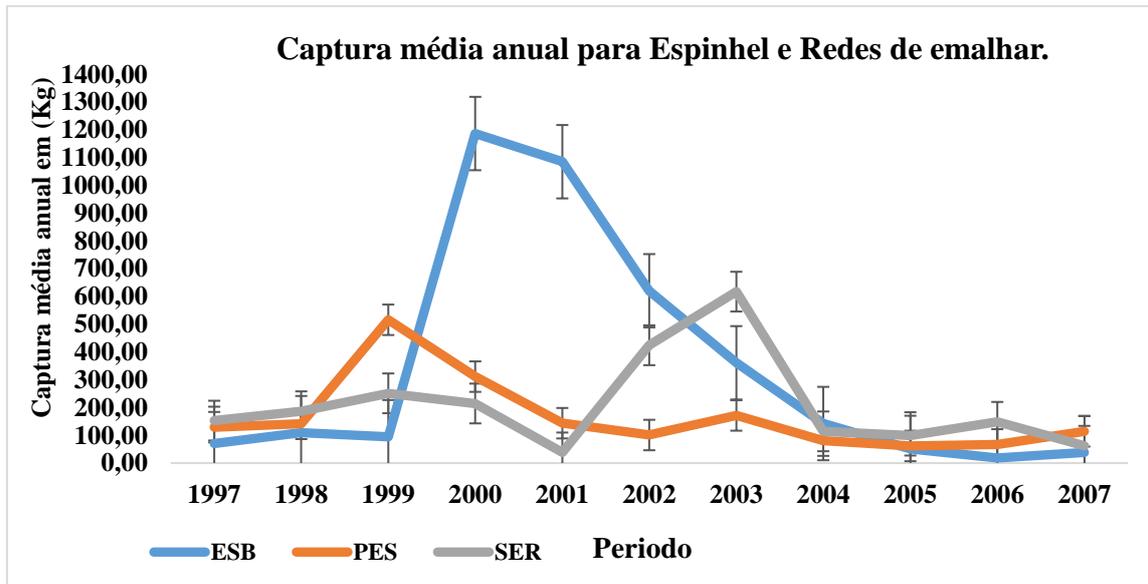
SIGBAR	Número de desembarques (Frequência absoluta)	Número de desembarques (Frequência relativa (%))	Frequencia de ocorrência de cada tipo de Apetrecho (%)	Desembarque médio mensal (kg) ± Erro padrão
BIN	48	1.94	21.60	222.8542

BMP	389	15.72	67.20	493.7943
BPP	1208	48.83	91.20	208.1925
CAM	410	16.57	76.00	99.6561
CAN	281	11.36	55.20	39.6317
GEL	1	0.04	0.80	200.0000
MON	137	5.54	44.00	8.4708
Total	2474			
SIGART	Número de desembarques (Frequência absoluta)	Número de desembarques Frequência relativa (%)	Frequencia de ocorrência de cada tipo de Apetrecho (%)	Desembarque médio mensal (kg) ± Erro padrão
ARP	25	1.01	14.40	119.4800
BOI	16	0.65	9.60	64.2500
CAI	2	0.08	1.60	64.5000
CRE	12	0.49	3.20	19.9167
CUR	328	13.26	49.60	10.0229
ESB	549	22.19	80.80	384.6648
ESC	2	0.08	1.60	73.5000
ESP	22	0.89	5.60	535.0455
GOZ	139	5.62	28.00	89.8345
LIN	96	3.88	19.20	118.0521
MAP	3	0.12	2.40	49.0000
PAR	136	5.50	23.20	166.6691
PES	746	30.15	88.00	193.3767
REL	14	0.57	6.40	48.5000
RES	31	1.25	16.00	232.1613
RET	4	0.16	2.40	10.2500
SER	322	13.02	69.60	241.6646
TAR	18	0.73	6.40	4.9444
ZAN	9	0.36	4.00	16.7778
Total	2474			

Fonte: Autor.

A captura anual considerando todos os tipos de embarcações disponíveis mostram uma captura superior para as que utilizam o espinhel (figura 21), alcançando uma produção superior a mil quilogramas nos anos 2000 e 2001. Nos registros, encontrou-se grandes captura de mero envolvendo embarcações de pequeno e médio porte, precisamente, o primeiro tipo de embarcação citado, apresentou nesse intervalo de tempo 7 desembarques com captura superior a 5000 kg para pesca com espinhel, enquanto que para redes de emalhar registrou-se 3 desembarques acima de 5000kg.

Figura 20 - A captura média anual para os apetrechos de pesca espinhel (ESB) e rede de emalhar pescadeira (PES) e serreira (SER).



Fonte: Autor.

5.1 Ranking de importância pesqueira.

Em busca de estabelecer a importância de um apetrecho de pesca e embarcação para determinado recurso pesqueiro se gerou rankings individuais onde estipulou-se a classificação ordinal do item de maior importância para o de menor; organizados em um ranking para a proporção do número de desembarques; uma para a captura média em quilogramas e um para frequência de ocorrência com que tal apetrecho/embarcação ocorreu ao longo de 125 meses. A tabela 2 demonstra as principais associações entre apetrechos de pesca e embarcações que operam na captura do mero. Foram selecionadas as 20 primeiras colocadas no ranking de importância pesqueira. No ranking destaca-se as cinco primeiras posições, que apresentam uma pesca realizada por barcos de pequeno e médio porte utilizando redes de emalhar ou espinhel.

Tabela 3 - Demonstra o ranking de importância pesqueira com a posição final de cada apetrecho de pesca/embarcação. A primeira coluna abrange as combinações entre apetrecho de pesca e embarcação, enquanto na segunda coluna é exibida a posição de importância no ranking. Colocadas em ordem as 20 mais importantes para a pesca da espécie.

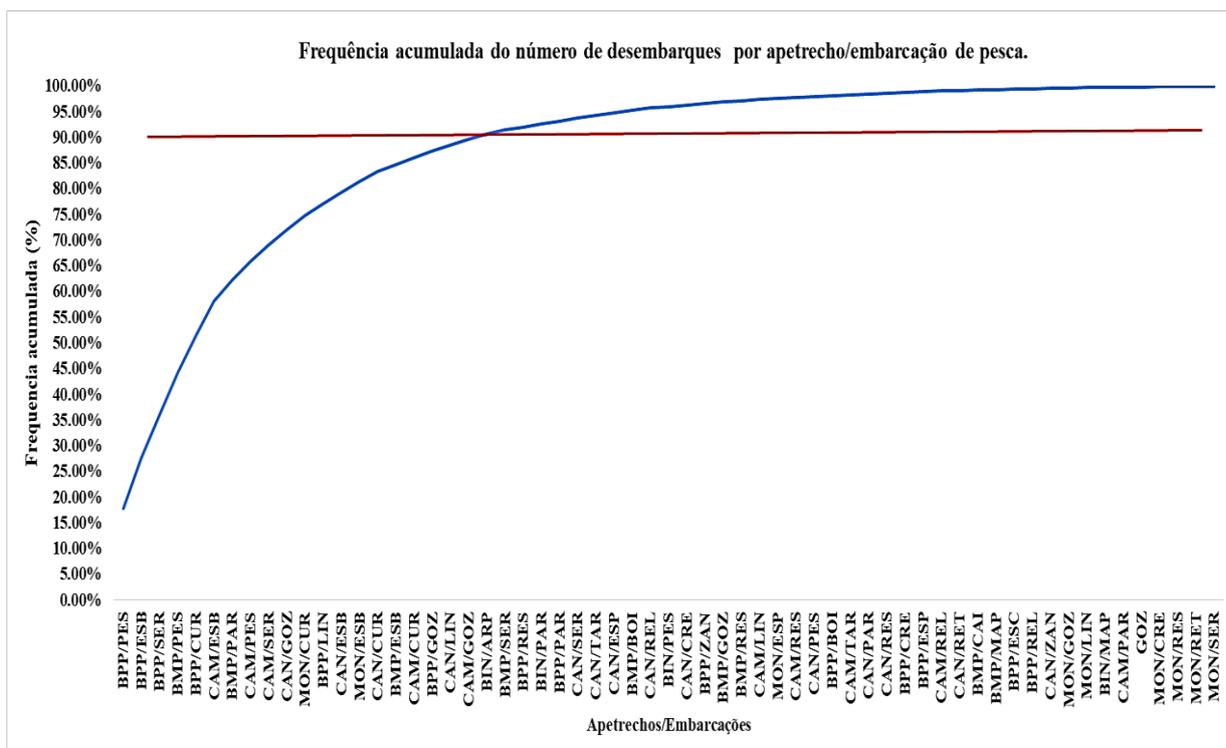
RANKING DE IMPORTANCIA PESQUEIRA	
COMBINAÇÃO DE PESCA	POSIÇÃO
BPP/ESB	1º
BMP/PES	2º
BPP/SER	3º
BPP/PES	4º
BMP/ESB	5º
CAM/PES	6º
CAM/SER	7º
BMP/PAR	8º
CAM/ESB	9º
BMP/SER	10º
BPP/LIN	11º
BPP/GOZ	12º
CAN/ESB	13º
BIN/PAR	14º
BPP/RES	15º
BIN/ARP	16º
CAM/GOZ	17º
BPP/CUR	18º

CAN/CUR	19°
BIN/PES	20°
OUTROS	Da 21° a 61°

Fonte: Autor

A partir da proporção relativa do número de desembarques foi observado que cinco das principais combinações de captura do mero são responsáveis por cerca de 50% do número de desembarques total; sendo os barcos de pequeno porte que utilizam o espinhel de fundo, a rede de emalhar serreira e os que despescam os currais de pesca; as outras duas formas são os barcos de médio porte e pequeno porte que usam a rede de emalhar pescadeira. A figura 22 demonstra a frequência acumulada da proporção do número de desembarques, vindo a destacar que grande parte das combinações que pescam o mero não são representativas para o desembarque da espécie. Neste caso, 22 combinações representam 90% dos desembarques e deste valor 50% são fornecidos por apenas cinco combinações.

Figura 21 - Frequência acumulada do número de desembarques por apetrecho de pesca/embarcação de pesca. A linha vermelha representa o corte de 90% na linha azul que representa a frequência acumulada.



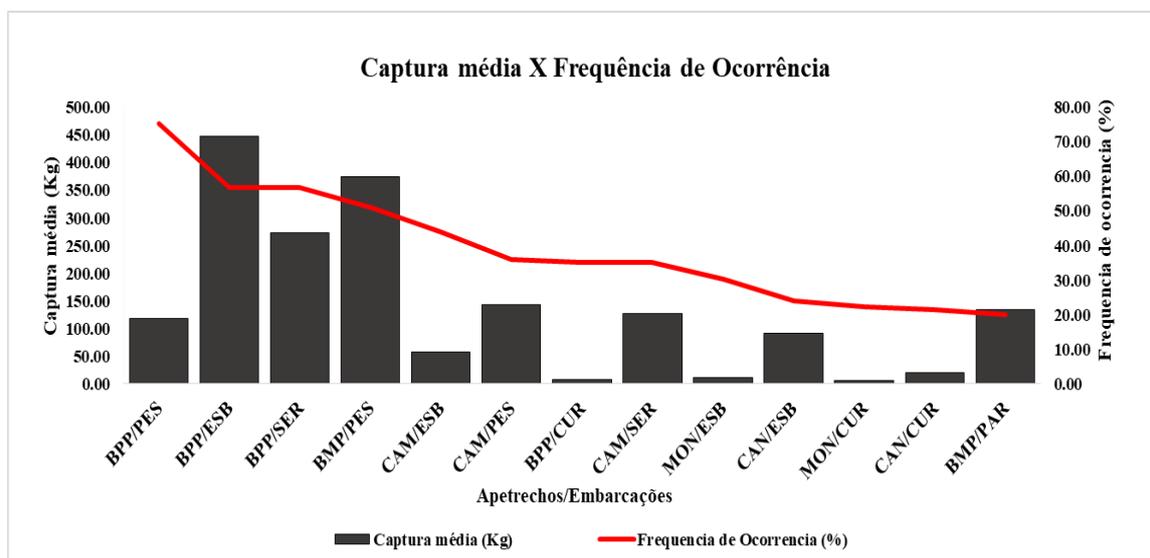
Fonte: Autor.

A captura média mensal por combinação de pesca tem nas embarcações de pequeno porte com espinhel (ESP/BPP) e Barco médio porte com espinhel (BMP/ESB) valores

médios de captura superiores a duas toneladas, contudo, estas duas combinações não são frequentes nos desembarques mensais; a combinação ESP/BPP só é desembarcado em 1,6% dos meses acompanhados enquanto BMP/ESB em cerca de 16,80%.

A frequência de ocorrência é importante para visualização de quais combinações pesca estão capturando regularmente no decorrer dos 125 meses de acompanhamento da atividade pesqueira, a tabela 1 expõe que quatro combinações de pesca participam em 50% dos meses, sendo interessante acompanhar a captura média dessas combinações: BBP/PES (75,20 %); BPP/ESB (56,80%); BPP/SER (56,80 %); BMP/PES (51,20 %). Numa relação entre captura e frequência de ocorrência a figura 23 apresenta as combinações mais importantes.

Figura 22 – A Captura média por apetercho/embarcação e a frequencia de ocorrencia de cada uma longo do estudo.



