

Programa de pós-graduação  
Ecologia Aquática  
e Pesca



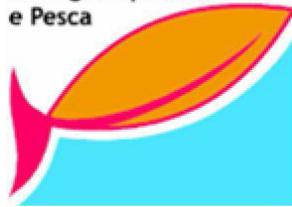
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA  
MESTRADO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA

**PADRÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CAPTURA DE PIRAMUTABA,  
*Brachyplatistoma vaillantii*, PELA FROTA DE ARRASTO, NA COSTA NORTE  
DO BRASIL**

ADAUTO DOS SANTOS MELLO FILHO

Belém  
2014

Programa de pós-graduação  
Ecologia Aquática  
e Pesca



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

ADAUTO DOS SANTOS MELLO FILHO

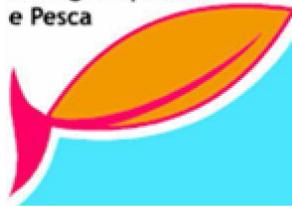
**PADRÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CAPTURA DE PIRAMUTABA,  
*Brachyplatistoma vaillantii*, PELA FROTA DE ARRASTO, NA COSTA NORTE  
DO BRASIL**

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

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem

Belém  
2014

Programa de pós-graduação  
Ecologia Aquática  
e Pesca



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

ADAUTO DOS SANTOS MELLO FILHO

**PADRÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA CAPTURA DE PIRAMUTABA,  
*Brachyplatistoma vaillantii*, PELA FROTA DE ARRASTO, NA COSTA NORTE DO  
BRASIL**

Orientador (a):

Prof. Dr. Ronaldo Borges Barthem  
Museu Paraense Emílio Goeldi/MPEG - UFPA

Banca Examinadora:

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

Prof. Dr. Roberto Vilhena Espírito-Santo  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará/IFPA

Profa. Dra. Victoria Judith Isaac Nahum  
Instituto de Ciência Biológicas/ICB - UFPA

Belém  
2014

Dedico aos meus pais, Aduino e Sônia, e a minha irmã Natália, por todo amor, respeito e dedicação.

“Se você faz o que sempre fez, você obterá o  
que sempre obteve”.

Anthony Robbins

## AGRADECIMENTOS

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

Ao meu orientador Ronaldo Barthem pela ajuda, paciência e apoio durante todo o processo de desenvolvimento da dissertação.

Ao Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), na pessoa do Sr. Mutsuo Asano Filho por gentilmente ceder os dados utilizados nesse trabalho.

Aos professores Bianca Bentes e Eduardo Paes pelas inúmeras contribuições durante o processo de qualificação.

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

Aos professores do mestrado pelo conhecimento compartilhado.

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

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

A EQUIPE formada pelos colegas de mestrado Priscila Nóbrega, Karoline Almeida, Híngara Leão, Márcio Ferreira, Wilson Cohen, Alejandro Zeta, Fabíola Seabra, transformaram o curso em uma experiência única! Muito obrigado pela amizade e companhia durante todo esse tempo de provação!

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

## RESUMO

A piramutaba, *Brachyplatistoma vaillantii*, é um bagre de água doce amplamente distribuído na bacia amazônica, que representa um importante recurso para as populações que vivem ao longo dos seus afluentes, sendo assim alvo da pesca de subsistência e da pesca comercial, representada principalmente pela frota industrial. Com objetivo de testar a distribuição espaço-temporal da espécie no estuário amazônico, se faz necessário a identificação de áreas ou períodos em que a captura de juvenis sejam maior, podendo assim subsidiar medidas de ordenamento mais adequadas. Para isso foram realizadas amostragens a bordo de embarcações da frota industrial, entre dezembro de 2008 a agosto de 2011, onde eram registrados o posicionamento geográfico, a produção e a profundidade inicial e final para cada arrasto. Para a biometria, eram amostradas 5 basquetas com piramutaba, sendo registrado o comprimento furcal. A variação espaço-temporal do comprimento médio foi verificada a partir de uma Análise de covariância, considerando a variação entre períodos, áreas de pesca (variação latitudinal) e setores internos e externos (variação longitudinal) dentro das áreas de pesca. A partir dos dados de comprimento os indivíduos foram agrupados em grupos etários 01 (até 1 ano), 02 (entre 1 e 2) 3 (entre 2 e 3) e 4 (acima de 3 anos) e estimados seu peso a partir da relação peso comprimento. Foram estimados índices de rejeição potencial baseados em número e em peso para verificar a proporção de juvenis e recrutas, geralmente rejeitados pela pesca industrial, e analisados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Foram realizados um total de 1632 arrastos no estuário amazônico. A análise da pluviosidade e vazão do Amazonas, permitiu a categorização em um período chuvoso, de dezembro a abril e um período seco, de maio a agosto. A análise espacial dos arrastos permitiu a identificação de três áreas de pesca, uma área Sul, uma área Central e uma área Norte. A análise da composição etária demonstrou que o grupo 3, que são os indivíduos entre 2 e 3 anos são os mais abundantes nas pescarias 65% de ocorrência. A análise espaço-temporal do comprimento médio verificou que durante o período chuvoso existe uma variação latitudinal evidente, com indivíduos menores na área Central, enquanto que no período seco os indivíduos maiores saem dos setores externos e sem aproximam da foz do rio Amazonas. Os resultados evidenciaram os padrões de deslocamento dos indivíduos em relação ao ciclo migratório descrito para a espécie na literatura. Os índices de rejeição potencial confirmam a variação latitudinal no período chuvoso, sendo verificado que os setores centrais apresentam maiores índices de descarte, chegando a 1/3 de toda a piramutaba capturada. Os resultados demonstraram os padrões de deslocamento da espécie dentro do estuário amazônico e sugerem que uma restrição espacial para a área Central pode ser adotada para minimizar a captura de juvenis dessa espécie, um resultado que contradiz as premissas das restrições espaciais existentes, que diz que os indivíduos menores estão associados a costa, o que não foi verificado nesse trabalho.

**Palavras-chave:** Piramutaba, Distribuição etária, Análise de covariância, Manejo pesqueiro.

## ABSTRACT

The piramutaba, *Brachyplatistoma vaillantii*, is a freshwater catfish widely distributed in the Amazon basin, which represents an important resource for the people living along its tributaries, being target of subsistence fishing and commercial fishing, represented mainly by the industrial fleet which operates in the Amazon estuary. In order to test the spatial and temporal distribution of species in the Amazon estuary, the identification of areas or periods in which the capture of juveniles are higher is required, and thus subsidize most appropriate management measures. Samplings was conducted on board vessels of industrial fleet were held from december 2008 to august 2011, and recorded the geographic positioning, production and initial and final depth for each trawl. Were sampled 5 **boxes with** piramutaba, being registred the fork length, for the biometrics analysis. The time-space variation in average length was verified from an analysis of covariance, considering the variation between periods, fishing areas (latitudinal variation) and internal and external sectors (longitudinal variation) within the fishing areas. From the data length of the individuals were grouped into 01 age groups (up to 1 year), 02 (between 1 and 2) 3 (2 to 3) and 4 (over 3 years) and estimated its weight from the relationship weight length. Potential rejection rates based on the number and weight to determine the proportion of juveniles and recruits generally rejected by industrial fishing were estimated and analyzed by the nonparametric Kruskal-Wallis. A total of 1632 trawls were realized in the Amazon estuary. The analysis of rainfall and flow of the Amazon River, allowed categorization into a rainy season from December to April and a dry period from May to August. Spatial analysis of trawls allowed the identification of three areas of fishing, one South area, a Central area North area,. The age composition analysis showed that group 3, individuals between 2 and 3 years, was the most abundant in fisheries with 65% of occurrence. he spatio-temporal analysis of the average length found that during the rainy season there is a evident latitudinal variation , with smaller individuals in the Central area, while in the dry season, the biggest while in the dry season the biggest individuals leave the external sectors approaching the mouth of the Amazon River. The results showed the displacement patterns of individuals in relation to the migration cycle for the species described in the literature. The index of potential rejection confirm the latitudinal variation in the rainy season, and found that the central sectors have higher rates of discards. The results demonstrated the displacement patterns of species within the Amazon estuary and suggest that a spatial restriction for Central area can be adopted to minimize the catch of juveniles of this species, a result that contradicts the assumptions of existing spatial constraints, which says that smaller individuals are associated with the coast, which was not observed in this work.

**Keywords:** Piramutaba, age distribution, analysis of covariance, fisheries management.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLAR DE PIRAMUTABA <i>BRACHYPLATYSTOMA VAILLANTII</i> .....	23
FIGURA 2 - ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DA PIRAMUTABA DENTRO DA BACIA AMAZÔNICA, MOSTRANDO A SUA ÁREA DE DESOVA, ÁREA DE ALIMENTAÇÃO E ÁREA DE CRESCIMENTO, CONFORME PROPOSTO POR BARTHEM E GOULDING (1997).....	26
FIGURA 3 - ÁREA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO E PONTOS ONDE FORAM REALIZADOS OS ARRASTOS DURANTE O PERÍODO DO PROJETO MONITORAMENTO DA PESCA INDUSTRIAL DO ESTADO DO PARÁ. ....	31
FIGURA 4 - (A) ÁREA DO CONVÉS ONDE A REDE ERA DE DESCARREGADA PARA A SELEÇÃO; (B) REALIZAÇÃO DE BIOMETRIA DAS PIRAMUTABAS ANTES DO PROCESSO DE SELEÇÃO.....	33
FIGURA 5 - ESQUEMA DIDÁTICA REPRESENTANDO A SAZONALIDADE DA CUNHA SALINA RELACIONADA COM A DESCARGA DE ÁGUA DOCE NO ESTUÁRIO E A CORRENTE NORTE DO BRASIL. ....	34
FIGURA 6 - PRECIPITAÇÃO TOTAL DO ESTADO DO PARÁ, PARA O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2008 A DEZEMBRO DE 2011. ....	40
FIGURA 7 - VAZÃO MÉDIA MENSAL DO RIO AMAZONAS, MEDIDO NA ESTAÇÃO DE ÓBIDOS, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2008 A JANEIRO DE 2011. ....	40
FIGURA 8 - GRÁFICO SCATTERPLOT DOS PONTOS GEOGRÁFICOS DOS ARRASTOS REALIZADOS PELA FROTA INDUSTRIAL DA PIRAMUTABA DURANTE O PERÍODO DE JULHO DE 2008 A DEZEMBRO DE 2011, NA COSTA NORTE DO BRASIL. ....	41
FIGURA 9 - DENSIDADE DOS ARRASTOS REALIZADOS PELA FROTA INDUSTRIAL DA PIRAMUTABA DURANTE O PERÍODO DE JULHO DE 2008 A DEZEMBRO DE 2011, NA COSTA NORTE DO BRASIL. ....	41
FIGURA 10 - FREQUÊNCIA DOS ARRASTOS REALIZADOS PELA FROTA INDUSTRIAL QUE FORAM AMOSTRADOS PELO PROJETO MPI DURANTE O PERÍODO DE JULHO DE 2008 A DEZEMBRO DE 2011 EM RELAÇÃO AO EIXO LATITUDINAL.....	42
FIGURA 11 - FREQUÊNCIA DOS ARRASTOS REALIZADOS PELA FROTA INDUSTRIAL QUE FORAM AMOSTRADOS PELO PROJETO MPI DURANTE O PERÍODO 1 E 2 PARA OS ANOS 1, 2 E 3, EM RELAÇÃO AO EIXO LATITUDINAL. ....	44
FIGURA 12 - ZONEAMENTO ESPACIAL ESTABELECIDO PARA A ÁREA DO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, ONDE IDENTIFICAMOS A ÁREA SUL (S), COM OS SETORES S-I E S-E, A ÁREA CENTRAL (C), COM OS SETORES C-I E C-E, E A ÁREA NORTE (N), COM OS SETORES N-I E N-E. ....	46
FIGURA 13 - GRÁFICO BOX-PLOT PARA A PROFUNDIDADE MÉDIA DOS ARRASTOS REALIZADOS NAS ÁREAS DE PESCA UTILIZADAS PELA FROTA INDUSTRIAL DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010.....	47
FIGURA 14 - GRÁFICO DOS EFEITOS PRINCIPAIS APRESENTANDO AS MÉDIAS DO COMPRIMENTO MÉDIO (CM) DAS CAPTURAS E O INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%, ONDE A -	

COMPRIMENTO MÉDIO (CM) <i>VERSUS</i> PERÍODO; B – COMPRIMENTO MÉDIO (CM) <i>VERSUS</i> ÁREAS DE PESCA.....	49
FIGURA 15 - GRÁFICO DOS EFEITOS PRINCIPAIS APRESENTANDO AS MÉDIAS DO COMPRIMENTO MÉDIO (CM) DAS CAPTURAS E O INTERVALO DE CONFIANÇA DE 95%, ONDE A – COMPRIMENTO MÉDIO (CM) <i>VERSUS</i> INTERAÇÃO PERÍODO*LONGITUDE; B – COMPRIMENTO MÉDIO (CM) <i>VERSUS</i> INTERAÇÃO PERÍODO*LATITUDE. ....	50
FIGURA 16 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DOS RESÍDUOS GERADOS PELA ANCOVA. ....	50
FIGURA 17 - FREQUÊNCIA RELATIVA DOS GRUPOS ETÁRIOS DA PIRAMUTABA CAPTURADA PELA FROTA INDUSTRIAL NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010.....	52
FIGURA 18 - VARIAÇÃO LATITUDINAL DO ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM NÚMERO DE INDIVÍDUOS (NR) ENTRE AS ÁREAS DE PESCA UTILIZADAS PELA FROTA DE ARRASTO NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010...	53
FIGURA 19 - VARIAÇÃO LONGITUDINAL DO ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM NÚMERO DE INDIVÍDUOS (NR) ENTRE OS SETORES INTERNO E EXTERNO, UTILIZADOS PELA FROTA INDUSTRIAL NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010.....	53
FIGURA 20 - VARIAÇÃO DO ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM PESO (PR) ENTRE AS ÁREAS DE PESCA, POR PERÍODO, PARA A PIRAMUTABA CAPTURADA PELA FROTA INDUSTRIAL NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010...	54
FIGURA 21 - VARIAÇÃO LONGITUDINAL DO ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM PESO (PR) ENTRE OS SETORES, POR PERÍODO, PARA A PIRAMUTABA CAPTURADA PELA FROTA INDUSTRIAL NO ESTUÁRIO AMAZÔNICO, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010. ....	55

