



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA – UFRA
MESTRADO EM AQUICULTURA E RECURSOS AQUÁTICOS TROPICAIS

PAMELLA OLIVEIRA DA COSTA

PROPOSTA DE ZONEAMENTO DA PESCA DE ARRASTO DA PIRAMUTABA
Brachyplatystoma vaillantii NA COSTA NORTE DO BRASIL

BELÉM
2019

PAMELLA OLIVEIRA DA COSTA

PROPOSTA DE ZONEAMENTO DA PESCA DE ARRASTO DA PIRAMUTABA
Brachyplatystoma vaillantii NA COSTA NORTE DO BRASIL

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

Área de Concentração: Recursos Aquáticos Tropicais
Orientador: Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra

Coorientador: Prof. Dr. Ivan Furtado Júnior

BELÉM

2019

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

C837p Costa, Pamella Oliveira da
PROPOSTA DE ZONEAMENTO DA PESCA DE ARRASTO DA PIRAMUTABA
Brachyplatystoma vaillantii NA COSTA NORTE DO BRASIL / Pamella Oliveira da Costa. - 2019.
52 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, 2019.
Orientador: Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra
Coorientador: Prof. Dr. Ivan Furtado Júnior.

1. AMAZÔNIA. 2. PESCA INDUSTRIAL. 3. PREPS. 4. ORDENAMENTO PESQUEIRO. I. Cintra, Israel
Hidenburgo Aniceto, *orient.* II. Título

CDD 354.333098115

PAMELLA OLIVEIRA DA COSTA


PROPOSTA DE ZONEAMENTO DA PESCA DE ARRASTO DA PIRAMUTABA
***Brachyplatystoma vaillantii* NA COSTA NORTE DO BRASIL**

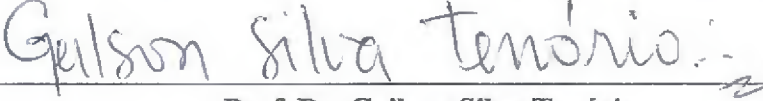
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, para obtenção do título de Mestre. Área de Concentração: Recursos Aquáticos Tropicais. Coorientador: Prof. Dr. Ivan Furtado Júnior.


23/08/2019

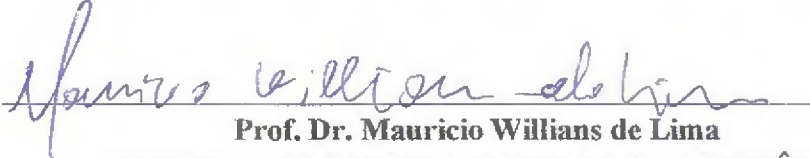
Data da Aprovação

Banca Examinadora:


Orientador
Prof. Dr. Israel Hidenburgo Aniceto Cintra
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Membro 1
Prof. Dr. Geilson Silva Tenório
INSTITUTO FEDERAL DO PARÁ


Membro 2
Prof. Dr. Breno Gustavo Bezerra Costa
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA


Membro 3
Prof. Dr. Mauricio Willians de Lima
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

Dedico à minha mãe e aos amigos leais que considero
minha família; por todo amor, apoio e respeito.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar força e sabedoria para seguir em frente e conquistar todos os meus sonhos;

A Nossa Senhora de Fátima, por toda a sua luz e proteção;

A minha corrente de oração;

A minha mãe pela educação, ensinamentos e valores;

Ao meu orientador Israel Hidenburgo Aniceto Cintra por ter aceitado me orientar e pela predisposição para me aconselhar no desenvolvimento da minha dissertação;

Ao meu coorientador Ivan Furtado Júnior pela ajuda, paciência e apoio durante todo o processo de desenvolvimento da dissertação;

Ao professor Dr. Eduardo Tavares Paes e Dr. Fábio Campos Pamplona Ribeiro, pelas contribuições durante o processo de composição da dissertação;

Aos membros da banca examinadora por todas as contribuições;

A Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPGAqRaT) pela oportunidade de crescimento intelectual;

Aos professores do mestrado pelo conhecimento compartilhado;

As colegas de curso e de laboratório: Jéssica, Ilana e Deusilene, pelo companheirismo;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo de mestrado;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

RESUMO

Nesta proposta de zoneamento da pesca industrial de arrasto de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*), foram utilizadas duas fontes de dados distintas: dados do PREPS (Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite) relativos as embarcações piramutabeiras na costa norte do Brasil, durante os anos de 2008 a 2011 e dados de produtividade dos mapas de bordo desta pescaria (entre fevereiro de 2008 e setembro de 2011). A metodologia de rastreamento do PREPS permite o monitoramento remoto das embarcações pesqueiras. O sistema apresenta uma série de informações referentes ao posicionamento geográfico e ao deslocamento das embarcações pesqueiras que atuam no Brasil. Os registros relacionados à atividade de pesca demonstraram três grandes áreas com concentrações de densidade, em termos de ocupação pela intensidade de uso de área, bem marcadas nos quatro anos estudados e compreendidas geograficamente entre os paralelos de 00°N a 01°N, 01°N a 02°N, 00°N a 01°N e os meridianos de 048°40'W a 049°40'W, 048°40'W a 049°40'W e 047°40'W a 048°40'W, respectivamente. Essas zonas de pesca foram divididas em quadrantes e delimitadas como Área de Proteção Rotativa (APR). Foi sugerido um ciclo de pesca quadrimestral composto por três quadrantes com período de ocupação (atividade de pesca) de 4 meses em cada área e 8 meses de descanso para a recuperação do estoque. Para os dados de mapas de bordo, foram avaliadas as informações referentes a 10.467 lances de pesca e foi calculada a CPUE média para cada mês do ano. De acordo com os dados de vazão obtidos através do portal da Agência Nacional de Águas - ANA, provenientes da estação localizada no município de Óbidos, PA e dos resultados da análise dos dados, foram verificados os maiores valores de CPUE no período de maior vazão do rio Amazonas: maio a junho de 2008 (340,06 kg/redes-hdec), abril a julho de 2009 (298,26 kg/redes-hdec) e maio a junho de 2010 (439,25 kg/redes-hdec). Os resultados de CPUE também foram relacionados com a precipitação pluviométrica média mensal das estações do Nordeste Paraense (mm), vazão média mensal do rio Amazonas (m³/s) e o índice de El Niño 3.4, usando análise de correlação cruzada. A variação mensal média da CPUE da piramutaba com base no Periodograma de Lomb mostrou um ciclo bem marcado e constante de aproximadamente um ano. Dentre os fatores ambientais que possivelmente influenciaram esse ciclo, o índice de El Niño 3.4 teve correlação negativa ($r=-0.77$; $p<0.001$), com defasagem de 15 meses, enquanto que a chuva mensal e a vazão média do rio Amazonas, apresentaram correlações significativas e fortemente positivas ($r=0.89$ e 0.87 ; $p<0.001$), com defasagens de 12 e 11 meses, respectivamente. Dessa forma, pode-se explicar que as flutuações na variação da CPUE média por mês da piramutaba foram influenciadas por eventos climáticos. Por fim, em anos de La Niña, espera-se que haja o aumento das chuvas e vazão e conseqüentemente da captura da piramutaba na costa norte do Brasil.

Palavras-chave: Pesca industrial. PREPS. Amazônia. Ordenamento pesqueiro.

ABSTRACT

In this zoning proposal for industrial fishing for piramutaba trawl (*Brachyplatystoma vaillantii*), two different data sources were used: data from the PREPS (National Satellite Fishing Vessel Tracking Program) relating to piramutabeira vessels on the northern coast of Brazil, from 2008 to 2011 and productivity data of the on-board maps of this fishery (between February 2008 and September 2011). PREPS's tracking methodology allows remote monitoring of fishing vessels. The system presents a series of information regarding the geographical positioning and displacement of fishing vessels operating in Brazil. The records related to fishing activity showed three large areas with density concentrations, in terms of occupation by intensity of use of area, well marked in the four years studied and geographically understood between the parallels from 00°N to 01°N, 01°N to 02°N, 00°N to 01°N and the meridians from 048°40 W to 049°40 W, 048°40 W to 049°40 W and 047°40 W to 048°40 W, respectively. These fishing zones were divided into quadrants and delimited as Rotating Protection Area (APR). A four-monthly fishing cycle was suggested, consisting of three quadrants (fishing activity) 4 months in each area and 8 months rest for stock recovery. For the onboard map data, information on 10,467 fishing throws were evaluated and the average CPUE for each month of the year was calculated. According to the flow data obtained through the portal of the National Water Agency - ANA, from the station located in the municipality of Óbidos, PA and from the results of the analysis of the data, the highest CPUE values were verified in the period of greatest flow of the Amazon River: May to June 2008 (340.06 kg/hdec-nets), April to July 2009 (298.26 kg/hdec-nets) and May to June 2010 (439.25 kg/hdec-nets). The CPUE results were also related to the monthly average rainfall of the Northeast Pará stations (mm), monthly average Amazon river flow (m³/s) and the El Niño 3.4 index using cross-correlation analysis. The average monthly variation of piramutaba CPUE based on the Lomb Periodogram showed a well marked and constant cycle of approximately one year. Among the environmental factors that possibly influenced this cycle, the El Niño 3.4 index was negatively correlated ($r = -0.77$; $p < 0.001$), 15 months, while the monthly rainfall and the average flow of the Amazon River showed significant and strongly positive correlations. ($r = 0.89$ and 0.87 ; $p < 0.001$), with lags of 12 and 11 months, respectively. Thus, it can be explained that fluctuations in the average CPUE variation per month of piramutaba were influenced by weather events. Finally, in La Niña years, it is expected that there will be an increase in rainfall and flow and consequently the capture of piramutaba on the northern coast of Brazil.

Keywords: Industrial fishing. PREPS. Amazon. Fisheries management.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	
1	CONTEXTUALIZAÇÃO 8
	REFERÊNCIAS 9
1.1	Revisão da Literatura 10
1.1.1	Contexto histórico da pesca..... 10
1.1.2	PREPS (Programa nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite)..... 11
1.1.3	Biologia da espécie..... 17
1.1.3.1	Distribuição geográfica e habitat..... 17
1.1.3.2	Alimentação e crescimento..... 18
1.1.3.3	Reprodução e migração..... 18
1.1.4	A pesca da “Piramutaba” na costa Norte do Brasil..... 19
	REFERÊNCIAS 22
CAPÍTULO 2	
2	PROPOSTA DE ZONEAMENTO DA PESCA DE ARRASTO DE <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> NA ZONA ECONÔMICA (ZE) DA COSTA NORTE DO BRASIL E INFLUÊNCIA DE FATORES CLIMÁTICOS NA VARIABILIDADE DA ABUNDÂNCIA
	INTRODUÇÃO 26
	MATERIAL E MÉTODOS 28
	ÁREA DE ESTUDO..... 28
	BASE DE DADOS..... 29
	TRATAMENTO DE DADOS..... 30
	ELABORAÇÃO DOS MAPAS..... 31
	PLANO DE ZONEAMENTO PESQUEIRO..... 32
	RESULTADOS E DISCUSSÃO 34
	ANÁLISE DOS DADOS DE MAPAS DE BORDO..... 34
	ANÁLISE DOS DADOS DO PREPS..... 40
	CONCLUSÃO 49
	REFERÊNCIAS 49
CAPÍTULO 3	
3	CONCLUSÕES GERAIS 52

Capítulo 1

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A costa Norte do Brasil é representada pelos estados do Amapá, Pará e Maranhão. Os recursos pesqueiros provenientes dessa região possuem grande valor comercial e são exploradas pela pesca artesanal e industrial. A pesca é influenciada diretamente pelas descargas dos rios Amazonas e Tocantins, localizado entre os estados do Amapá e Pará. Esse material é depositado sobre a plataforma continental da foz desses rios, fazendo com que a costa desses dois estados seja altamente produtiva (BATISTA et al., 2005; ISAAC; BARTHEM, 1995).

A pesca industrial da piramutaba na costa Norte do Brasil atua no estuário amazônico, na área de costa Amapá-Pará, com a modalidade de rede de arrasto em parelha ou trilheira. Existem, dentro das subdivisões existentes nas pescarias comerciais, quatorze (14) modalidades de permissionamento integrantes da pesca de arrasto, definidas pela Instrução Normativa Interministerial MPA-MMA nº10, de 10 de junho de 2011. Essas modalidades de permissionamento são determinadas pelos petrechos de pesca utilizados, as espécies alvo da pescaria, fauna acompanhante e a região em que a atividade é praticada. As modalidades da pesca de arrasto passíveis de autorização, nos termos desta instrução normativa, integram, conforme suas peculiaridades ou características operacionais, os métodos de pesca a seguir: arrasto de fundo - parelha ou trilheira, arrasto de fundo - simples ou parelha, arrasto de fundo - duplo ou simples, arrasto de fundo duplo, arrasto costeiro de fundo duplo, arrasto costeiro de fundo - simples e parelha, arrasto oceânico de fundo - simples e duplo e arrasto de meia água; as quais, destacam-se como de extrema importância para a atividade pesqueira da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. Segundo Silva et al. (2016), a pesca industrial da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes in Cuvier e Valenciennes, 1840) na região norte do Brasil é realizada com rede de arrasto de fundo tracionada.

Um dos grandes benefícios da atividade pesqueira de arrasto é quanto sua importante contribuição na produção brasileira de pescado e geração de renda. No entanto, os recursos pesqueiros provenientes da pesca pelo método de arrasto são limitados, devido ao seu poder agressivo de captura, não somente da espécie-alvo como de outras espécies marinhas acessórias. Tudo isso atrelado à falta de monitoramento e ao manejo ilegal contribui drasticamente para a escassez dos recursos pesqueiros. No entanto, esses recursos podem ser protegidos e conservados com o auxílio de uma gestão cuidadosa e responsável.

A gestão dos recursos pesqueiros está intrinsecamente fundamentada na sistemática de coletas de informações sobre a produção pesqueira, esforço e áreas de exploração. E, a busca por um desenvolvimento sustentável baseado em informações relevantes sobre a dinâmica da

produção e esforço pesqueiro necessita de processos de monitoramento e coleta de informações, além da sistematização e análise destas informações, de forma a prover os subsídios necessários para o fomento de novas políticas de acesso e uso deste recurso. Tanto a esfera pública quanto a privada devem pautar-se por ações que visem o desenvolvimento sustentável e, somente com informações sobre a atividade pesqueira é que será possível um dimensionamento concreto e, então, um sólido monitoramento da atividade. Assim, ao poder público compete elaborar planos, considerando o equilíbrio entre a sustentabilidade dos recursos e a obtenção dos melhores resultados econômicos e sociais. Para tanto, deve estabelecer, entre outros, os regimes de acesso, o esforço de pesca e as áreas interditadas ou de reserva que são delimitados através de um Plano de Zoneamento Pesqueiro.

O objetivo deste trabalho é elaborar uma proposta de ordenamento para a pesca de arrasto da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*, com base no sistema espaço-temporal de dados do PREPS (Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite) e de dados de mapas de bordo da frota industrial de arrasto estabelecida no estado do Pará (durante os anos de 2008 a 2011); e, verificar a influência de variações ambientais na produtividade das pescarias.

REFERÊNCIAS

BATISTA, J.; AQUINO, K. F.; FARIAS, I. P.; GOMES, J. A. Variabilidade genética da dourada e da piramutaba na bacia amazônica. p.15-19. In: FABRÉ, N.N; BARTHEM, R.B. (orgs.). **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas**. Manaus: IBAMA, PróVárzea, Coleção Documentos Técnicos, 2005. 114 p.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os recursos pesqueiros da Amazônia brasileira. **Bol. Mus. Paraense. Emílio Goeldi**, v. 11, n 2, p. 295-339, 1995.

SILVA, L. E. O.; SILVA, K. C. A.; KLAUTAU, A. G. M.; CINTRA, I. H. A. Composição da ictiofauna acompanhante na pesca industrial da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* na plataforma continental amazônica do Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 16, n. 1, p. 9-14, 2016.

1.1 Revisão de Literatura

1.1.1 Contexto histórico da pesca

A pesca da piramutaba (bagre amazônico) era explorada apenas pela pesca artesanal até o final da década de 60. Com a necessidade de intensificação da atividade, em 1971 foi iniciada a pesca industrial da piramutaba com a modalidade de arrasto, ao longo da foz do rio Amazonas (estado do Pará). O incremento dessa atividade foi contribuído pela crise da pesca do camarão em 1972. Como as empresas que se dedicavam à pesca do camarão passaram a ter um significável número de barcos disponíveis, estes foram adaptados à nova atividade, colaborando para o êxito inicial das operações. Nessa época, já começavam a surgir conflitos entre os pescadores artesanais e a pesca industrial, em virtude da disputa sobre as áreas de pesca da piramutaba (HENRIQUE-NETO, 2013).