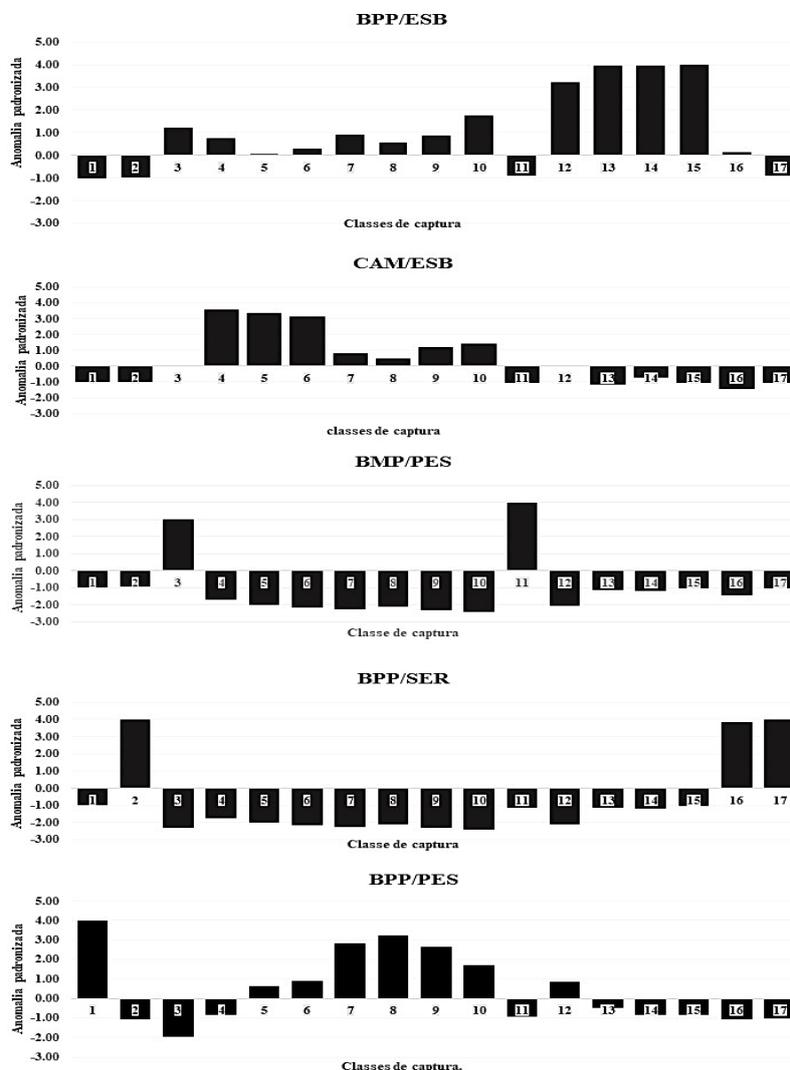
Fonte: Autor.

A relação entre a captura e a frequência de ocorrência demonstra que barcos de pequeno porte com espinhel e rede serreira juntamente com barcos de médio porte utilizando rede pescadeira são as formas de captura mais participativas em quilogramas desembarcados e ocorrência mensal.

Os dados foram submetidos a uma distribuição de frequência para se identificar as classes de captura mais frequentes para cada combinação entre apetrecho/embarcação. A variabilidade dos valores de captura entre os diferentes tipos combinações é muito elevada, e para correção deste aplicou-se o logaritmo natural para possível comparação entre os tamanhos de captura. A figura 24 apresenta as classes de captura média padronizadas pelo erro padrão, o que significa que o que estiver abaixo de 0 são valores

abaixo da captura média enquanto acima 0 são valores superiores à média. Convertendo os intervalos de classes para quilogramas, Os barcos de pequeno porte com espinhel registram desembarques com valores acima de 1000 quilogramas, são 25 registros, com 17 deles chegando a valores superiores a 2000 kg desembarcados; para CAM/ESB a classe está entre 300 a 700 kg e para BPP/SER seus desembarques concentram-se abaixo de 300kg; A BPP/PES apresentou grande parte dos seus desembarques no intervalo de 300kg a 700 kg cerca de 52 desembarques entre 700 a 1000 kg; BMP/PES registrou 400 desembarques abaixo de 350 kg e cerca de 10 registros entre 700 a 3000kg.

Figura 23 – Classes de captura (kg) para cada combinação entre embarcação e apetrecho, como os valores eram heterogêneos, fora aplicado o logaritmo antes da distribuição de frequência.

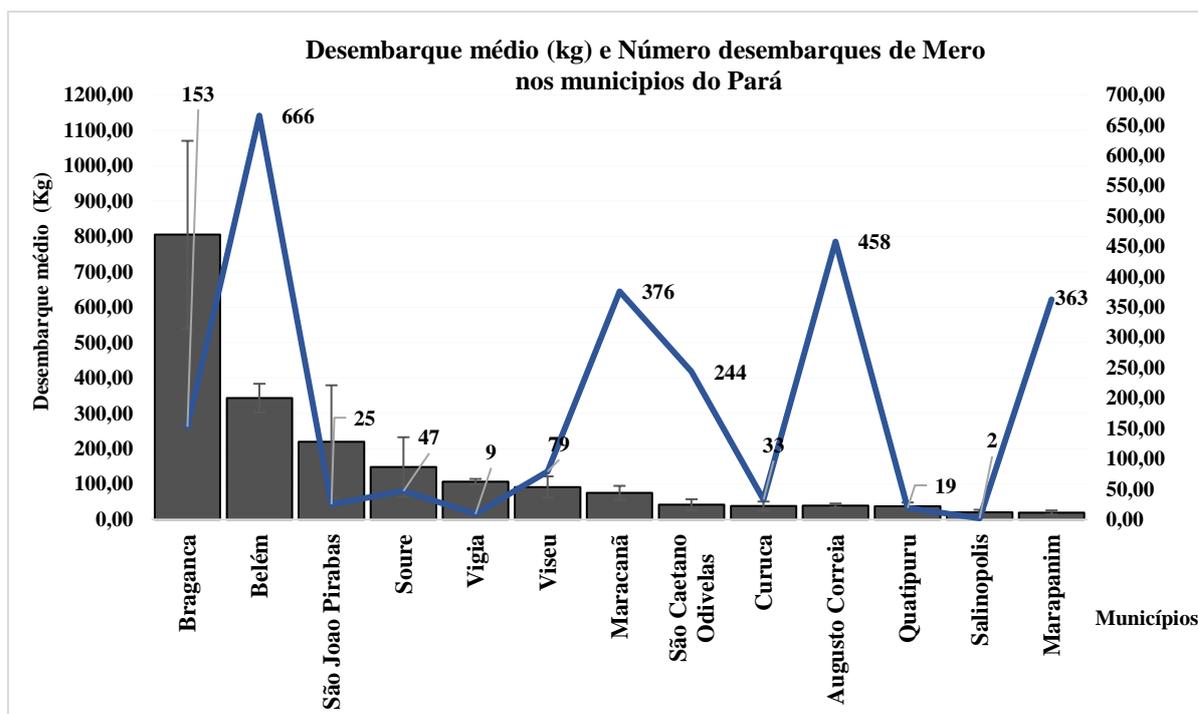


Fonte: Autor

5.2 Pesca por município.

Os municípios de Bragança, Belém e São João de Pirabas recebiam em média valores superiores a 200 kg por desembarque (Figura 25), contudo, Belém apresentou mais de 600 registros de desembarque, quatro vezes o número que Bragança recebeu e 24 vezes mais que São João de Pirabas. Augusto Correa e Maracanã possuíam mais de 300 registros de desembarques com valores médios inferiores a 75 kg. O teste de kruskall-waliis revelou que havia diferença significativa na captura desembarcada entre os municípios ($p < 0,05$), o teste de dunn com correção de bonferroni, mostrou que Bragança difere em produção de São Caetano de Odivelas, Curuçá, Marapanim, Salinópolis e Quatipuru.

Figura 24 - Desembarque médio (Kg) e o número de desembarques de mero por município do estado do Pará.



Fonte: Autor.

Observação - O eixo 1 apresenta valores médios de desembarque por município; o eixo 2 apresentou o número total de desembarques que cada município registrou no período de estudo.

Fonte: Autor.

5.3 Descrição do esforço pesqueiro.

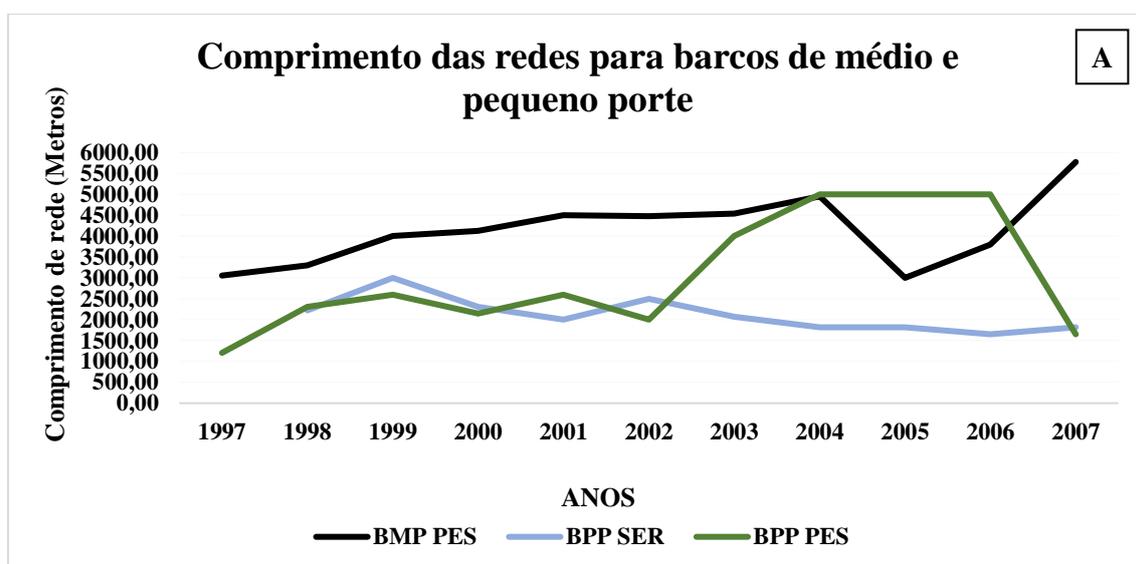
As redes de emalhar e serreira possuem um comprimento que se modifica com o tempo, a mediana da rede pescadeira com barcos de médio e pequeno porte alcançam valores médios em geral em torno de 4125 e 3000 metros, no caso dos barcos de médio

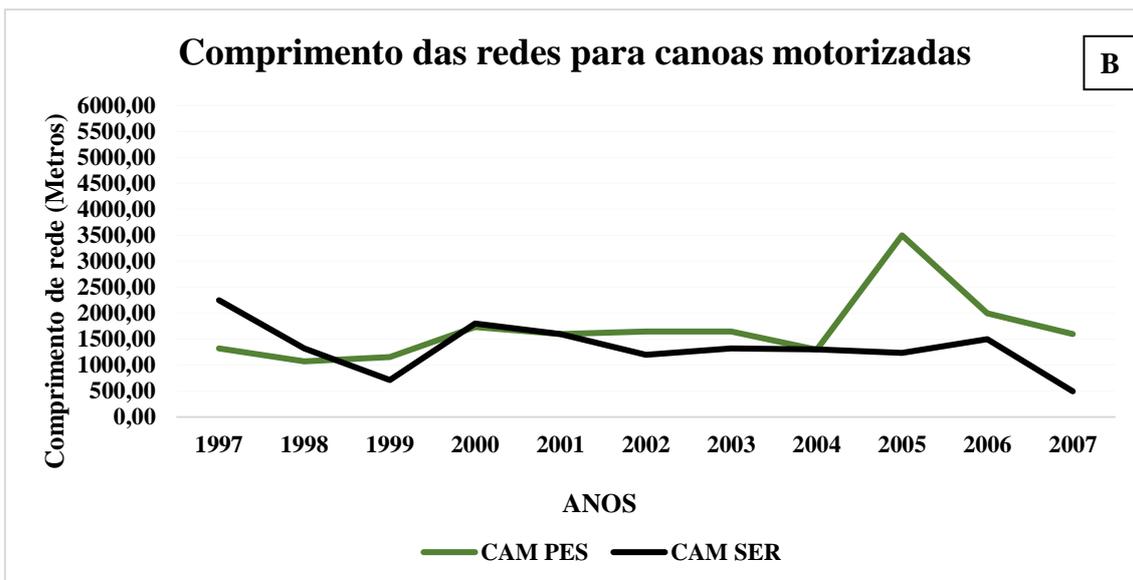
porte o comprimento praticamente dobra ao atingir 4900 metros (2007) já que iniciara em 1997 com 3000 metros. O barco de pequeno porte também apresenta resultado similar ao triplicar o tamanho das redes, nos registros de 1997 eram datadas redes com cerca de 1500 metros e no ano de 2004 já atingem o comprimento de 5000 metros (Figura 26a).

As embarcações de menor porte apresentaram dados variando de 1000 a 3000 metros, canoas motorizadas com rede pescadeira e serreira possuem valores da mediana para ambas as redes muito similares, com respectivamente 1650 e 1600 metros de comprimento (figura 26b).

A distribuição dos dados era assimétrica, com a média mais elevada que a mediana, mostrando que os valores no topo da distribuição estão muito distantes do centro, em comparação aos valores que estão na parte de baixo da distribuição. Por isso, posteriormente obtenção dos valores de mediana, aplicou-se o teste de Mann Withney (U) que mostrou diferença significativa entre as medianas do comprimento das redes de emalhar entre redes pescadeiras e serreiras nas embarcações de pequeno e médio porte. Os valores de U calculados avaliaram o grau de entrelaçamento dos dados dos grupos após a ordenação. Neste caso, indica que as amostras são distintas, rejeitando-se a hipótese de igualdade das medianas do comprimento de rede.

Figura 25 – A figura 25a apresenta o comprimento médio mensal das redes de emalhar pescadeira e serreira para barcos de médio e pequeno porte entre 1997 e 2007; na figura 25b comprimento das redes para canoas motorizadas entre 1997 e 2007.