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - NÚMERO DE ARRASTOS MENSAIS AMOSTRADOS NAS PESCARIAS DE PIRAMUTABA PELA FROTA DE ARRASTO DURANTE O PERÍODO DE JULHO DE 2008 A DEZEMBRO DE 2011, NA COSTA NORTE DO BRASIL.....	39
TABELA 2 - NÚMERO DE ARRASTOS REALIZADOS PELA FROTA INDUSTRIAL PIRAMUTABEIRA, NA COSTA NORTE DO BRASIL, EM FUNÇÃO DA ÁREA DE PESCA, PERÍODO E ANO DE AMOSTRAGEM.....	43
TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DOS ARRASTOS EM EIXOS DE 0,1° PARAS AS FAIXAS LATITUDINAIS (ÁREA SUL, ÁREA CENTRAL E ÁREA NORTE) DEFINIDAS PARA A ÁREA DE ATUAÇÃO DA FROTA INDUSTRIAL.....	45
TABELA 4 - NÚMERO DE ARRASTOS REALIZADOS COM REGISTRO DE BIOMETRIA, EM RELAÇÃO AOS FATORES ESPAÇO TEMPORAIS: PERÍODO 1(DEZEMBRO-ABRIL) E PERÍODO 2 (MAIO-AGOSTO); ÁREAS DE PESCA (SUL, CENTRAL E NORTE) E SUAS VARIAÇÕES LONGITUDINAIS (SETORES INTERNOS E EXTERNOS) NA PLATAFORMA CONTINENTAL DA COSTA NORTE DO BRASIL, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2008 A AGOSTO DE 2010.....	46
TABELA 5 - RESULTADO DA ANCOVA PARA O TESTE DO COMPRIMENTO MÉDIO DOS ARRASTOS EM RELAÇÃO AOS FATORES PERÍODO, LONGITUDE, LATITUDE E A CO-VARIÁVEL PROFUNDIDADE MÉDIA (M).....	48
TABELA 6 - FREQUÊNCIA E COMPOSIÇÃO DE CAPTURA EM COMPRIMENTO FURCAL (CM) E PESO ESTIMADO (KG), PARA CADA GRUPO ETÁRIO, DA PIRAMUTABA, <i>BRACHYPLATYSTOMA VAILLANTII</i> , CAPTURADA COM REDE DE ARRASTO NA COSTA NORTE DO BRASIL, DURANTE O PERÍODO DE DEZEMBRO DE 2009 A AGOSTO DE 2010. ....	51

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>1.1. OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>18</b>
1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.1.2. HIPÓTESE .....	18
<b>1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>19</b>
1.2.1. A ATIVIDADE PESQUEIRA NO ESTADO DO PARÁ.....	19
1.2.2. O ESTUÁRIO AMAZÔNICO E A SAZONALIDADE NA COSTA NORTE DO BRASIL .....	21
1.2.3. A PIRAMUTABA <i>Brachyplatystoma vaillantii</i> .....	22
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>31</b>
<b>2.1. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>31</b>
<b>2.2. FONTE DOS DADOS</b> .....	<b>31</b>
<b>2.3. TRATAMENTO DOS DADOS</b> .....	<b>33</b>
2.3.1. DEFINIÇÃO DO FATOR TEMPORAL.....	33
2.3.2. ZONEAMENTO ESPACIAL .....	34
<b>2.4. ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>36</b>
2.4.1. PARÂMETRO DE CAPTURA.....	36
2.4.2. COMPOSIÇÃO ETÁRIA DAS CAPTURAS.....	36
2.4.3. TAMANHO LIMITE DE REJEIÇÃO .....	37
2.4.4. ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM NÚMERO DE INDIVÍDUOS (NR) .....	37
2.4.5. ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM PESO .....	37
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.1. PERÍODOS DE COLETA TRATAMENTO DOS DADOS</b> .....	<b>39</b>
<b>3.2. CATEGORIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PESCA</b> .....	<b>40</b>
3.2.1. ESTRATIFICAÇÃO LATITUDINAL DOS ARRASTOS.....	42
3.2.2. ESTRATIFICAÇÃO LONGITUDINAL DOS ARRASTOS .....	44
<b>3.3. COMPOSIÇÃO DE TAMANHO DAS CAPTURAS</b> .....	<b>47</b>
<b>3.4. COMPOSIÇÃO ETÁRIA DAS CAPTURAS</b> .....	<b>50</b>
<b>3.5. REJEIÇÃO POTENCIAL DA CAPTURA</b> .....	<b>52</b>

3.5.1. ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM NÚMERO (NR) .....	52
3.5.2. ÍNDICE DE REJEIÇÃO POTENCIAL EM PESO (PR).....	54
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>61</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

---

A piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840), é um bagre de água doce amplamente distribuído na bacia amazônica, que representa um importante recurso para as populações que vivem ao longo dos seus afluentes, sendo assim alvo da pesca de subsistência e da pesca comercial, tanto pela frota artesanal como pela industrial (BARTHEM, 1990b).

A pesca da piramutaba até a década de 1960 era feita somente pela frota artesanal de pequena escala, voltada para subsistência e para a comercialização local, que utilizava redes de emalhar, espinhéis-de-anzol e currais (IBAMA, 1994). Com a criação da Superintendência do desenvolvimento da Pesca - SUDEPE, em 1962, a inserção da pesca como “indústria de base” em 1966, passando a ser uma atividade financiável pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico - BNDE, a criação dos incentivos fiscais da pesca (isenção de impostos, financiamentos e facilidades de importações) e do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro no Brasil - PDP, ambos em 1967, a chamada “pesca industrial” começa a consolidar suas bases. Aliado a isso o interesse internacional pela piramutaba fez com que nesse período começassem a se instalar frigoríficos interessados em comprar, beneficiar e exportar produtos da pesca para o exterior (GIULIETTI e ASSUMPÇÃO, 1995).

Esse processo de industrialização do setor pesqueiro abriu espaço para introdução de uma nova frota, com barcos maiores e mais possantes, de casco de metal em sua maioria, do mesmo tipo de embarcação das pescarias de camarão (*double-rigtrawl*), que foram adaptadas para a captura de espécies demersais. A partir do fim da década de 1970 foi introduzida a modalidade de pesca de arrasto em parelhas, na qual dois barcos operam uma única rede, sem portas (BRAGA e ISAAC, 1999; GEOBRASIL, 2002).

As embarcações da frota industrial apresentam um alto grau de mecanização e tecnologia na propulsão da embarcação, no desenvolvimento das fainas de pesca (lançamento e recolhimento de redes), no beneficiamento do pescado a bordo, na localização de cardume e na sua navegação (MARRUL FILHO, 2001; DIAS NETO, 2002), diferenciando esta frota por aumentar sua eficiência de captura em relação aos

demais apetrechos de pesca utilizados pelas demais frotas (BARTHEM e PETRERE, 1995).

Com a introdução da frota industrial em 1971, a produção de piramutaba teve um aumento exponencial, alcançando o maior volume de produção em 1977, com 28.000 tons, entretanto, a partir de 1980 sua produção passa a sofrer uma queda expressiva até alcançar o seu mínimo em 1993, 6.000 tons. (IBAMA, 1994). Os fatores associados ao declínio da produção foi o aumento do esforço de pesca na década de 1980, representado tanto pelo aumento do número de dias de pesca e quantidade de barcos, quanto pela introdução da “trilheira”, quando três barcos arrastam duas redes ao mesmo tempo. A captura excessiva de jovens e a queda da captura de peixes maiores fizeram com que as empresas diminuíssem o tamanho aceitável do peixe para ser processado pelos frigoríficos para manter sua produção (IBAMA, 1994).

A piramutaba é o único recurso pesqueiro amazônico que é explorado por duas frotas pesqueiras, a industrial, voltada para o mercado internacional, e a artesanal, voltada para o abastecimento local e nacional, e a parte interna do estuário é a única zona pesqueira da Amazônia em que ambas atuam (ISAAC e BARTHEM 1995).

A piramutaba encontrava-se em estado de ameaça de sobrepesca nos anos de 1984 e 1985 com base na análise de rendimento por recruta da pesca da piramutaba, com a mortalidade de pesca máxima sustentável (FMSY) para a pesca industrial inferior ao encontrado no estudo ( $FMSY = 0,38 \text{ ano}^{-1} < F_{1984} = 0,68 \text{ ano}^{-1}$  e  $F_{1985} 0,44 \text{ ano}^{-1}$ ) (BARTHEM E PETRERE JR 1995).

O Grupo Permanente de Estudos Sobre a Piramutaba (IBAMA, 1999) ressalta que os resultados encontrados por esses autores ainda podem estar superestimados, visto que eles consideraram uma taxa de crescimento de  $k = 0,217 \text{ ano}^{-1}$ , maior do que são consideradas em trabalhos mais recentes,  $k = 0,10 \text{ ano}^{-1}$  (BARTHEM e GOULDING, 1997), indicando que a gravidade do estado do estoque possa ter sido subestimada na análise dos autores.

O estado de exploração desse estoque foi avaliado pelo modelo linear de Schaefer (1954) onde foi verificada uma captura máxima sustentável (CMS) de 19.929 tons/ano para um esforço máximo de 48 barcos, e 20.900 tons/ano para um esforço de 5.900 dias. Baseado nessas informações, é possível observar que essa CMS já havia sido

ultrapassada em 1977, quando o desembarque total atingiu 28.829 toneladas conforme foi citado anteriormente (IBAMA, 1999).

O aumento do esforço, e o contínuo diminuição do tamanho médio de captura, enquadra a piramutaba em um estado de sobrepesca de crescimento, que ocorre devido a intensa exploração de pesca em cima dos estoques, superando o esforço máximo sustentável, aumentando a captura de indivíduos jovens (ALONSO e PIRKER, 2005). Isso pode afetar o crescimento do estoque em termos de biomassa final, visto que a coorte não possui tempo suficiente para atingir um peso ótimo ou o tamanho mínimo para reprodução (SPARRE e VENEMA, 1997).

As iniciativas de manejo desse estoque foram concentradas em limitar a frota pesqueira de arrasto de parelha em 48 barcos, em restringir a atuação dessa frota em áreas específicas, em definir o tamanho mínimo da malha do saco-túnel em 100 mm, estabelecimento de um período de defeso, entre outras (IBAMA, 1999). O tamanho da frota foi definido com base nas análises de Schaefer (1954) e o do tamanho da malha do saco-túnel com base no experimento de seletividade com rede de arrasto (DIAS NETO et al. 1985).

As áreas específicas que seriam restringidas à frota pesqueira de arrasto de parelha foram definidas com a finalidade de minimizar conflitos com pescadores artesanais e minimizar a quantidade de descarte nas pescarias, além de proteger as áreas de berçário. As portarias especiais que definiram o zoneamento espacial da pesca de arrasto, restringiram a sua atuação a menos de 10 milhas da costa, na área dos estados do Amapá, Pará e Maranhão (SUDEPE nº 11/87) e na área que se estende do limite da costa até a linha imaginária que passa pela latitude de 00° 05' N e 48° 00' W (SUDEPE nº 09/83). O estabelecimento do período de defeso de 15 de setembro a 30 de novembro para a pesca de arrasto foi aplicado para proteger as formas jovens da piramutaba, que são mais vulneráveis no ápice da seca da Amazônia (IN Nº6 MMA/2004).

As medidas de manejo da pesca de arrasto da piramutaba tem se concentrado em reduzir a captura de peixes pequenos, dentre elas a que restringe esta pesca em áreas próximas à costa. No entanto, a distribuição em tamanho da piramutaba na foz

Amazônica é pouco conhecida e a premissa que elas se concentram o ano todo nas áreas costeiras precisa ainda ser testada.

A identificação de áreas e períodos onde exista uma captura elevada de indivíduos juvenis é de grande importância para fornecer subsídios para o estabelecimento de medidas de ordenamento, e ainda contribuir para uma exploração racional e sustentável dos estoques, uma vez que o estoque jovem será preservado, sendo assim alvo de interesse para os gestores dos recursos pesqueiros.

## **1.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a distribuição espaço-temporal da estrutura de tamanho e da composição etária da piramutaba capturada com rede de arrasto na plataforma continental da Costa Norte do Brasil.

### **1.1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Definir as áreas de pesca exploradas pela frota de arrasto em parelha da plataforma continental da costa Norte do Brasil.

- Identificar a composição etária e em tamanho das áreas de pesca da frota de arrasto em parelha.

- Identificar a existência de relações espaço-temporais entre os índices de rejeição potencial em número e em peso e do comprimento médio dos indivíduos capturados pela rede de arrasto em parelha.

### **1.1.2. HIPÓTESE**

$H_0$ : Os índices de rejeição potencial em número e em peso e do comprimento médio dos indivíduos não apresentam variação espaço-temporal na área da plataforma continental da Costa Norte do Brasil.

$H_1$ : Os índices de rejeição potencial em número e em peso e do comprimento médio dos indivíduos apresentam variação espaço-temporal na área da plataforma continental da Costa Norte do Brasil.

## 1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.2.1. A ATIVIDADE PESQUEIRA NO ESTADO DO PARÁ

Atualmente a pesca é considerada uma das mais importantes fontes de geração de empregos, renda e alimento, representando a nível mundial 16.6% do consumo total de proteína animal, contribuindo com US\$ 217,5 bilhões de dólares ao mercado mundial em 2010 (FAO, 2012).

A produção mundial de pescado atingiu aproximadamente 146 milhões de toneladas em 2009, considerando a pesca extrativa e a aquicultura, sendo que a China liderou o ranking com 60,5 milhões de toneladas desse montante (41,68%), onde 15 milhões (16,88%) eram oriundos somente da pesca extrativa (MPA, 2010). O Brasil contribuiu com um pouco mais de 825 mil toneladas em 2009, representando 0,92% da produção por pesca extrativa mundial, ocupando o 23º lugar no ranking geral dos maiores produtores de pescado do mundo. O Estado do Pará é responsável por 151.422 toneladas desse total, ou 18,32% da produção, perdendo apenas para o Estado de Santa Catarina com 188.870 toneladas (MPA, 2010).

Nesse contexto, o Estado do Pará é um dos estados inseridos na região amazônica, que mais se destaca no setor pesqueiro, conforme podemos observar a partir dos dados citados anteriormente. Isso se deve a vários fatores como, por exemplo, ele apresenta 562 km de litoral marinho, correspondente a 7% da costa brasileira, e 20.512 km<sup>2</sup> de águas continentais, o equivalente a 37% das águas interiores do país, proporcionando vários ambientes aptos a exploração dos recursos pesqueiros, quer seja em alto mar, na área costeira, estuarina, fluvial ou lacustre (SANTOS, L., 2005).