A SUDEPE (Superintendência do Desenvolvimento da Pesca), órgão gestor dos recursos pesqueiros no início da atuação da pesca industrial, delimita a zona de interdição da pesca de arrasto em 1976, à região estuarina dos rios Amazonas e Pará que vai até o paralelo 00°05' N e meridiano 048° W. Essa portaria foi criada com o objetivo de diminuir o conflito entre os pescadores e de estabelecer o equilíbrio biológico-econômico da pesca da piramutaba. No entanto, a portaria não estabeleceu o limite de embarcações permitidas para a operação da frota de arrasto da piramutaba. Apenas em 1978, criou-se uma portaria que restringia a frota a 56 embarcações em sistema de arrasto em parelha. Entretanto, nos anos seguintes, o número de embarcações que atuaram sem permissão aumentou, em contrapartida à determinação da SUDEPE, ocasionando no declínio da captura de piramutaba e conseqüentemente expondo a espécie à sobrepesca de crescimento. Em 1982, a SINPESCA (Sindicato das Indústrias de Pesca do estado do Pará), a partir de uma série de reuniões em Brasília, estabelece a portaria N°036 que obriga o aumento do tamanho da malha da rede de arrasto para no mínimo 100 mm entre nós e diminui o número de permissões para a pesca da piramutaba para 44 embarcações, a fim de reduzir o esforço de captura. Em 1988, o limite legal de embarcações voltou novamente a ser extrapolado resultando novamente na diminuição dos índices de pesca. Além do aumento do esforço resultante do aumento indiscriminado do número de barcos, a pesca passou a ser exercida na modalidade trilheira e quadrilheira, chegando a níveis alarmantes (IBAMA, 1994; HENRIQUE-NETO, 2013).

No ano de 1989, a SUDEPE é extinta e o estado cria o IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis). No período que segue, até o ano de 1997, o IBAMA não buscou oficializar uma política nacional de pesca e permitiu que o número de

barcos fosse aumentado a cada ano para 50, 48, 66, 57, 54, 55, 54, 58 e 65, respectivamente. Em 1997, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) divulgou diretrizes ambientais para a pesca marítima, tais como: bases conceituais para o ordenamento pesqueiro e o processo de gestão. E em 2002 resolve limitar em 48 embarcações a frota que opera na pesca de arrasto de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillanti*) e outros bagres (ordem Siluriforme), fora da área delimitada pela portaria da SUDEPE de 1976. A mesma instrução normativa, proíbe em 2003, o arrasto em quadrilheira, sendo permitido o arrasto com o emprego conjunto de até três embarcações tracionando simultaneamente duas redes, conhecida por "trilheira" (IBAMA, 1999; IBAMA/MMA, 2010; HENRIQUE-NETO, 2013).

No ano de 2004, o MMA através da IN n° 6, de 7 de junho de 2004, estabelece o período de defeso para a pesca de arrasto de piramutaba (*Brachyplatystoma vaillanti*) anualmente, no período de 15 de setembro a 30 de novembro e continua limitando a atuação da frota de arrasto a 48 embarcações. A implementação dessas regulamentações passou a ser mais rígida a partir de 2006, quando foi implementado o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS).

1.1.2 PREPS (Programa nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite)

O PREPS foi estabelecido e regulamentado através da Instrução Normativa Interministerial n° 2, de 04 de setembro de 2006, em conjunto com a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP/PR), Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Marinha do Brasil. Este rastreamento, atualmente, permite o monitoramento remoto das atividades das embarcações pesqueiras que abrangem comprimento total, igual ou superior a 15 metros. O receptor GPS instalado a bordo das embarcações pesqueiras transmite para central de rastreamento do PREPS, a cada 1 hora, os dados de posicionamento geográfico no sistema Datum WGS 84 e em UTC - Universal Time Coordinated (ZAGAGLIA et al. 2009). O equipamento consiste basicamente em um transmissor, bateria de emergência, antena e receptor GPS (Global Positioning System), lacrados de forma inviolável e alimentados continuamente pela energia da embarcação (PREPS, 2011).

Os dados do PREPS são informações referentes ao posicionamento geográfico de uma série de embarcações pesqueiras que atuam no Brasil; as quais, são obrigadas, por lei, a participarem do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (Tabela 1). Esses dados são referentes à dados pontuais de localização, sendo estes: pontos de

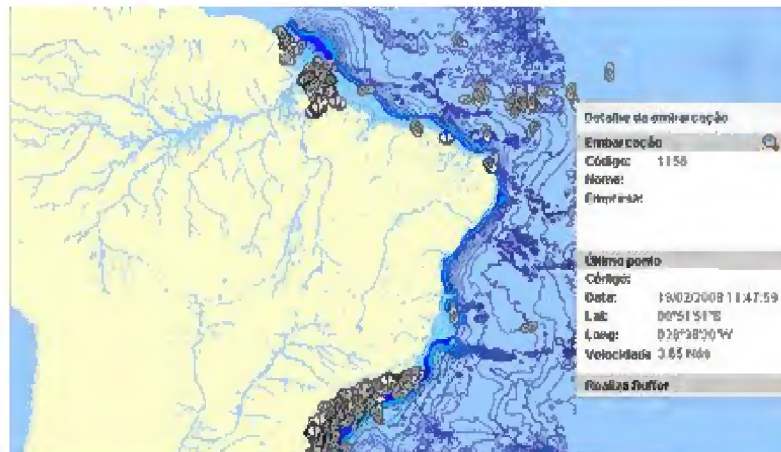
localização (latitude e longitude), deslocamento (ângulo, velocidade e distância percorrida) e momento da medição (data e hora); montando assim a base de dados do programa (Figura 1).

Tabela 1 - Tipos de embarcações obrigadas por lei a participar do PREPS e suas respectivas normativas.

Tipo de Embarcação	Instrução Normativa
Toda embarcação estrangeira de pesca arrendada no Brasil.	Instrução Normativa Interministerial SEAP/PR, MMA e MB n.º 02, de 04 de setembro de 2006
Toda embarcação que apresentar comprimento total igual ou superior a 15 metros ou arqueação bruta igual ou superior a 50	Instrução Normativa Interministerial SEAP/PR, MMA e MB n.º 02, de 04 de setembro de 2006
Toda embarcação que captura pargo (<i>Lutjanus purpureus</i>) nas regiões norte e nordeste, independente das dimensões da embarcação	Instrução Normativa Interministerial MPA e MMA n.º 01, de 27 de novembro de 2009
Toda embarcação que captura caranguejo-vermelho (<i>Chaceon notialis</i>) com armadilha, independente das dimensões da embarcação	Instrução Normativa SEAP/PR n.º 23, de 04 de dezembro de 2008
Toda embarcação que captura caranguejo-real (<i>Chaceon ramosae</i>) com armadilha, independente das dimensões da embarcação	Instrução Normativa SEAP/PR n.º 21, de 1º de dezembro de 2008
Toda embarcação que captura peixe-sapo (<i>Lophius gastrophysus</i>) com rede de espera, independente das dimensões da embarcação	Instrução Normativa Conjunta MPA e MMA n.º 03, de 04 de setembro de 2009
Toda embarcação que captura polvo (<i>Octopus spp.</i>) com potes abertos, nas regiões Sudeste e Sul, independente das dimensões da embarcação	Instrução Normativa SEAP/PR n.º 26, de 19 de dezembro de 2008
Toda embarcação que autorizada a operar em arrasto de talude superior, direcionada aos recursos: abrótea-de-profundidade (<i>Urophycis mystacea</i>), galo de profundidade (<i>Zenopsis conchifera</i>), merluza (<i>Merluccius hubbsi</i>) e calamar argentino (<i>Illex argentinus</i>), independente das dimensões da embarcação	Instrução Normativa SEAP/PR n.º 22, de 1º de dezembro de 2008
Toda a embarcação autorizada para a pesca de lagostas (<i>Panulirus argus</i> e <i>P. laevicauda</i>) com armadilha/covos, com comprimento total igual ou superior a 10 metros	Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA n.º 06, de 18 de maio de 2010

Fonte: PREPS, 2011.

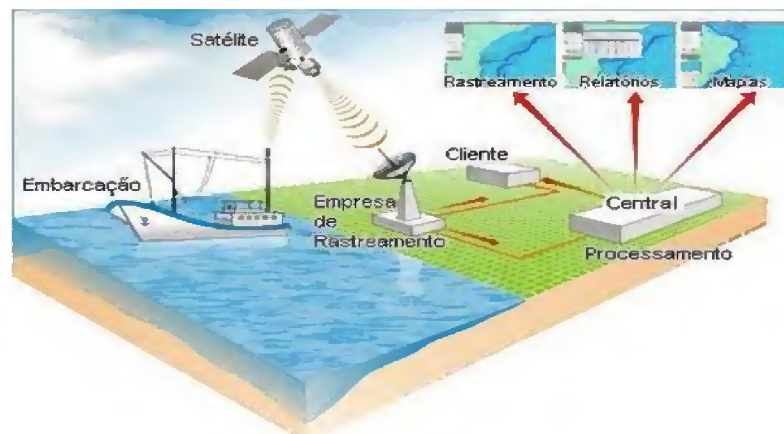
Figura 1 - Apresentação dos dados no PREPS.



Fonte: <https://www.marinha.mil.br/comcontram/?q=PREPS>

O sistema funciona, mais especificamente, da seguinte forma: o equipamento transmite informações de posição geográfica e/ou de profundidade local para os satélites a cada uma hora. Os sinais são, então, direcionados às antenas das empresas prestadoras de serviço, as quais disponibilizam à Central de Rastreamento as informações das embarcações de forma padronizada e segura, garantido sigilo absoluto das mesmas. Na Central de Rastreamento, que está localizada o Comando do Controle Naval do Tráfego Marítimo - COMCONTRAM, Organização Militar da Marinha do Brasil, subordinada ao Comando de Operações Navais; as informações são interpretadas por meio de um sistema informatizado (Figura 2) e disponibilizadas simultaneamente aos órgãos gestores do Programa, bem como para os armadores e proprietários das embarcações rastreadas (PREPS, 2011).

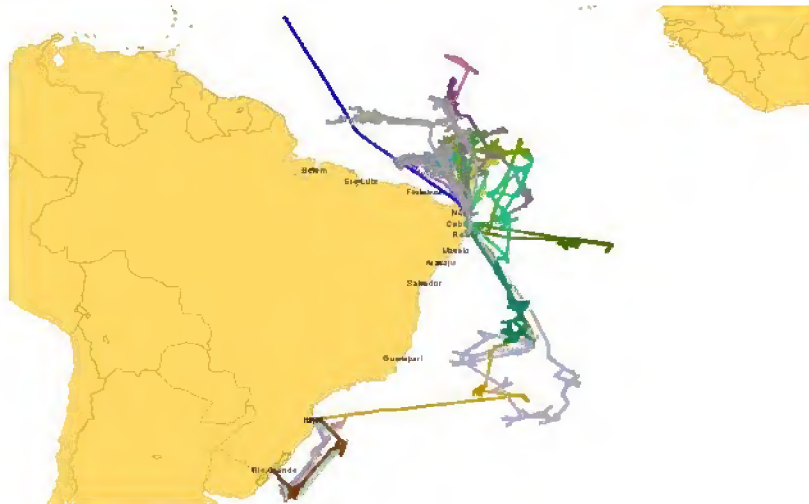
Figura 2 - Representação dos fluxos de informação dentro do PREPS.



Fonte: SEAP/IBAMA, 2006.

Este rastreamento, ao longo do tempo, traduz-se na trajetória do barco, conforme ilustra a Figura 3.

Figura 3 - Rastreamento de embarcações pesqueiras por satélite.



Fonte: ROCHA, 2010.

De acordo com o site oficial do PREPS (2011), os principais objetivos do programa com relação à pesca comercial e gestão pesqueira, são:

- Dar apoio à fiscalização e minimizar conflitos entre pesca artesanal e industrial;
- Proporcionar segurança para os pescadores e em situação de acidentes, salvamento imediato da tripulação;
- Verificação do uso das subvenções Federais (óleo diesel marítimo) e permissões de pesca;
- Acompanhamento em tempo real dos cruzeiros de pesca pelos proprietários, armadores e arrendatários das embarcações sob sua responsabilidade.

A base legal do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações pesqueiras por satélite, basicamente: estabelece normas para a operação das embarcações, estabelece diretrizes e procedimentos complementares ao PREPS, designa seus membros constituintes e institui o Programa; por meio de decreto, normas, portarias e leis, as quais serão listadas abaixo em ordem cronológica:

- Decreto n.º 4, de 19/08/2003: Estabelece normas para operação de embarcações pesqueiras nas zonas brasileiras de pesca, alto mar e por meio de acordos internacionais.

- A Instrução Normativa Interministerial n.º 02, de 04/09/2006, institui o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite - PREPS para fins de monitoramento, gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira permissionada pela Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República - SEAP/PR.

São relevantes, ainda, especialmente quanto ao mérito da espécie estudada (*Brachyplatystoma vaillantii*) nesta proposta de zoneamento, os seguintes termos:

§ 2º É obrigatória a participação no PREPS de todas as embarcações pertencentes às frotas e modalidades relacionadas no Anexo I desta Instrução Normativa, respeitadas as condições e regiões de operação estabelecidas.

No anexo I consta o cronograma de inclusão de frotas no PREPS, com detalhamento da frota (modalidade e/ou espécie alvo), região de operação, condição de inclusão, prazo máximo para iniciar participação no PREPS e informações obrigatórias requeridas. O arrasto de piramutaba está presente neste anexo, para a região Norte e Nordeste e para embarcações com AB (Arqueação Bruta) maior ou igual a 50 ou comprimento total maior que 15 m. O prazo máximo para iniciar a participação no PREPS é de 90 dias a contar da data de publicação da presente Instrução Normativa. A frota de arrasto deve dar as seguintes informações ao PREPS (constantes no item “a” do ANEXO II desta Instrução Normativa):

Item a) Enviar as informações obrigatórias, constituídas pelos seguintes dados: identificação da embarcação (código de identificação do equipamento instalado a bordo), posição (latitude e longitude em graus, minutos e segundos), com erro máximo de 120 metros, data e hora universal de cada posição (em relação ao meridiano de Greenwich);

§ 5º Os responsáveis pelas embarcações pesqueiras participantes do PREPS deverão instalar o equipamento de rastreamento e iniciar a transmissão das informações obrigatórias, previstas nos Anexos I e II desta Instrução Normativa, nos prazos e condições estabelecidos na mesma, ou em ato normativo específico, contados a partir da data de divulgação da homologação das prestadoras de serviço de rastreamento, de que tratam o inciso XIII, do art. 2º, e o art. 5º desta Instrução Normativa.

- Instrução Normativa SEAP/PR n.º 20, de 15/09/2006: Estabelece diretrizes e procedimentos complementares ao Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS;

- Instrução Normativa SEAP/PR n.º 22, de 23/10/2006: Estabelece diretrizes e procedimentos complementares ao Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS;
- Portaria SEAP/PR n.º 324, de 10/11/2006: Designa os membros da Gerência Executiva do PREPS;
- Portaria SEAP/PR n.º 325, de 10/11/2006: Designa os membros do Grupo Técnico Gestor do PREPS;
- Portaria SEAP/PR n.º 326, de 10/11/2006: Designa os membros da Secretaria Executiva do PREPS;
- Comunicado da Gerência Executiva de 15/12/2006: Divulga relação de empresas prestadoras de serviço de rastreamento INSCRITAS no âmbito do PREPS;
- Comunicado da Gerência Executiva de 16/01/2007: Divulga relação de empresas prestadoras de serviço de rastreamento HOMOLOGADAS no âmbito do PREPS;
- Instrução Normativa SEAP/PR n.º 10, de 03/05/2007: Altera o prazo para adesão ao Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS das frotas especificadas no Anexo I.

Nesta instrução normativa o prazo para adesão ao PREPS foi alterado. O arrasto de Piramutaba para a região Norte e Nordeste teve o prazo de 60 dias, a contar da data de publicação da presente “IN”, para adesão ao PREPS.