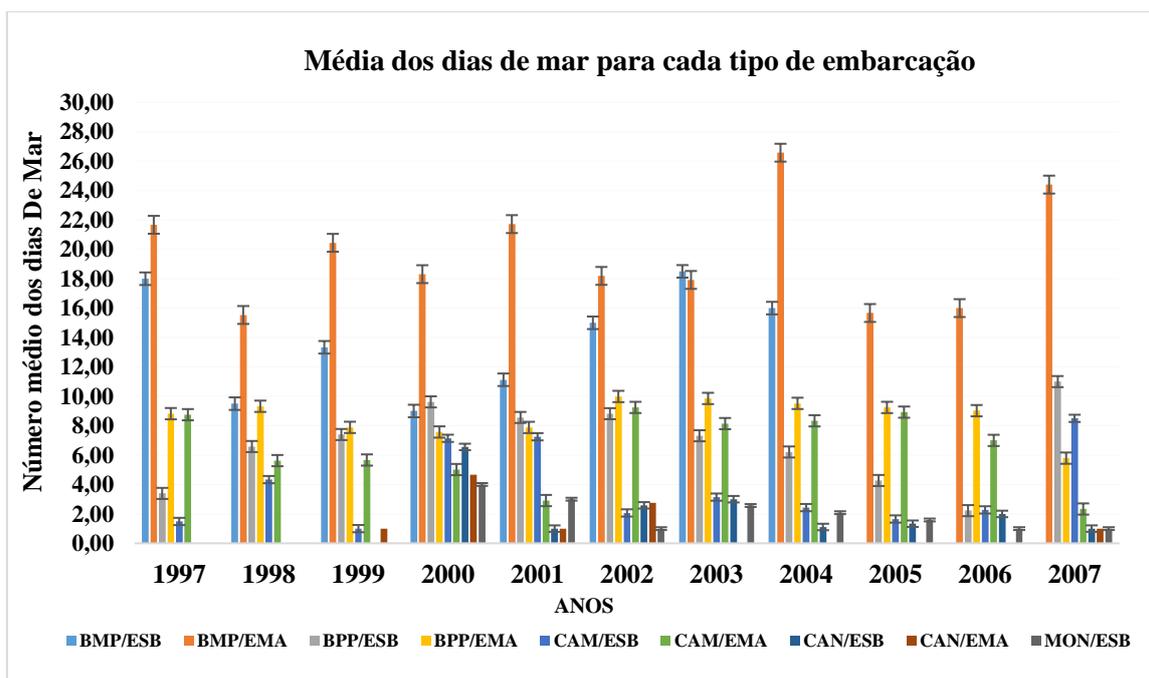




Fonte: Autor.

Os resultados apontam uma autonomia de mar elevada para os barcos maiores portes, as embarcações de médio porte (BMP) com espinhel e emalhe se mantinham pescando em média, respectivamente 13 e 19 dias. Os barcos de pequeno porte (BPP) para ambos os apetrechos pescavam próximo a uma média de 8 dias. As embarcações de menor porte como canos a vela (CAN) e montarias (MON), pescavam em geral entre 1 e 3 dias, independente do apetrecho. As canoas motorizadas (CAM) com espinhel pescavam em média por 4 dias, e com redes de emalhar exibiram uma média de 6 dias de pescaria (figura 27)

Figura 26 - Dias de mar para cada tipo de embarcação que utilizam espinhel e rede de emalhar.



Observação: siglas terminadas em ESB representam pesca com espinhel/ siglas terminadas com EMA representam redes de emalhar; exemplo: Barco médio porte com rede emalhar (BMP/EMA); Barco médio porte com espinhel (BMP/ESB).

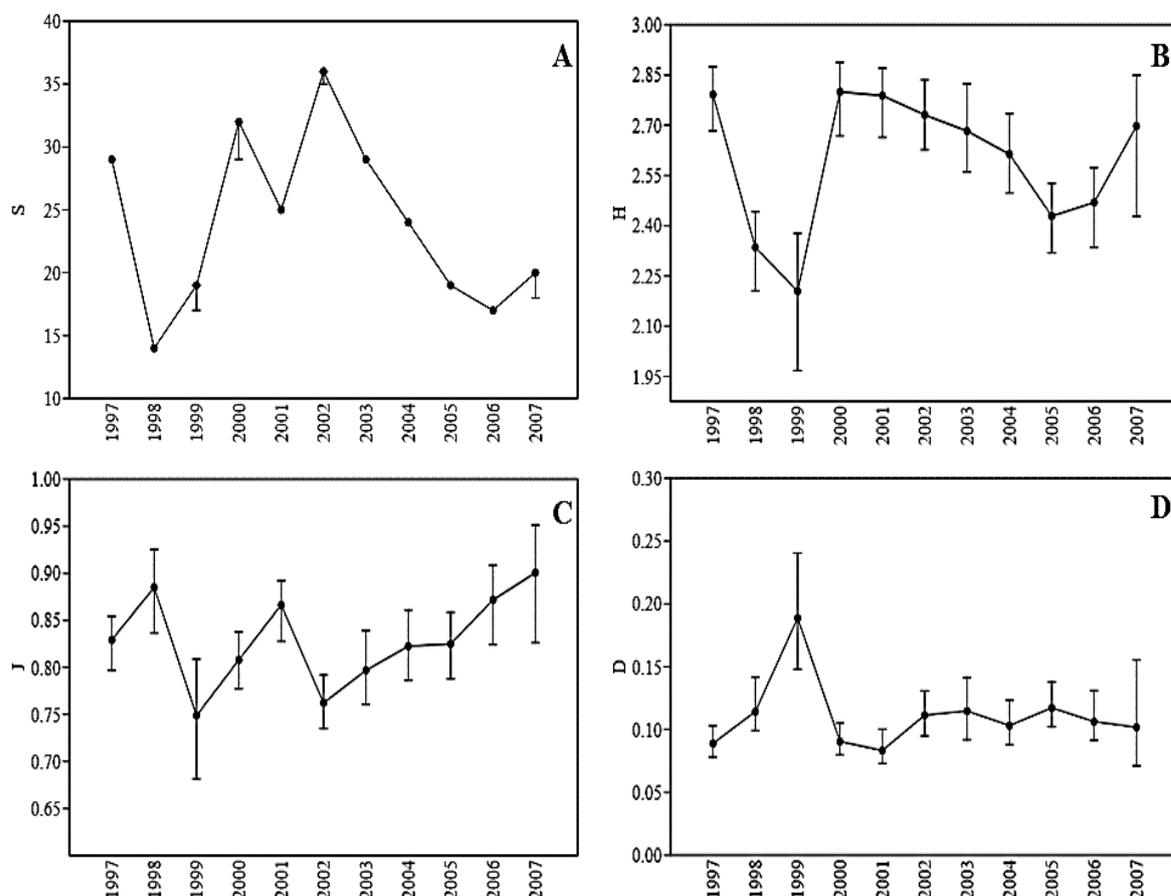
Fonte: Autor

5.4 Análises Ecológicas.

As análises de índices de diversidade aplicados no banco de dados permitem identificar as combinações de pesca que capturavam a espécie de modo dominante ou equitativo. O índice de Shannon (figura 28b) apresentou valores de H dentro o intervalo de 2,2 (1999) e 2,8 (2000), no ano de 1999 e 2000 ocorre uma queda nos registros de mero, onde são computados respectivamente apenas 96 e 125 desembarques, valores muito abaixo em relação ao ano anterior que apresentava 350 e aos 6 anos subsequentes com valores acima de 200 desembarques. Em todos os anos de atividade houveram ao menos 14 combinações de captura do mero, principalmente os anos de 2002 e 2004 que demonstraram mais de 30 associações entre apetrechos/embarcações que capturavam a espécie (figura 28a).

O equabilidade de Pielou (figura 28c) mostra uniformidade entre as diversas formas de capturar os indivíduos desta espécie, são valores próximos a 1 em todos os anos de atividade, logo, a dominância de Simpson (figura 28d) apresentou valores muito próximos de zero. O que torna essa pescaria uma atividade diversificada, sem a dominância de nenhuma embarcação ou apetrecho na captura destes organismos.

Figura 27 - A figura 28 mostra os índice de Shannon (28b), o índice de pielou e (28c)e a dominancia de simpson (28d) para as combinações entre apetrechos de pesca/embarcação entre 1997 a 2007.

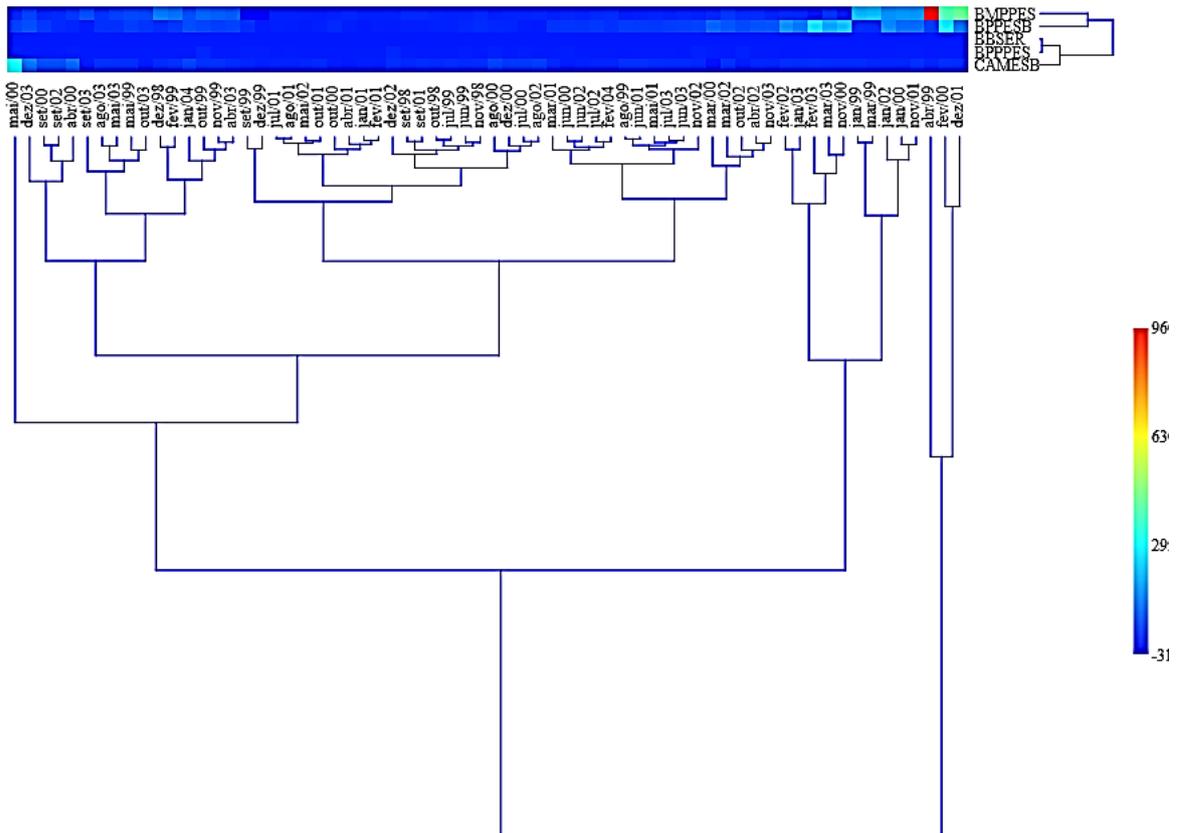


Fonte: Autor.

5.5 Análise de agrupamento clustering two way.

A análise de agrupamento clustering two way gerou um dendograma (figura 29) a partir da matriz de similaridade, mostrando dois grupos distintos, um formado por embarcações que pescam com espinhel de fundo e outro por embarcações que utilizam as redes de emalhar. Em relação aos meses, o grupo formado por BMP/PES e BPP/ESB apresenta um padrão de captura entre os meses de outubro a março em anos como 2000, 2001, 2002 e 2003.

Figura 28 - Dendrograma gerado pela análise agrupamento cluster two-way (método Ward).

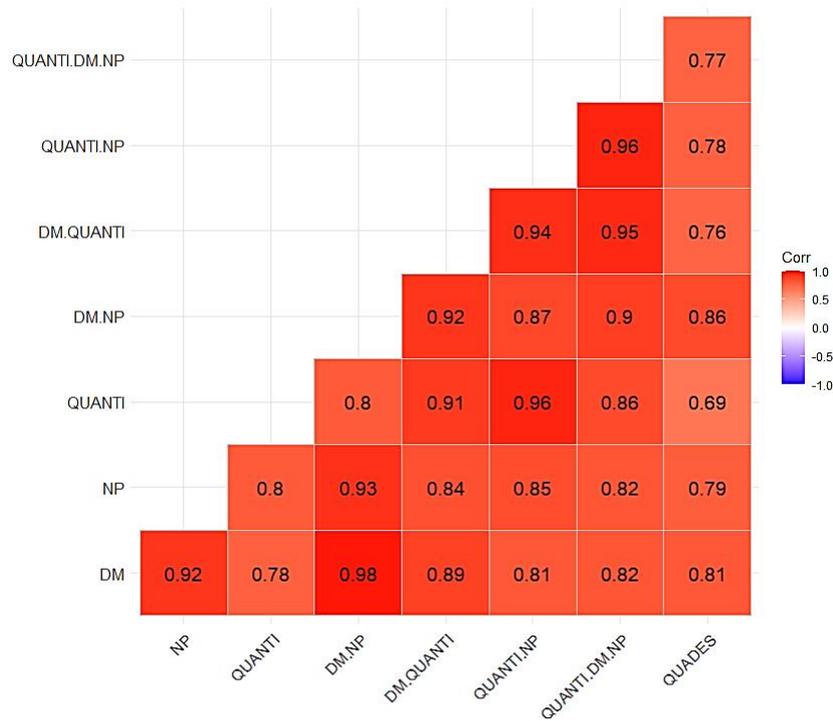


Fonte: Autor.

5.6 Correlação

A correlação para a pesca com espinhel foi medida entre a variável captura e as medidas de esforço disponíveis (figura 30), neste caso, as correlações apresentadas foram consideradas moderadas e fortes, destacando a forte associação entre a captura e a medida de esforço DM*Np ($r = 0,86$).

Figura 29 - Gráfico da correlação entre captura com espinhel e as medidas de esforço simples e compostas (interação entre os esforços simples).