A atividade pesqueira no Estado é uma das atividades mais antigas, sendo realizada, em um momento inicial, para fins de subsistência, onde os índios foram os principais precursores. Com a colonização portuguesa e consequente exploração dos nossos recursos, essa atividade além de necessária para a sobrevivência das populações, se tornou importante para a movimentação financeira nos mercados locais. Realizada até então de maneira essencialmente artesanal, somente a partir de 1960 observou-se forte influência para a modernização da pesca e sua expansão além das fronteiras estaduais, fazendo com que surgisse uma modalidade industrial, de

grande escala, que começava a angariar forças para o desenvolvimento da economia (FURTADO, 1981).

Atualmente podemos identificar as seguintes modalidades de pesca no Estado do Pará: pesca de subsistência, pesca comercial artesanal, pesca industrial, pesca ornamental e pesca esportiva. A tradicional **pesca de subsistência** é voltada exclusivamente para obtenção de alimento, utilizando-se de práticas rudimentares e sem finalidade comercial. A **pesca comercial artesanal** é praticada com dedicação quase que exclusiva dos pescadores, destinada em sua grande parte para abastecer o mercado regional, mas em alguns casos também a nível nacional, sendo caracterizada pela diversidade de apetrechos de pesca e espécies capturadas. A **pesca ornamental** é uma modalidade da pesca voltada para a captura de peixes vivos, a maioria destinada ao comércio aquarofilista nacional e internacional, cujas espécies-alvo, áreas de produção e os aparelhos de pesca empregados são distintos daqueles utilizados pela pesca artesanal de consumo. Recentemente iniciaram-se atividades relacionadas à **pesca esportiva**, também chamada de amadora, que é praticada no litoral, estuários da região do Salgado, Ilha do Marajó, etc., assim como em águas interiores, nos afluentes dos rios Amazonas, além de lagos de reservatórios como é o caso da UHE Tucuruí e incontáveis áreas alagadas existentes no estado (ISAAC e BARTHEM, 1995; FREITAS e RIVAS, 2006; FREDÓU *et al.*, 2008).

A última modalidade, chamada de **pesca industrial**, apresenta grande importância tanto para a economia regional como para nacional. Envolve embarcações aptas a atingir áreas oceânicas mais distantes e que possuem equipamentos de navegação e captura mais sofisticados (IBAMA, 1994). As espécies que possuem destaque e são intensamente exploradas dentro do Estado são: o camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez-Farfante, 1967) capturado pela frota de arrasto de portas, a piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) capturada pela frota de arrasto de parelhas, ambas orientadas para a exportação e cuja prática possui grandes impactos nos ecossistemas, seja pelo efeito do arrasto, como, principalmente pela grande quantidade de fauna acompanhante capturada nesse tipo de apetrecho. Também de importância econômica e orientadas ao mercado internacional destacam-se a captura de pargos, principalmente a espécie *Lutjanus*

*purpureus* Poey, 1875, que é realizada com barcos industriais que utilizam armadilhas colocadas sobre fundos consolidados, bem como a captura de lagostas (ISAAC-NAHUM, 2006).

### **1.2.2. O ESTUÁRIO AMAZÔNICO E A SAZONALIDADE DA COSTA NORTE DO BRASIL**

A bacia hidrográfica do rio Amazonas se estende desde as suas cabeceiras, na região dos Andes, onde o rio nasce com o nome de "Apurimac", cruzando a floresta amazônica até sua foz no oceano Atlântico, cobrindo uma área de aproximadamente  $7 \times 10^6$  km<sup>2</sup>, sendo assim considerada a maior bacia hidrográfica do mundo (NITTROUER e DeMASTER, 1986).

De acordo com o Agência Nacional das Águas - ANA, a bacia Amazônica tem um volume de descarga estimado em 257.861 m<sup>3</sup>/s (ANA, 2014). A descarga de água doce, solutos e material em suspensão do rio Amazonas para o oceano Atlântico é estimado como parte significativa da descarga total de todos os continentes nos oceanos (OLTMAN *et al.*, 1964), sendo sua contribuição hídrica estimada em até 20% para o volume de água doce nos oceanos em todo o planeta (VAL *et al.*, 2010).

O termo estuário é utilizado para delimitar uma região que fica no interior de um ambiente costeiro, onde as águas fluviais, carregadas ao longo dos rios até sua foz, se encontram com a água do mar, movimentadas pelo efeito das correntes oceânicas e efeitos de maré, estendendo-se em direção ao continente, formando uma zona de transição (MIRANDA *et al.* 2002).

Nesse contexto o chamado estuário amazônico é formado pela descarga de água doce do rio Amazonas e do rio Tocantins que desaguam, no oceano Atlântico, na plataforma continental da costa Norte do Brasil (BARTHEM e SCHWASSMANN, 1994). A região da desembocadura é caracterizada por apresentar um grande número de ilhas na sua parte interna, entre elas a Ilha do Marajó, com 40.000 km<sup>2</sup> de extensão, que dividem a área em dois canais, o canal Norte, que conduz a descarga do rio Amazonas, e o canal Sul, onde deságua o rio Tocantins (BARTHEM e GOULDING, 2007). É importante observar que a presença de bancos de lama na região do estuário

amazônico, formados pelo aporte de sedimentos do rio Amazonas impedem permanentemente a entrada da água do mar no continente (NIKIEMA *et al.*, 2007).

A descarga do rio Amazonas sobre a plataforma continental Norte do Brasil é o fator principal para a variação espacial e temporal da estrutura da pluma amazônica e dos nutrientes e sedimentos em suspensão transportados (LENTZ 1995). A água doce proveniente do rio Amazonas e Tocantins se mistura com águas oceânicas formando uma pluma superficial de baixa salinidade que apresenta padrões de dispersão diferenciados de acordo com a época do ano, podendo se estender por mais de 300 km da costa durante o período de março a maio, e 50 km durante o período de junho a dezembro (SILVA, *et al.*, 2010).

Durante os meses de janeiro a abril, a pluma se desloca ao longo da costa da América do Sul, no sentido nordeste, em uma estreita faixa adjacente à plataforma continental, se deslocando até a região do Caribe nos meses de abril a julho, fluindo para a região central do oceano Atlântico equatorial, nos meses de agosto a dezembro. A pluma é dispersa pela descarga do rio e correntes oceânicas (principalmente a Norte do Brasil). Os ventos contribuem tanto para aumentar o tempo de residência da pluma próximo a foz do rio, assim como para facilitar a velocidade de dispersão no sentido nordeste da foz. A área ocupada pela pluma amazônica oscila entre  $268 \times 10^3 \text{ km}^2$  (entre dezembro e janeiro), podendo atingir  $1506 \times 10^3 \text{ km}^2$  (julho a agosto) (MOLLERI *et al.*, 2010).

Águas com baixo valor de salinidade ( $< 29$ ) e alto valores de nutrientes (silicatos) foram registradas na costa Norte do Brasil nos períodos de máxima descarga do rio Amazonas durante os meses de março a maio (máxima vazão), e um aumento da salinidade ( $>35$ ) e redução dos nutrientes nos meses seguintes, de junho a dezembro (mínima vazão), demonstrando a influência da descarga do rio Amazonas na variação sazonal da salinidade nesse ambiente (SILVA *et al.*, 2009).

### **1.2.3. PIRAMUTABA *Brachyplatystoma vaillantii***

A família Pimelodidae possui atualmente 29 gêneros, 93 espécies válidas e 4 fósseis (FERRARIS, 2007). Essa família é endêmica da região Neotropical se encontrando 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 e LITTMANN, 2003).

Os pimelodídeos são denominados conjuntamente de bagres ou peixes-lisos, mas com vários nomes populares específicos, sendo que alguns representantes desse grupo estão entre os maiores peixes de água doce da América do Sul e a maioria apresenta destacada importância na pesca comercial e/ou de subsistência, entre eles a piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii*, (Valenciennes, 1840) (SANTOS, FERREIRA e ZUANON, 2006) (Figura 1).

Morfológicamente a piramutaba apresenta o corpo robusto, sem placas ou escamas, coberto apenas por pele, a maxila superior é um pouco mais longa que a inferior, tem três pares de barbilhões longos, sendo um maxilar e dois mentonianos, os dentes são viliformes, a base da nadadeira adiposa é mais longa que a da anal, apresenta coloração cinza-escuro na região dorsal e cinza-clara na região ventral (Figura 1), pode chegar a 1 m de comprimento total e 10 kg (SANTOS, FERREIRA e ZUANON, 2006).



Figura 1 - Exemplar de piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*. Fonte: RODRIGUES (2009).

A piramutaba, também conhecida como mulher-ingrata, piaba (Baixo Amazonas), pirabutón e pujón (Colômbia) e manitoa (Peru) (SANTOS, FERREIRA e ZUANON, 2006), ocorre ao longo da calha principal dos rios Solimões-Amazonas e em seus tributários, percorrendo seus afluentes de água branca, ao longo da Amazônia peruana, colombiana e brasileira (FABRÉ e BARTHEM, 2005). Apresenta distribuição

na região dos rios Orinoco e Maroni (Guiana Francesa), raramente aparecendo em lagos de várzea e tributários de água preta, até o estuário amazônico, existindo registros de sua ocorrência na bacia dos rios do estado do Maranhão e Piauí (BARTHEM e GOULDING, 1997).

A piramutaba é um peixe demersal, capturado geralmente em profundidades entre 5 e 10 m, não ocorrendo em profundidades maiores que 20 m. Entretanto Paiva (1997) relata que essa espécie já foi capturada em profundidades de até 40 m, em águas doces e salobras, de baixa salinidade (JYCA, 1998).

Essa espécie possui uma dieta qualitativa e quantitativa diferenciada para as diversas fases do seu desenvolvimento (BARTHEM, 1990a). Itens como fitoplâncton, zooplâncton e pequenos insetos são essenciais para indivíduos menores que 3 cm (comprimento furcal), já indivíduos de 9 a 20 cm se alimenta de pequenos crustáceos e insetos, passando a se alimentar de peixes somente a partir de 20 cm. A partir de 25 cm, alimenta-se principalmente de amuré (*Gobioides grahamae*) e ocasionalmente de espécies da família Engraulidae e camarões no estuário (BARTHEM, 1990a).

### 1.2.3.1. Crescimento

É uma espécie de crescimento alométrico positivo de acordo com a relação peso/comprimento, indicando que o seu corpo sofre modificações ao longo do tempo. A partir da análise dos anéis etários em cortes de esporão foi possível estimar os parâmetros da curva de crescimento para a piramutaba capturada no estuário amazônico, onde  $L_{\infty} = 110,5$  cm;  $k = 0,10$  ano<sup>-1</sup> e  $t_0 = -0,829$ , demonstrando que essa espécie apresenta uma taxa de crescimento lenta (BARTHEM e GOULDING, 1997).

Estudos recentes determinaram, a partir da análise de 4 métodos de estimativa de parâmetros de crescimento, uma taxa de crescimento para a piramutaba capturada no estuário de 0,96 ano<sup>-1</sup> a 0,138 ano<sup>-1</sup> e uma estimativa de vida de 21 a 31 anos, classificando essa espécie como de crescimento lento e vida longa (PIRKER, 2001). A estrutura rígida mais adequada para estimativa de crescimento dessa espécie é vértebra podendo formar até dois anéis etários por ano (PIRKER e BARTHEM, 2005).

A alometria positiva foi confirmada pela relação peso x comprimento, onde foi encontrada a seguinte equação:  $\text{Ln Peso} = 6,1 \times 10^{-6} \times \text{Ln Comp}^{3,1129}$  para sexos

agrupados, além de ser verificada diferenciação sexual, onde as fêmeas na região do estuário são significativamente maiores que os machos (PIRKER, 2001).

A análise da composição em tamanho de capturas realizadas em 5 macroregiões da bacia Amazônica verificou os comprimentos variaram de 22 a 72 cm, e que as menores médias de comprimento foram na região de Manaus (41,13 cm) e para o estuário amazônico (41,48 cm), enquanto que no alto Amazonas foi encontrado o maior valor de comprimento médio (43 cm), onde foi verificado um indivíduo de 72 cm. A análise de composição etária verificou que o estuário é onde se encontram os indivíduos mais jovens (1 ano), enquanto que os mais velhos são verificados no Alto Solimões e em Santarém (6 a 7 anos) (ALONSO e PIRKER, 2005).

É importante observar a diminuição do tamanho médio da captura para essa espécie, uma vez que o tamanho médio de piramutaba desembarcada na década de 1980, era de 50,42 cm (1984) e 51,68 cm (1985) (BARTHEM, 1990a), maior do que atualmente é verificado na região do estuário um tamanho médio de 41,48 cm (BARTHEM e GOULDING, 1997).

### ***1.2.3.2. Reprodução e comportamento migratório***

Não há informações conclusivas sobre a reprodução, mas há evidências de que a desova seja total, ocorrendo na porção ocidental da bacia amazônica, nas cabeceiras do rio, para indivíduos com mais ou menos três anos de idade, quando a espécie está sexualmente madura (BARTHEM e GOULDING, 1997). Estudos realizados na Colômbia permitiram verificar que as fêmeas iniciam a maturação no início da enchente, em setembro e outubro (na região colombiana), e a partir de novembro até março já se encontram em um estágio mais avançado de maturidade (IBAMA, 1999).

A piramutaba é uma espécie que realiza grandes migrações dentro da bacia amazônica para completar seu ciclo de vida. Nascem e se reproduzem na Amazônia Ocidental, que é a principal área de desova, no alto das cabeceiras dos afluentes dos rios Solimões e Amazonas, como os rios Juruá, Purus, Madeira, Içá, Japurá e outros (BATISTA *et al.*, 2005). Após esse período, com o início das enchentes os recém-nascidos se deslocam 3.300 km, no sentido Solimões-Amazonas, se alimentando na calha principal do rio, em direção ao estuário, onde permanecem por 2 anos, se

desenvolvendo até estarem prontos para a reprodução. Quando atinge a maturação sexual, a piramutaba migra de volta para a região Andina, na Amazônia Ocidental para se reproduzir e desovar (Figura 2) (BARTHEM e GOULDING, 1997).