- Instrução Normativa SEAP/PR n.º 18, de 18/06/2008: Estabelecer procedimentos para a aplicação de medidas administrativas relativas ao Registro Geral da Pesca, Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações por Satélite - PREPS, Programa Nacional de Observadores de Bordo da Frota Pesqueira - PROBORDO e Mapas de Bordo;
- Lei n.º 11.959, de 29 de junho de 2009: Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e da Pesca, regula as atividades pesqueiras;

São relevantes ainda, em relação ao ordenamento pesqueiro e à pesca comercial, os seguintes instrumentos legais da lei mencionada acima:

Art. 3º § 2º Compete aos Estados e ao Distrito Federal o ordenamento da pesca nas águas continentais de suas respectivas jurisdições, observada a legislação aplicável, podendo o exercício da atividade ser restrita a uma determinada bacia hidrográfica.

Art. 26. Toda embarcação nacional ou estrangeira que se dedique à pesca comercial, além do cumprimento das exigências da autoridade marítima, deverá estar inscrita e autorizada pelo órgão público federal competente.

Art. 9º Podem exercer a atividade pesqueira em áreas sob jurisdição brasileira: I - as embarcações brasileiras de pesca; II - as embarcações estrangeiras de pesca cobertas por acordos ou tratados internacionais firmados pelo Brasil, nas condições neles estabelecidas e na legislação específica; III - as embarcações estrangeiras de pesca arrendadas por empresas, armadores e cooperativas brasileiras de produção de pesca, nos termos e condições estabelecidos em legislação específica.

Art. 24. Toda pessoa, física ou jurídica, que exerça atividade pesqueira bem como a embarcação de pesca devem ser previamente inscritas no Registro Geral da Atividade Pesqueira - RGP, bem como no Cadastro Técnico Federal - CTF na forma da legislação específica.

Art. 26. Toda embarcação nacional ou estrangeira que se dedique à pesca comercial, além do cumprimento das exigências da autoridade marítima, deverá estar inscrita e autorizada pelo órgão público federal competente.

1.1.3 Biologia da espécie

1.1.3.1 Distribuição geográfica e habitat

A piramutaba, nome vulgar da espécie *Brachyplatystoma vaillantii* (Figura 4), pertence à classe Actinopterygii, ordem Siluriformes e família Pimelodidae. Esse peixe é popularmente conhecido como bagre, peixe-gato ou catfish, dependendo do país ou região onde é encontrado. Segundo Ferraris (2007), a família Pimelodidae possui atualmente: 29 gêneros, 93 espécies válidas e 4 fósseis (espécie). É uma família pertencente à região neotropical, podendo ser encontrada amplamente distribuída nas bacias dos rios Amazonas, Paraná, Orinoco e nos grandes rios das Guianas; são características das bacias do rio Magdalena e Maracaibo, alguns rios do sudeste do Brasil, noroeste da Colômbia e leste do Panamá (LUNDBERG; LITTMANN, 2003).

Figura 4 - Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*).



Fonte: O autor.

1.1.3.2 Alimentação e crescimento

A dieta dos indivíduos jovens de piramutaba (1 a 3cm) é composta de fitoplâncton, zooplâncton, larvas de insetos e pequenos crustáceos. Quando chegam a medir de 2,1 a 9,8 cm, sua alimentação é feita de pequenos camarões e polichaetas. Os espécimes acima de 9 cm até 26 cm de comprimento zoológico alimentam-se basicamente de pequenos crustáceos e insetos. Quando a espécie atinge 30 cm sua nutrição é fundamentalmente piscívora e casualmente de camarão; no entanto, a partir de 20 cm de comprimento, sua dieta já começa a contar com pequenos peixes (BARTHEM, 1990a,1990b; BARTHEM; GOULDING, 1997).

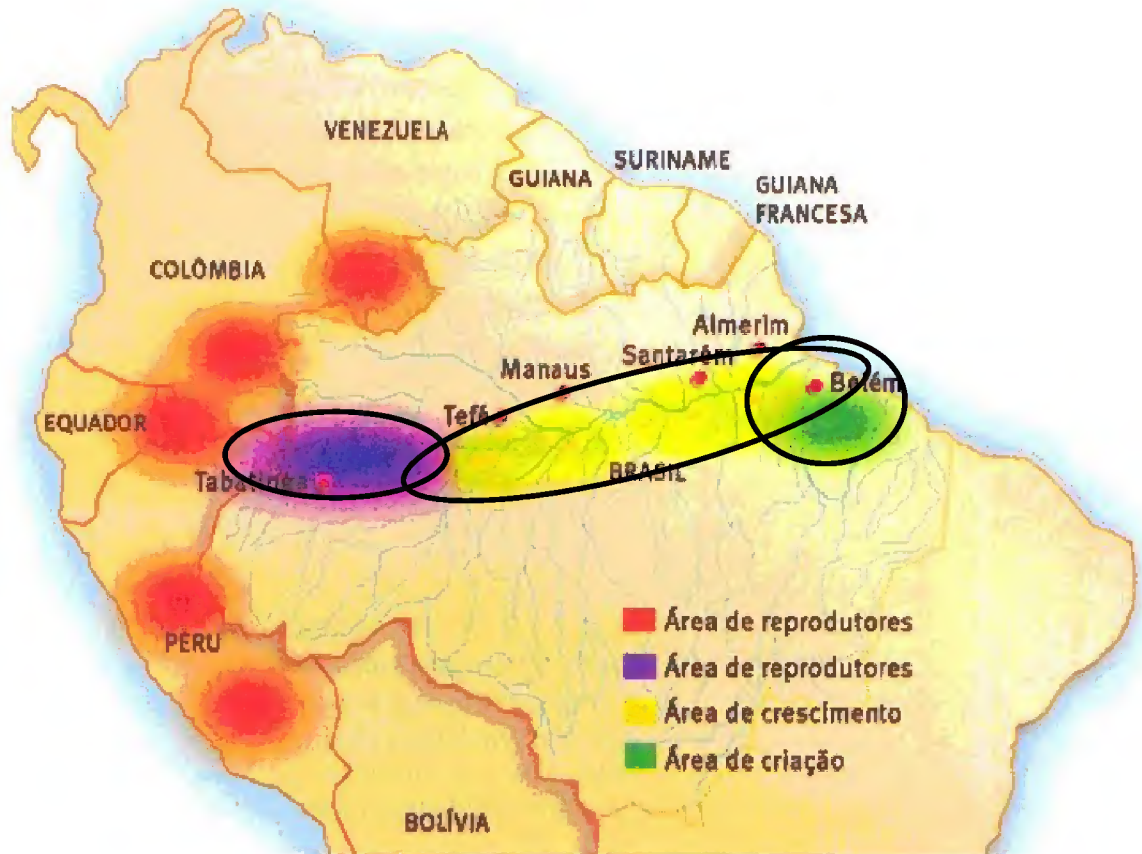
Segundo Barthem (1990a), a piramutaba apresenta crescimento lento e pode alcançar até 13,5 anos de vida. Seus anéis etários são formados anualmente, coincidindo com o ciclo hidrológico e migratório da espécie. São capturadas pela pesca comercial a partir de 2 anos, sendo que com 3 anos (tamanho variando de 42 a 64 cm) atingem a maturidade sexual iniciando a fase de reprodução.

1.1.3.3 Reprodução e migração

A piramutaba é uma espécie demersal, piscívora e migradora. Seu ciclo migratório é anual e compreende o sistema entre o estuário e a Amazônia ocidental. O ciclo de vida dessa espécie tem início com a desova, no alto das cabeceiras dos afluentes dos rios. Logo após esse período, com o início das enchentes, as larvas se deslocam milhares de quilômetros se alimentando na calha principal do rio em direção ao estuário, onde permanecem por 2-3 anos, se desenvolvendo até o momento de estarem prontos para a reprodução, formando cardumes quando o nível dos rios começa a subir. Quando atinge a maturação sexual, a piramutaba desloca-se novamente para sua região de origem, para se reproduzir e desovar (BATISTA et al., 2005; BARTHEM; GOULDING, 1997). Na figura 5, podemos observar o comportamento

migratório da piramutaba dentro da bacia amazônica (área de desova, alimentação e crescimento).

Figura 5 - Área de distribuição e migração da piramutaba dentro da bacia amazônica.



Fonte: Adaptado de Revista Ciência Hoje (2006).

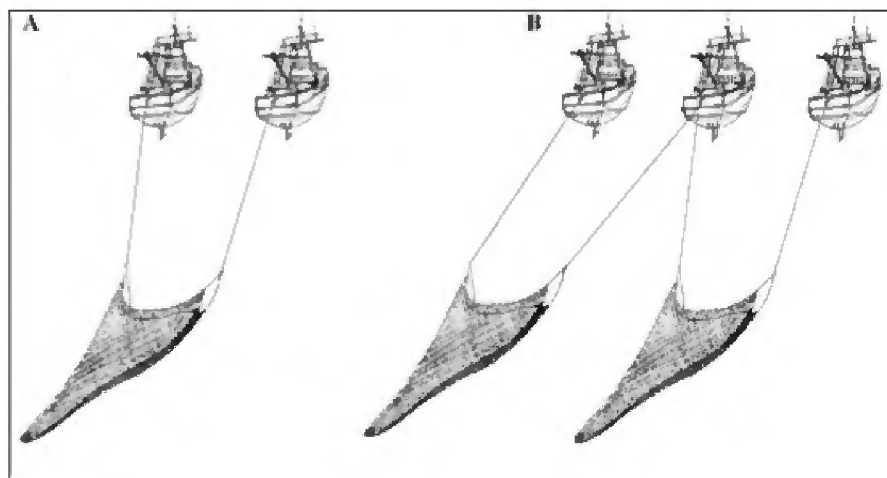
1.1.4 A pesca da “Piramutaba” na Costa Norte do Brasil

A área de atuação da frota piramutabeira compreende um grande sistema que cobre uma área de 1,1 milhões de km, a qual se estende entre a foz do rio Orinoco e do rio Parnaíba. Essa plataforma marítima é chamada de Brasil-Guianas e é abrangida pelos seguintes países: Brasil (Amapá, Pará e Maranhão), Guiana Francesa, Venezuela, Suriname e Trinidad (República de Trinidad e Tobago) (PHILLIPS, 2011).

A piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) é um peixe que possui grande valor econômico no estado do Pará e sua produção é direcionada principalmente à exportação. A captura dessa espécie, em larga escala, é realizada através da frota de arrasto de fundo em parelhas (ISAAC-NAHUM, 2006). A captura da piramutaba também é realizada em trilheira, quando três embarcações arrastam duas redes. Por conseguinte, o arrasto em parilha se dá quando duas embarcações atuam arrastando apenas uma rede. Segundo IBAMA (1994) e

Barthem e Goulding (2007) já foram realizados arrastos com mais de quatro embarcações empalheiradas. O arrasto é feito no sentido da maré e a rede utilizada é do tipo Dinamarquesa ou Portuguesa, com aproximadamente 45 metros de boca e 75 metros de comprimento, com malha mínima do saco túnel limitada a 10 centímetros. A potência dessas embarcações pode variar de 165 a 565 HP e o peixe é acondicionado em gelo, em urnas que podem variar de 20 a 105 toneladas. A figura 6, abaixo, mostra o desenho esquemático de uma embarcação de pesca em parelha (A) e em trilheira (B).

Figura 6 - Desenho esquemático representando a pesca em parelha (A) e trilheira (B).



Fonte: SILVA et al., 2016.

A atuação da pesca de arrasto em parelha da piramutaba ocorreu a partir de 1972 e em 1974 foi definida uma área de exclusão para evitar a descarga excessiva de pescado próxima às áreas de costa. A definição da área de exclusão foi revisada em 1976 e delimitada pela área interna formada pelo Paralelo $0^{\circ} 05' N$ e Meridiano $48^{\circ} 00' W$. Essa área é mantida atualmente para a pesca de arrasto em parelha. Em 1987 foi implementada a Portaria SUDEPE, N^o 11/1987, a qual permite a captura através de qualquer tipo de arrasto somente a partir de 10 milhas de distância da costa norte brasileira, por toda a extensão dos estados do Amapá e Pará (DIAS-NETO, 1991; DIAS-NETO et al., 1985; LOUREIRO, 1985, ZAGAGLIA et al., 2009)

Outras legislações foram regulamentadas a partir daí para minimizar a captura de indivíduos jovens e diminuir o esforço de pesca, bem como para colaborar no monitoramento dos recursos pesqueiros e para a conservação do estoque de piramutaba; tais como:

- Período de defeso de 15/09 a 30/11 para a pesca de arrasto (IN MMA N° 06, de 07 de junho de 2004);
- Limitação da frota em 48 embarcações (IN MMA N° 06, de 07 de junho de 2004);
- Permitido o arrasto no máximo em trilheira (IN MMA N° 06, de 07 de junho de 2004);
- Implementação do PREPS (IN Interministerial n° 2, de 04 de setembro de 2006);
- Limitação em 100 milímetros, da abertura mínima da malha do saco-túnel.

REFERÊNCIAS

- BARTHEM, R. B. **Ecologia e pesca da Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*)**. 1990. 268 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990a.
- BARTHEM, R. B. Descrição da pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*. Pimelodidae) no estuário e na calha do rio Amazonas. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Belém, v. 6, n. 1, p. 117-130, 1990b.
- BARTHEM, R. B.; M. GOULDING. **Os bagres balizadores. Ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos**. Brasília: Tefé - Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPq/IPAAM, 1997. 140p.
- BARTHEM, R. B.; GOULDING, M. **An unexpected ecosystem: the Amazon revealed by the fisheries**. Lima: Botanical Garden Press, 2007.
- BATISTA, J.; AQUINO, K. F.; FARIAS, I. P.; GOMES, J. A. Variabilidade genética da dourada e da piramutaba na bacia amazônica. p.15-19. In: FABRÉ, N. N; BARTHEM, R. B. (orgs.). **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas**. Manaus: IBAMA, PróVárzea, Coleção Documentos Técnicos, 2005. 114p.
- DIAS-NETO, J.; DAMASCENO, F. G. E PONTES, A. C. P. **Biologia e pesca da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillanti* Valenciennes, na região Norte do Brasil**. Brasília: Instituto PDP. MA/SUDEPE, 1985.
- DIAS-NETO, J. Pesca de Camarões na Costa Norte do Brasil. **Atlântica**, Rio Grande, v. 13, n. 1, p. 21-28, 1991.
- FERRARIS, C. J. Checklist of catfishes, recente and fóssil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**, vol. 1418, p.1-628, 2007.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Camarão do Norte e Piramutaba**. Relatórios da IV Reunião do Grupo Permanente de Estudos, realizada no período de 2 a 6 de dezembro de 1991 pela SUPES/PA. Coleção meio ambiente. Série estudos-pesca, n. 1, 1994. 128p.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **V Reunião do Grupo Permanente de Estudos Sobre a Piramutaba**. Brasília: coleção meio ambiente. Série estudos-pesca, n. 26. 1999. 92p.
- IBAMA/MMA. **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. 2. ed. Brasília: IBAMA, 2010. 242 p.
- ISAAC-NAHUM, V. J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: Um desafio para o futuro. **Cienc. Cult**, v. 58, n. 3, p. 33-36. 2006.
- LOUREIRO, V. R. **Natureza e conflito social na pesca da Amazônia**. Museu Paraense Emílio Goeldi, 1985. 227p.

LUNDBERG, J. G.; LITTMANN, M. W. Family Pimelodidae (Long-whiskered catfishes). In: REIS, R. E.; KULLANDER, S. O.; FERRARIS, JR., C. J. eds. **Check List of the Freshwater Fishes of South and Central America**. Porto Alegre: Edipucrs, 2003. p. 432-446.

HENRIQUE-NETO, J. **Pesca-Encontros e Desencontros**. 1. ed. Belém: Editora Resistência, 2013. 424p.

PHILLIPS, T. 2011. **CLME Project Continental Shelf Ecosystem Transboundary Diagnostic Analysis (TDA)**. Prepared for the Caribbean Large Marine Ecosystem and Adjacent Areas (CLME) Project, Cartagena, Colombia.

PREPS (Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite). Disponível em: <https://www.preps.gov.br>. Acesso em: 28 setembro de 2011.

REVISTA CIÊNCIA HOJE. **Primeira linha: Da foz do Amazonas aos Andes**. Rio de Janeiro: SBPC, vol. 39, n. 233, 2006. 80p.

ROCHA, J. A. M. R. **DB-SMot: um método baseado na direção para identificação de áreas de interesse em trajetórias**. 2010. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

SECIRM. 2006. Disponível em: http://www.sportnautica.com.br/amazonia_azul.html. Acesso em: 20 jul. de 2017.

SILVA, L. E. O.; SILVA, K. C. A.; KLAUTAU, A. G. M.; CINTRA, I. H. A. Composição da ictiofauna acompanhante na pesca industrial da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* na plataforma continental amazônica do Brasil. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, v. 16, n. 1, p. 9-14, 2016.