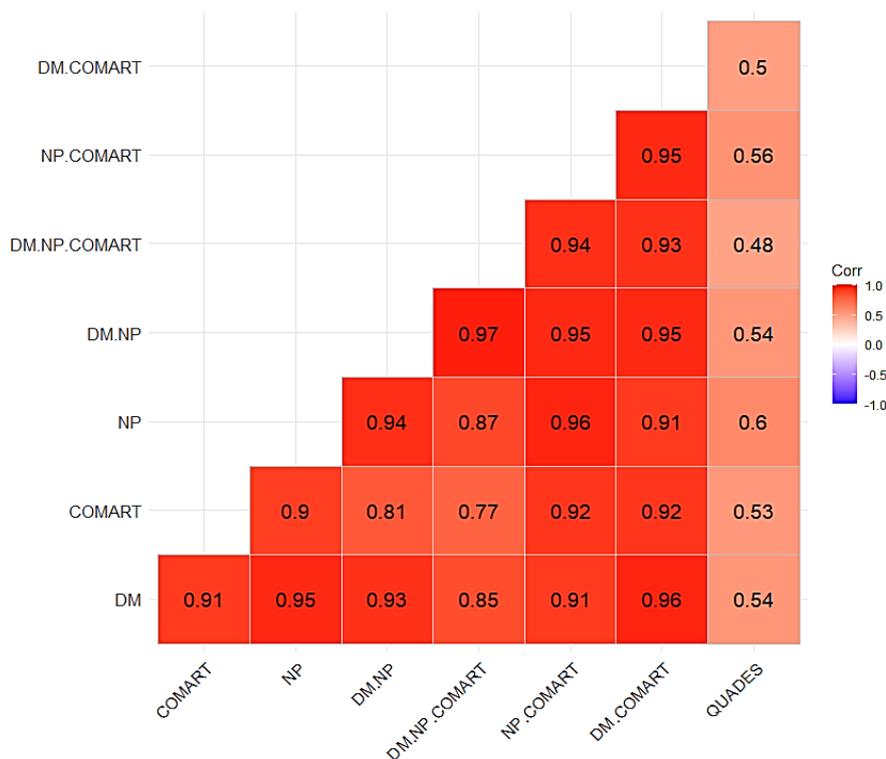


Legendas: Quades = Captura; Dm = Dias de mar; Np = número de pescadores; Quanti = Quantidade de espinheis;

Fonte: Autor.

O Gráfico de correlação (figura 31) demonstra uma moderada relação entre o comprimento do apetrecho de pesca e o número de pescadores para com a captura, dessa forma, optou-se por utilizar a interação entre o comprimento do apetrecho vezes o número de pescadores ((COMART*NP (r=0,56))

Figura 30 - Gráfico da Correlação entre a captura e as medidas de esforço simples (dias de mar, comprimento do apetrecho, número de pescadores) e as interações entre as medidas de esforço simples.



Legendas: Quades = Captura; Dm = Dias de mar; Np = número de pescadores; Comart = Comprimento das redes.

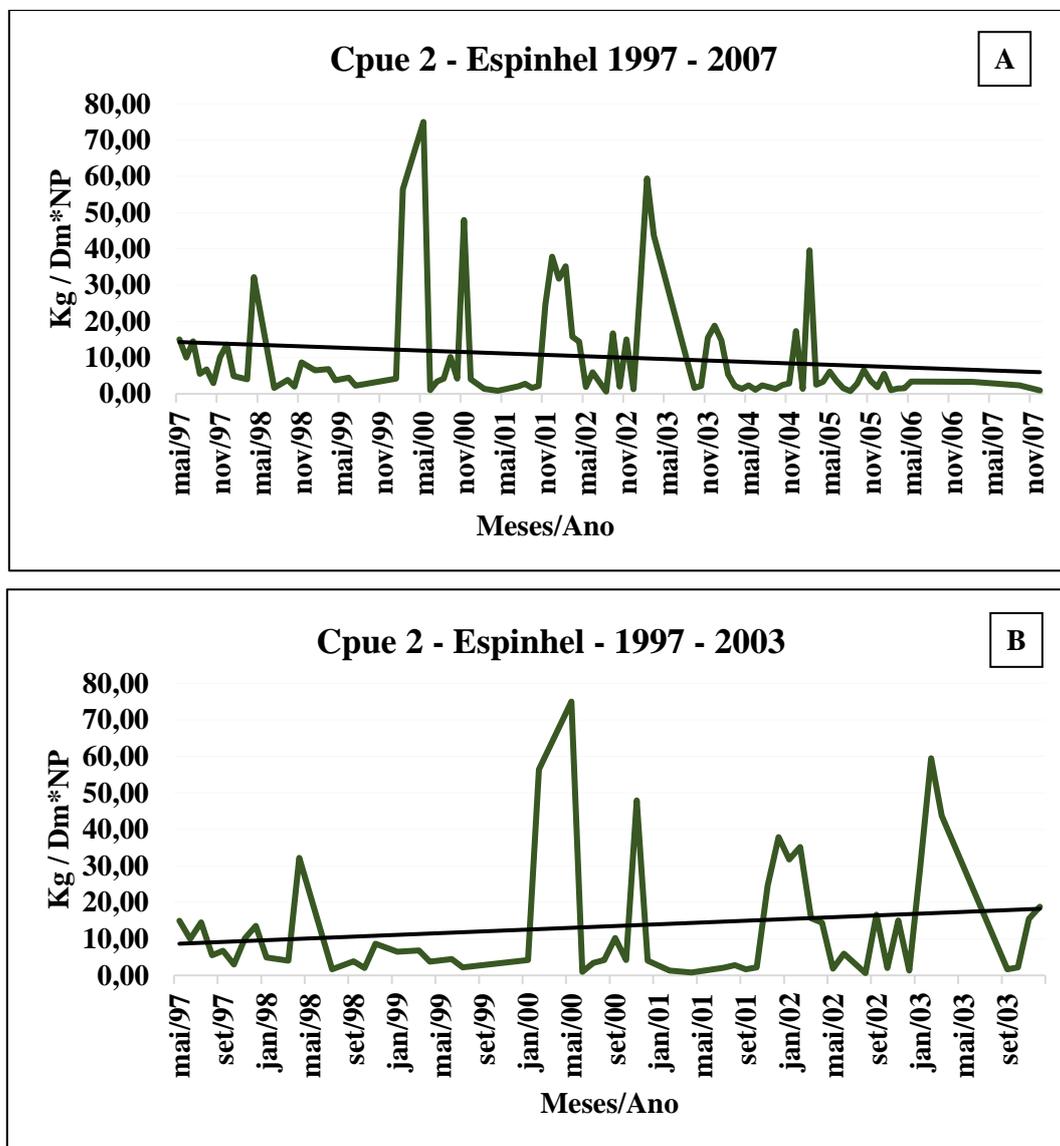
Fonte: Autor

5.7 Captura por unidade de esforço.

A cpue do espinhel fora analisada em dois períodos distintos, a primeira série (figura 32a) exibe uma tendência de decrescimento com média de $10,65171 \pm 1,6304$ Kg /Dias mar*nº de pescador (teste de Mann Kendall $p = 0.0099763$). A segunda série (figura 32b) foi estimada até início meados de 2003, antes da proibição total da captura da espécie e nesse período a cpue média foi de $13,55279 \pm 2,6399$ Kg/Dias mar*nº de pescador Kg. A linha de tendência mostra que a série temporal da captura subia ano após ano, contudo o teste de Mann Kendall não achou um incremento significativo estatisticamente ($p = 0,9433$). A Cpue máxima foi de 75,00 kg/dm*np em maio de 2000, os dados apresentam

assimetria em sua distribuição e a média acaba afetada pela amplitude dos valores de captura.

Figura 31 - Captura por unidade de esforço para pesca com espinhel de fundo e embarcações de pequeno porte e canoas motorizadas. Destacando dois períodos; o primeiro corresponde a série temporal completa de 1997 a 2007(figura 32a), enquanto a figura 32b é limitada no ano de 2003.

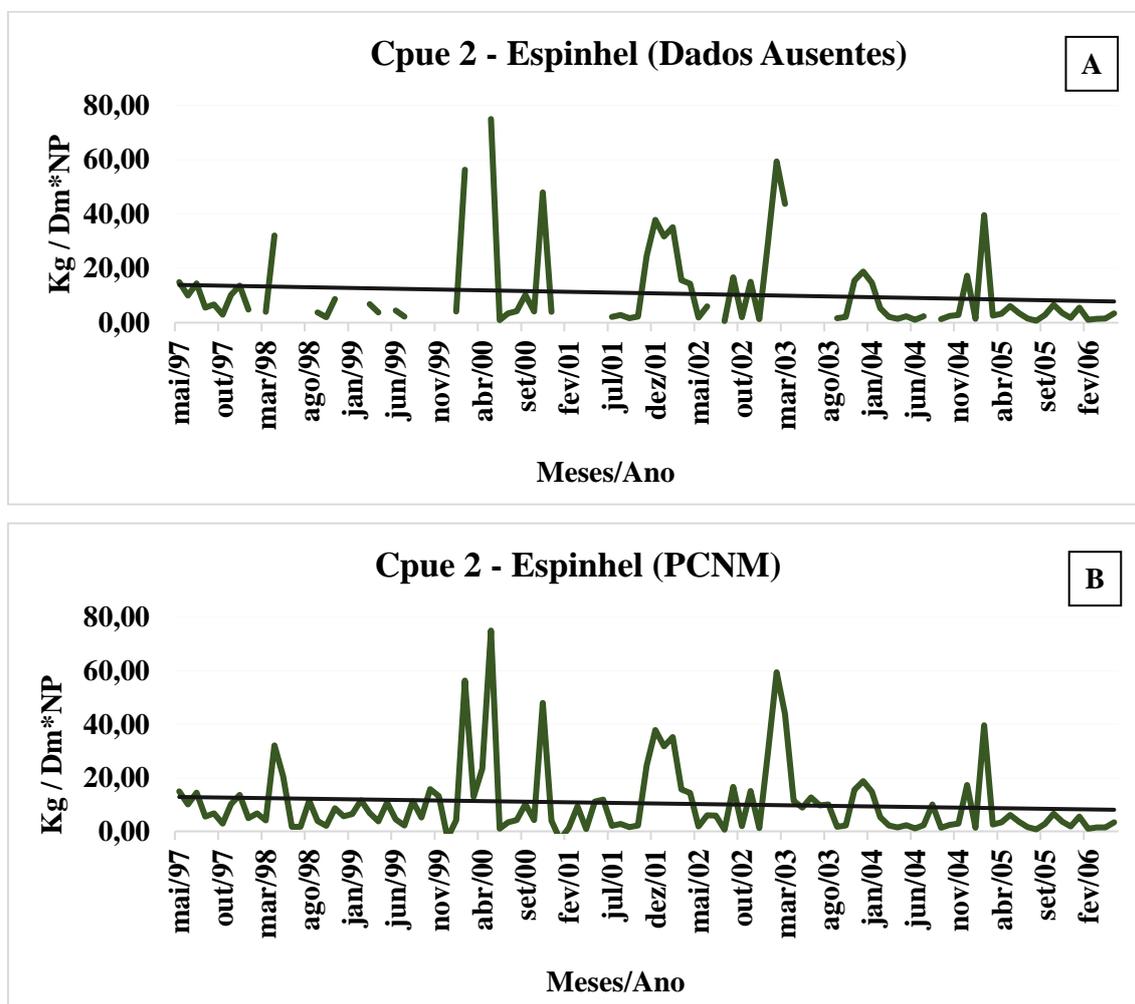


Fonte: Autor.

A série temporal da Cpue contém alguns meses sem registros de desembarque (figura 33a), para contornar estas ausências se optou por uma adaptação de uma metodologia conhecida por coordenadas principais de matrizes vizinhas (PCNM), ao invés de uma interpolação linear simples. A partir da utilização de PCNM foi possível estimar cerca de 20 meses sem registros (figura 33b). A nova série temporal apresentou uma alta correlação ($r = 0,89$) com a série original, valores similares de mediana e o coeficiente de variação diminuiu significativamente (126,076 contra 140,293) a pcnm

parece reduzir a variância que existia na série anterior.

Figura 32 – Captura por unidade de esforço para pesca com espinhel de fundo e embarcações de médio e pequeno porte. A figura 33a mostra a Cpue com dados ausentes, a figura 33b apresenta a Cpue com dados ausentes estimados por PCNM.

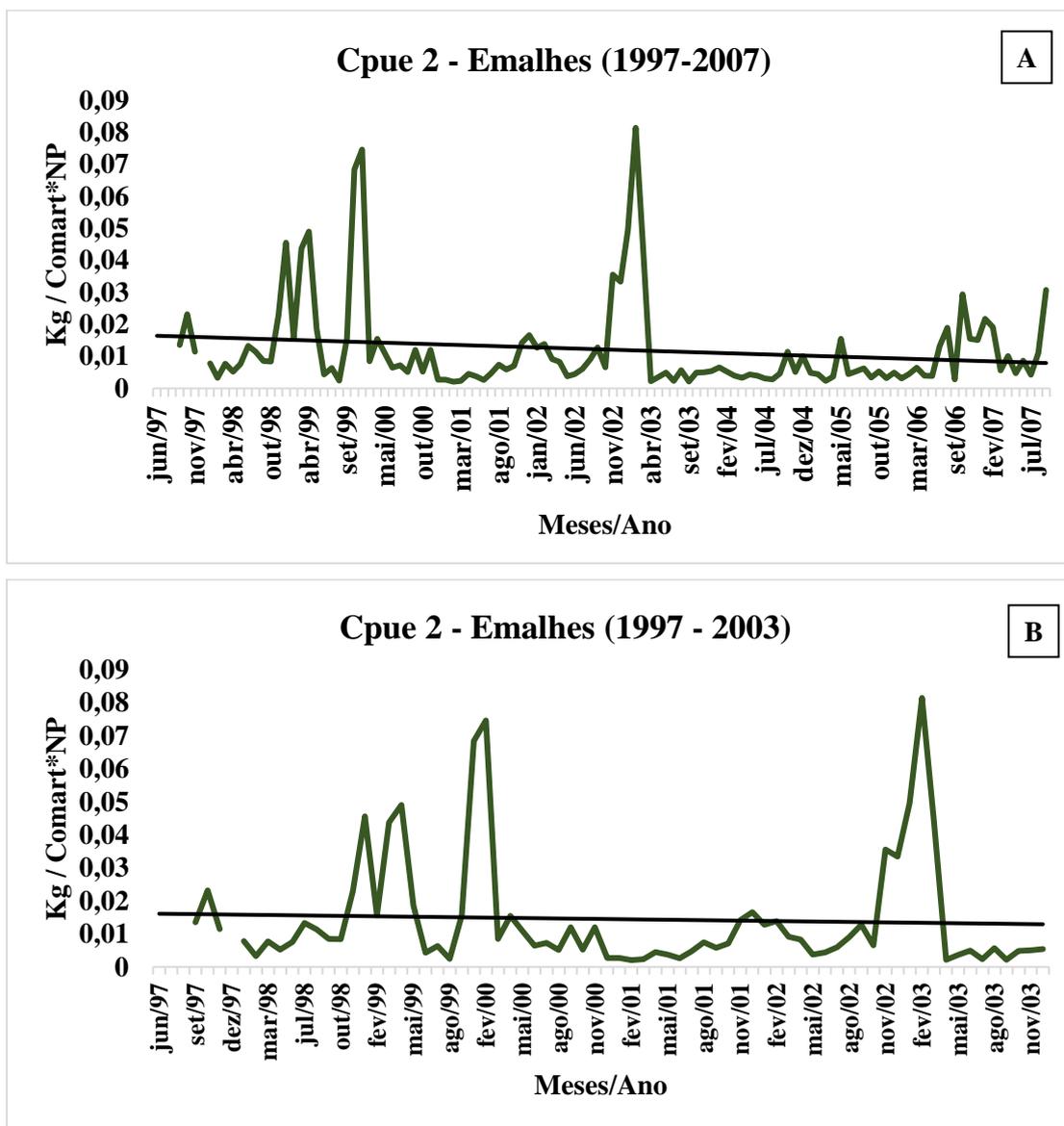


Fonte: Autor.