Barthem (1990a) realizou pescarias experimentais ao longo do estuário e do baixo Amazonas e verificou que além das migrações de longa distância, a piramutaba jovem por volta de 1 ano de idade, realiza migrações sazonais, baseadas na variação de salinidade no estuário, sendo registrados capturas em áreas próximas ao oceano, como Vigia, entre janeiro e maio, enquanto que de agosto a dezembro, existem registros de captura desse grupo etário em Gurupá, abaixo da foz do Amazonas (porção mais interna do estuário). Essa migração "local" chamamos de "invernagem", sendo considerada uma estratégia de sobrevivência da espécie.

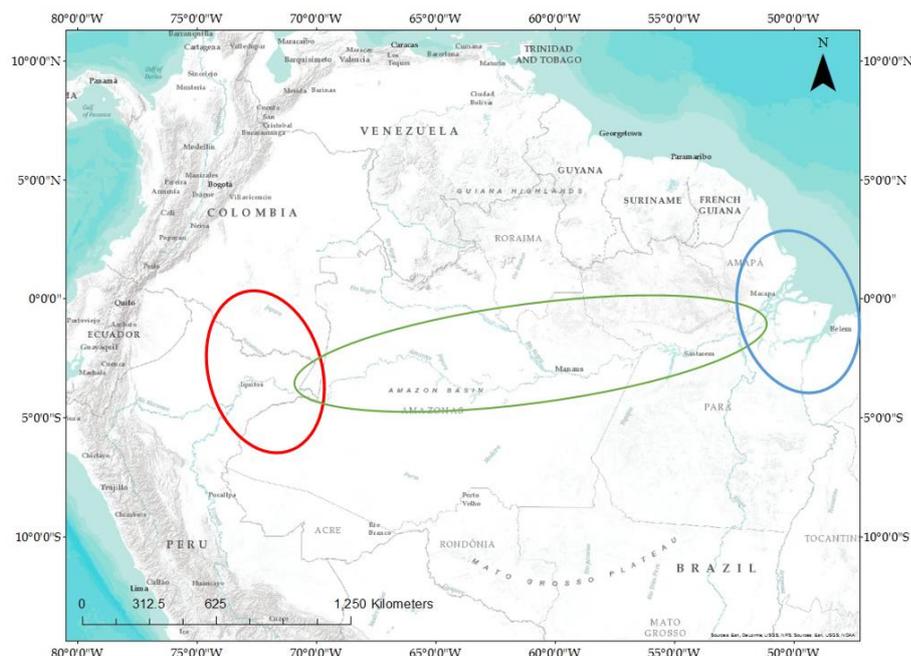


Figura 2 - Área de distribuição da piramutaba dentro da bacia amazônica, mostrando a sua área de desova, área de alimentação e área de crescimento, conforme proposto por Barthem e Goulding (1997).

Análises das sequências da região controle do DNA mitocondrial, demonstraram que a piramutaba apresenta uma alta variabilidade genética, sendo representada por uma única população que realiza migrações no eixo Solimões-Amazonas, uma vez que as análises não verificaram correlação entre a distância genética e a distância geográfica dos indivíduos (BATISTA *et al.*, 2005). Estudos

recentes realizados em 4 localidades ao longo da área de distribuição dessa espécie confirmaram esses resultados (RODRIGUES, 2009).

Uma alta variabilidade genética permite que as espécies sejam capazes de se adaptar diante das modificações ambientais de um ecossistema, sendo assim um fator muito importante para garantir a sobrevivência de uma espécie a médio e longo prazo (RODRIGUES, 2009).

### *1.2.3.3. Caracterização da frota*

Atualmente, a piramutaba é explorada por ambas as frotas, sendo que a industrial opera na foz do rio Amazonas, do cabo Maguari até a costa do Amapá, enquanto que a artesanal além de atuar na foz Amazônica, na costa norte e noroeste da ilha do Marajó, no entorno das ilhas Machadinho e Mexiana, e na baía de Marajó, também atua no rio Amazonas e Solimões (RAMOS e PEREIRA, 2011).

A frota artesanal é caracterizada por barcos de com tonelagem variando de 2 a 50 toneladas brutas, todos de casco de madeira, movidos a vela, motor, ou os dois associados. O principal apetrecho utilizado para a captura de piramutaba por essa frota, para a captura é a rede de emalhar, utilizada tanto no estuário como na calha do rio Amazonas, além de espinhel, curral e linha de mão, tendo uma maior ou menor importância de acordo com a área da pescaria (BARTHEM, 1990b)

Os barcos da frota industrial possuem em sua maioria cascos de aço, comprimento variando entre 17 e 27 metros, tonelagem líquida entre 20 a 105 toneladas e potência do motor variando entre 165 e 565 HP, com a tripulação constituída de 7 homens. A escolha dos pescadores geralmente é baseada na experiência dos pescadores contratados e com o auxílio das ecosondas (BARTHEM, 1990a).

O sistema de captura é o de “parelha”, onde duas embarcações arrastam uma mesma rede, sendo que em algumas empresas, o sistema de “trilheira” ainda é praticado, onde duas redes são arrastadas por três embarcações. A pescaria acontece em conjunto com toda a frota, onde existe o chamado “barco chefe” que é comandado pelo chefe de frota, que determina qual o sistema de captura será praticado e quem será o “barco da vez” funcionando com um sistema de rodízio. Sempre que uma embarcação estiver completamente carregada ela é liberada para ir para a empresa

descarregar (INSTITUTO ACQUAMAZON, 2010). As embarcações da frota de arrasto da piramutaba no estuário amazônico levam de 15 a 25 horas viajando do porto ao pesqueiro e as viagens duram cerca de 10 dias, sendo realizados, em média 4 arrastos/dia, com duração de 2 e 7 horas (ZAGAGLIA *et al.* 2009).

O aproveitamento da pesca da piramutaba foi verificado para os anos de 2001 e 2002, e se constatou que a média dos indivíduos aproveitados é de 38,73 cm (variando de 12,6 a 64,2 cm) e a média dos rejeitados é de 25,09 cm (variando de 6,7 a 59,2 cm) para o ano de 2001. Em 2002, a média do comprimento dos peixes aproveitados se mantém semelhante, com 38,9 cm e de rejeitados ainda diminui para 23,51 cm (CHAVES *et. al.*, 2003).

Estudos de seletividade da rede de arrasto foram realizados na região do estuário amazônico, onde podemos verificar no estudo de Furtado *et al.*, (2007), que realizou um estudo de seletividade da rede de arrasto para a captura de piramutaba na Costa Norte do Brasil, identificou que o tamanho mínimo ótimo de malha do saco-túnel é de 162 cm entre nós opostos, e ele ainda verificou que utilizando as redes de arrasto com tamanho de malha de 100 cm (regulamentado pela portaria da SUDEPE de N° 09/1983) 87,13% das capturas eram constituídas por indivíduos com tamanho inferior a 42 cm de comprimento (jovens).

Matsunaga (2012) avaliou a influência da vazão e da precipitação na produção de piramutaba capturada nos anos de 1995 a 2007 observou uma correlação positiva entre a produção e vazão, negativa entre produção e precipitação, e positiva entre CPUE e as duas variáveis ambientais, e que a vazão contribui em 56%, e precipitação com 46% da variabilidade da CPUE. Esse autor também calculou modelos de produção, encontrando um esforço de pesca ótimo de 6.341,67 dias de mar, e uma captura máxima sustentável de 12.972 toneladas.

#### **1.2.3.4. Manejo e regulamentação da pesca da piramutaba**

As iniciativas de regulamentação da pesca de bagres na região da Amazônia se iniciou em 1976, na tentativa de se fazer restrições espaciais para a pesca com rede de arrasto, utilizada pela frota industrial. Assim, a SUDEPE lança a portaria n° 07/1976 proibindo a pesca de arrasto desde o limite da costa até os limites definidos pelas

latitude de 00° 05' N e longitude 048° 00' W, com a finalidade de minimizar os conflitos existentes entre os pescadores artesanais e a recente frota industrial, que começou a atuar na área do estuário, assim como minimizar a captura de indivíduos de pequeno porte e/ou juvenis. Em 1983 é lançada uma nova portaria nº 09 de 09 de março de 1983, mantendo essa restrição espacial e limitando o esforço em 48 embarcações, uma cota máxima de 21.500 toneladas para esse ano, além de proibir o uso de malha do saco-túnel inferior a 100 mm, medida entre nós opostos.

Em 1987, portaria n.º 11 de 13 de maio de 1987, faz uma nova restrição espacial através da proibição da pesca com qualquer tipo de arrasto por embarcações motorizadas a menos de 10 (dez) milhas náuticas da costa, nas águas sob jurisdição nacional, dos estados do Amapá, Pará e Maranhão, além de reiterar a restrição da portaria nº 09/1983.

Em 2004, foi criada pelo Ministério de Meio Ambiente a Instrução Normativa Nº 6 onde era estabelecido um período de defeso para a espécie que se estende de 15 de setembro a 30 de novembro. Atualmente, por meio da Instrução Normativa Interministerial MMA/MPA nº 06/2009, considerando as recomendações técnicas sobre a pesca da espécie, foi determinado que esse período se estenda de 15 de setembro a 15 de novembro, proibindo a pescaria de arrasto na Foz do Rios Amazonas e Pará.

Em 2006, na tentativa de fiscalizar e penalizar as embarcações que não respeitavam as restrições espaciais e temporais das pescarias industriais foi instituído o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite - PREPS regulamentado por meio da Instrução Normativa Interministerial n.º 2, de 04 de setembro de 2006 - Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República-SEAP/PR (atual MPA), Ministério do Meio Ambiente e Marinha do Brasil. Este Programa tem por finalidade o monitoramento, gestão pesqueira e controle das operações da frota pesqueira autorizadas pelo MPA, além do potencial em melhorar a segurança dos pescadores embarcados.

É importante observar que as tentativas de ordenamento para a piramutaba foram quase sempre concentradas na área do estuário amazônico, devido principalmente o início da atuação da frota industrial realizando arrastos de parelha,

com elevado poder de pesca e com elevado impacto ambiental (fauna acompanhante, descarte de pescado, etc.).

Os recursos pesqueiros compartilhados podem ser classificados como transfronteiriços, altamente migratórios, transzonais e oceânicos, e o seu manejo implica o conhecimento dos seus potenciais sustentáveis e de sua biologia, os quais devem ser constantemente monitorados (VAZ-DOS-SANTOS *et al.*, 2007). Entretanto, como foi citado anteriormente, essa espécie está amplamente distribuída na bacia Amazônica, realizando grandes migrações em toda sua extensão, podendo ser classificada como um recurso transfronteiriço, uma vez que ocorre um mesmo estoque no Brasil, Colômbia e Peru, entretanto nenhuma iniciativa de gestão compartilhada internacional foi tomada para esse recurso.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo se localiza na foz dos rios Amazonas e Tocantins, na área do estuário amazônico, onde atua a frota industrial que opera com rede de arrastos na captura de piramutaba na costa Norte do Brasil. Essa área está incluída na subárea Norte (SA-NOR) da plataforma continental brasileira, que é considerada uma província litogênica, com predominância do substrato arenoso na parte interna e do lamoso na parte externa da plataforma, onde é verificada uma deposição de sedimentos biogênicos na sua porção externa (SCHMIEGELOW, 2004).

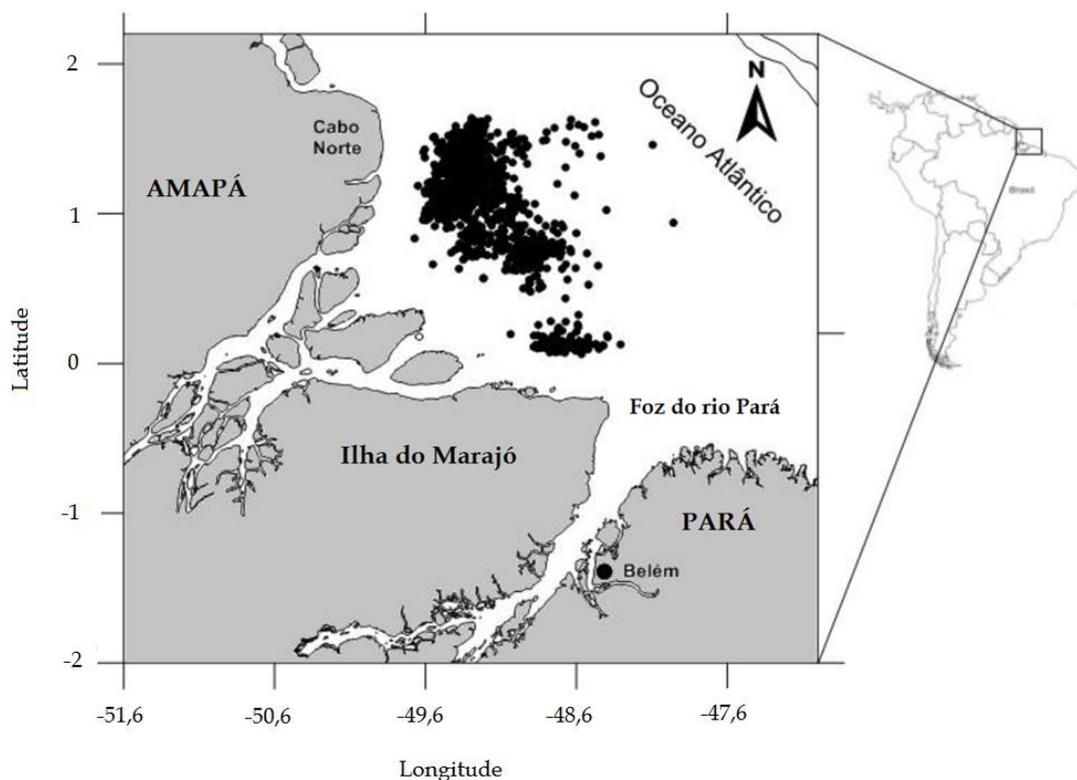


Figura 3 - Área do estuário amazônico e pontos onde foram realizados os arrastos durante o período do projeto Monitoramento da Pesca Industrial do estado do Pará.

### 2.2. FONTE DOS DADOS

Os dados utilizados nesse trabalho são foram coletados no âmbito do projeto “Monitoramento da Pesca Industrial no Estado do Pará”, juntamente com o programa Técnico Científico de Bordo, criado em 2008, em parceria com Ministério da Pesca e

Aquicultura. Este projeto realizou amostragens à bordo de embarcações da frota da pesca industrial no estado do Pará, visando monitorar os recursos pesqueiros capturados por este sistema no Estado e obter informações para subsidiar o ordenamento dos estoques dos recursos alvos, entre eles, a piramutaba. Os dados utilizados neste trabalho compreendem o período coberto pelo projeto de julho de 2008 até dezembro de 2011.