ZAGAGLIA, C. R., SANTOS, R. C., BRICHTA M., BARBOSA, M. G. Dinâmica espaço-temporal da Frota Pesqueira na Captura da Piramutaba com Rede de Arrasto no Estuário Amazônico com Base nos Dados do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite - PREPS. In: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal: INPE, 2009. p. 4535-4542.

Capítulo 2

Este trabalho contém um capítulo, seguindo as Normas de Apresentação de Dissertação e Tese da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) de 2019, sugerida pela Biblioteca Lourenço José Tavares Vieira da Silva. O artigo científico, foi elaborado e formatado conforme as normas da revista científica “Anais da Academia Brasileira de Ciências”, classificada em Qualis B1 pela CAPES na área zootecnia/recursos pesqueiros.

Proposta de zoneamento da pesca de arrasto de *Brachyplatystoma vaillantii* na Costa Norte do Brasil e influência de fatores climáticos na variabilidade da abundância

RESUMO

Foram utilizados dados amostrais de 10.467 lances de pesca obtidos por meio dos mapas de bordo da frota industrial de arrasto de *Brachyplatystoma vaillantii* estabelecida no estado do Pará (entre fevereiro de 2008 e setembro de 2011) e dados do PREPS de 40 embarcações rastreadas pelo programa, durante os anos de 2008 a 2011. A variação mensal média da CPUE com base no Periodograma de Lomb mostrou um ciclo bem marcado e constante de aproximadamente um ano. Dentre os fatores ambientais que influenciaram esse ciclo, o índice de El Niño 3.4 teve correlação negativa ($r=-0.77$; $p<0.001$), com defasagem de 15 meses, enquanto que a chuva mensal e a vazão média do rio Amazonas, apresentaram correlações significativas e fortemente positivas ($r=0.89$ e 0.87 ; $p<0.001$), com defasagens de 12 e 11 meses, respectivamente. Com a análise espaço-temporal da distribuição da densidade relativa da atividade pesqueira foi possível verificar uma área de intensidade de uso delimitada entre os paralelos 00°N e 02°N e os meridianos $047^{\circ}40'\text{W}$ e $049^{\circ}40'\text{W}$, dividida em três quadrantes geográficos. Nesse estudo foi definido um ciclo de pesca quadrimestral para o zoneamento, propondo 4 meses de atividade de pesca (período de ocupação) em cada quadrante e 8 meses de descanso para a recuperação do estoque. **Keywords:** Amazônia, ordenamento pesqueiro, pesca industrial, PREPS

***Brachyplatystoma vaillantii* trawl zoning proposal in the North Coast of Brazil and influence of climatic factors on abundance variability**

ABSTRACT

Sampling data were used to 10,467 fishing casts obtained through the maps of the industrial beam-trawl fleet established in the state of Pará (between February 2008 and September 2011) and PREPS data from 40 vessels tracked by the program from 2008 to 2011. The average monthly variation of CPUE based on the Lomb Periodogram showed a well marked and constant cycle of approximately one year. Among the environmental factors that influenced this cycle, the El Niño 3.4 index was negatively correlated. ($r=-0.77$; $p<0.001$), with a 15-month lag time, while the monthly rainfall and the average flow of the Amazon River showed significant and strongly positive correlations. ($r=0.89$ and 0.87 ; $p<0.001$), with lag times of 12 and 11 months, respectively. With the space-time analysis on the relative density distribution of fishing activity it was possible to verify an intensity area of use delimited between the parallels 00°N and 02°N and the meridians $047^{\circ}40'\text{W}$ and $049^{\circ}40'\text{W}$, divided into three geographic quadrants. In this study, a four-monthly fishing cycle was defined for zoning, proposing 4 months of fishing activity (occupation period) in each quadrant and 8 months of rest for stock recovery. **Keywords:** Amazon, fishery management, industrial fishing, PREPS

INTRODUÇÃO

As pescarias na costa Norte do Brasil (região costeira amazônica) são realizadas pela frota artesanal e industrial. A pesca artesanal é praticada com técnicas rudimentares (linhas, anzóis e redes) e sua produção é destinada ao mercado local ou para consumo próprio, utilizando embarcações de pequeno e médio porte. Por outro lado, a pesca industrial faz uso de equipamentos sofisticados (GPS, sonares, arrasto, sucção, redes de deriva e etc.) por meio de embarcações industriais de médio e grande porte, e, sua produção é dirigida ao mercado nacional e internacional (Diegues 1983, Dias-Neto e Dornelles 1996, Frédou et al. 2009)

O Brasil possui condições favoráveis para a expansão da cadeia produtiva do pescado realizada tanto por pescadores artesanais quanto pela pesca industrial, pois possui uma costa marítima de 8,5 mil km de extensão, abrangendo uma Zona Econômica Exclusiva - ZEE de mais de 4,3 milhões de km² (MPA 2012). A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) brasileira é a faixa marítima que se estende das 12 milhas náuticas que corresponde ao mar territorial, medida a partir da linha de base utilizada para a determinação da plataforma continental, e se estende até as 200 milhas náuticas do litoral (SECIRM 2006).

De acordo com a Lei nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993, na ZEE brasileira, o Brasil tem direitos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não-vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito do mar e seu subsolo, e no que se refere a outras atividades com vistas à exploração e ao aproveitamento da zona para fins econômicos além do direito exclusivo de regulamentar a investigação científica marinha, a proteção e preservação do meio marítimo, bem como a construção, operação e uso de todos os tipos de ilhas artificiais, instalações e estruturas.

A última estatística oficial do extinto Ministério da Pesca e Aquicultura sobre a produção pesqueira desembarcada foi referente ao ano de 2011 e a produção total da pesca extrativa brasileira foi de 803.270,2 t, caracterizando um acréscimo de aproximadamente 2,3% na produção em relação ao ano de 2010. Para a pesca continental, se registrou um aumento significativo na produção entre os anos de 2009 e 2011, com uma participação relativa do total da pesca extrativa de 239.493 t, 248.911 t e 249.600

t, respectivamente. Como consequência, a contribuição da pesca continental para o total da pesca extrativa aumentou de 29% em 2009 para aproximadamente 31,1% em 2011. Desse total, a região Norte colaborou com 55% da produção nacional e manteve-se como o maior produtor desta modalidade, contribuindo com a captura de 137.144,5 t de pescado (MPA 2011).

A piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes in Cuvier and Valenciennes, 1840) (bagre da família Pimelodidae) é a única espécie de água doce capturada em escala industrial e apresentou um dos maiores volumes de desembarque (24.789,3 t) da produção pesqueira continental do país, em 2011; perdendo apenas para a curimatã, espécie da família Prochilodontidae (*Prochilodus* spp.), a qual teve uma produção de 28.647 t. É uma espécie demersal, migradora e que apresenta crescimento lento. Seus anéis de crescimento são formados anualmente (provavelmente dois anéis etários por ano) e podem chegar aos 13,5 anos de vida. Esses bagres iniciam a reprodução com 3 anos de idade (42 a 64 centímetros), no entanto, já são capturados pela pesca comercial a partir de 2 anos de idade (Barthem 1990, Pirker 2001, 2003). A captura excessiva de cardumes jovens expõe o estoque à sobrepesca de crescimento, diminuindo a abundância do recurso em função do aumento da pressão de pesca, pois os indivíduos são capturados antes de alcançarem um tamanho suficiente para contribuir para a biomassa (FAO 1997). Tudo isso conectado à falta de monitoramento e a captura ilegal contribui drasticamente para a escassez dos recursos pesqueiros. Portanto, torna-se cada vez mais necessário implementar novas medidas de gestão para minimizar esses impactos.

A pesca industrial de *Brachyplatystoma vaillantii* é praticada com a modalidade de arrasto de fundo tracionada por embarcações em parrelha ou trilheira, que operam na costa Norte do Brasil, em profundidades menores que 25 metros e representa aproximadamente 10,17% da produção da pesca extrativa continental do país (Sanyo Techno Marine 1998, MPA 2010, 2011). Dessa forma, a região Norte apresenta condições favoráveis para a expansão da cadeia produtiva do pescado, sendo esta uma região ideal para se tornar modelo no desenvolvimento do Plano de Zoneamento da Pesca de Arrasto dessa espécie.

Tendo em vista as condições favoráveis da região Norte elaboramos uma proposta para zonear a área de pesca de arrasto de *B. vaillantii* na costa Norte do Brasil, com base nos dados de Rastreamento do PREPS (Programa de monitoramento de embarcações pesqueiras por satélite) e de mapas de bordo,

através de um sistema de análise espaço-temporal, visando a sustentabilidade biológica dessa atividade; e, verificou-se a influência de fatores climáticos (vazão, precipitação, El niño e La niña) e sua relação na produção. Essa proposta contribuirá para a manutenção da qualidade ambiental e para desenvolvimento sustentável a longo prazo, principalmente nas áreas de exploração da espécie na costa norte.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na região costeira do Norte do Brasil que compreende os estados do Amapá, Pará e Maranhão. A Figura 1 destaca a zona de costa do estado do Amapá e Pará, onde estão concentradas as áreas de pesca da espécie, praticada pela frota industrial de arrasto que captura a *B. vaillantii* e peixes diversos (fauna acompanhante). De acordo com Isaac e Braga (1999), a costa Norte do Brasil possui uma extensão superior a 2.500 km e o clima caracteriza-se por altos índices de pluviosidade que podem atingir até 3.500 mm/ano.

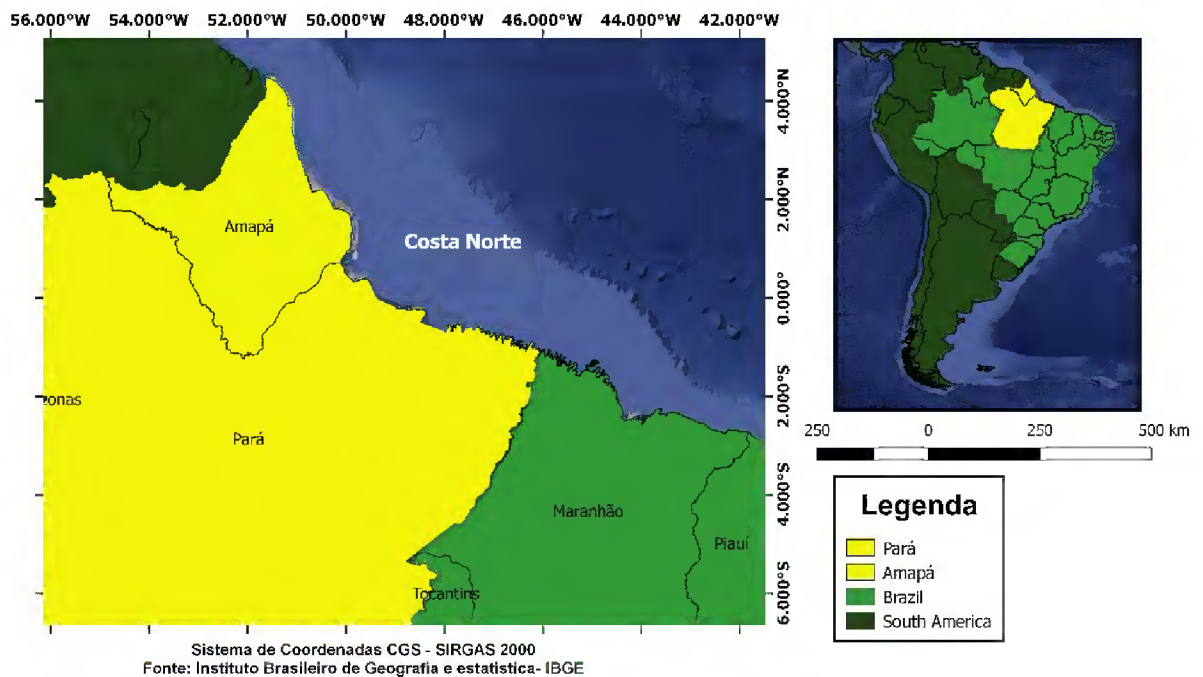


Figura 1 - Costa Norte do Brasil (Amapá, Pará e Maranhão), com destaque para a área de pesca (Amapá-Pará) da frota industrial que captura *B. vaillantii*.

BASE DE DADOS

Os dados utilizados neste trabalho foram provenientes de duas fontes de dados distintas, porém relacionadas entre si, tanto no sentido espacial quanto temporal; cedidos pelo extinto Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), que são: os dados dos mapas de bordo da frota industrial de arrasto estabelecida no Pará e dados do Programa nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS).

Os dados do PREPS foram utilizados para elaboração de mapas de densidade do número de pontos que caracterizam atividade de captura na área de pesca, durante todo o período estudado, entre janeiro de 2008 e dezembro de 2011. Os mapas de bordo trazem informações sobre os lances de pesca (arrastos). No total, foram analisados 10.467 arrastos, em parelha ou trilha, referentes às embarcações pesqueiras que atuaram na captura de *B. vaillantii* entre fevereiro de 2008 e setembro de 2011.

O sistema de arrasto em parelha corresponde a duas embarcações arrastando uma rede simultaneamente, enquanto o método de trilha trabalha com três embarcações arrastando duas redes ao mesmo tempo (Mourão et al. 2007). Os dados de mapas de bordo foram digitalizados e organizados em forma de banco de dados no programa Excel.

O método de rastreamento do PREPS permite o monitoramento remoto das atividades das embarcações pesqueiras que possuem comprimento total, igual ou superior a 15 m ou arqueação bruta (AB) igual ou superior a 50. O receptor GPS instalado a bordo das embarcações pesqueiras transmite para a central de rastreamento do PREPS, a cada 1 hora, os dados de posicionamento geográfico no sistema Datum WGS 84 e em UTC - Universal Time Coordinated (Zagaglia et al. 2009). De acordo com a Instrução Normativa SEAP/MMA/MD nº 02, de 2006, o equipamento do PREPS é constituído por um conjunto de componentes e consiste basicamente de um transmissor e receptor GPS (Global Positioning System) que enviam continuamente, além das informações de posicionamento geográfico, uma série de informações referentes ao deslocamento das embarcações; tais como: identificação da embarcação, data e hora universal de cada posição (em relação ao meridiano de Greenwich), profundidade local e etc.

Os dados de vazão do rio Amazonas (descarga média mensal em m³/s) e precipitação foram obtidos por meio do portal da Agência Nacional de Águas - ANA, disponível no Sistema de Informações

Hidrológicas - HidroWeb (<http://hidroweb.ana.gov.br/>) sendo provenientes da estação localizada no município de Óbidos, PA e da precipitação pluviométrica média mensal das estações do Nordeste Paraense (mm).

Os valores para o índice El Niño 3.4 foram baixados do site da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) disponíveis em https://www.esrl.noaa.gov/psd/gcos_wgsp/Timeseries/Nino34/.

TRATAMENTO DE DADOS

A análise de dados do PREPS foi realizada mensalmente, em seguida anualmente, para verificar a dinâmica espaço-temporal durante as atividades de pesca. Os registros das atividades de pesca relacionados ao período de defeso da espécie também foram analisados. Considerou-se a Instrução Normativa MMA n.º 06, de 2004, que determina o período de defeso da piramutaba, entre 15 de setembro e 30 de novembro. Também foi considerada a Portaria SUDEPE n.º 11-N, de 1987 que proíbe a pesca de arrasto por embarcações motorizadas a menos de 10 milhas náuticas da costa Norte do Brasil; além de proibir a atuação da frota industrial nos limites ao sul do paralelo 00° 05' N e a oeste do meridiano 048° 00' W.

Durante o período de defeso, as embarcações são permissionadas temporariamente para a captura de outros peixes em águas mais profundas que 20 m. É necessário destacar que excepcionalmente para o ano de 2011, o período de defeso iniciou-se na data de 1º de outubro, conforme a Instrução Normativa Interministerial nº 11, de 2011.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, atualmente, a frota que opera na pesca de arrasto de *B. vaillantii* está limitada a 48 embarcações. Para a fonte de dados do PREPS foi utilizado os conjuntos de informações (coordenada geográfica, data e hora) transmitidos pelos equipamentos de rastreamento instalados em 40 embarcações permissionadas para a captura de *B. vaillantii* com rede de arrasto. Segundo Haimovici e Klippel (1999), estas embarcações trabalham na região estuarina amazônica em uma profundidade que varia de 15 a 25 m, tendo como principais pontos de desembarque, a cidade de Belém no Pará. Durante o período de 2008 a 2011, foram fornecidos um total de 1.979.305 conjuntos de informações.