Dados emalhes

A Cpue para redes de emalhar (figura 34a) apresenta captura elevada no mesmo período que a pesca com espinhel. Os grandes desembarques ocorrem sempre entre os meses de outubro a março. Esta captura não se estendida ao restante dos meses em nenhum período da série, até mesmo no teste de tendência, a série está decrescendo significativamente (Teste de Mann kendall $p=0.032815$) a Cpue média foi $0,12085 \pm 0,001135$ quilogramas por metro de rede/número de pescador. Diferentemente da pesca com espinhel a Cpue não tem tendência de estabilidade antes da proibição de captura da espécie (figura 34b), a abundancia relativa já diminuía antes e continuou decrescendo ao longo do tempo.

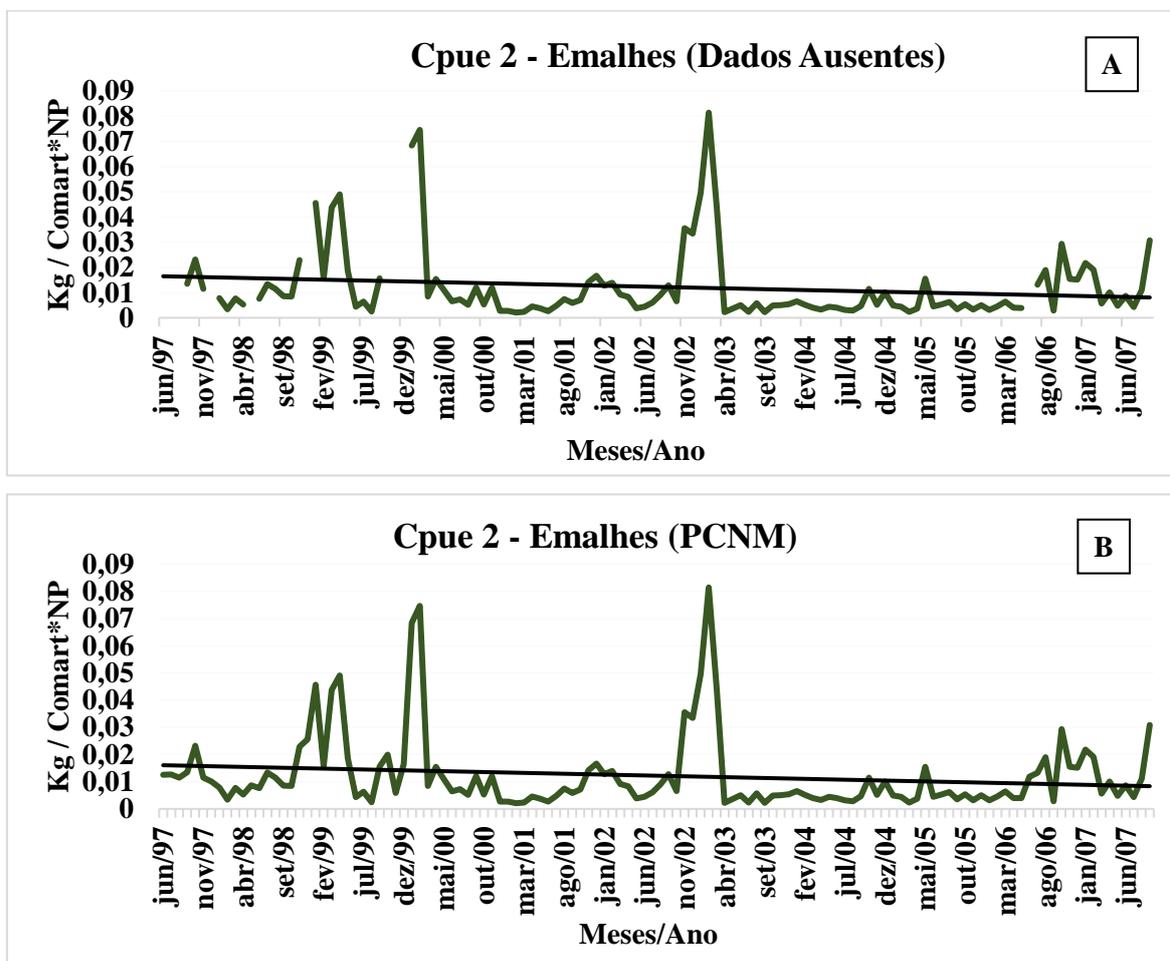
Figura 33 - Captura por unidade de esforço para pesca com de emalhar para embarcações de pequeno porte e médio porte. Destacando dois períodos; a figura 34a corresponde a série temporal completa de 1997 a 2007, enquanto a figura 34b é limitada no ano de 2003.



Fonte: Autor.

A série temporal da Cpue com emalhes registrou apenas 7 meses ausentes entre junho de 1997 e setembro de 2007 (figura 35a), são 125 registros completos, utilizando a pcnm para estimar esses dados. A nova série de Cpue (figura 35b) apresenta 132 meses com mediana 0,007167 (próxima a original de valor = 0.006479), o coeficiente de variação também diminuiu na nova Cpue (115,2641 contra 120,0296 anteriormente). A correlação entre a nova série e a série original fora de (R=1,0)

Figura 34 - Captura por unidade de esforço para pesca com redes de emalhar e embarcações de médio e pequeno porte. A figura 35a mostra a Cpue com dados ausentes, a figura 35b apresenta a Cpue com dados ausentes estimados por PCNM.

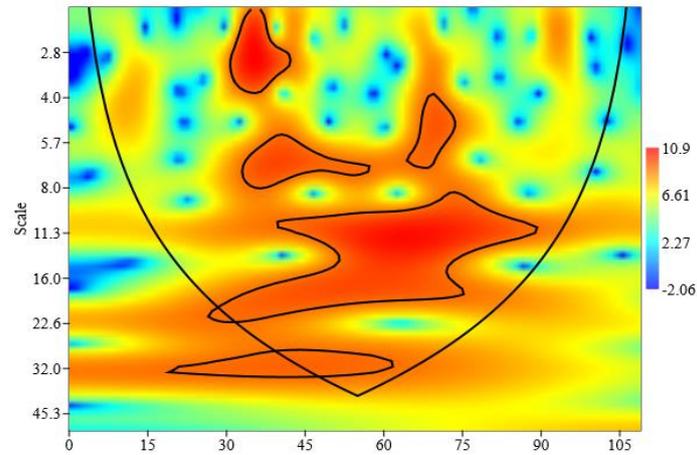


Fonte: Autor.

5.8 Wavelet

A Wavelet morlet para Cpue 2 com espinhel (figura 36) possui pequeno ciclos intra- anuais de 3 a 8 meses, que surgem período específico entre 3º ano e 6º ano da série temporal mostra demonstrando mudanças de amplitude e fase da captura por unidade de esforço, os ciclos interanuais são visualizados entre o 2º e 9º da série temporal, são ciclos de 11 e 16 meses mostram mudanças de amplitude e frequência na série.

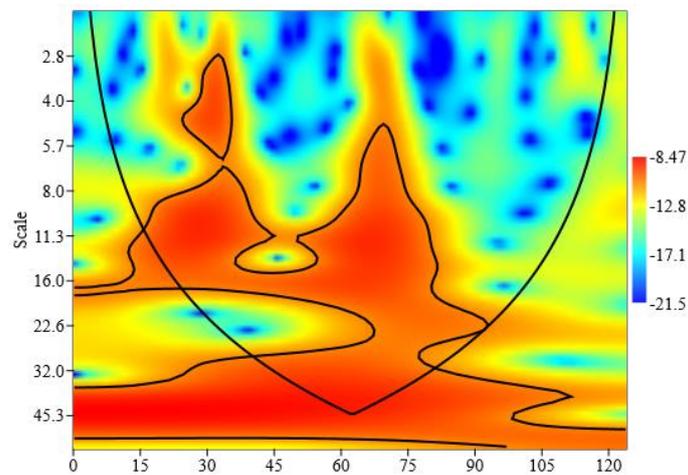
Figura 35 - Análise de Wavelet Morlet da captura por unidade de esforço da pesca da mero com espinhel ao longo da série temporal.



Fonte: Autor.

A análise de Wavelet para Cpue com redes de emalhar (figura 37) exhibe ciclos intra-
anuais de 4 a 6 meses, são observados ciclo interanuais de 16 e 32 meses por toda a série,
os ciclos interanuais se estendem por todos os meses da série temporal.

Figura 36 - Análise de Wavelet Morlet da captura por unidade de esforço da pesca da mero com redes de emalhar ao longo da série temporal.



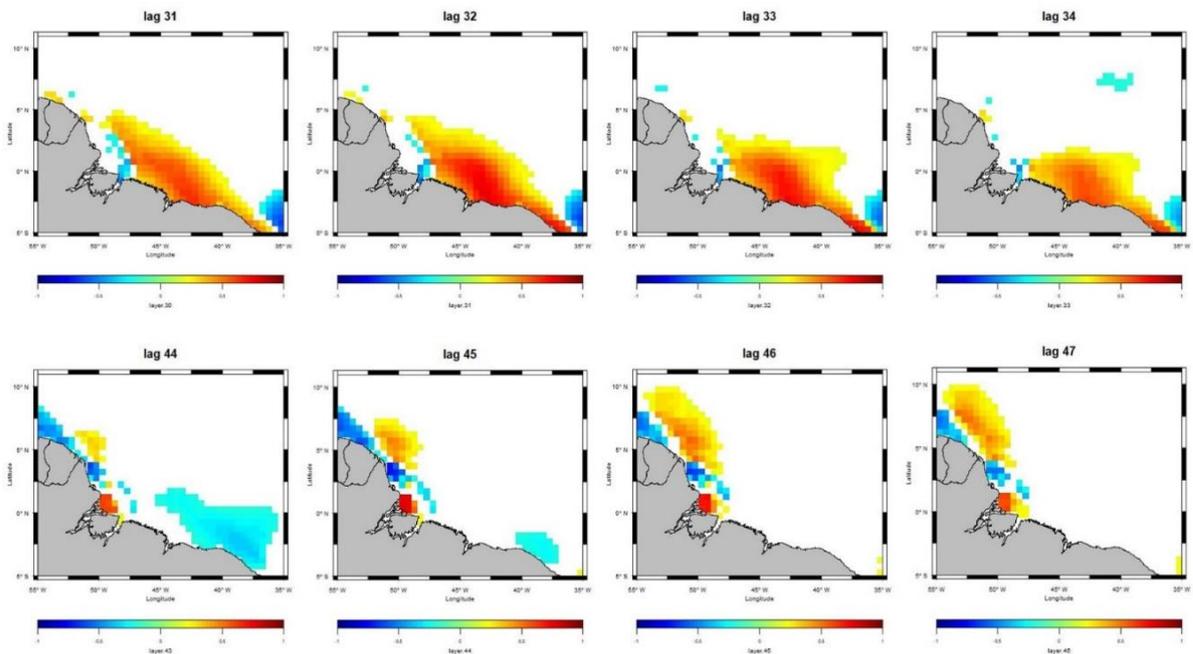
Fonte: Autor

5.9 Sensoriamento remoto

Os resultados apresentam as correlações significativas entre as variáveis ambientais e a Cpue para espinhel e redes de emalhar. O termo lag na parte superior das imagens representará o tempo de defasagem observado. O lag zero representa o momento presente, enquanto o tempo de defasagem pode ser observado em duas perspectivas: os lags entre 0 a 12 são direcionados aos espécimes adultos e os lags mais elevados podem ser utilizados para levantar informações sobre o período larval ou juvenil da espécie.