Durante esse período foram realizados embarques mensais, com exceção do período de defeso que se inicia em 15 de setembro e termina em 30 de novembro de cada ano. Excepcionalmente no ano de 2009 foram registrados 11 lances em novembro, mas que foram excluídos das análises como forma de padronizar os dados.

Os embarques foram feitos indistintamente em embarcações que operam com redes de arrasto em “parelha” ou “trilheira”. Eram realizados arrastos diurnos e noturnos, por toda a área de estudo, de acordo com o conhecimento do comandante da embarcação, sem qualquer interferência do observador de bordo.

Para cada arrasto era realizado o monitoramento dos dados de operação de pesca, sendo registrado no início de cada lance o número do lance (dentro daquela viagem); a data inicial; a hora inicial (em que a faina de lançamento da rede encerra e as embarcações da parelha se afastam dando início ao “arrasto”); latitude inicial; longitude inicial; profundidade inicial; velocidade inicial (após 10’ do início); e no final do arrasto era anotado também, hora final (quando as embarcações se aproximavam para dar início a faina de recolhimento da rede); latitude final; longitude final; profundidade final; e velocidade final e a captura de piramutaba (kg) para aquele lance.

Para cada lance eram amostradas 5 “basquetas” (caixas plásticas) de 35 kg, com piramutabas de diferentes tamanhos, amostradas aleatoriamente, assim que a rede era aberta no convés, antes do processo de descarte do pescado que não é aproveitado pelas empresas, demonstrando assim a real composição das capturas em termos de comprimento. A biometria era realizada com um ictiômetro, onde era registrado o comprimento furcal, medido da ponta do focinho até a bifurcação da nadadeira caudal de cada indivíduo. Os dados eram registrados na planilha de biometria (anexo).



Figura 4 - (a) Área do convés onde a rede era de descarregada para a seleção; (b) Realização de biometria das piramutabas antes do processo de seleção.  
Fonte - André Oliveira (2014).

### 2.3. TRATAMENTO DOS DADOS

Para otimizar a organização e manuseio dos dados, o mesmo foram incluídos em um banco de dados alfanumérico do programa Access inserido no pacote Office da empresa Microsoft. As informações foram registradas por lance (arrasto), contendo todas as informações coletadas durante a execução do mesmo.

Os dados foram agrupados em períodos e áreas que pudessem refletir a variação da descarga do rio Amazonas, o movimento migratório da espécie e o efeito da Corrente do Brasil na foz Amazônica (Figura 5).

#### 2.3.1. Definição do fator temporal

A sazonalidade da pesca foi relacionada com a vazão do rio Amazonas, uma vez que a teoria de migração da piramutaba está relacionada com o pulso de inundação desse rio.

A descarga de água doce do rio Amazonas, juntamente com a descarga do rio Pará (rio Tocantins), é responsável pelo deslocamento da zona de contato entre a água doce costeira e a água salgada oceânica, que auxiliadas pela corrente Norte do Brasil, promovem a ampliação das áreas doce no sentido norte-noroeste da plataforma continental no primeiro semestre do ano, quando a descarga é máxima, influenciando na distribuição da piramutaba nesse ambiente (BARTHEM e GOULDING, 1997). No segundo semestre, com a diminuição da descarga do Amazonas, as águas com

influência marinha penetram na baía do Marajó e aproximam-se da desembocadura do rio Amazonas (BARTHEM e SCHWASSAMANN, 1994).

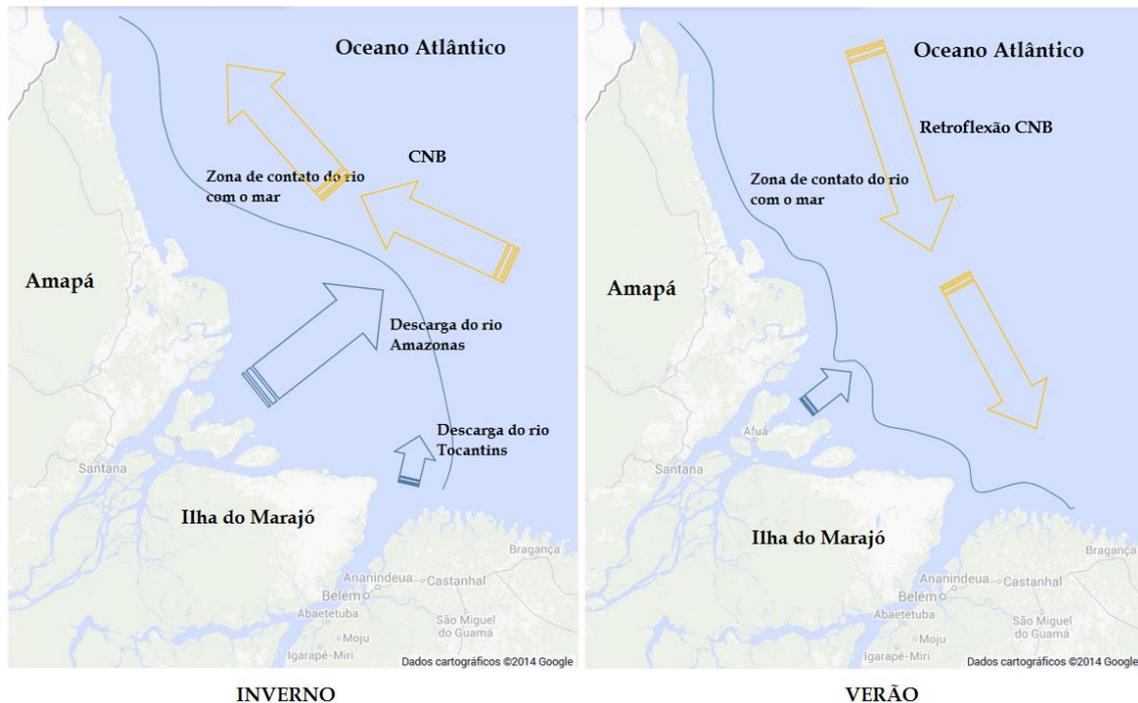


Figura 5 - Esquema didático representando a sazonalidade da cunha salina relacionada com a descarga de água doce no estuário e a Corrente Norte do Brasil.

Os dados de vazão mínima, média e máxima mensais foram estimados dos registros do Sistema de Informações Hidrológicas - HIDROWEB, disponível no portal da ANA - Agência Nacional das Águas, medidos na estação de Óbidos no Pará (1°56'50"S e 55°30'40"W). Esta estação é normalmente utilizada para representar a descarga no estuário amazônico (MOLLERI, NOVO e KAMPEL, 2010).

Foram analisados também os dados das precipitações médias e totais mensais, calculados a partir dos dados disponíveis registrados pelas estações pluviométricas disponíveis no portal do INMET - Instituto Nacional de Meteorologia ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)) do Ministério da Agricultura.

### 2.3.2. Zoneamento espacial

A região do estuário amazônico é, também, influenciada pela Corrente Norte do Brasil (CNB), também chamada de Corrente das Guianas, derivada da bifurcação da Corrente Sul Equatorial, responsável pelo transporte das águas da plataforma

externa e do talude na direção noroeste (NITTROUER e DEMASTER, 1986). Nos primeiros meses do ano, quando a água doce resultante da descarga do rio Amazonas alcança o oceano Atlântico, são transportadas para a costa do Amapá e Guianas pela CNB, enquanto que no segundo semestre, ela se transforma em contracorrente Norte Equatorial (CCNE), com sentido leste (FRATANTONI *et al.*, 1995). Essa corrente, associada com a sazonalidade da descarga do rio Amazonas e Pará, contribui para a variação latitudinal e longitudinal da água doce no estuário, onde as águas mais próximas da costa são mais doces que as mais distantes, o que vai contribuir para a espacialização da frota.

Os arrastos realizados entre dezembro de 2008 e agosto de 2011, foram agrupados com base em latitude e longitude em blocos geográficos de  $0,1 \times 0,1$  graus, de forma que fossem estabelecidos eixos latitudinais e eixos longitudinais de  $0,1^\circ$ . Os eixos latitudinais foram analisados de forma a identificar as áreas que se concentram o maior número de arrastos, sendo assim considerados como áreas importantes para a frota.

Os dados foram analisados visualmente em gráficos *scatterplot* e por meio de histograma de frequência (número de arrastos  $\times$  eixos latitudinais de  $0,1^\circ$ ) para identificação de padrões. O zoneamento espacial foi confirmado com o auxílio do estimador de *Kernel* utilizando a função Gaussiana com raio de 0,085, para a identificação de locais com maior densidade de arrastos, sendo assim possível determinar, as áreas ou faixas latitudinais onde a frota atua.

Assim que foi definido o zoneamento latitudinal, cada área foi analisada longitudinalmente, como forma de testar a influência da proximidade da foz do Amazonas nas áreas de pesca, onde consideramos uma porção interna para cada área, mais próxima da foz, com uma porção mais externa, mais distante da foz. Para isso, os eixos longitudinais foram analisados de forma que fosse possível manter uma quantidade proporcional de amostras (arrastos) para cada eixo longitudinal, assim cada área foi dividida em duas áreas de acordo com a quantidade de arrastos.

## 2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Como forma de evitar erros amostrais em relação ao tamanho da população explorada foi estabelecido que fossem utilizados somente os arrastos que tivessem mais de 30 indivíduos amostrados, o que reduziu as amostras para 1.380 arrastos analisados.

Para a análise espaço-temporal foram considerados apenas os blocos estatísticos com pelo menos 10 arrastos como forma de ter maior representatividade dos dados.

### 2.4.1. Parâmetros da captura

Os parâmetros indicadores da composição da captura foram estimados a partir das informações de comprimento furcal dos indivíduos coletados, para o estudo da composição de captura. Os parâmetros considerados foram: comprimento médio, índice de rejeição potencial em número de indivíduos (NR) e índice de rejeição potencial em peso (PR). Estes dois últimos índices são baseados na composição etária dos peixes e representam o volume potencial de peixes descartado de cada arrasto.

### 2.4.2. Composição etária das capturas

A captura foi agrupada em grupos etários com base no comprimento do peixe e na estimativa de sua idade definida pela equação de crescimento de von Bertalanffy. Os parâmetros da equação de crescimento foram estimados por Alonso e Pirker (2005) e os seus valores são:  $k=0,13$ ;  $L_{\infty}= 110,5$  cm e  $t_0 = 0,32$ .

A curva de crescimento determinou os limites do comprimento furcal de 4 grupos etários. Os peixes do grupo 1 teriam até 1 ano de idade aproximadamente, e tamanhos de até 17 cm e peso estimado em até 45 g. Os peixes do grupo 2 teriam entre 1 e 2 anos aproximadamente, tamanhos de 17 a 28 cm e pesos de 45 a 213 g. Os do grupo 3 teriam entre 2 e 3 anos aproximadamente, tamanhos entre 28 e 39 cm e pesos de 213 e 536 g. Finalmente, os peixes do grupo 4 teriam idade de 3 anos ou mais, seriam maiores que 39 cm e pesariam mais que 536 g.

O peso de cada peixe medido foi estimado com base na relação peso e comprimento, cujos parâmetros  $a=6,1117 \times 10^{-6}$  e  $b = 3,1129$  da relação foram fornecidos por PIRKER (2001).

### 2.4.3. Tamanho limite de rejeição

O tamanho limite de rejeição foi estimado por Barthem *et al* (em preparação) em 28 cm, que corresponde aproximadamente a classe de tamanho em que o peixe alcança a idade de 2 anos

### 2.4.4. Índice de rejeição potencial em número de indivíduos (NR)

O índice de rejeição potencial em número de indivíduos (NR) indica a relação entre a quantidade de peixes com dois anos completos ou menos, que são potencialmente rejeitados, com os mais de 2 anos.

$$NR = \frac{N_{\text{grupos 1 e 2}}}{N_{\text{grupos 3 e 4}}}$$

onde;

$N_{\text{Grupos 1 e 2}}$  = Número de indivíduos das grupos 1 e 2 registrados nas amostragens.

$N_{\text{Grupos 3 e 4}}$  = Número de indivíduos das grupos 3 e 4 registrados nas amostragens.

### 2.4.5. Índice de rejeição potencial em peso (PR).

O índice de rejeição potencial em peso (PR) indica a relação entre ao peso de peixes com dois anos completos ou menos com os mais de 2 anos.

$$PR = \frac{P_{\text{grupos 1 e 2}}}{P_{\text{grupos 3 e 4}}}$$

onde;

$P_{\text{Grupos 1 e 2}}$  = Peso estimado de indivíduos dos grupos 1 e 2 registrados nas amostragens.

$P_{\text{Grupos 3 e 4}}$  = Peso estimado de indivíduos dos grupos 3 e 4 registrados nas amostragens.

Os dados foram analisados com base numa análise de covariância – ANCOVA (HUITEMA, 1980; QUINN e KEOUGH, 2002), quando a variável apresenta uma distribuição normal, ou o teste de Kruskal-Wallis, para os casos em que mesmo transformado os dados não se ajustaram a uma distribuição normal.

A ANCOVA consiste em uma análise estatística que faz uma integração da análise de variância - ANOVA, com a análise de regressão, o que acaba reduzir grande parte da variância existente dentro de cada nível de tratamento, aumentando assim o poder do teste (HUITEMA, 1980).

Posteriormente foi realizado o teste de homogeneidade de variâncias pelos métodos de Cochran e Bartlett e o test *post Hoc* para identificar a diferença entre os grupos pelo método de Tuckey para amostras desiguais (HSD N *Unequal*). Os resíduos gerados foram analisados em gráficos de dispersão para verificar se existiam tendências.

### 3 RESULTADOS

Durante o período de execução do projeto “Monitoramento da Pesca Industrial do Estado do Pará”, foram amostrados 1.632 arrastos realizados pela frota de arrasto que atua na captura de piramutaba na região do estuário amazônico (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de arrastos mensais amostrados nas pescarias de piramutaba pela frota de arrasto durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2011, na costa Norte do Brasil.