Os dados dos mapas de bordo permitiram analisar informações referentes ao tipo de embarcação (parelha ou trilha), duração do arrasto (hora decimal final - hora decimal inicial) e quantidade capturada por espécie (kg). Essas informações foram tratadas e organizadas no programa Excel. Os resultados de CPUE foram obtidos pelo índice CPUE 1, que é a média das razões entre captura e o esforço dos dados observados (Petreire-Júnior et al. 2010). Os valores de erro padrão foram plotados no gráfico e obteve-se uma variação mensal da CPUE 1. Para cada arrasto foi calculada uma CPUE a partir da seguinte fórmula: $CPUE = Y/f$ onde Y é a captura em kg e f é o esforço de pesca em rede-hora decimal.

Posteriormente ao tratamento dos dados de mapas de bordo, foram calculados os seguintes parâmetros estatísticos: CPUE média, desvio padrão e erro padrão. Esses dados foram relacionados entre si, a fim de verificar se há uma tendência de aumento ou diminuição da CPUE entre os ciclos anuais analisados. Para tanto, foi aplicado o teste não paramétrico e sequencial de Mann-Kendall (Mann 1945, Kendall 1975) para comprovar se essa tendência na série temporal é estatisticamente significativa. A análise de correlação cruzada foi usada para avaliar se duas séries temporais estavam significativamente correlacionadas entre si e para identificar as defasagens temporais entre as duas séries. A relação entre a CPUE média, precipitação, vazão do rio Amazonas e o índice de El Niño 3.4 foram exploradas usando análise de correlação cruzada (Shumway e Stoffer 2000).

ELABORAÇÃO DOS MAPAS

A metodologia utilizada para a elaboração dos mapas de densidade foi descrita por Zagaglia et al. (2009). Foram efetuados os cálculos da diferença de tempo (dT), distância entre pontos (dD) e velocidade média de deslocamento (Vel) entre transmissões consecutivas, baseado nas informações transmitidas pelos equipamentos de rastreamento instalados a bordo. A equação de “Haversine” que permite calcular distâncias entre dois pontos, informando a latitude e longitude desses pontos e o diâmetro da Terra, foi aplicada para o cálculo da velocidade (Sinnott 1984). Foram identificados os padrões de velocidade das embarcações analisadas considerando que as dinâmicas de deslocamento das embarcações que utilizam rede de arrasto durante um cruzeiro são, basicamente: navegação de cruzeiro, atividade de pesca e atracação no porto (velocidade próximas ou iguais a zero). Os dados referentes aos

cruzeiros (atividade de pesca e navegação) foram utilizados para fins de verificação do cumprimento da legislação ambiental, para o cálculo da densidade de pontos por meses do ano e para o período de defeso da espécie. Este procedimento foi realizado em ambiente ArcGis, versão 9.2, a partir da aplicação da ferramenta Kernel Density e objetivou a identificação das principais áreas de pesca utilizadas pela frota de arrasto a partir da superfície de densidade de saída. Os registros de atracação no porto foram excluídos da análise.

PLANO DE ZONEAMENTO PESQUEIRO

A partir dos dados gerados por meio da metodologia descrita, o produto final definirá as áreas mais importantes para a modalidade de captura de arrasto de piramutaba; com zonas exclusivas de pesca, onde as frotas só poderão atuar em uma determinada época do ano. Essa definição de exclusividade tem como objetivo, principalmente, aumentar a rentabilidade das pescarias, com a presença de apenas uma ou poucas embarcações da frota na área, sendo estabelecida, portanto, uma pesca rotacionada sem necessidade de defeso.

Na pesca contínua, os pescadores têm livre acesso ao mar durante todas as estações exceto nos períodos de defeso. Já na pesca rotacionada, as áreas são divididas em quadrantes, de forma que estes quadrantes no mar são submetidos a períodos alternados entre pesca e descanso sem necessidade de paralização total das frotas, e assim, o estoque pesqueiro se reestabelecerá durante a proteção das zonas de pesca; as quais serão definidas como Área de Proteção Rotativa.

A Área de Proteção Rotativa (APR) será dividida em quatro quadrantes. Cada quadrante de uma APR representa aproximadamente 25% da área total da APR. A definição dos quadrantes selecionados para a pesca rotativa será realizada com base nas atividades de pesca das embarcações observadas no PREPS, sendo selecionadas as regiões em que as frotas foram mais atuantes naquele período. A atividade de arrasto será identificada nos dados do PREPS com base na velocidade aplicada pelas embarcações no momento dessa atividade, uma vez que essa é diferente das velocidades de navegação de cruzeiro e de busca. Apesar de haver possíveis erros metodológicos na identificação das operações de pesca, esses são insignificantes frente à grande quantidade de dados que efetivamente representam a atividade de arrasto. Dessa forma, o método é significativamente confiável.

Uma vez que se opta por sistemas rotacionados de pesca, torna-se necessário estabelecer o ciclo de pesca, ou seja, os períodos de ocupação e de descanso a serem adotados. Em sistemas de pesca rotacionada é necessário à instalação de corredores de áreas livres ou de “passagem inocente” para embarcações. Isso facilita o manejo dos estoques e proporciona melhor aproveitamento do espaço disponível.

O período de ocupação (PO) é o tempo em que as embarcações podem exercer a pescaria em cada quadrante liberado para a pesca. O período de ocupação depende do ritmo de crescimento das espécies alvo e de outros recursos pesqueiros disponíveis no território. A sua duração deve ser compatível com a oferta do estoque e este é realmente quem define a taxa de lotação pretendida. Quanto maior for o tempo de permanência dos pescadores em cada quadrante, maior deve ser o controle da fiscalização sobre o estoque e maior será a necessidade de infraestrutura. Dessa forma, em áreas mais intensificadas, onde o ritmo de crescimento dos peixes for elevado, os períodos de ocupação e descanso devem ser menores.

Enquanto nas áreas mais extensas, com estoques menores, esses períodos podem ser estendidos, não devendo, no entanto, ultrapassar o limite ótimo. Por outro lado, as áreas de descanso são os territórios onde ficará proibida a pesca em qualquer hipótese, durante o período de recuperação da biomassa. São nestas áreas onde os estoques terão a oportunidade de se reproduzir, manter ou aumentar os seus cardumes. Uma das principais dificuldades com relação à montagem de áreas de pesca e de descanso é quanto ao seu dimensionamento. No caso de áreas de descanso localizadas no centro do sistema, deve-se delimitar um quadrante de tamanho menor; em contrapartida quando a área de descanso está localizada nas extremidades, e, portanto, mais distante do centro, seu tamanho deve ser maior.

Para determinar os períodos de pesca e descanso, deve-se levar em consideração informações sobre a produção da pesca em determinados territórios. Mudanças de quadrantes de forma muito frequente são indesejáveis, pois não permitem que o potencial reprodutivo do estoque seja explorado, podendo levar à degradação do mesmo. A degradação de quadrantes é um termo usado para designar um processo evolutivo de perda de vigor, produtividade e da capacidade de recuperação natural de um dado quadrante, tornando-o incapaz de sustentar os níveis de produção e qualidade exigidos para que este seja liberado para a pesca.

É importante ressaltar que a metodologia de zoneamento proposta neste trabalho é inédita, podendo vir a ser alterada ou melhorada, de acordo com os resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ANÁLISE DOS DADOS DE MAPAS DE BORDO

No total, foram processados 10.467 arrastos, sendo 7.216 parelhas e 3.251 trilheiras, ao longo dos anos de 2008 a 2011.

A duração média dos arrastos verificados durante todo o período estudado foi de 5,1 horas e variaram de 1h a 8h. Em relação às durações, os arrastos foram divididos em classes de horas (Tabela I), sendo verificada a contagem para cada classe, assim como a porcentagem para cada período.

TABELA I
Duração e quantidade dos arrastos divididos por classes de horas, para a captura da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*, verificados através dos mapas de bordo das embarcações pesqueiras que atuaram na costa norte do Brasil, durante os anos de 2008 a 2011.

Classes	Classes de horas	número de amostras	duração média	(%)
1 ^a	1 ~ 2	377	1,7	3,60
2 ^a	2,1 ~ 4	2.284	3,5	21,82
3 ^a	4,1 ~ 6	5.904	5,4	56,41
4 ^a	6,1 ~ 8	1.902	7,0	18,17
Total		10.467	5,1	100

Com base na tabela acima, pode-se verificar que a maioria dos arrastos foram realizados com duração de 4,1 a 6 horas, o que corresponde a 56,41% do total de arrastos. Dente as outras classes de horas de arrasto, a primeira classe representou o menor valor, com apenas 3,60% dos arrastos, enquanto a segunda e quarta classe tiveram porcentagens semelhantes. De acordo com Mourão et al. (2007), a duração dos arrastos das embarcações que capturam *B. vaillantii* duram em torno de 4 a 6 horas. Barthem et al. (2015) observou uma média de 3,4 horas de duração de arrasto, com variação de 1,08 a 6,23 horas durante o seu estudo sobre o manejo da pesca de *B. vaillantii* na foz amazônica.

A variação mensal da CPUE média da quantidade de *B. vaillantii* capturada por número de redes por tempo de arrasto, será calculada pela unidade: kg/redes-hdec; sendo a captura dada em (kg) e o esforço de pesca em número de redes (1 ou 2), utilizadas em cada arrasto multiplicado pelo tempo de duração do arrasto em horas decimais (rede-hdec).

Além disso, foi calculado o erro padrão da CPUE média para cada mês do ano e os resultados foram plotados no gráfico (Figura 2). Esses dados foram tratados através do método de tabela dinâmica para facilitar a compreensão e análise das informações.

Para a frota de arrasto que captura *B. vaillantii*, foram analisados 1897 arrastos no ano de 2008, obtendo uma CPUE média anual de 174,33 kg/redes-hdec. Os maiores índices de CPUE foram observados nos meses de maio a setembro, com 336,03, 340,06, 327,61, 315,16 e 178,42 kg/redes-hdec, respectivamente. Durante o ano de 2009, os meses de fevereiro a julho apresentaram os maiores valores de CPUE, variando de 202,75 a 298,26 kg/redes-hdec, durante esses meses. A CPUE média anual foi de 170,02 kg/redes-hdec para um total de 4958 arrastos. No ano de 2010, foram observados os maiores índices de CPUE durante todo o primeiro semestre, com os respectivos valores: 224,56, 327,16, 324,88, 278,85, 439,25 e 252,83 kg/redes-hdec, decaindo a partir do mês de julho. Naquele ano, a CPUE média anual foi de 177,17 kg/redes-hdec para um total de 3410 arrastos. Para o ano de 2011, os resultados foram obtidos apenas até o mês de setembro, com um total de 202 arrastos. A CPUE média daquele período, no entanto, foi de 324,74 kg/redes-hdec, com os maiores índices nos meses de abril a julho (variando de 367,00 a 453,13 kg/redes-hdec). De acordo com esses dados, concluiu-se que a captura máxima ocorreu fora do período de defeso da espécie, principalmente no decorrer do primeiro semestre do ano. No entanto, de acordo com o gráfico abaixo, pode-se observar também que houve operações de pesca com índices baixos de CPUE durante o período de defeso da espécie.

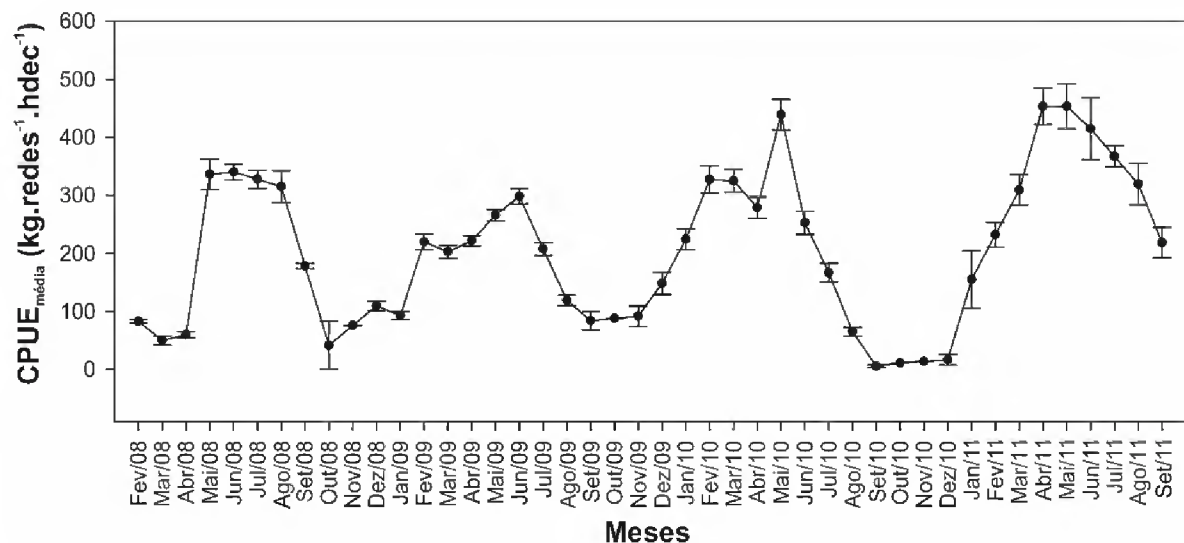


Figura 2 - Variação da CPUE 1 média por mês de *B. vaillantii*, durante os meses de fevereiro de 2008 a setembro de 2011.

A Figura 2 mostra a variação mensal da CPUE de *B. vaillantii* para cada ano estudado. É possível observar um padrão de oscilação regular com aumentos e diminuições bem marcados ao longo da série, entretanto de acordo com o resultado do teste de Mann-Kendall ($Z = 1,5677$; $p = 0,11695$), constatou-se que esta série não apresentou uma tendência temporal de alteração estatisticamente significativa, ou seja, não houve aumento ou diminuição no rendimento pesqueiro durante os quatro anos analisados.

Entretanto, com base no padrão de oscilação observado acima, procedeu-se a investigação para elucidar qual a periodicidade de variação da CPUE da piramutada ao longo da série temporal. A análise espectral utilizando o periodograma de Lomb evidenciou o pico mais alto do espectro com frequência de 0.09191, (power = 11.7), sendo este valor significativo ($p < 0.001$), com uma periodicidade de 10.87 meses (Figura 3, seta). Entretanto, outros valores de frequência estiveram acima dos níveis de significância ($p < 0.01$; power = 8.85 e $p < 0,05$; power = 7.21) (Figura 3, linhas pontilhadas vermelhas), com periodicidade entre 10 e 12 meses, indicando que a variação da CPUE da piramutada mostrou um ciclo bem marcado e constante de aproximadamente um ano. Esse resultado corrobora o estudo realizado por Barthem (1990), que afirmou que os ciclos de crescimento, migração e hidrológico da espécie são anuais.

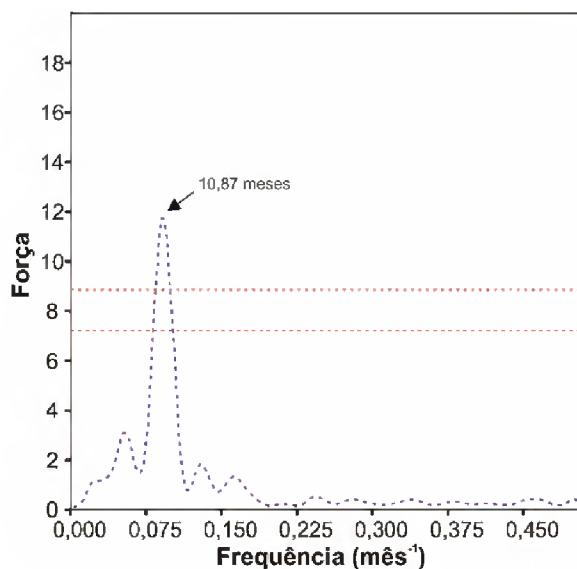


Figura 3 - Periodograma do Lomb que mostra a frequência significativa durante a série temporal de CPUE.