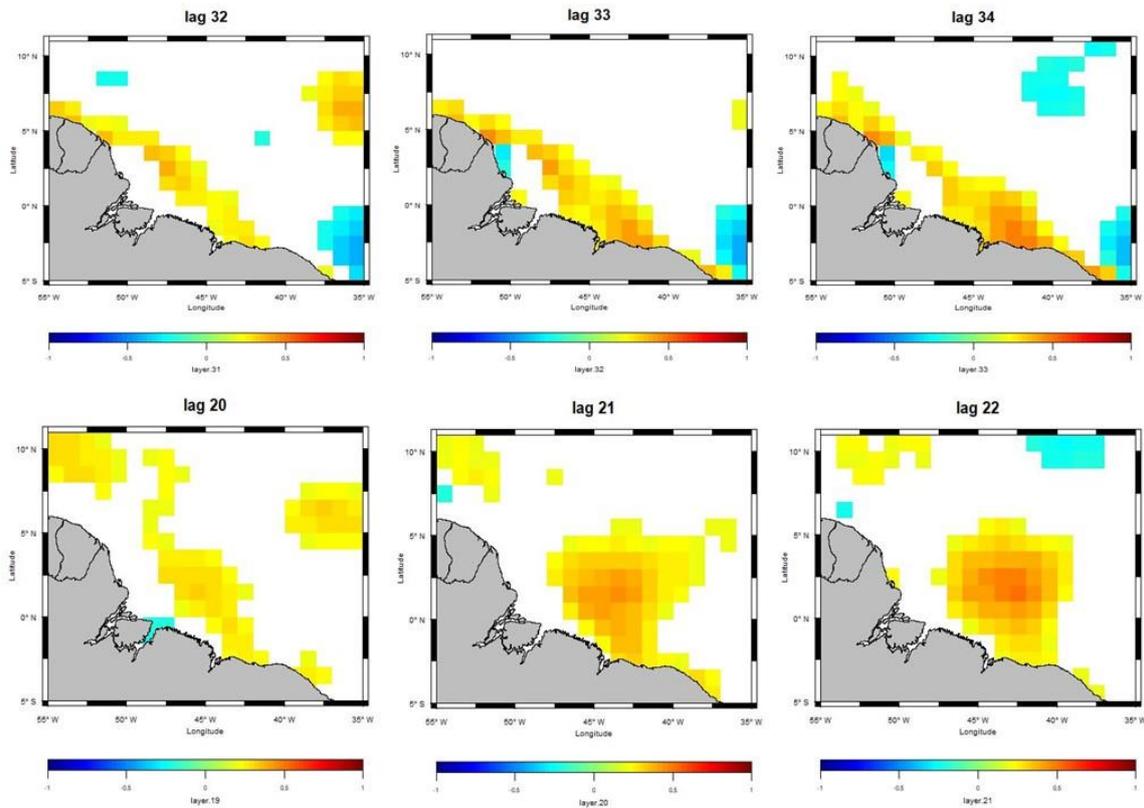
A salinidade da superfície do mar apresenta maior correlação com a Cpue (emalhes) em períodos de defasagem correspondente entre 31 e 34 meses e 44 a 47 meses (figura 38), em duas regiões distintas. A primeira a região costeira do Maranhão/Pará, e outra bem localizada na região da foz do rio Amazonas. A salinidade para Cpue com espinhel também apresenta correlação positiva sobre as fases jovens da espécie, observando primeiramente os lag 32 a 34 e 20 a 22 (figura 39). A partir da região da costa do Pará e Maranhão, seguindo em direção a noroeste.

Figura 38 – Correlação cruzada entre a salinidade da superfície do mar (SSS) e Cpue 2 para redes de emalhar. A defasagem nos lag 31,32,33,34, 44,45,46 e 47.



Fonte: Autor.

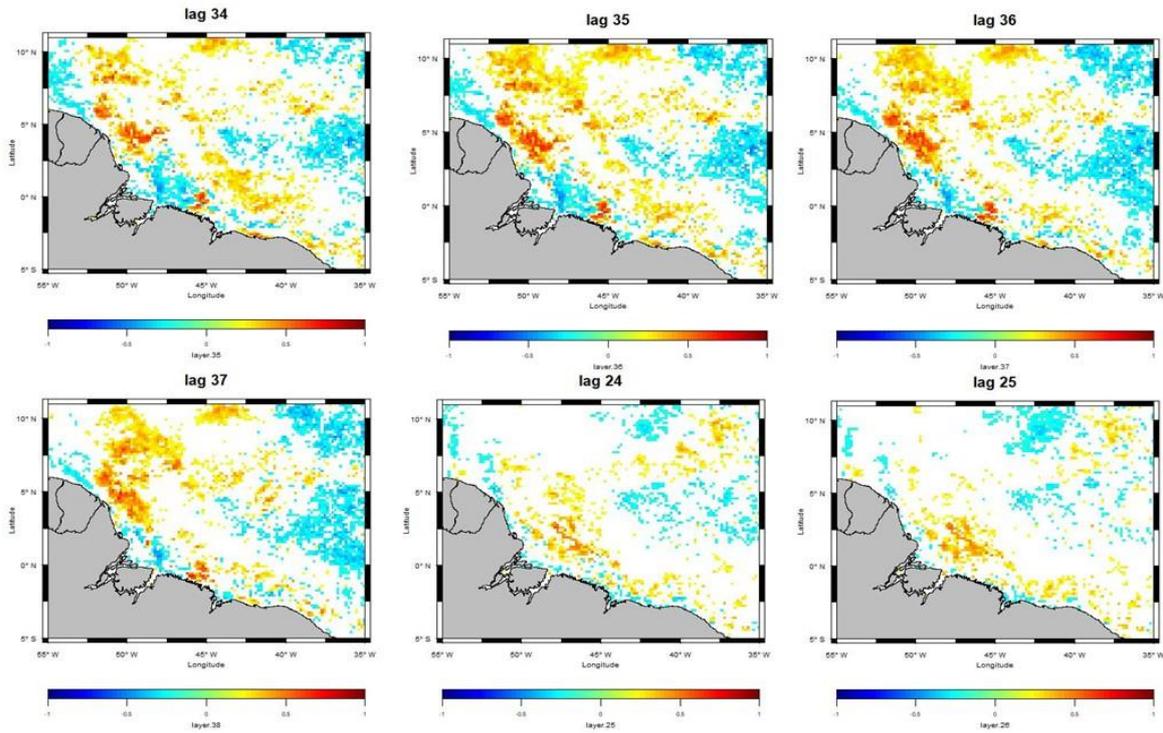
Figura 37 - Correlação cruzada entre a salinidade da superfície do mar (SSS) e Cpue 2 para Espinhel. A defasagem nos lag 32,33,34, 20, 21 e 22.



Fonte: Autor.

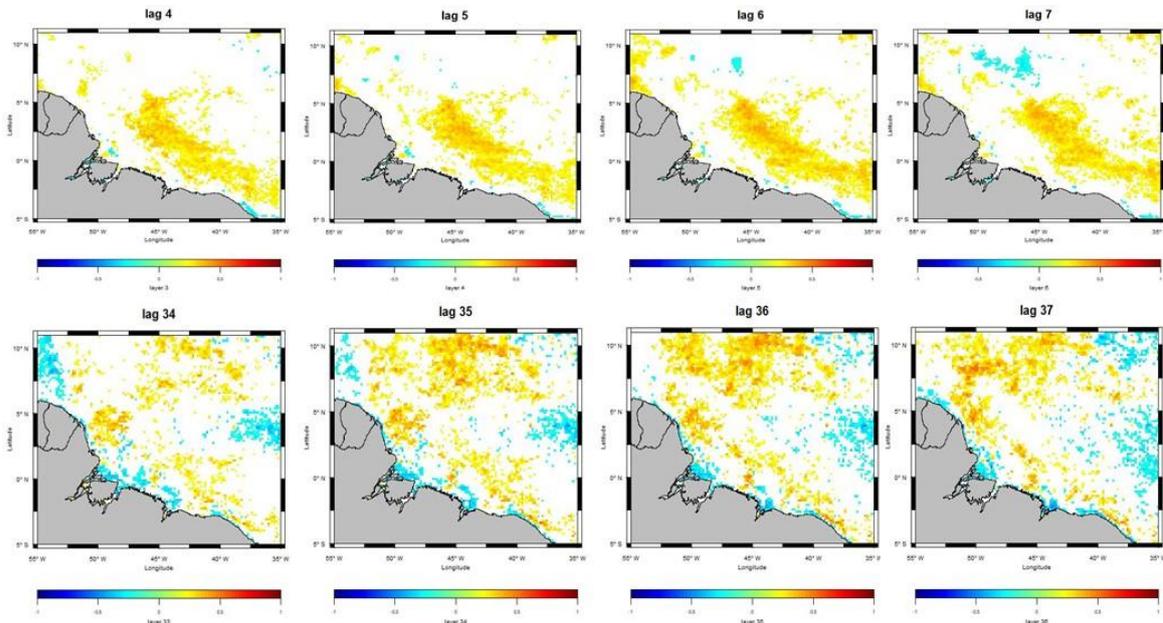
As correlações positivas entre a Cpue (redes de emalhar) e a clorofila ocorrem principalmente na região da retroflexão da corrente norte do Brasil e parece acompanhar o fluxo da massa d'água para leste. O efeito da clorofila parece influenciar as fases juvenis da espécie, visto a defasagem entre os lag 34, 35, 36 e 37 (figura 40). A Cpue para o Espinhel apresenta uma forte correlação com a clorofila em áreas da quebra da plataforma continental e da região onde se encontram o Grande Sistema de Recifes do Amazonas. (figura 41)

Figura 38 - Correlação cruzada entre a Clorofila a (CHL) e Cpue 2 para redes de emalhar. A defasagem nos lag 34, 35, 36, 37, 24,25.



Fonte: Autor

Figura 39 - Correlação cruzada entre a Clorofila a (CHL) e Cpue 2 para espinhel. A defasagem nos lag 4, 5, 6, 7, 34, 35, 36 e 37.

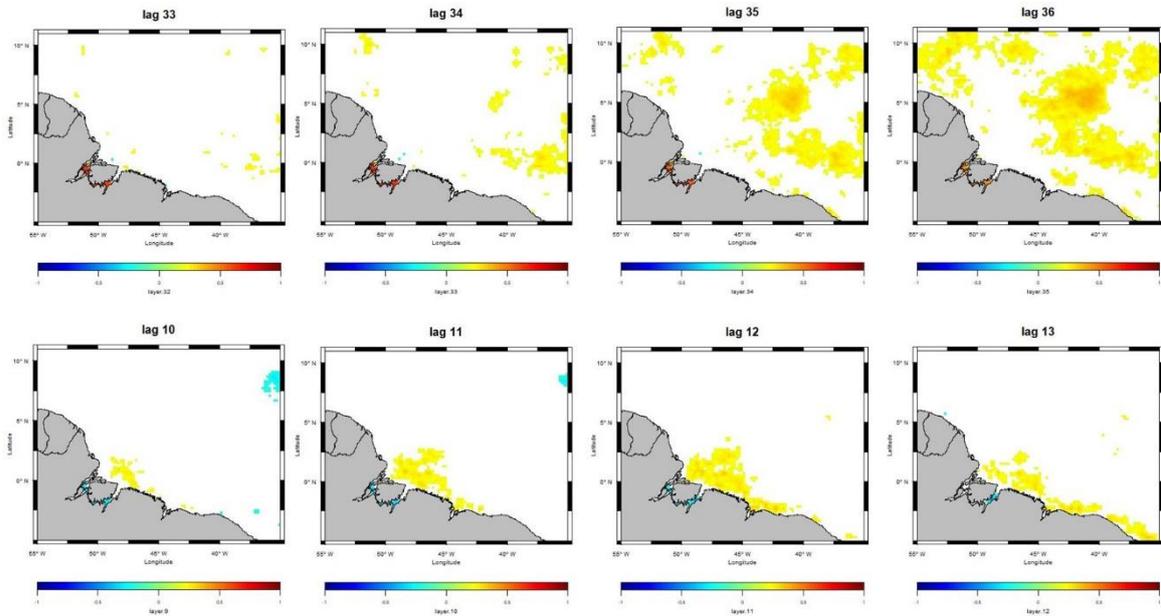


Fonte: Autor.

Foram identificadas fortes correlações significativas para Cpue e a temperatura da superfície do mar, tanto para Cpue com redes de emalhar quanto para espinhel (figura 42

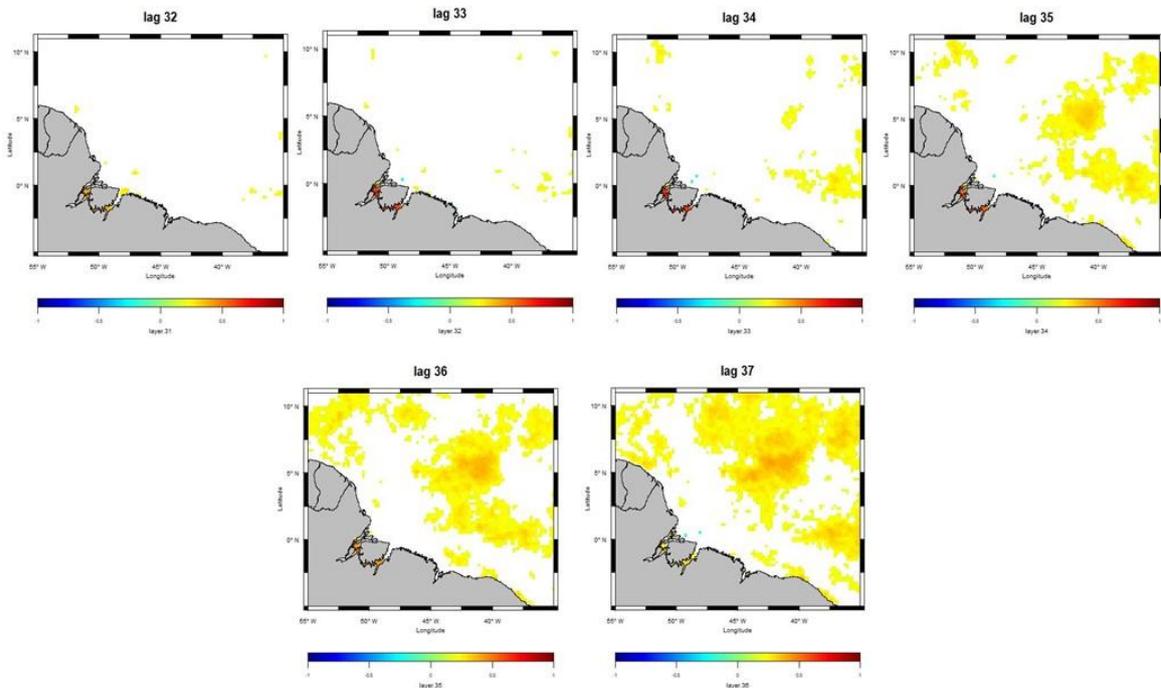
e 43). Três áreas distintas esboçam relação significativa: área de retroflexão da corrente norte do Brasil; Foz do rio Amazonas e também no setor sul da região dos recifes de corais. Os lag acima de 30 apresentaram as maiores correlações.

Figura 40 - Correlação cruzada entre a temperatura da superfície do mar (TSM) e Cpu2 para espinhel. A defasagem nos lag 10, 11, 12, 13, 33, 34, 35 e 36.



Fonte: Autor

Figura 41 - Correlação cruzada entre a temperatura da superfície do mar (TSM) e Cpu2 para rede de malhar, com defasagem nos lag 32 - 37.