Mês	Ano				Total Geral
	2008	2009	2010	2011	
Janeiro	-	25	72	63	160
Fevereiro	-	37	64	81	182
Março	-	61	67	27	155
Abril	-	74	73	34	181
Maiο	-	76	105	36	217
Junho	-	92	24	46	162
Julho	14	118	95	22	249
Agosto	25	21	34	46	126
Setembro	-	-	-	-	-
Outubro	-	-	-	-	-
Novembro	-	11	-	-	11
Dezembro	88	57	38	6	189
Total Geral	127	572	572	361	1632

#### 3.1. PERÍODOS DE COLETA

Considerando que o período de defeso compreende os meses de setembro a novembro, os arrastos foram organizados de modo que o ano de amostragem compreendesse apenas os meses de atividade de frota, ou seja, de dezembro a agosto. Com esse critério, definiu-se os anos de amostragem em: Ano 1 (dezembro de 2008 a agosto de 2009), Ano 2 (dezembro de 2009 a agosto de 2010) e Ano 3 (dezembro de 2010 a agosto de 2011).

Os arrastos foram agrupados em dois períodos do ano conforme a vazão do rio Amazonas, a intensidade de chuvas e o padrão de migração da piramutaba. O primeiro período é quando a descarga do rio Amazonas aumenta progressivamente, decorrente de um período em que as chuvas são mais intensas, de dezembro a abril,

categorizado como período 1, enquanto o outro ocorre quando a descarga e as chuvas reduzem de intensidade, de maio a agosto, categorizado como período 2 (Figuras 6 e 7).

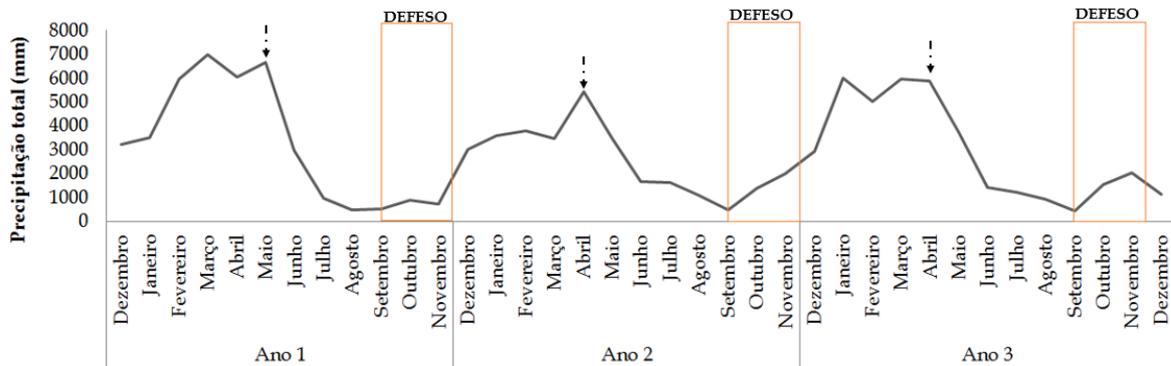


Figura 6 - Precipitação total do Estado do Pará, para o período de dezembro de 2008 a dezembro de 2011.

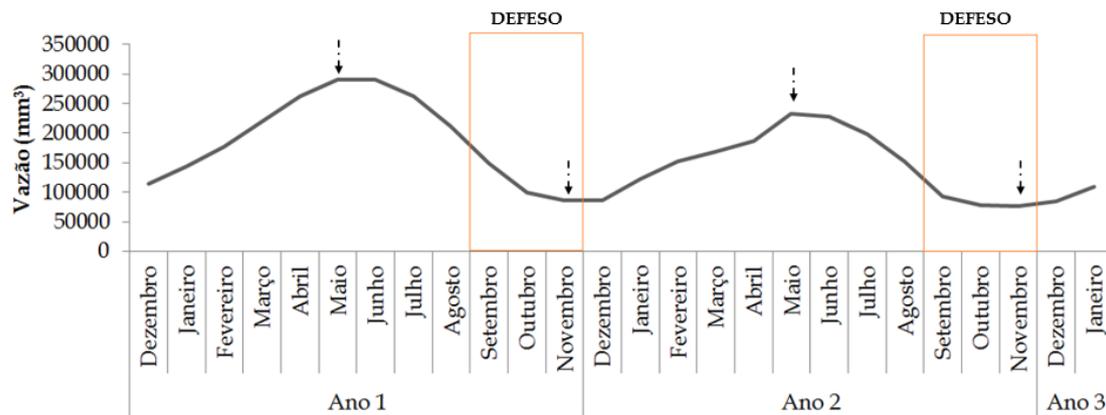


Figura 7 - Vazão média mensal do rio Amazonas, medida na estação de Óbidos, durante o período de dezembro de 2008 a janeiro de 2011.

### 3.2. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DE PESCA

A identificação das áreas de pesca foi feita com base nos registros de latitude e longitude dos 1.380 arrastos registrados com mais de 30 piramutabas biometradas. Estes registros indicam três áreas de concentração de arrastos na área do estuário amazônico (Figura 8) que são mais nítidas quando se utiliza a função *Kernel density* do software livre *Past* (Figura 9). Os arrastos foram agrupados em blocos de 0,1 graus a fim de definir os limites das áreas de pesca.

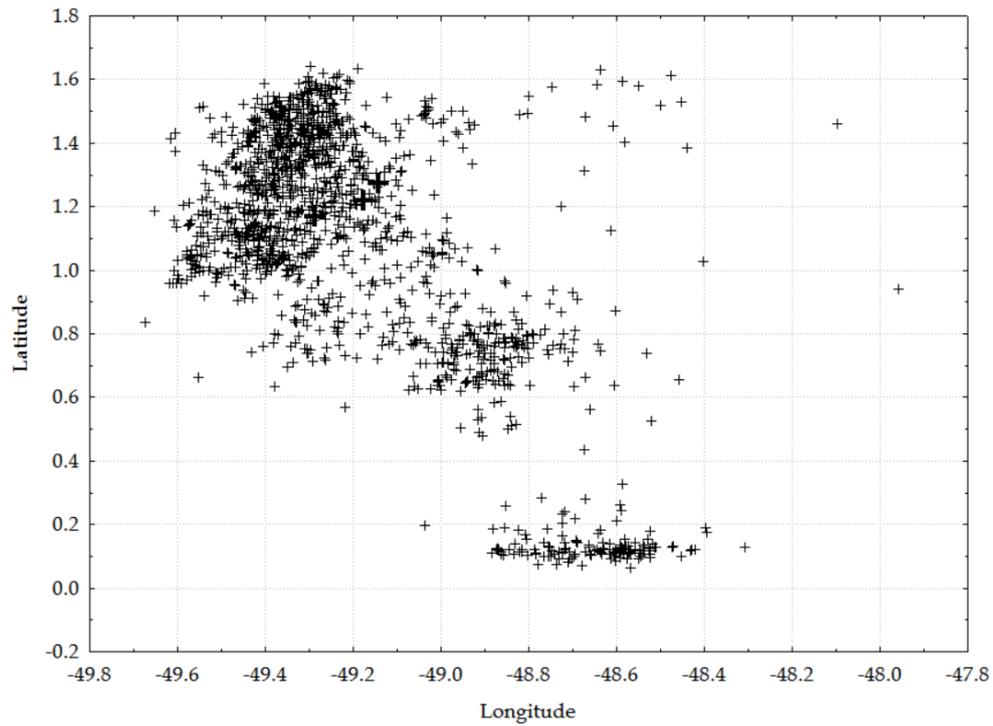


Figura 8 - Gráfico *scatterplot* dos pontos geográficos dos arrastos realizados pela frota industrial da piramutaba durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2011, na costa Norte do Brasil.

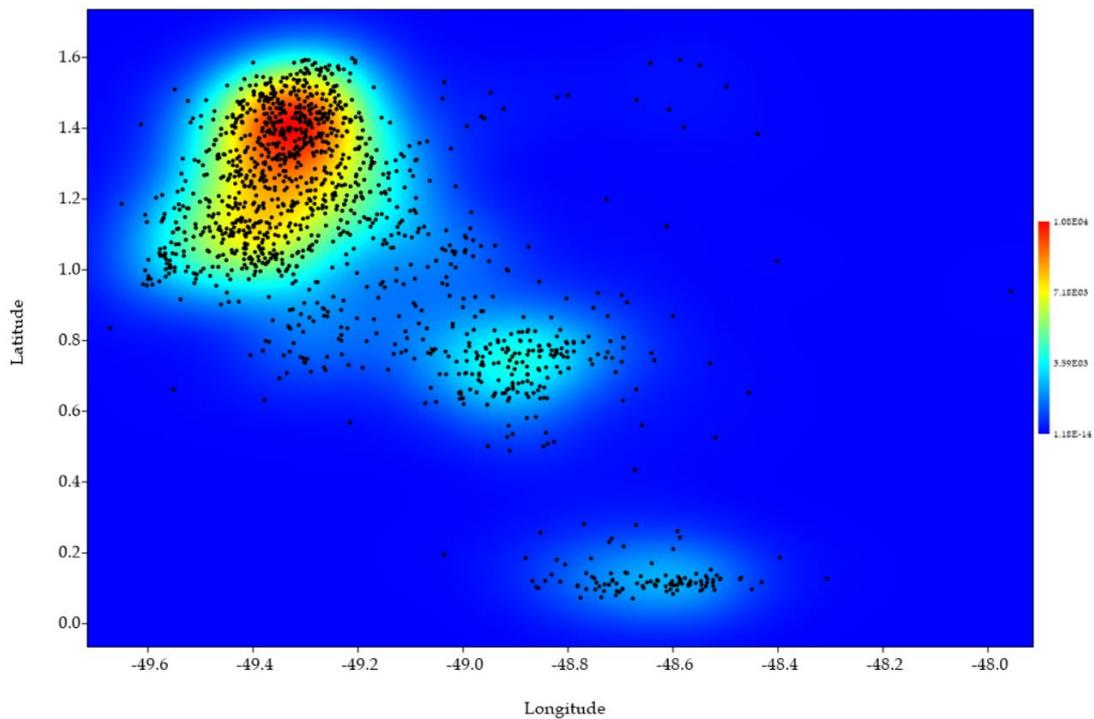


Figura 9 - Densidade dos arrastos realizados pela frota industrial da piramutaba durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2011, na costa Norte do Brasil.

### 3.2.1. Estratificação latitudinal dos arrastos

A distribuição dos arrastos latitudinalmente indica uma maior densidade de arrastos em três faixas latitudinais, confirmando a análise visual do gráfico de densidade de *Kernel*. A faixa que se localiza na parte sul da área de atuação da frota, engloba os pontos entre 0,05 a 0,4 graus, representando apenas 8% ou 107 do total de 1.380 arrastos monitorados. A faixa ao norte é mais frequentada pelos barcos arrasteiros, entre os eixos de 1,0 a 1,6 graus, sendo que registrados 69% ou 952 arrastos realizados nesta área. A faixa central, entre 0,4 e 1,0 graus, apresenta uma frequência de arrastos intermediária, com 321 registrados, representando 23% do total (Figura 10).

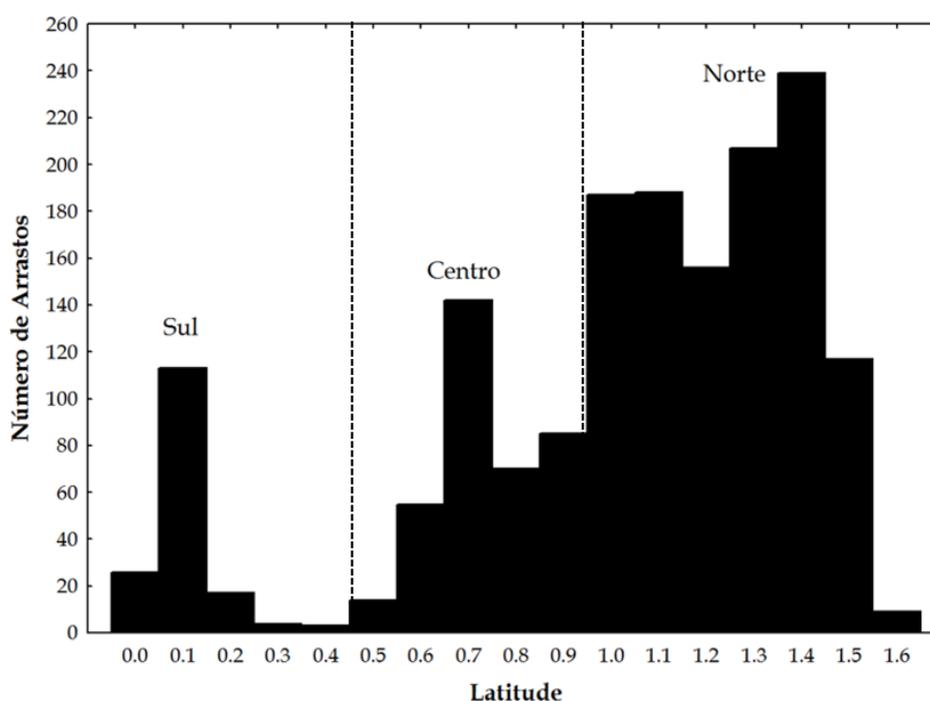


Figura 10 - Frequência dos arrastos realizados pela frota industrial que foram amostrados pelo projeto MPI durante o período de julho de 2008 a dezembro de 2011 em relação ao eixo latitudinal.

A análise do agrupamento dos arrastos permitiu a visualização da estratificação latitudinal da frota ao longo do período de monitoramento. A área Norte é a mais frequentada pela frota industrial e área Sul a menos explorada. A latitude de 0,4° N separa latitudinalmente a área de pesca Sul da Central e a área de pesca do Norte é intensamente visitada entre a latitude de 1,0° a 1,6° N (Figura 10).

O uso dessas áreas pela frota industrial não é regular entre os anos e períodos. A distribuição de frequência dos arrastos conforme a latitude, o ano e o período

(Figura 11), mostraram que a frota se distribuiu uniformemente entre as áreas Central e Norte durante o período 1, dos anos 1 e 3, sendo difícil a separação das duas áreas. Para esses mesmos anos, os resultados encontrados demonstraram que durante o período 2, quase não houve arrastos área Sul, (apenas 1 registrado) ficando evidente um aumento do esforço para a área Norte, que nesse período registrou mais de 80% de arrastos (Tabela 2).

A espacialização da frota no ano 2 se apresentou mais semelhante entre os períodos, não havendo muita diferença, entretanto verificou-se a mesma tendência dos outros anos, onde no período 2 existe um esforço maior para a área Norte o que demonstra que nessa área estão provavelmente os principais bancos de pesca para a frota industrial.