Com a confirmação do ciclo anual de rendimento pesqueiro investigou-se quais os possíveis fatores ambientais podem estar influenciando nesse ciclo. Como hipótese norteadora, sugere-se que

como o rio Amazonas possui um papel fundamental na distribuição, abundância e recrutamento dessa espécie, as alterações nos regimes pluviométricos e fluviométricos na bacia Amazônica, podem influenciar a migração e predominância desses bagres na costa norte através da expansão/redução do seu nicho em decorrência das enchentes e secas, respectivamente. Dentre esses eventos climáticos, citam-se o El Niño e La Niña que modificam os regimes pluviométricos, mais especificamente da bacia Amazônica (Marengo et al. 2008), causando eventos de secas e enchentes que por sua vez alteram a frequência e intensidade de chuvas e conseqüentemente, modificam o nível dos rios (Lin et al. 2017). De acordo com Moura et al. (2019), a precipitação, a evapotranspiração e a temperatura são afetadas por ambos os eventos climáticos, principalmente na distinção entre os períodos chuvoso e menos chuvoso. Sendo que as chuvas aumentaram por influência da La Niña durante o período chuvoso, enquanto o El Niño as diminui durante o período menos chuvoso. Outra questão relacionada a esta hipótese seria quanto tempo após a ocorrência de um evento climático, este influenciaria nas precipitações e vazão e conseqüentemente na pesca de *B. vaillantii* na costa norte? De fato, de acordo com o trabalho de Matsunaga et al. (2017), no qual analisaram a relação entre precipitação e vazão dos rios que desaguam na costa norte e a CPUE da pesca da *B. vaillantii* mediante um modelo de excedente de produção com a incorporação desses dois fatores. Como principais resultados, estes autores evidenciaram que a vazão e a precipitação contribuíram com 56 e 46% para a explicação da variabilidade da CPUE.

Com base nestes questionamentos, a CPUE média foi correlacionada com o índice 3.4 do El Niño (anomalias da temperatura superficial do mar (TSM) média no Pacífico Equatorial), precipitação média mensal (mm) e vazão média mensal ($m^3.s^{-1}$), sendo estas duas últimas variáveis disponíveis para o período de Fev/2008 a Dez/2010.

A correlação cruzada entre a CPUE média e o índice de El Niño 3.4 foi significativamente negativa ($r = -0.77$; $p < 0.001$), entretanto com uma defasagem (lag) de 15 meses entre esses eventos. Portanto, quando o índice apresentou os menores valores (anomalias negativas em situação de La Niña), este padrão provocou após 15 meses, um crescimento na CPUE de *B. vaillantii* na costa norte. A exemplo da situação anterior, observa-se valores negativos do índice no início de 2008 que corresponderiam a um aumento na CPUE no primeiro semestre de 2009, enquanto o pico do índice

ocorrido no final deste mesmo ano corresponderia aos menores valores de CPUE observados no segundo semestre de 2010 (Figura 4). Por fim, logo após o pico, o índice decresceu fortemente ao longo de todo 2010, o que teve como resultado o aumento da CPUE no ano seguinte culminando com pico máximo da série em maio de 2011. Cabe ressaltar que ao longo do período da série de CPUE analisada, com base no índice, foram detectados dois eventos de La Niña, intercalados por um evento de El Niño, assim como a ausência de ambos os eventos (Figura 4) (Moura et al. 2019).

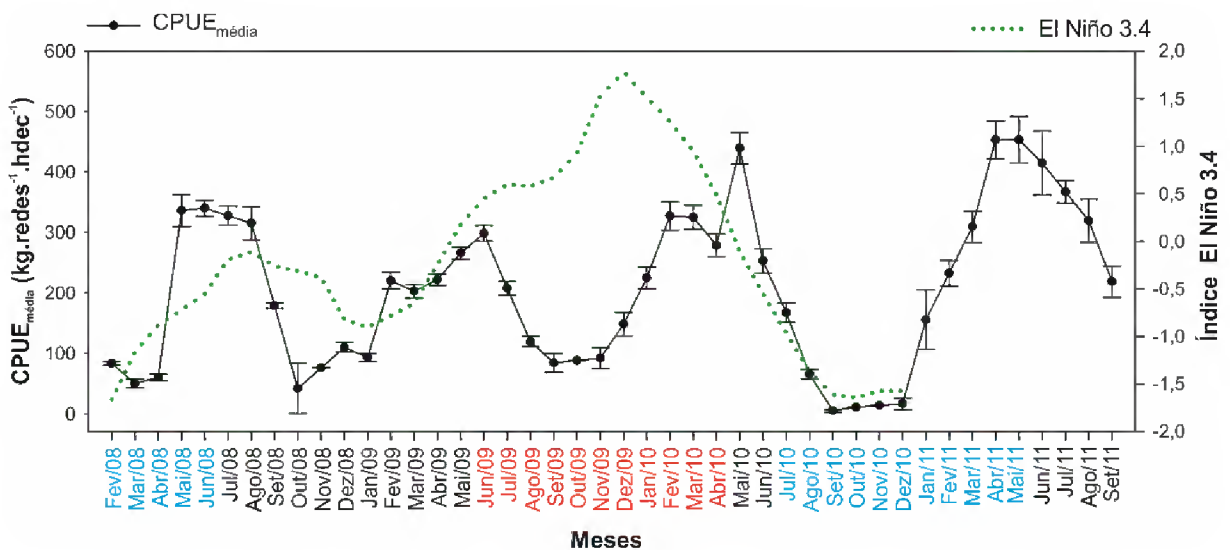


Figura 4 - Variação da CPUE 1 média por mês de *B. vaillantii* e variação do índice El Niño 3.4 ao longo da série temporal. Meses em azul = evento de La Niña; meses em preto = neutro; meses em vermelho = evento de El Niño.

Seguindo a mesma linha de raciocínio a CPUE foi correlacionada com a chuva mensal sendo significativa e fortemente positiva ($r=0.89$; $p<0.001$). Entretanto, ocorreu uma defasagem de 12 meses, ou seja, após o aumento das chuvas no continente, 12 meses depois ocorreu um aumento da CPUE na costa. Da mesma forma, foi verificada correlação positiva e significativa ($r=0.87$; $p < 0.001$) entre a CPUE e a vazão média do rio Amazonas, porém com uma defasagem de 11 meses. Essa diminuição sucessiva do tempo de defasagem entre as variáveis testadas e a CPUE esteve dentro do esperado uma vez que há a interconexão entre os processos. Assim, observa-se que os picos da CPUE de *B. vaillantii* ao longo da série temporal são precedidos por picos nas chuvas e vazão entre 12 e 11 meses antes e estes por sua vez foram influenciados por eventos climáticos (Figura 5). Portanto, a pesca da piramutaba foi influenciada positivamente pelos aumentos das chuvas e vazão do rio Amazonas, cuja intensidade é modulada por eventos climáticos de La Niña e El Niño. Por fim, em anos de La Niña, espera-se que haja o aumento das chuvas e vazão e consequentemente da captura da piramutaba na costa norte do Brasil.

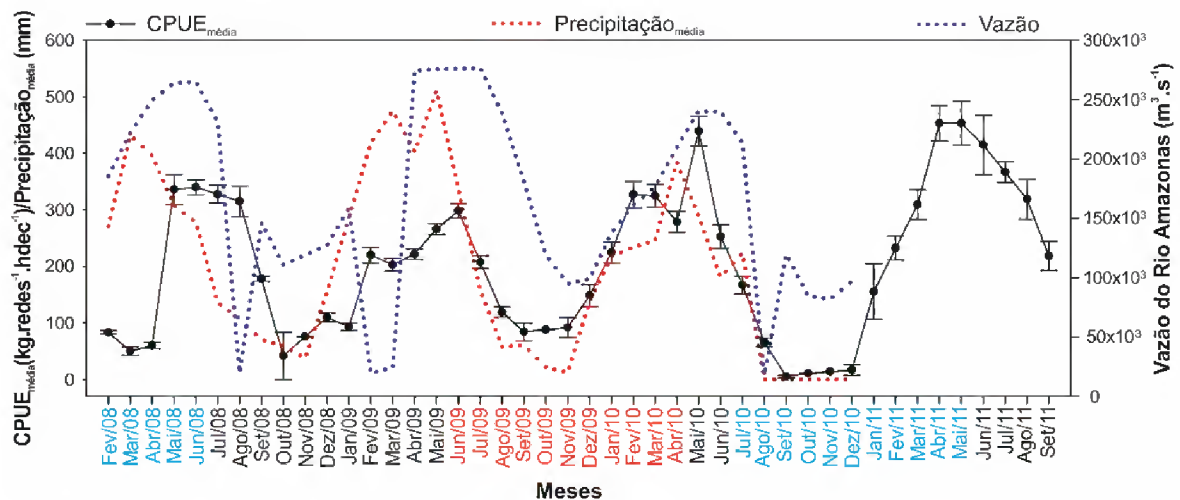


Figura 5 - Variação da CPUE 1 média por mês de *B. vaillantii* e variação da precipitação média e vazão do rio Amazonas ao longo da série temporal. Meses em azul = evento de La Niña; meses em preto = neutro; meses em vermelho = evento de El Niño.

De acordo com as figuras acima, a maior vazão do rio Amazonas ocorreu no período de maio a junho, no ano de 2008; de abril a julho, no ano de 2009 e de maio a junho, no ano de 2010; com valores em torno de 264 mm³, 276 mm³ e 240 mm³, respectivamente. A maior precipitação média para o estado do Pará no ano de 2008, ocorreu no mês de março e abril, com valores próximos (432,1 e 396,2 mm, de modo respectivo). A maior precipitação média no ano de 2009, foi verificada no mês de maio (510,9 mm) e em 2010, no mês de abril (383,8 mm).

ANÁLISE DOS DADOS DO PREPS

Os dados de posicionamento geográfico das embarcações foram obtidos com base nos registros de dados de 40 embarcações que atuaram na captura de *B. vaillantii* durante os anos de 2008 a 2011, de acordo com a tabela II. Dos 1.979.305 conjuntos de informações recebidas no âmbito do PREPS, foram elaborados os mapas de densidade relativa para o período normal de captura e para o período de defeso, a fim de identificar as principais áreas de atuação da frota na costa norte do Brasil.

TABELA II
Número de embarcações rastreadas pelo PREPS,
durante os anos de 2008 a 2011.

Meses do Ano	número de embarcações			
	2008	2009	2010	2011
1	33	39	40	26
2	36	37	39	34
3	35	39	37	35
4	36	38	37	35
5	36	38	34	34
6	37	39	34	35
7	37	39	34	35
8	34	29	32	34
9	14	22	20	27
10	19	16	8	12
11	14	25	15	11
12	38	37	21	28

Fonte: CGCOP/DEMOC/SEMOC/MPA 2011.

Pode-se observar claramente que as operações de pesca da frota industrial possuem uma dinâmica similar durante os quatro anos analisados (Figuras 6 e 7). Na temporada de pesca as frotas atuam em todo o estuário amazônico (da costa do Amapá até a foz do rio Pará). No período de defeso da espécie, a frota se dispersa para regiões mais afastadas da costa e em menor concentração, devido à paralisação das embarcações e autorização temporária para captura de outras espécies.

Verificou-se que tanto na temporada de pesca de *B. vaillantii* quanto no período de defeso da espécie as frotas atuam na área compreendida entre as latitudes 00°N e 02°N e as longitudes 047°40'W e 049°40'W. Também foi notado que durante os dois períodos, as frotas chegam a atuar nos limites do criadouro natural de espécies aquáticas da região estuarina dos rios Amazonas e Pará (área proibida pela portaria SUDEPE nº 11, de 1987). Barthem et al. (2015) explica a dificuldade que os mestres de embarcações têm em reconhecer essas áreas, devido a migração de bancos de areia ou pela inclusão de ilhas nos mapas utilizados para os cálculos de posicionamento. Os bancos de areia são altamente dinâmicos (migram a uma taxa de 1,63 a 2,6 km ano⁻¹) e a precisão na delimitação dessas áreas depende do detalhamento desses mapas (Fernandes 2010).

Foi delimitada as zonas de pesca a partir da densidade de registros de pesca das embarcações, obtidos através da Estimativa de “Densidade de Kernel”. As áreas em tonalidade mais escura de vermelho indicam a maior densidade relativa da atividade de pesca de *B. vaillantii* durante aquele período. A partir das definições do esforço espacial de pesca da piramutaba, foi delimitada uma APR

(área de proteção rotativa) que foi dividida em quatro quadrantes. Os quatro quadrantes possuem dimensões iguais e estão inseridas na área delimitada entre os paralelos 00°N e 02°N e os meridianos 047°40'W e 049°40'W.

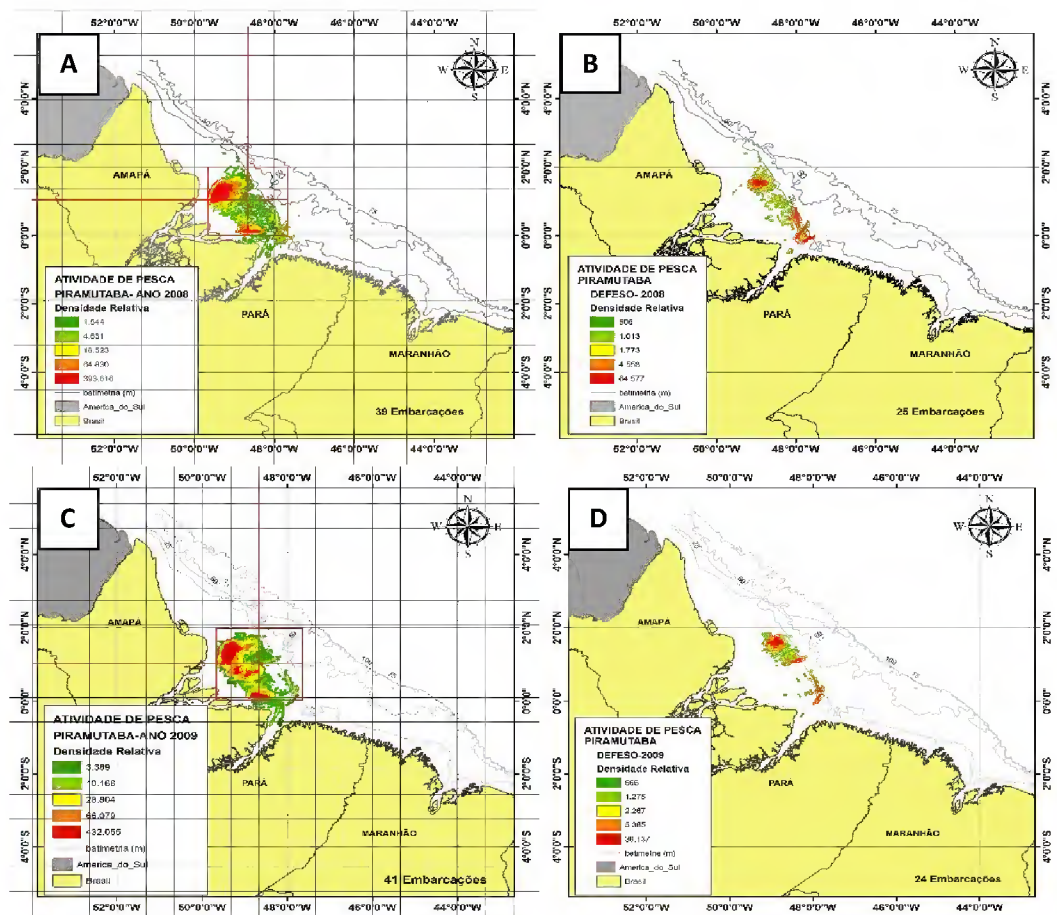


Figura 6 - Dinâmica da frota industrial que captura *B. vaillantii* e densidade relativa da atividade pesqueira durante o ano de 2008 (Figs. A e B) a 2009 (Figs. C e D) no período normal e no período de defeso da espécie.