Fonte: Autor.

6. DISCUSSÃO

O mero não é uma espécie alvo nas pescarias da frota artesanal. A sua captura está associada a pescarias como da pescada amarela, da gurijuba e outros bagres marinhos. Uma importante característica biológica da espécie *Epinephelus itajara* é que estes organismos se encontram em diferentes ecossistemas ao longo do seu ciclo de vida. Em sua fase juvenil, a capacidade osmorregulatória explica a presença deste em ambientes com salinidade mais baixas, como em estuários e manguezais, demonstrando um potencial de crescimento da espécie não apenas em ambientes marinhos, mas também em locais de águas salobras (Garcia et al., 2013). Sua tolerância a diferentes níveis de salinidade pode explicar por que os espécimes são capturados próximos à costa. Enquanto os adultos, ao se dirigirem aos recifes e locais rochosos, tornam-se alvos da pesca com espinhéis de fundo e rede pargueira. Os indivíduos que são capturados na pesca da pescada amarela (pesca com emalhes) são indivíduos que se deslocam em uma faixa de região entre a costa do Amapá até o Oiapoque, com aproximadamente 20 m de profundidade, sob fundos de sedimento fino. (Mourão, K. R. M et al. 2009). A migração para essa região pode estar associada à busca por alimentos ou áreas de desova. Outra forma de captura que pode indicar a presença de espécimes juvenis na costa é a captura desse organismo por armadilhas fixas, também conhecidas como currais de pesca. Esses currais estão localizados na região do litoral paraense, em extensas áreas de praia com formações de bancos de areia que favorecem a prática da pesca costeira, estuarina e marítima (Tavares, 2004). Os resultados do índice de importância pesqueira podem ser uma nova forma de caracterizar as pescarias na plataforma continental, a partir dele é possível avaliar quais apetrechos de pesca e embarcações são essenciais para a atividade. Os valores de captura precisam ser diretamente proporcionais a frequência de captura, devido a valores médios de abundância serem altamente influenciados por outliers e a dados que estão dispostos de forma heterogênea, como é o caso de dados oriundos da pesca comercial. A captura média também é influenciada pelo tipo de embarcação e apetrecho utilizado, já que o poder de pesca difere para cada tipo, valores elevados de desembarque podem ser esporádicos e não podem ser considerados o fator principal ou essencial na avaliação de uma pescaria. Analisando o ranking médio obtido, é evidente que dentre tantas combinações de captura para o mero (61) poucas eram significativas para a atividade, já que em torno de 20 eram responsáveis por 90% do número de desembarques, e cerca de 5 representavam 50%. Outro fator de destaque é a periodicidade de algumas pescarias, onde dos 11 anos acompanhados, notou-se que muitas das combinações de captura eram esporádicas e que em alguns meses não se tinha

registros destas, ou não ocorriam naquele momento, por isso, estabelecer a frequência de ocorrência é primordial para escolher quais apetrechos e embarcações continuariam a ser avaliados, frequências abaixo de 50% tornam as series temporais muito vagas e espaçadas, por isso, em estudos com um N amostral maior é sugerido um corte para frequência que seja superior ao realizado neste estudo (acima de 50%).

As embarcações da frota artesanal empregam apetrechos de pesca que passam por mudanças em suas dimensões, sendo proporcional ao tamanho e poder de pesca das embarcações, barcos de médio porte e pequeno portes, utilizam comprimento de redes, quantidade de espinheis e armadilhas em maiores proporções, além de uma maior autonomia na quantidade de dias de mar (Furtado-Júnior, 2021). As redes aumentam de tamanho consideravelmente, principalmente as utilizadas nas pescarias da pescada amarela, o dobro do comprimento é atingido em poucos anos, partindo de 1851,500 para 4668,5340 metros. Um aumento no comprimento ou quantidade de apetrechos não refletirá um aumento da captura, se a espécie já tiver alcançado a capacidade máxima do estoque, o nível de captura irá estabilizar ou diminuir. A variância dos dias de pesca, está relacionada a capacidade de autonomia de cada embarcação, dentre fatores de armazenamento, transporte, capacidade de conservação.

A presença do mero nesses ambientes diversificados resulta em sua captura por pesca multiespecífica, uma frota caracterizada por uso de uma variedade de apetrechos que são adaptados em função do tipo de habitat, da corrente e maré, do tipo de substrato e também aos comportamentos da espécie alvo (Vasconcelos, M. D. A. C., Diegues, A. C., & Sales, R. R. D. 2007). Os índices de de shannon demonstram essa diversidade nas pescarias com valor anual de H superior a 2,0, é possível dizer que existe uma média diversidade entre as formas de captura sendo sustentado pela equabilidade de Pielou com seus valores próximos de 1,0, o que representa a uniformidade das pescarias existentes.

Os dois grupos formados na análise de agrupamento são apetrechos que pescam os mesmos recursos, contudo, em ecossistemas distintos. No tempo, possuem comportamento semelhantes, capturando valores elevados no período de agregação reprodutiva da espécie (outubro a março).

A captura por unidade de esforço precisa ser bem avaliada para ser utilizada como índice de abundância de uma espécie, segundo Petrere Jr, M., e Giacomini, H. C. (2010), o esforço de captura por unidade tem sido suspeito de nem sempre ser proporcional à abundância. Através do teste de Mann Kendall foi possível ver que a Cpue com espinhel mostrou estabilidade da captura até dezembro de 2003, apesar da espécie sofrer com

declínio populacional as séries temporais não tinham tendências de crescimento ou decréscimo para pesca com espinhel. O resultado é inverso para pesca com redes de emalhar onde a produção diminui gradualmente ano após ano. Os apetrechos pescam em locais distintos, o espinhel é utilizado em pescarias numa região de recifes, que é um habitat natural de indivíduos adultos da espécie e possível local para agregação reprodutiva destes. As Cpues que tiveram dados ausentes estimados a partir da pcnm não mostraram valores de mediana diferentes significativamente entre a série original e a com valores estimados, ocorre também uma diminuição na distância interquartílicas das novas séries, juntamente com a diminuição dos coeficientes de variação. Os novos valores gerados pela pcnm parecem reduzir a variância dos dados das novas séries de captura por unidade de esforço.

As pescarias do mero apresentam ciclos intra-anuais, que exibem um crescimento anual da captura sempre ao fim do segundo semestre até fevereiro ou março do semestre subsequente, pode estar associado a migração entre ecossistemas em busca de alimentação e locais de reprodução, fazendo que haja sazonalidade na captura da espécie. OS ciclos interanuais de maior escala como observados de 16 e 32 meses devem ser analisados considerando fatores ambientais como El nino, correntes oceânicas, temperatura da superfície do mar e outras variáveis oceânicas. Considerando de suma importância o efeito dessas variáveis na captura desse importante recurso pesqueiro.

As variáveis ambientais parecem afetar principalmente as fases juvenis e larvais da espécie, com tempo de defasagem de 2 a 3 anos, em regiões influenciadas pela corrente norte do Brasil. Gouveia et al., (2019) destaca 3 regiões com maiores amplitudes de produtividade primeira: (1) a foz do rio Amazonas, (2) a região em frente à Guiana Francesa e (3) a região de retroflexão e formação de anéis NBC. As cpues do mero apresentam fortes correlações nessas regiões destacadas.

O gradiente de salinidade na plataforma continental é modificado durante fases do ano. A vazão do rio Amazonas aporta grande quantidade de água doce e matéria orgânica, o que influencia diretamente o desenvolvimento e crescimento de espécies de peixes, na região dos estuários e manguezais com salinidades médias >10 ppt, os espécimes de mero se estabelecem nos primeiros 5-6 anos de vida neste habitat proporcionando um ambiente ideal a nível de salinidade para juvenis de mero.

A forte correlação dessas variáveis ambientais implica que estas são fundamentais para o desenvolvimento da espécie, as regiões com elevada correlação podem ser potenciais áreas de desova e alimentação de *Epinephelus itajara*.

7. CONCLUSÃO

Os resultados demonstraram uma atividade pesqueira diversificada dentre os apetrechos de pesca, operando principalmente entre as embarcações de pequeno porte. A espécie é capturada nessa atividade multiespecífica durante todos os anos acompanhados, contudo, ocorre uma captura mais elevada para espinheis e redes de emalhar.

O ranking de importância pesqueira pode ser uma nova abordagem para filtrar e analisar pescarias, uma vez que considera outros fatores ao lado da captura média, como proporção de desembarques e a frequência de ocorrência de cada combinação de pesca. O que impede que a elevada variabilidade da média acarrete uma falsa posição no ranking final.

As Cpues estimadas demonstram o declínio da abundância relativa, principalmente para a captura com redes de emalhar. As capturas com espinhel se mantiveram constante até o ano de 2003. Os grandes volumes desembarcados estendem-se entre outubro e março em todos os anos acompanhados. A utilização de pcnm pode ser uma alternativa para estimar dados ausentes em séries temporais, o que acontece comumente em dados de pesca comercial.

A espécie completa o seu ciclo de vida dividido em ecossistemas diferentes, os juvenis se estabelecem nesta fase, em áreas estuarinas e costeiras, o que possibilita a captura por currais de pesca e embarcações menores, diferentemente, dos indivíduos adultos que se deslocam para áreas rochosas e recifais, tendo a captura realizada por embarcações de maiores proporções e autonomia.

A forte correlação com a clorofila-a em região de alta produtividade primária próximo a quebra de plataforma continental e região de retroflexão, deve favorecer a dispersão e larval da espécie, forte correlação para salinidade e Tsm na região da foz das amazonas e na costa entre o Pará/maranhão em lags elevados devem favorecer o desenvolvimento juvenil da espécie nesta região costeira.

O mero assim como outras garoupas tem sua renovação dificultadas por suas próprias características biológicas e pela pressão por pesca que sofreu em anos anteriores. Mesmo diante das pescarias suspensas a espécie precisa de monitoramento mais preciso e dados atuais sobre sua ecologia.

Referencias

ARAUJO, Laís S. et al. Growing industrialization and poor conservation planning challenge natural resources' management in the Amazon Shelf off Brazil. **Marine Policy**, v. 128, p. 104465, 2021.

ARTERO, C. et al. Age, growth, and mortality of the Atlantic goliath grouper *Epinephelus itajara* in French Guiana. **Endangered Species Research**, v. 28, n. 3, p. 275-287, 2015.

BEGOSI, alpina et al. Fishers and groupers (*Epinephelus marginatus* and *E. morio*) in the coast of Brazil: integrating information for conservation. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 15, p. 1-26, 2019.

BENTES, Bianca. **Diagnóstico da pesca no litoral paraense. 2004. 154 f.** 2004. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém.

BERNARDINO, A. F. et al. Monitoramento de ecossistemas bentônicos estuarinos. **Protocolos para o monitoramento de ecossistemas bentônicos costeiros- Rede de monitoramento de habitats bentônicos costeiros-Rebentos. Turra, A. & Denadai, MR orgs. Comarte jr. Instituto Oceanográfico, São Paulo, Cap**, v. 11, p. 134-154, 2015.

BERTONCINI, A. A. et al. *Epinephelus itajara*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, v. 2018, p. 2018-2, 2018.

BORCARD, Daniel; LEGENDRE, Pierre. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. **Ecological modelling**, v. 153, n. 1-2, p. 51-68, 2002.

BRUSHER, John H.; SCHULL, Jennifer. Non-lethal age determination for juvenile goliath grouper *Epinephelus itajara* from southwest Florida. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 205-212, 2009.

BRASIL. Portaria Interministerial MPA/MMA nº 13, de 2 de outubro de 2015. Proíbe, por um período de oito anos, a pesca direcionada, retenção a bordo e transbordo do mero (*Epinephelus itajara*). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 out. De 2015.

BULLOCK, Lewis H. et al. Age, growth, and reproduction of jewfish *Epinephelus itajara* in the eastern Gulf of Mexico. **Fishery Bulletin**, n. 2, 1992.

CASTELLANOS-GALINDO, Gustavo A. et al. Using landing statistics and fishers' traditional ecological knowledge to assess conservation threats to Pacific goliath grouper in Colombia. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 28, n. 2, p. 305-314, 2018.

CHAPMAN, Frank A. et al. Low-salinity acclimation of juvenile marine goliath grouper *Epinephelus itajara*. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 26, n. 2, p. 179-186, 2014.

CIOTTI, Áurea Maria; NOERNBERG, Mauricio Almeida. Oceanografia óptica: avanços, perspectivas e o acoplamento do sensoriamento remoto e observações in situ. **Fronteiras do conhecimento em ciências do mar: biodiversidade e funcionamento**, 2020.

CONNELL, Sean D. et al. Comparisons of abundance of coral-reef fish: Catch and effort surveys vs visual census. **Australian journal of ecology**, v. 23, n. 6, p. 579-586, 1998.

COLES, Victoria J. et al. The pathways and properties of the Amazon River Plume in the tropical North Atlantic Ocean. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 118, n. 12, p. 6894-6913, 2013.

COLIN, Patrick Lynn; SADOVY, Yvonne J.; DOMEIER, Michael L. **Manual for the study and conservation of reef fish spawning aggregations**. Society for the Conservation of Reef Fish Aggregations, 2003.

CRAIG, Matthew T.; SADOVY DE MITCHESON, Yvonne; HEEMSTRA, Phillip C. **Groupers of the world: a field and market guide**. 2011.

CRAIG, Matthew T.; HASTINGS, Philip A. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. **Ichthyological Research**, v. 54, p. 1-17, 2007.