Tabela 2 - Número de arrastos realizados pela frota industrial piramutabeira, na costa Norte do Brasil, em função da área de pesca, período e ano de amostragem

ANO	ÁREA	Período 1			Período 2			TOTAL		
		N	N (%)	P. (ton)	N	N (%)	P. (ton)	N	N (%)	P. (ton)
1	Sul	26	12,09	23,75	1	0,35	2	27	5,39	25,75
	Central	57	26,51	152,71	46	16,08	85,35	103	20,56	238,06
	Norte	132	61,4	284,11	239	83,57	550,89	371	74,09	835
	<b>Sub-total</b>	<b>215</b>	<b>100</b>	<b>460,57</b>	<b>286</b>	<b>100</b>	<b>638,24</b>	<b>501</b>	<b>100</b>	<b>1098,81</b>
2	Sul	28	8,81	98,21	24	10,04	85,01	52	9,34	183,22
	Central	88	27,67	217,98	50	20,92	145,6	138	24,78	363,58
	Norte	202	63,52	607,89	165	69,04	505,48	367	65,89	1113,37
	<b>Sub-total</b>	<b>318</b>	<b>100</b>	<b>924,08</b>	<b>239</b>	<b>100</b>	<b>736,09</b>	<b>557</b>	<b>100</b>	<b>1660,17</b>
3	Sul	22	12,72	43,92	4	2,68	9,1	26	8,07	53,02
	Central	64	36,99	208,28	18	12,08	54,46	82	25,47	262,74
	Norte	87	50,29	328,26	127	85,23	459,48	214	66,46	787,74
	<b>Sub-total</b>	<b>173</b>	<b>100</b>	<b>580,46</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>523,04</b>	<b>322</b>	<b>100</b>	<b>1103,5</b>
<b>TOTAL GERAL</b>								<b>1380</b>		<b>3862,48</b>

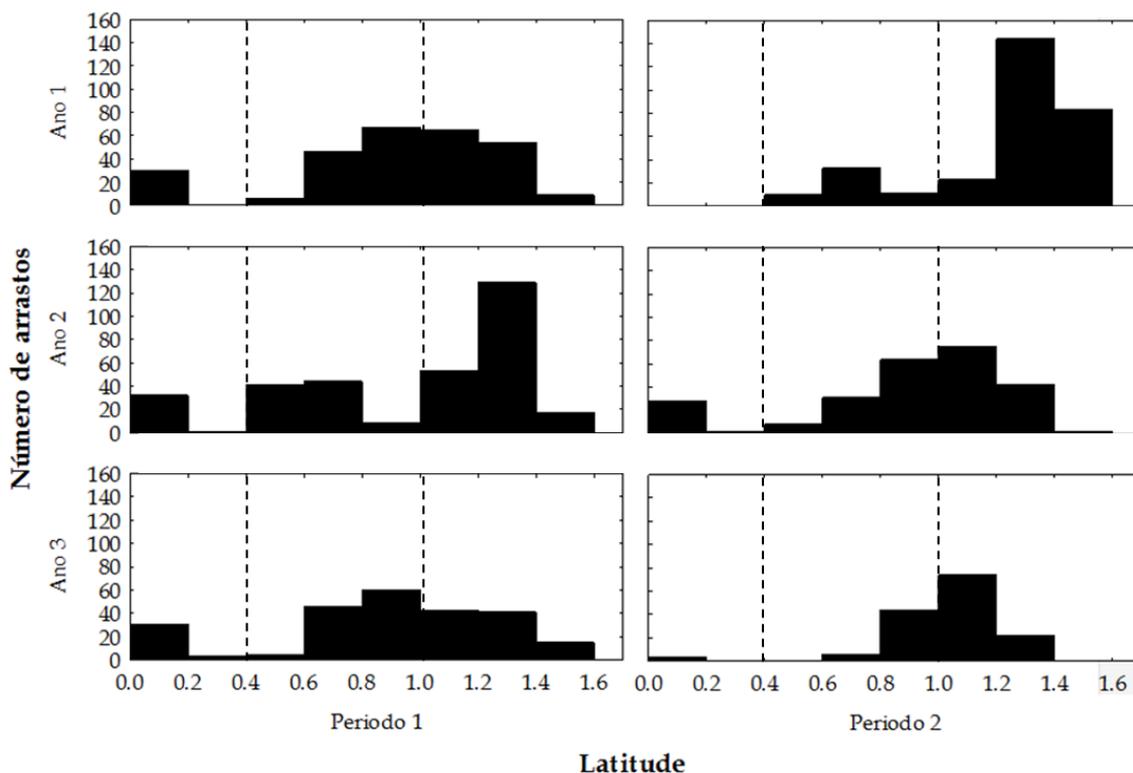


Figura 11 - Frequência dos arrastos realizados pela frota industrial que foram amostrados pelo projeto MPI durante o período 1 e 2 para os anos 1, 2 e 3, em relação ao eixo latitudinal.

Considerando o período de estudo, as zonas de pesca delimitadas e o número mínimo de 30 peixes medidos por arrasto, a composição em tamanho de 1.380 arrastos, onde foram capturadas 3.862,30 toneladas (média de 3,80 toneladas). A captura por arrasto no ano 3 foi superior aos demais anos ( $KW-H_{(2, 1293)}=7,93$ ;  $p=0,0189$ ), não havendo distinção entre os períodos ( $KW-H_{(1, 1293)}=0,58$   $p=0,4455$ ).

### 3.2.2. Estratificação longitudinal dos arrastos

A Tabela 2 apresenta a frequência e a proporção acumulada de arrastos conforme a longitude em cada área de pesca. A análise dos eixos longitudinais por área permitiu verificar que na faixa sul, o eixo longitudinal  $-48,7^\circ$  garantiu uma divisão de aproximadamente 39% para o setor interno e 61% para o setor externo. Na faixa central, o eixo longitudinal  $-49,0^\circ$ , permitiu uma divisão em 46% dos arrastos para o setor interno e 54% para o setor externo. Na faixa norte ficou possível uma divisão de 60% dos arrastos amostrados para o setor interno e 40% para o setor externo. É importante entender que o número de arrastos entre os eixos longitudinais de cada

faixa oscilava de maneira irregular, não permitindo uma divisão exata em 50% (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição longitudinal dos arrastos em eixos de 0,1° para as faixas latitudinais (Área Sul, Área Central e Área Norte) definidas para a área de atuação da frota industrial.

LongCat	Área Sul			Área Central			Área Norte		
	N	F.A.	F. A. (%)	N	F.A.	F. A. (%)	N	F.A.	F. A. (%)
-49.7	0	0	0%	4	4	1%	4	4	0%
-49.6	0	0	0%	16	20	6%	64	68	7%
-49.5	0	0	0%	12	32	10%	182	250	26%
-49.4	0	0	0%	34	66	21%	340	590	62%
-49.3	0	0	0%	29	95	30%	226	816	86%
-49.2	0	0	0%	19	114	36%	74	890	93%
-49.1	1	1	1%	33	147	46%	30	920	97%
-49	1	2	2%	71	218	68%	18	938	99%
-48.9	10	12	11%	71	289	90%	3	941	99%
-48.8	25	37	35%	17	306	95%	1	942	99%
-48.7	27	64	60%	11	317	99%	4	946	99%
-48.6	37	101	94%	2	319	99%	3	949	100%
-48.5	4	105	98%	1	320	100%	3	952	100%
-48.4	2	107	100%	0	320	100%	0	952	100%
-48.3	0	107	100%	0	320	100%	0	952	100%
-48.2	0	107	100%	0	320	100%	0	952	100%
-48.1	0	107	100%	0	320	100%	0	952	100%
-48	0	107	100%	1	321	100%	0	952	100%
Total	107	-	-	321	-	-	952	-	-

\*N=número de arrastos; \*\*F.A. = Frequência acumulada; \*\*\*F.A. (%) = Frequência acumulada expressa em porcentagem

A Figura 12 apresenta as faixas latitudinais Norte (N), Central (C) e Sul (S) divididas em seus setores externo (E) e interno (I) gerando 6 zonas de pesca.

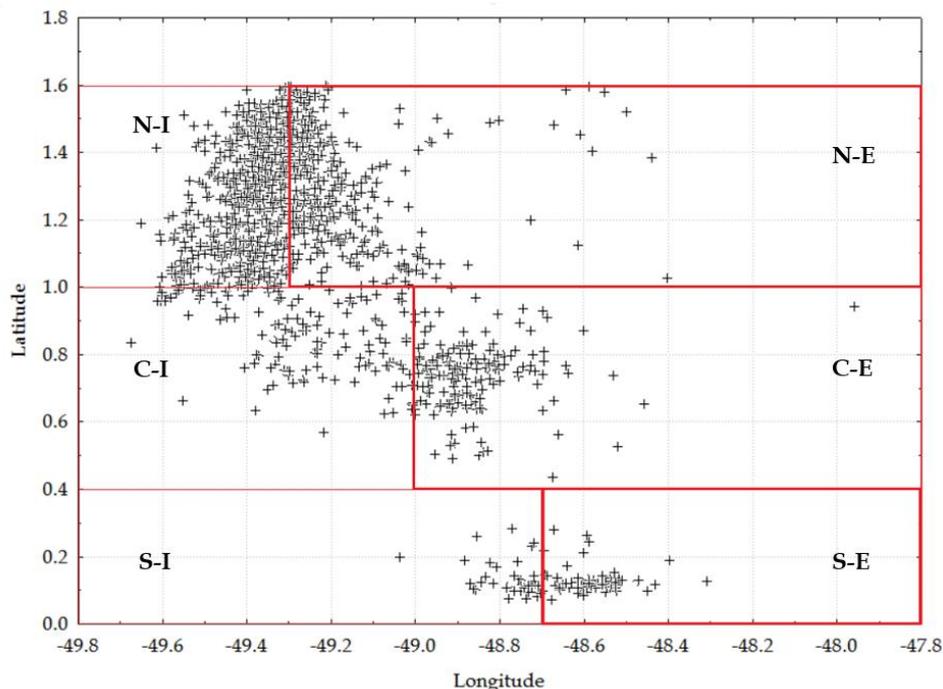


Figura 12 - Zoneamento espacial estabelecido para a área do estuário amazônico, onde identificamos a Área Sul (S), com os setores S-I e S-E, a Área Central (C), com os setores C-I e C-E, e a Área Norte (N), com os setores N-I e N-E.

Tendo em vista que houve amostras insuficientes (< 10 arrastos) em pelo menos uma das zonas de pesca dos anos 1 e 3, considerou-se somente o ano 2 para realizar a análise espaço-temporal (Tabela 4).

Tabela 4 - Número de arrastos realizados com registro de biometria, em relação aos fatores espaço temporais: Período 1 (dezembro-abril) e Período 2 (maio-agosto); Áreas de pesca (Sul, Central e Norte) e suas variações longitudinais (Setores internos e externos) na plataforma continental da Costa Norte do Brasil, durante o período de dezembro de 2008 a agosto de 2010.

Ano	Período	Área	Setores		SubTotal	TOTAL
			Internos	Externos		
1	1	Sul	3	23	215	501
		Central	21	36		
		Norte	90	42		
	2	Sul	1	0	286	
Central	17	29				
Norte	128	111				
2	1	Sul	14	14	318	557
		Central	16	72		
		Norte	125	77		
	2	Sul	10	14	239	
Central	33	17				

		Norte	148	17		
3	1	Sul	5	17	173	322
		Central	43	21		
		Norte	59	28		
	2	Sul	3	1	149	
		Central	17	1		
		Norte	40	87		
TOTAL GERAL						1380

### 3.3. COMPOSIÇÃO DE TAMANHO DAS CAPTURAS

Foram realizados 557 arrastos no ano 2. Os comprimentos médios destes arrastos apresentaram uma distribuição normal (Shapiro-Wilk  $W=0,99679$ ,  $p>0,10$ ) quando não foram considerados 5 arrastos que apresentavam comprimento médio acima de 50 cm, sendo considerados *outliers* na distribuição de probabilidade.

A profundidade média dos arrastos teve um valor mínimo de 4,8 m até um valor máximo de 18,5 m (média de 10,44 m). A análise da profundidade média dos arrastos entre as áreas de pesca identificadas atestou que existem diferenças significativas ( $KW-H_{(1,551)}=186,11$ ;  $p<0,0001$ ), onde a área Central é mais rasa que as áreas Sul e Norte, e essas não apresentaram diferenças entre si (Figura 13).

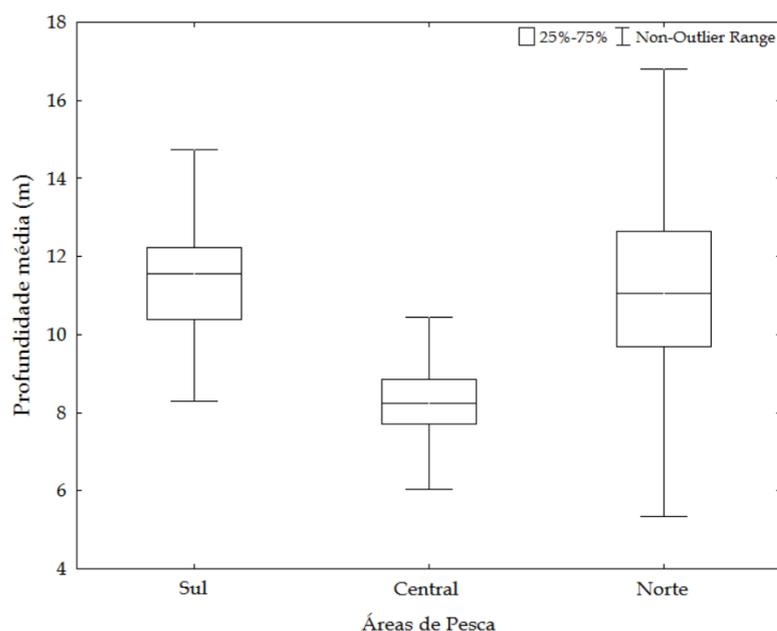


Figura 13 - Gráfico box-plot para a profundidade média dos arrastos realizados nas áreas de pesca utilizadas pela frota industrial durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

Para os 552 arrastos analisados, foram amostrados 95.532 piramutabas, que apresentaram uma ampla faixa de comprimento variando de 2 cm até 99 cm, com um valor médio de  $32,21 \pm 7,47$  cm.

As variâncias apresentaram-se homogêneas segundo o teste Hartley Fmax e Cochran C ( $p > 0,05$ ). Os resultados da Ancova indicam que a covariável profundidade média explica parte da variação do comprimento médio, assim como os fatores período e latitude e as interações período\*longitude e período\*latitude foram significativas ao nível de 5% (Tabela 5).

Tabela 5 - Resultado da ANCOVA para o teste do comprimento médio dos arrastos em relação aos fatores período, longitude, latitude e a co-variável profundidade média (m).