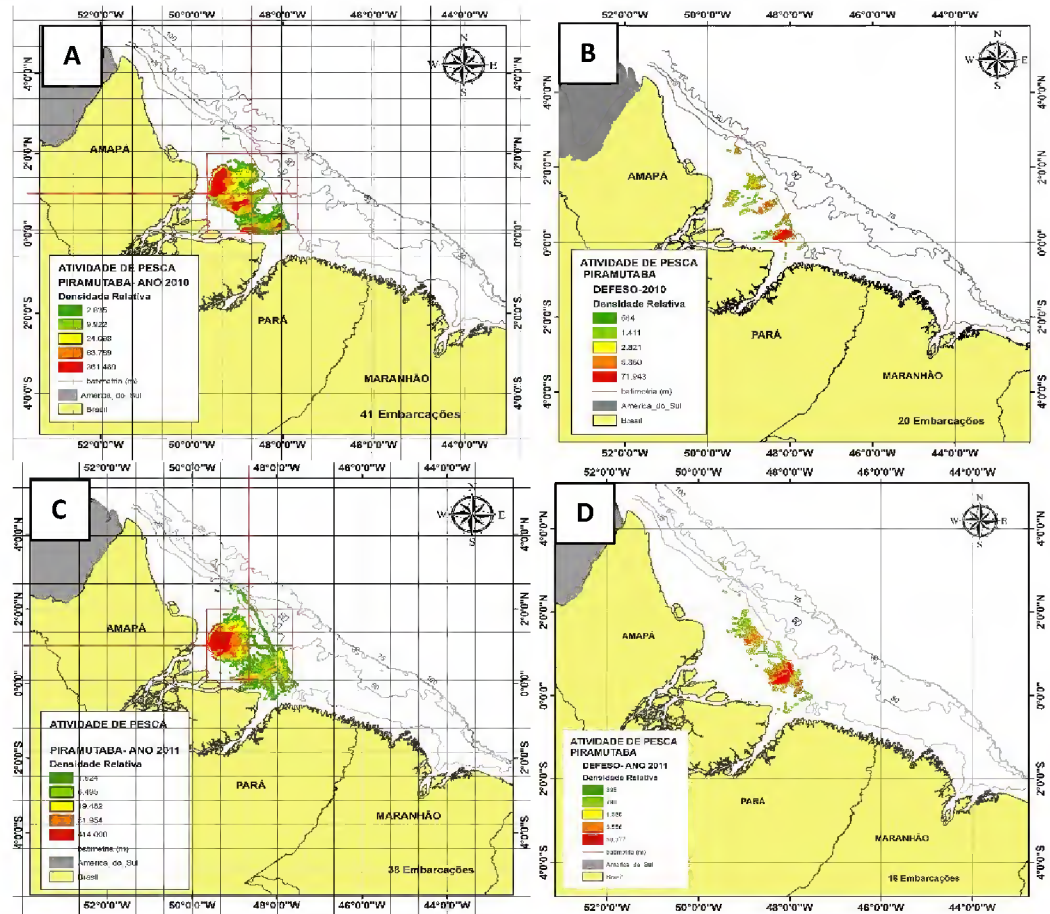


Figura 7 - Dinâmica da frota industrial que captura *B. vaillanti* e densidade relativa da atividade pesqueira durante o ano de 2010 (Figs. A e B) a 2011 (Figs. C e D) no período normal e no período de defeso da espécie.

Posteriormente, foram elaborados os mapas mensais para cada ano analisado para verificar o esforço em cada zona de pesca, a fim de definir a posição de cada quadrante e a rotação do zoneamento. Com base na superfície da densidade relativa dos registros relacionados à atividade de pesca no período de 2008 a 2011, foi possível identificar as principais áreas de pesca utilizadas pela frota na costa Norte do Brasil para cada mês do ano (Figuras 8, 9, 10 e 11).

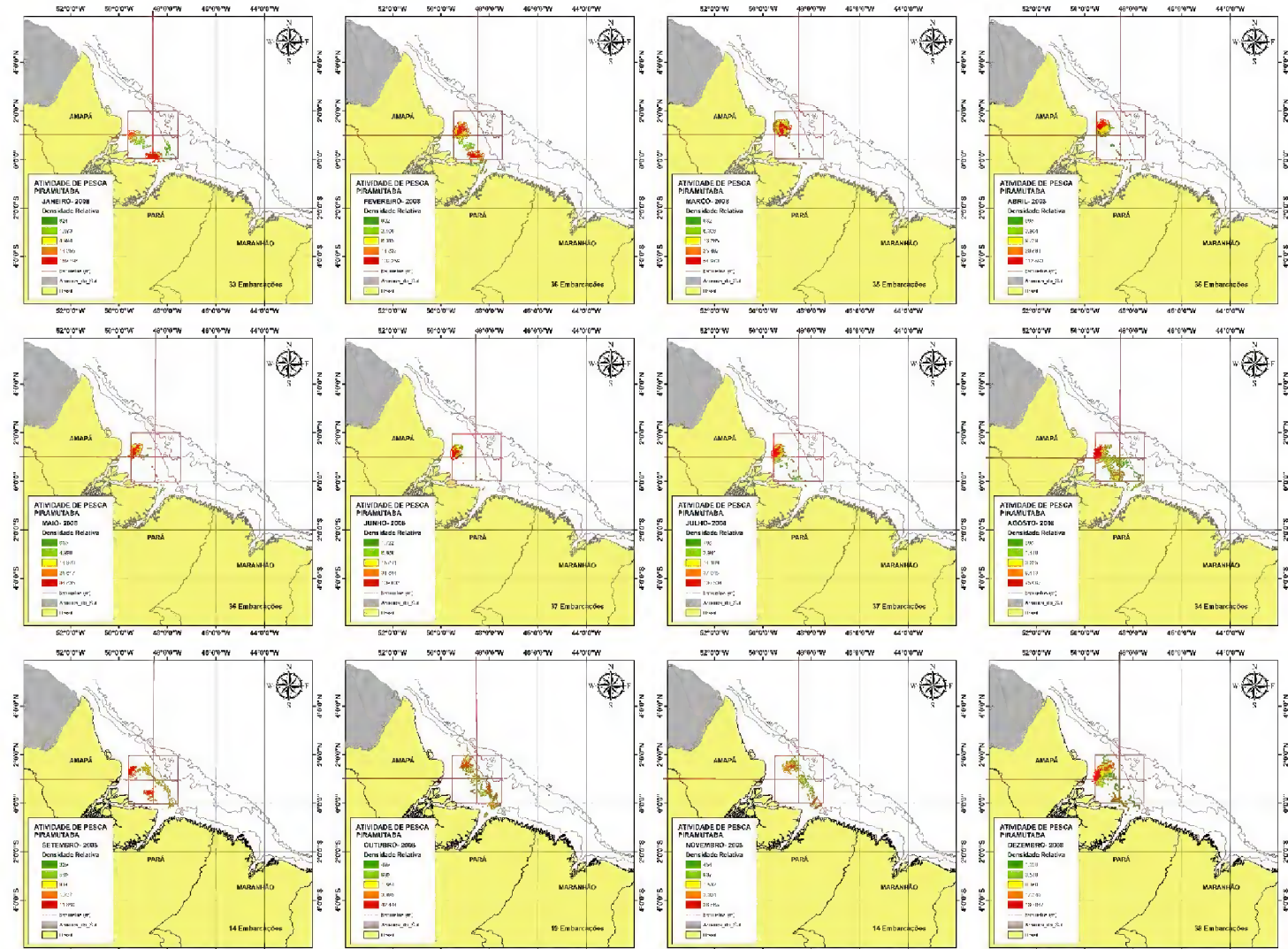


Figura 8 - Densidade relativa da atividade pesqueira durante os meses de 2008 e dinâmica da frota pesqueira divididas por quadrante.

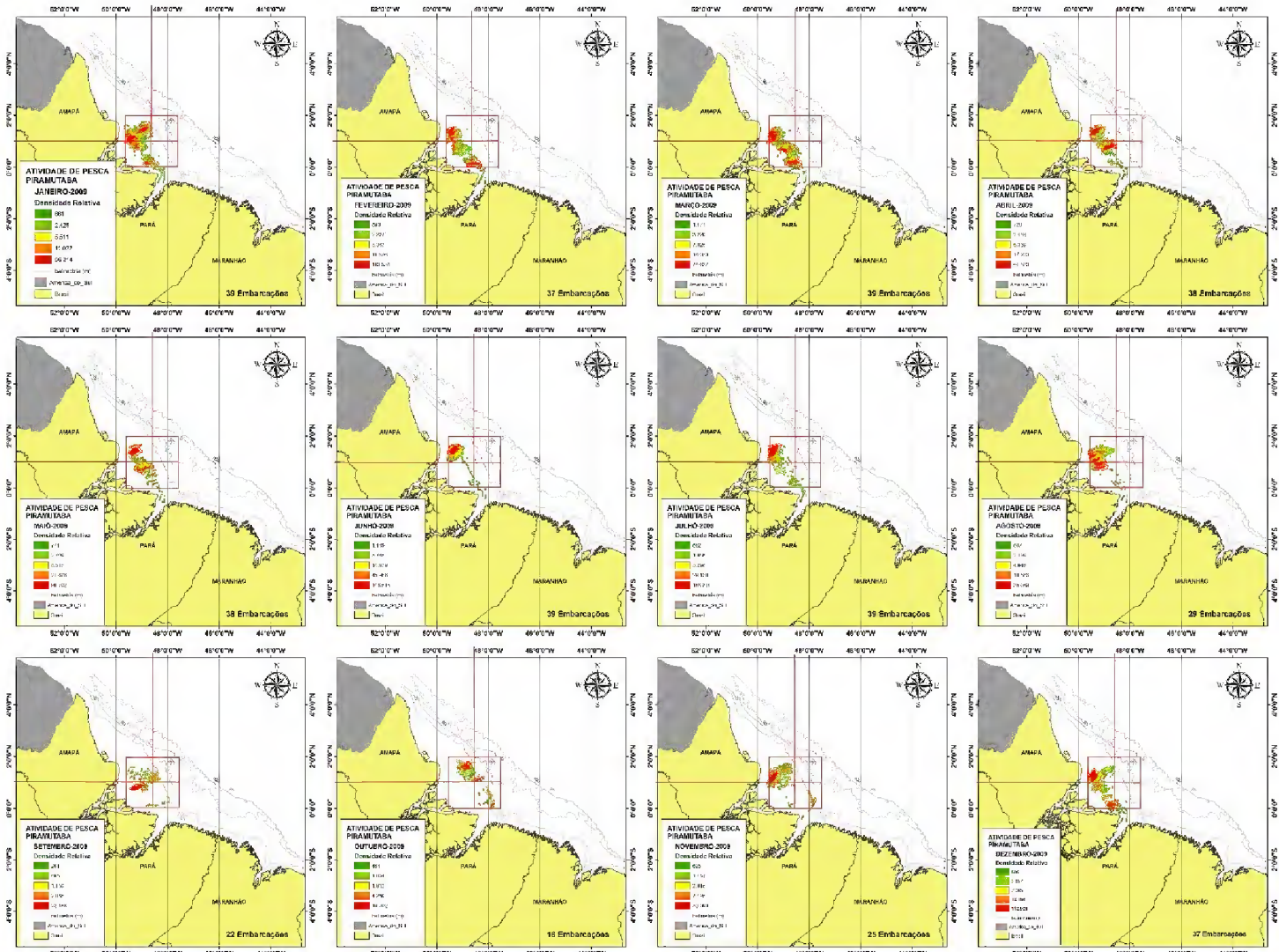


Figura 9 - Densidade relativa da atividade pesqueira durante os meses de 2009 e dinâmica da frota pesqueira divididas por quadrante.

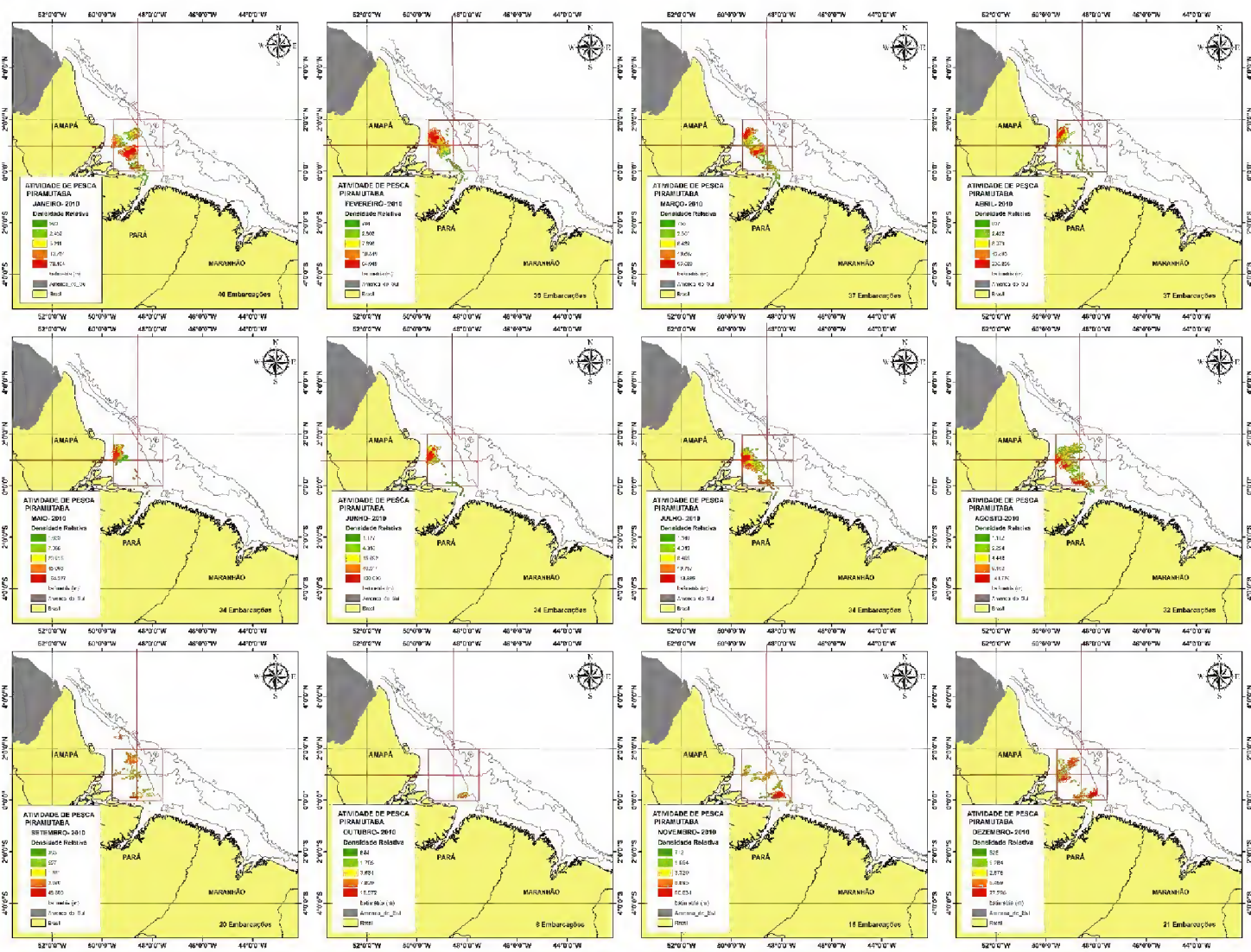


Figura 10 - Densidade relativa da atividade pesqueira durante os meses de 2010 e dinâmica da frota pesqueira divididas por quadrante.

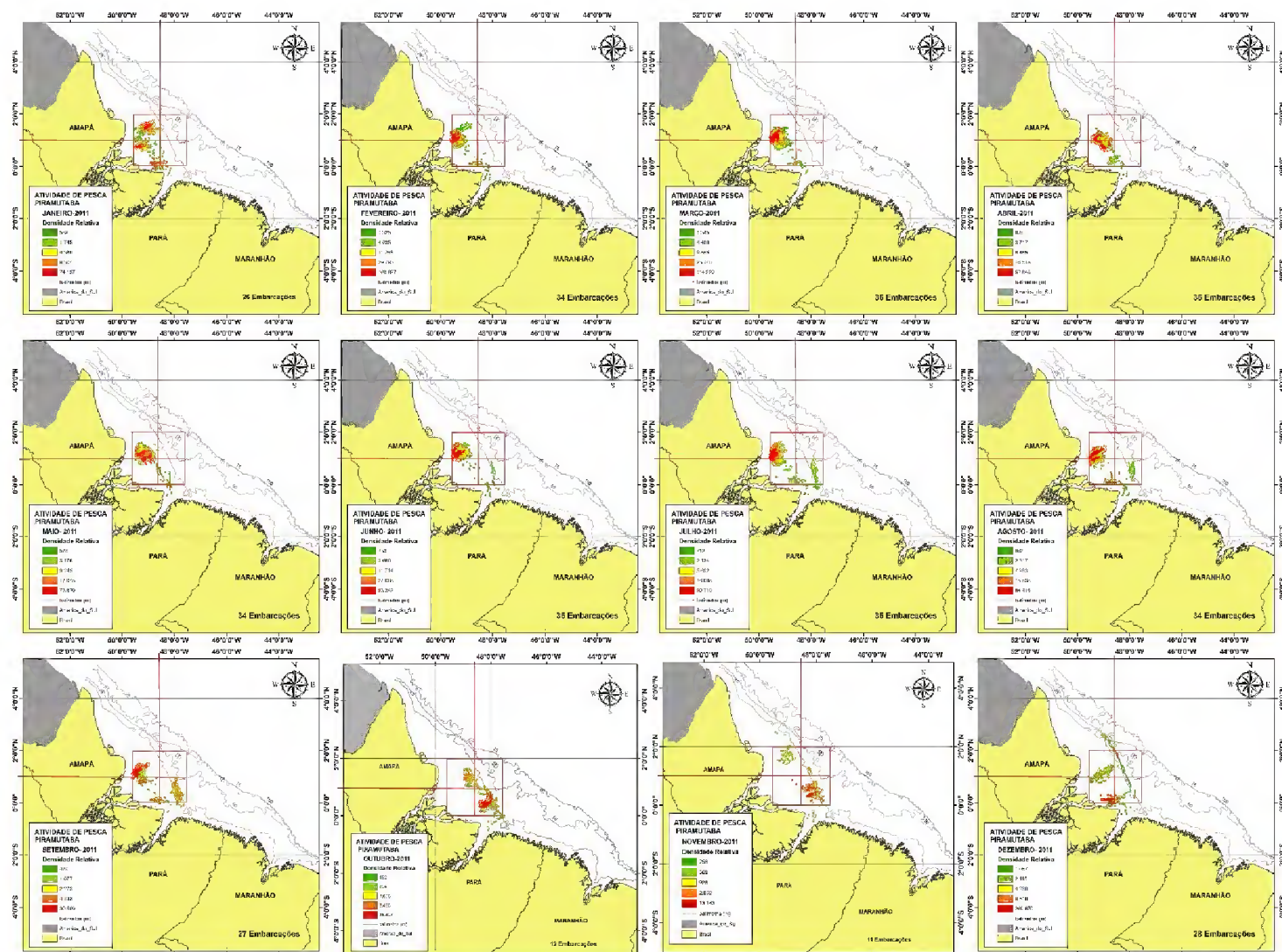


Figura 11 - Densidade relativa da atividade pesqueira durante os meses 2011 e dinâmica da frota pesqueira divididas por quadrante.