CHAPMAN, Frank A. et al. Low-salinity acclimation of juvenile marine goliath grouper

- Epinephelus itajara. **Journal of Applied Aquaculture**, v. 26, n. 2, p. 179-186, 2014.
- COSTEIRA, ZONA. **Manual de Atuação**. 2022.
- DA PESCA, Estatística. Brasil grandes regiões e unidades da federação. 2007.
- DE MORAES, Elisabete Caria. Capítulo 1 fundamentos de sensoriamento remoto. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos**, 2002.
- DRAY, Stéphane; LEGENDRE, Pierre; PERES-NETO, Pedro R. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). **Ecological modelling**, v. 196, n. 3-4, p. 483-493, 2006.
- DUNN, A. et al. Calculation and interpretation of catch-per-uniteffort (CPUE) indices. **New Zealand fisheries assessment report**, v. 1, p. 44, 2000.
- EFRON, Bradley. Bootstrap methods: another look at the jackknife. In: **Breakthroughs in statistics: Methodology and distribution**. New York, NY: Springer New York, 1992. p. 569-593.
- FELSENSTEIN, J. Phylogenies and the comparative method. *American Naturalist*. 125:1–15. 1985.
- FERREIRA, BEATRICE PADOVANI; MAIDA, MAURO. Projeto Mero: apresentação e resultados preliminares. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v. 3, n. 1, p. 201-210, 1995.
- FIDELLIS, Carolina de Nazaré Aleixo. A Pesca de Curral no Município de São Caetano de Odivelas-PA. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca- UFPA. Belém, 2013.
- FIELD, Christopher B. et al. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. **Science**, v. 281, n. 5374, p. 237-240, 1998.
- FILIZOLA, Naziano; GUYOT, Jean Loup. Fluxo de sedimentos em suspensão nos rios da Amazônia. **Brazilian Journal of Geology**, v. 41, p. 566-576, 2011.
- FRANCINI-FILHO, Ronaldo B. et al. Perspectives on the Great Amazon Reef: extension, biodiversity, and threats. **Frontiers in Marine Science**, p. 142, 2018.

FREITAS, Matheus O. et al. Diet and reproduction of the goliath grouper, *Epinephelus itajara* (Actinopterygii: Perciformes: Serranidae), in eastern Brazil. **Acta Ichthyologica et Piscatoria**, v. 45, n. 1, p. 1-11, 2015.

FRIAS-TORRES, Sarah. Should the Critically Endangered Goliath grouper *Epinephelus itajara* be culled in Florida?. **Oryx**, v. 47, n. 1, p. 88-95, 2013.

FRIEDRICHS, Marjorie AM et al. Assessing the uncertainties of model estimates of primary productivity in the tropical Pacific Ocean. **Journal of Marine Systems**, v. 76, n. 1-2, p. 113-133, 2009.

FURTADO-JÚNIOR, Ivan et al. ANÁLISE DA FROTA PESQUEIRA ESTUARINA E MARINHA DO ESTADO DO PARÁ (1995 A 2007). **Tropical Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v. 21, n. 1, p. 16-29, 2021.

GARCÍA, Lury N. et al. Osmoregulation of juvenile marine goliath grouper (*Epinephelus itajara*) in low-salinity water. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 26, n. 2, p. 127-135, 2013.

GERHARDINGER, Leopoldo Cavaleri et al. Fishers' resource mapping and goliath grouper *Epinephelus itajara* (Serranidae) conservation in Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 7, p. 93-102, 2009.

GEYER, W. Rockwell; KINEKE, Gail C. Observations of currents and water properties in the Amazon frontal zone. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 100, n. C2, p. 2321-2339, 1995.

GIBBS, Ronald J. Circulation in the Amazon River estuary and adjacent Atlantic Ocean. 1970.

GOUVEIA, Nelson de Almeida et al. The salinity structure of the Amazon River plume drives spatiotemporal variation of oceanic primary productivity. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 124, n. 1, p. 147-165, 2019.

GRAFEN, A. The phylogenetic regression. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 326:119–157. 1989.

GRAHAM, Rachel T.; RHODES, Kevin L.; CASTELLANOS, Dan. Characterization of the goliath grouper *Epinephelus itajara* fishery of southern Belize for conservation planning. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 195-204, 2009.

HAGGARTY, Dana R.; KING, Jacquelynne R. CPUE as an index of relative abundance for nearshore reef fishes. **Fisheries Research**, v. 81, n. 1, p. 89-93, 2006.

HAIR, Joseph et al. **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Bookman Companhia Ed, 2005.

HARPER, John Lander; HAWKSWORTH, David L. Biodiversity: measurement and estimation. Preface. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 345, n. 1311, p. 5-12, 1994.

HEEMSTRA, Phillip C.; RANDALL, John E. Groupers of the world. **FAO Fisheries synopsis**, v. 16, n. 125, p. I, 1993.

Henson, S. A., Dunne, J. P., Sarmiento, J. L. Decadal variability in North Atlantic phytoplankton blooms, **Journal of Geophysical Research**, v. 114, n. C04013, 2009.

HEYWOOD, Vernon Hilton et al. **Global biodiversity assessment**. Cambridge: Cambridge university press, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS^ DDIRETORIA DE FAUNA E RECURSOS PESQUEIROS. Estatística da pesca, 2005: grandes regiões e unidades da federação. 2005.

ISAAC, Victoria J.; BARTHEM, Ronaldo Borges. **Os Recursos pesqueiros da Amazônia brasileira**. 1995.

ISAAC-NAHUM, Victoria Judith. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 3, p. 33-36, 2006.

ISAAC, Victoria J.; DE ALMEIDA, Morgana C. El consumo de pescado en la Amazonía brasileña. **COPESCAL. Documento Ocasional**, n. 13, p. I, 2011.

JENSEN, John R.; EPIPHANIO, José Carlos Neves. Sensoriamento remoto do ambiente:

uma perspectiva em recursos terrestres. 2009.

LARA, Monica R. et al. Early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. **Endangered Species Research**, v. 7, n. 3, p. 221-228, 2009.

LEGENDRE, Pierre; LEGENDRE, Louis. **Numerical ecology**. Elsevier, 2012.

LENTZ, Steven J.; LIMEBURNER, Richard. The Amazon River Plume during AMASSEDS: Spatial characteristics and salinity variability. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 100, n. C2, p. 2355-2375, 1995.

LONGHURST, Alan et al. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. **Journal of plankton Research**, v. 17, n. 6, p. 1245-1271, 1995.

KAMPEL. M. **Sensoriamento remoto aplicado à Oceanografia**. INPE São José dos Campos. 2002.

KAMPEL, Milton et al. Comparações entre temperaturas da superfície do mar in situ e medidas por satélite na região oeste do Atlântico Sul. **II Simpósio Brasileiro de Oceanografia, IOUPS**, v. 31, 2004.

KJERFVE, Björn et al. Chapter Twenty Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America. In: **Proceedings in marine science**. Elsevier, 2002. p. 479-532.

KJERFVE B & LACERDA LD. 1993. Mangroves of Brazil. In: Conservation and sustainable utilization of mangrove forest in Latin America and Africa regions. Part I – Latin America, LACERDA LD (Ed.). **Mangrove Ecosystem Technical Report No. 2**. ITTO/ISME, Okinawa, 272 pp.

KOENIG, C. C. et al. **Diel, lunar, and seasonal spawning patterns of the Atlantic goliath grouper, *Epinephelus itajara*, off Florida, United States**. 2016.

KOENIG, Christopher C.; COLEMAN, Felicia C.; MALINOWSKI, Christopher R. Atlantic Goliath Grouper of Florida: to fish or not to fish. **Fisheries**, v. 45, n. 1, p. 20-32, 2020.

MANESCHY, Maria Cristina. **Pescadores Curraleiros no Litoral do Estado do Pará: Evolução e Continuidade de uma Pesca Tradicional.** Revista da SBHC, n. 10, p. 53-74, 1993.

MAGURRAN, Anne E.; MCGILL, Brian J. Biological diversity. **Frontiers in**, 2011.
METZLER, Patricia M. et al. New and regenerated production in the South Atlantic off Brazil. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 44, n. 3, p. 363-384, 1997.

McClain, C.; Esaias, W.E.; Barnes, W.; Guenther, B.; Endres, D.; Hooker, S.B.; Mitchell, B.G.; Barnes, R. SeaWiFS calibration and validation Plan: In: Hooker, S.B.; Firestone, E.R., eds., SeaWiFS Technical Report Series, V.3 (NASA Technical Memorandum 104566). NASA, Washington, DC, 43p. 1992.

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, T. de. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. **Universidade de Brasília, Brasília**, 2012

MOLINIER, Michel et al. Les regimes hydrologiques de l'Amazonie et de ses affluents. **IAHS publication**, p. 209-222, 1996.

MEADE, Robert H. et al. Transporte de sedimentos no rio Amazonas. **Acta amazônica**, v. 9, p. 543-547, 1979.

MOURA, Rodrigo L., et al. "An extensive reef system at the Amazon River mouth." **Science advances** 2.4 (2016): e1501252.

MOURÃO, Keila Renata Moreira et al. Sistema de produção pesqueira pescada amarela-Cynoscion acoupa Lací` pede (1802): um estudo de caso no litoral nordeste do Pará-Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 35, n. 3, p. 497-511, 2009.

MULLER-KARGER, Frank E.; MCCLAIN, Charles R.; RICHARDSON, Philip L. The dispersal of the Amazon's water. **Nature**, v. 333, n. 6168, p. 56-59, 1988.

NITTROUER, Charles A.; DEMASTER, David J. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. **Continental shelf research**, v. 16, n. 5-6, p. 553-573, 1996.

NOAA. **www.fisheries.noaa.gov**, 2023. Administração Nacional Oceânica E

Atmosférica | Departamento De Comércio Dos Eua. Disponível em: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/atlantic-goliath-grouper/science>. Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVEIRA, V. S.; ALII, E. (Org.). **CATÁLOGO DOS APARELHOS E EMBARCAÇÕES DE PESCA MARINHA DO BRASIL**. 1. ed. Rio Grande - RS: Editora da FURG, 2020. v. 330.

OLTMAN, Roy Edwin. **Reconnaissance investigations of the discharge and water quality of the Amazon River**. US Government Printing Office, 1968.

PARENTI, Paolo; RANDALL, John E. An annotated checklist of the fishes of the family Serranidae of the world with description of two new related families of fishes. **Fishtaxa-Journal of Fish Taxonomy**, v. 15, 2020.

PASSOS, Taiana Amanda Fonseca dos et al. **Análise da pesca e da influência ambiental sobre a abundância relativa (CPUE) da pirapema *Megalops atlanticus valenciennes*, 1847, na costa norte do Brasil**. 2021. Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém.

PEREIRA, Luciano de Jesus Gomes et al. Análise multidisciplinar de uma pescaria proibida: estudo de caso da pesca do mero *Epinephelus itajara* (Lichtenstein, 1822) no litoral paraense, Amazônia oriental. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e944986338-e944986338, 2020.

PEREIRA, Luciano de Jesus Gomes et al. Conhecimento ecológico local sobre o mero *Epinephelus itajara* (LICHTENSTEIN, 1822) no Nordeste Paraense Amazônico. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 2, p. 110-119, 2016.

PEREIRA, Luci C. Carneiro. A zona costeira amazônica brasileira: limite e características. **Simpósio Zona Costeira Amazônica, Belém/PA. Anais da 59ª Reunião Anual da SBPC**, 2007

PEREIRA, Luci Cajueiro Carneiro et al. A Zona costeira amazônica brasileira. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 9, n. 2, p. 3-7, 2009.

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

PIELOU, Evelyn C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. **Journal of theoretical biology**, v. 10, n. 2, p. 370-383, 1966.

Platt, T., Fuentes-Yaco, C., Frank, K. T. Spring algal bloom and larval fish survival. **Nature**, v. 423, p. 398–399, 2003.

Rey, F., Skjoldal, H.R., Slagstad, D. Primary production in relation to climate changes in the Barents Sea. In: Loeng Bergen, H. (Ed.). **The effect of oceanographic conditions on distribution and population dynamics of commercial fish stocks in the Barents Sea**. Institute of Marine Research, p. 29-46, 1987.

ROCHA, Bruno Cesar Prior. Distribuição e caracterização da labilidade relativa de cobre, chumbo e mercúrio em amostras de sedimentos e substâncias húmicas extraídas de sedimentos coletados em mananciais com diferentes tipos de águas da Bacia Amazônica. 2017.

SADOVY, Yvonne; EKLUND, Anne-Marie. **Synopsis of biological data on the Nassau grouper, *Epinephelus striatus* (Bloch, 1792), and the jewfish, *E. itajara* (Lichtenstein, 1822)**. 1999.

SANTOS, Celso Augusto Guimarães; FREIRE, P. K. M. M.; TORRENCE, Christopher. A transformada wavelet e sua aplicação na análise de séries hidrológicas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 18, n. 3, p. 271-280, 2013.

SCHULTZ, Ken. **Ken Schultz's field guide to saltwater fish**. Turner Publishing Company, 2011.

SHANNON, Claude Elwood. A mathematical theory of communication. **The Bell system technical journal**, v. 27, n. 3, p. 379-423, 1948.

SHAPIRO, Samuel Sanford; WILK, Martin B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591-611, 1965.

SIOLI, Harald. The Amazon and its main affluents: hydrography, morphology of the river courses, and river types. In: **The Amazon: limnology and landscape ecology of a**

mighty tropical river and its basin. Dordrecht: Springer Netherlands, 1984. p. 127-165.

SIQUEIRA, Gilmar W. et al. Geochemical and sedimentary flux aspects in Amazon continental shelf. **Res J Mar Sci**, v. 1, p. 1-7, 2013.

SNEATH, Peter HA et al. **Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification.** 1973.

TAVARES, Márcia Cristina da Silva et al. A Pesca de Curral no Estado do Pará. **Boletim Técnico Científico CEPNOR.** Belém, v. 5, n. 1, p. 115-139, 2004.

TORRENCE, Christopher; COMPO, Gilbert P. A practical guide to wavelet analysis. **Bulletin of the American Meteorological society**, v. 79, n. 1, p. 61-78, 1998.

THORSON, J. T. et al. **Predicting life history parameters for all fishes worldwide. the Ecological Society of America.** p. 2262–2276. 2017.

VASCONCELOS, M. D. A. C.; DIEGUES, Antonio Carlos; SALES, Renato Rivaben de. Alguns aspectos relevantes relacionados à pesca artesanal costeira nacional. **São Paulo: NUPAUB, Universidade de São Paulo**, 2007.

XU, Song; BÖTTCHER, Lucas; CHOU, Tom. Diversity in biology: definitions, quantification and models. **Physical Biology**, v. 17, n. 3, p. 031001, 2020.

ZAGAGLIA, Cláudia Ramos. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à pesca de atuns no Atlântico Oeste Equatorial. **INPE, SJC, Sao Paulo**, p. 183, 2003.