Com base nos gráficos acima, foi possível numerar os quadrantes e delimitar sua posição geográfica dentro da APR (tabela III).

TABELA III
Coordenadas geográficas dos quadrantes que pertencem à APR
da proposta de zoneamento da pesca de arrasto de *B. vaillantii*,
na costa Norte do Brasil.

	Latitude	Longitude
1° quadrante	00°N e 01°N	048°40'W e 049°40'W
2° quadrante	01°N e 02°N	048°40'W e 049°40'W
3° quadrante	01°N e 02°N	047°40'W e 048°40'W
4° quadrante	00°N e 01°N	047°40'W e 048°40'W

Os resultados demonstram que o 3° quadrante adotado para o zoneamento pode ser excluído da pesca rotativa, pois não foi verificada concentrações significativas de atividade de pesca naquela área, provavelmente por estar praticamente toda inserida na isolinha acima de 25 metros de profundidade. Sendo, portanto, definida como corredor de área livre ou passagem inocente para as embarcações. Assim sendo, apenas três quadrantes participam efetivamente do zoneamento pesqueiro. De acordo com a análise espaço-temporal das frotas controladas pelo PREPS para a modalidade de arrasto em parelha que atua na região Norte do Brasil, realizada pelo MPA para os anos de 2008 e 2009; a atividade de pesca, em termos de ocupação pela intensidade de uso de área, identificou uma grande área de pesca com três concentrações de densidade bem marcadas em ambos os anos. Essa tendência de distribuição encontra-se em conformidade com os resultados obtidos nesse estudo.

De acordo com os resultados obtidos pelas análises da variabilidade da abundância de *B. vaillantii*, na costa Norte do Brasil; no geral, foi observado um padrão de variação na CPUE média, apresentando os maiores valores no período de maior vazão do rio Amazonas (Figura 3), decaindo a partir do período de defeso da espécie e crescendo imediatamente após esse período, no mês de dezembro. Esses valores podem ser relacionados com os gráficos de distribuição espaço-temporal do PREPS. Foi observado que durante o período de maior vazão do rio Amazonas, a maior concentração da densidade de pesca encontra-se atuando no 2° quadrante geográfico (foz do rio Amazonas, próximo à costa do Amapá) definido para o zoneamento pesqueiro, no decurso de 2008 a 2011. Da mesma maneira, podemos observar que durante o período de defeso da espécie, as frotas foram mais atuantes no 4° quadrante geográfico definido para o zoneamento, ao longo de 2008 a 2011.

A distribuição espaço-temporal das atividades de pesca das embarcações observadas no PREPS ocorre de forma tendenciosa para cada período do ano. Foram selecionadas as regiões em que as frotas foram mais atuantes em cada período e de maneira similar, para definir o ciclo de pesca; tal como, para determinar a duração do período de ocupação e de descanso para cada quadrante geográfico. A rotação do zoneamento foi definida seguindo a cronologia dos meses do ano, iniciando em dezembro do ano anterior e continuando para o ano subsequente. Após análise dos gráficos mensais foi possível propor um período de ocupação com ciclo quadrimestral composto por três quadrantes (Figura 12), descrito a seguir:

- 1º quadrante: dezembro, janeiro, fevereiro e março;
- 2º quadrante: abril, maio, junho e julho;
- 4º quadrante: agosto, setembro, outubro e novembro.

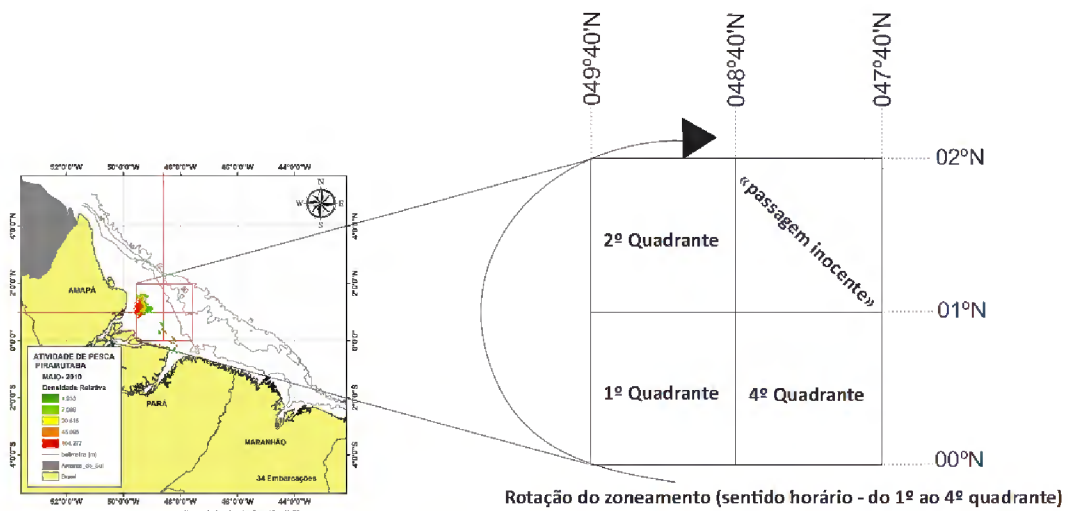


Figura 12 - Desenho esquemático da proposta de zoneamento da pesca de arrasto de *B. vaillantii* na costa Norte do Brasil.

Como resultado, haverá 4 meses de atividade de pesca (período de ocupação) em cada quadrante e 8 meses de descanso para a recuperação do estoque (fase atingida no fim do primeiro ciclo rotativo anual) de cada quadrante. Enquanto a pesca de piramutaba com rede de arrasto estiver liberada para pescaria no 1º quadrante, o 2º e 4º quadrantes serão protegidos para que a biomassa possa se recuperar. Por conseguinte, o ciclo de pesca se repetirá de maneira análoga no 2º quadrante; dispondo assim, de um período de descanso de 8 meses para o 4º quadrante e 4 meses para o 1º quadrante, cumulativamente,

ao fim do segundo ciclo de pesca quadrimestral. No final do ciclo anual, quando as frotas pesqueiras estiverem ocupando o 4º quadrante geográfico do zoneamento, o 1º e o 2º quadrantes alcançarão 8 meses de descanso para a recuperação do estoque, completando o ciclo anual da pesca rotativa. Nesse contexto, o ciclo anual seguinte se repetirá da mesma maneira e de forma sucessiva.

CONCLUSÃO

Os resultados encontrados constituem uma importante ferramenta para desenvolvimento de política ambiental regional para áreas de exploração da pesca de *B. vaillantii*. Possibilitará ao Estado promover a melhoria e garantir a qualidade do meio ambiente, além de implementar o desenvolvimento social e econômico da atividade pesqueira.

REFERÊNCIAS

- BARTHEM RB. 1990. Ecologia e pesca da Piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 268 p.
- BARTHEM RB, MELLO-FILHO A, ASSUNÇÃO W, GOMES PFF AND BARBOSA CAC. 2015. Estrutura de tamanho e distribuição espacial da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) na foz amazônica: implicações para o manejo da pesca. Bol. Inst. Pesca 41(2): 249-260.
- DIAS-NETO J AND DORNELLES LDC. 1996. Diagnóstico da pesca marítima no Brasil. Ibama, Brasília, 165 p.
- DIEGUES ACS. 1983. Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar. Ática, São Paulo, 287 p.
- FAO 1997. Documento Técnico sobre as Pescas. [<http://www.fao.org/3/W5448P/W5448P14.htm>].
- FERNANDES RD. 2010. Formação e Evolução dos Bancos de Areia da Foz do Rio Amazonas. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 113 p.
- FRÉDOU FL, MOURÃO K, BARBOSA C, ALMEIDA O, RIVERO S AND THOMPSON R. 2009. Caracterização das pescarias industriais da costa norte do Brasil. Paper NAEA 237: 1-33.
- HAIMOVICI M AND KLIPPEL S. 1999. Diagnóstico da Biodiversidade dos Peixes Teleósteos Demersais Marinhos e Estuarinos do Brasil. FURG, Rio Grande, 68 p.
- ISAAC VJ AND BRAGA TMP. 1999. Rejeição de pescado nas pescarias da região Norte do Brasil. Arq. Ciência Mar 32: 39-54.
- KENDALL MG. 1975. Rank Correlation Methods, 4th ed., London: CharlesGriffin, 202 p.
- LIN H, CHEN Y, SONG Q, FU P, CLEVERLY J, MAGLIULO V, LAW BE, GOUGH CM, HÖRTNAGL L, DI GENNARO F, MATTEUCCI G, MONTAGNANI L, DUCE P, SHAO C, KATO T, BONAL D, PAUL-LIMOGE E, BERINGER J, GRACE J AND FAN Z, 2017. Quantifying deforestation and forest degradation with thermal response. Sci. Total Environ 607-608:1286-1292.
- MANN HB. 1945. Nonparametric tests against trend. Econometrica. v13. p. 245-259.
- MARENGO JA, NOBRE CA, TOMASELLA J, OYAMA MD, DE OLIVEIRA GS, DE OLIVEIRA R, CAMARGO H, ALVES LM AND BROWN IF. 2008. The drought of Amazonia in 2005. J. Clim 21: 495-516.
- MATSUNAGA AMF, FURTADO-JUNIOR I AND ITÓ LS. 2017. Análise quantitativa da influência de parâmetros ambientais sobre a captura por unidade de esforço (CPUE) da piramutaba *brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) da costa amazônica do Brasil. Bol. Téc. Cient. Ceqnor 17(1): 9-19.
- MPA 2012. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2010. Brasil, Brasília, 128 p. [<http://www.icmbio.gov.br/cepsul/acervo-digital/37-download/estatistica>].

- MPA 2011. Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura - Brasil 2011. Brasil, Brasília, 60 p. [<http://www.icmbio.gov.br/cepsul/acervo-digital/37-download/estatistica>].
- MPA 2010. Produção pesqueira e aquícola: estatística 2008 e 2009. Brasil, Brasília, 99 p. [<http://www.icmbio.gov.br/cepsul/acervo-digital/37-download/estatistica>].
- MOURÃO KRM, PINHEIRO LA AND LUCENA F. 2007. Organização Social e Aspectos Técnicos da Atividade Pesqueira no Município de Vigia-PA. B. Lab. Hidro 20: 39-52.
- MOURA MM, DOS SANTOS AR, PEZZOPANE JEM, ALEXANDRE RS, DA SILVA SF, PIMENTEL SM, DE ANDRADE MSS, SILVA FGR, BRANCO ERF, MOREIRA TR, DA SILVA RG AND DE CARVALHO JR. 2019. Relation of El Niño and La Niña phenomena to precipitation, evapotranspiration and temperature in the Amazon basin. Sci. Total Environ. 651: 1639-1651.
- PETRERE-JÚNIOR M, GIACOMINI HC AND DE MARCO JÚNIOR P. 2010. Catch-per-unit effort: which estimator is best? Braz J Biol 70:483-491.
- PIRKER LEM. 2001. Determinação da idade e crescimento da piramutaba *Brachyplatystoma vaillanti* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Pimelodidae) capturada no estuário amazônico. Universidade Federal do Pará, Belém, 107 pg.
- PIRKER LEM. 2003. Dinâmica populacional e o estado atual da exploração da piramutaba. In: FORSBERG MC, BARROSO A, FABRÉ NN, PEREIRA F AND CUNHA, L. Seminário de apresentação de resultados: estudo estratégico do PROVARZEA: bases para o manejo da pesca dos grandes bagres migradores. Manaus: PROVARZEA/MMA/IBAMA/PPG7, Amazonas, p.13-15.
- PREPS 2011. Programa Nacional de Embarcações Pesqueiras por Satélite. [<https://www.preps.gov.br>].
- RAUSSER GC AND CARGILL TF. 1970. An application of spectral analysis. Am J Agr Econ 52(1): 109-121.
- SANYO TECHNO MARINE 1988. Draft final report for the fishery re-sources study of the Amazon and Tocantins river mouth areas in the federative republic of Brazil. Japão, Tokyo, 334 p.
- SECIRM 2006. Secretaria da Comissão Interministerial para Recursos do Mar. Marinha do Brasil. [http://www.sportnautica.com.br/amazonia_azul.html].
- SHUMWAY RH AND STOFFER DS. 2000. Time Series Analysis and Its Applications, New York: Springer-Verlag.
- SINNOTT RW. 1984. Virtues of the Haversine, Sky and Telescope. 68(2): 159.
- ZAGAGLIA CR, DOS SANTOS RC, BRICHTA M AND BARBOSA MG. 2009. Dinâmica espaço-temporal da Frota Pesqueira na Captura da Piramutaba com Rede de Arrasto no Estuário Amazônico com Base nos Dados do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite - PREPS. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE, p. 4535-4542.

Capítulo 3

3 CONCLUSÕES GERAIS

A análise espaço-temporal da distribuição da frota de arrasto que captura a piramutaba na Costa Norte do Brasil, revelou três grandes áreas de densidade bem marcadas, compreendidas entre as latitudes 00°N e 02°N e as longitudes 047°40'W e 049°40'W. A tendência de concentração dessas áreas acompanha a dinâmica do estuário amazônico e da espécie estudada. No período de maior vazão do rio Amazonas (abril a julho), o estoque de piramutaba está mais presente na área central da foz deste rio, próximo à costa do Amapá, provavelmente entre as latitudes de 01° e 02°N e longitudes de 048°40' e 049°40'. Por conseguinte, no período mais seco do ano (agosto a novembro) há um deslocamento desses cardumes, no sentido sudeste, para áreas próximas à foz do rio Pará; possivelmente entre as latitudes de 00° e 01°N e longitudes de 047°40' e 048°40'.

A maior abundância desse recurso também se dá no período de maior vazão do rio Amazonas, esta cuja intensidade é modulada pelos eventos climáticos de El Niño e La Niña. Esses eventos climáticos influenciam negativamente e positivamente na produção pesqueira, de modo respectivo.

O registro de dados do PREPS revelou ser bastante útil para designar atividades de pesca e são de extrema relevância para o ordenamento pesqueiro, por possibilitar o monitoramento em tempo real das embarcações pesqueiras e visualização de informações mais precisas em relação a localização geográfica das embarcações. A metodologia empregada no zoneamento revelou ser eficaz em relação ao dimensionamento de áreas de pesca e de descanso e deve ser considerada suporte para a gestão pesqueira em geral, podendo ser direcionada à outras espécies, e devendo vir a ser modificada e melhorada de acordo com as suas especificidades. É importante ressaltar que o zoneamento não será permanente, podendo ser alterado ano após ano, mediante avaliação dos resultados do zoneamento anterior.

A análise dos eventos climáticos e sua interferência na produtividade foram necessários para explicar as flutuações na proporção das capturas de piramutaba ao longo da série temporal.

Concluiu-se com esse estudo, a necessidade de intensificação da fiscalização sobre a pesca desse recurso com uma gestão de qualidade que atue na continuidade das pescarias, com foco na preservação do estoque pesqueiro. As informações obtidas nesse estudo servem de base para a preparação de atividades posteriores.