Efeito	SS	g,l,	MS	F	p
Intercepto	14533,93	1	14533,93	1493,867	0,00000
Profundidade média	39,29	1	39,29	4,038	0,044983 *
Período	57,81	1	57,81	5,942	0,015107 *
Longitude	2,14	1	2,14	0,22	0,638898 N,S,
Latitude	123,93	2	61,97	6,369	0,001845 **
Período*longitude	45,43	1	45,43	4,669	0,031151 *
Período*latitude	156,81	2	78,41	8,059	0,000356 ***
Latitude*Longitude	22,04	2	11,02	1,132	0,323009 N,S,
Período*Latitude*Longitude	25,06	2	12,53	1,288	0,276647 N,S,
Erro	5234,24	538	9,73		

Foram verificadas diferenças significativas para o comprimento médio dos indivíduos entre os períodos analisados, onde o teste *post Hoc* verificou que o comprimento médio no período 2 (32,5 cm) é significantemente menor que no período 1 (31,5 cm) (Figura 14A).

Foram observadas diferenças significativas entre as áreas de pesca, onde a área Central apresentou um comprimento médio (30,42 cm) estatisticamente menor do que nas áreas Sul (32,71 cm) e Norte (32,76 cm). Não foram observadas diferenças entre as faixas latitudinais Sul e Norte (Figura 14B).

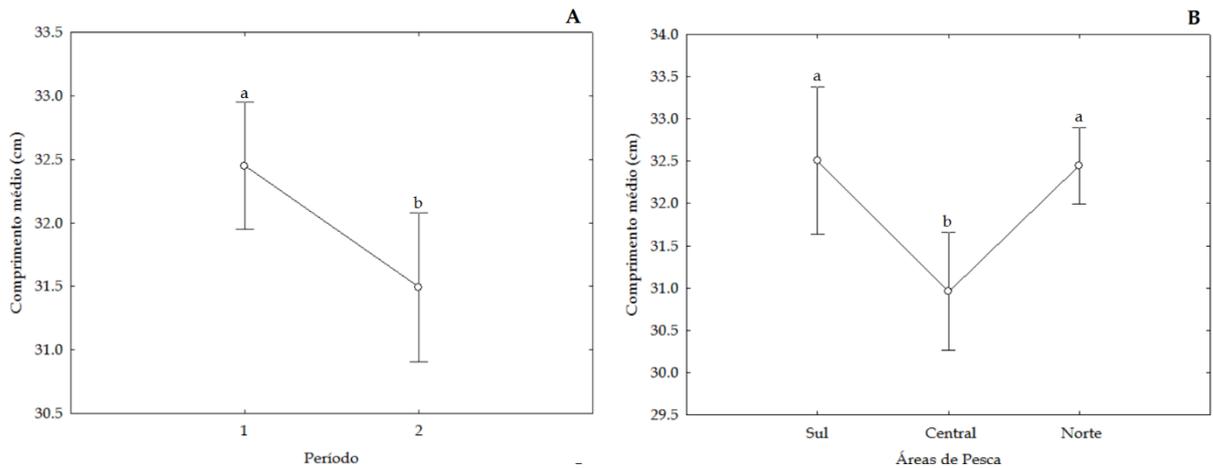


Figura 14 - Gráfico dos efeitos principais apresentando as médias do comprimento médio (cm) das capturas e o intervalo de confiança de 95%, onde A - Comprimento médio (cm) *versus* período; B - Comprimento médio (cm) *versus* Áreas de pesca.

A interação entre latitude e período se mostrou significativa. No período 1, as áreas de pesca são estatisticamente diferentes, sendo o comprimento médio dos indivíduos localizados na área central (29,97 cm), menor que nas áreas Sul (33,6 cm) e Norte (33,42 cm), mantendo o que foi observado para análise do efeito isolado da variação latitudinal das áreas de pesca. Entretanto, no período 2, não foi verificada diferença significativa entre as áreas, demonstrando que a variação latitudinal nesse período não é relevante (Figura 15A).

Os setores internos não apresentaram diferenças significativas entre os períodos, indicando que os indivíduos mantêm uma homogeneidade em tamanho, enquanto que nos setores externos é verificado que o comprimento médio das capturas é significativamente menor no período 2 (Figura 15B).

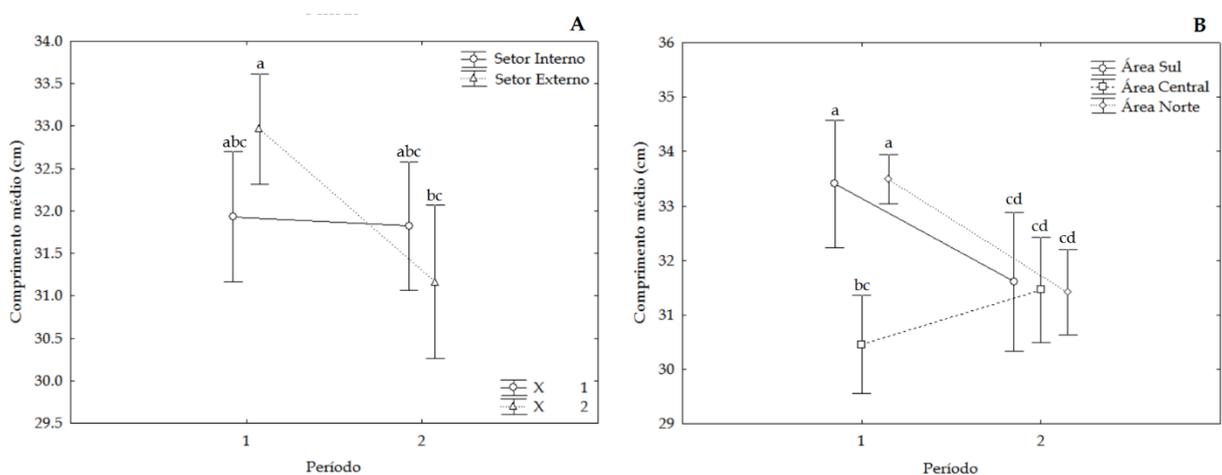


Figura 15 - Gráfico dos efeitos principais apresentando as médias do comprimento médio (cm) das capturas e o intervalo de confiança de 95%, onde A - Comprimento médio (cm) *versus* interação período\*longitude; B - Comprimento médio (cm) *versus* interação período\*latitude.

A análise dos resíduos mostrou não existir tendências, demonstrando que o modelo aplicado foi satisfatório (Figura 16).

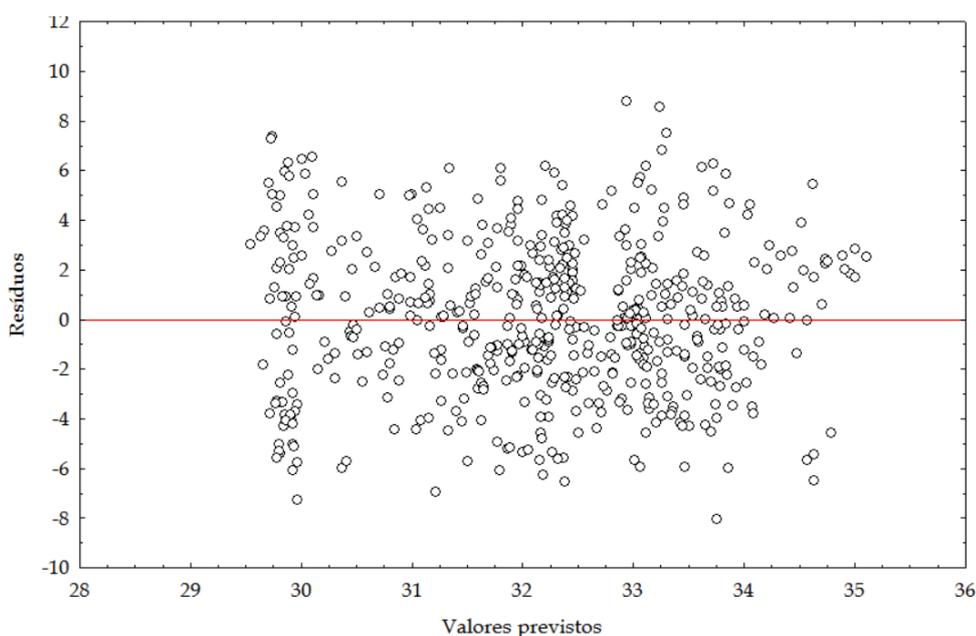


Figura 16 - Gráfico de dispersão dos resíduos gerados pela Ancova.

### 3.4. COMPOSIÇÃO ETÁRIA DA CAPTURA

Dos espécimes amostrados, 1,40% pertenciam ao grupo etário 1 (N=1.349), com o comprimento furcal variando de 2 a 16,9 cm (média de 14,22 cm) e o peso estimado variou de 0,001 a 0,04 kg (média de 0,03 kg), sendo essa a classe menos representativa das capturas. O grupo etário 2, representou 21,9% dos indivíduos (N=20.905), com o comprimento variando de 17 a 27,9 cm (média de 23,18 cm) e o peso estimado entre 0,04 e 0,19 kg (média de 0,11 kg). A classe 3 foi a mais verificada nas amostragens, com 62,5% de ocorrência (N=59.691), o menor indivíduo apresentava 28 cm de comprimento furcal e o maior 38,9 cm (média de 33,16 cm), o peso estimado teve um mínimo de 0,2 a 0,54 kg (média de 0,34 kg). O grupo etário 4, onde se encontram os indivíduos com mais de 3 anos, foram pouco observados, com apenas 14,2% de

ocorrência (N=13.587), um comprimento furcal variando de 39 a 99 cm (média de 45,86 cm) e um peso estimado variando de 0,55 a 9,96 kg (média de 0,99 kg) (Tabela 6).

Tabela 6 - Frequência e composição de captura em comprimento furcal (cm) e peso estimado (kg), para cada grupo etário, da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii*, capturada com rede de arrasto na Costa Norte do Brasil, durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

Grupo Etário	N	(%)	Comprimento Furcal (cm)			Peso estimado (kg)		
			Mín.	Méd. ± dp	Máx.	Mín.	Méd. ± dp	Máx.
1	1.349	1,4%	2	14,22 ± 2,49	16,9	0,0001	0,03 ± 0,01	0,04
2	20.905	21,9%	17	23,18 ± 3,04	27,9	0,04	0,11 ± 0,04	0,19
3	59.691	62,5%	28	33,16 ± 3,13	38,9	0,2	0,34 ± 0,1	0,54
4	13.587	14,2%	39	45,86 ± 7,11	99	0,55	0,99 ± 0,64	9,96
TOTAL	95.532	100%	-	-	-	-	-	-

A análise mensal da composição etária das capturas, permitiu verificar que o grupo etário 3 (entre 2 e 3 anos de idade) apresenta maior participação nas capturas, o a partir dos 2 anos, os indivíduos ficam mais vulneráveis para a rede de arrasto. Esse grupo teve uma representatividade acima de 50% na maioria dos meses, com exceção de janeiro (47%) e junho (37%), quando foi verificada uma maior participação do grupo 2 nas capturas (Figura 17).

O grupo 2 e 4 apresentaram uma representatividade semelhante, em torno de 20% de participação cada, com exceção dos meses citados anteriormente, quando houve maior participação do grupo 2.

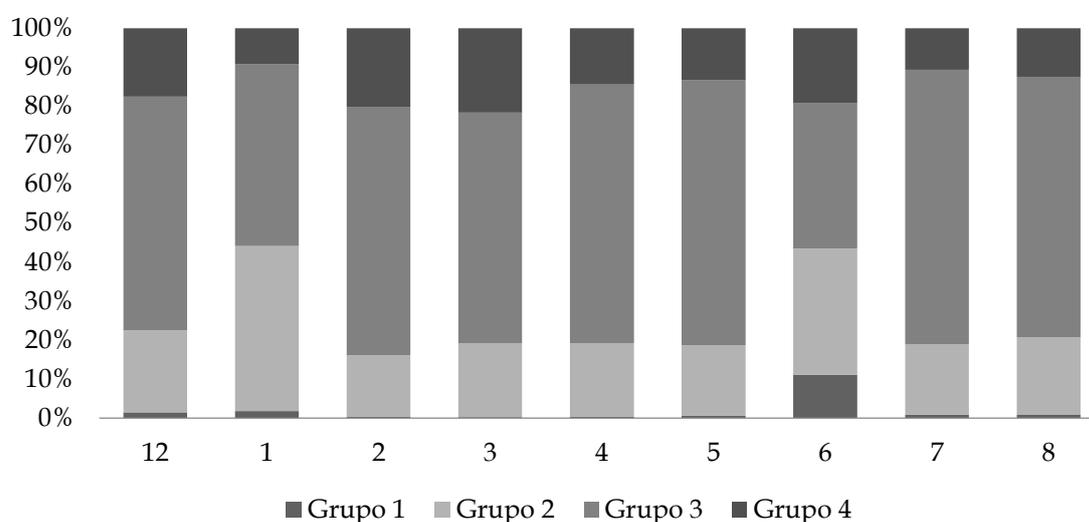


Figura 17 - Frequência relativa dos grupos etários da piramutaba capturada pela frota industrial no estuário amazônico, durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

### 3.5. REJEIÇÃO POTENCIAL DA CAPTURA

Os dois índices de rejeição não apresentaram distribuição normal, e nem foi possível sua transformação, sendo necessária a utilização de estatística não paramétrica para sua análise.

#### 3.5.1. Índice de rejeição potencial em número de indivíduos (NR)

O índice NR teve uma média de  $0,14 \pm 0,24$ , indicando que para cada 100 indivíduos dos grupos etários 3 e 4, eram capturados 14 indivíduos dos grupos 1 e 2. Esse índice variou de 0 (zero) até 3,20 para as amostras do Ano 2.

O período isoladamente não foi um fator que apresentou influência significativa para a variação da mediana do NR (Teste Kruskal-Wallis  $H_{1,552}=0,1088$ ;  $p=0,7415$ ), entretanto, quando analisada sua interação com os fatores espaciais, é verificado que existem diferenças significativas em função de cada período.

Foram verificadas diferenças significativas entre as áreas durante o período 1 ( $KW-H_{(2,313)}=27,97$ ;  $p<0,001$ ). Os maiores valores de NR nesse período foram registrados para a área Central (NR=0,15), que comprovou ter um potencial de rejeição estatisticamente maior que as áreas Sul (NR=0,03) e Norte (NR=0,06) pelo teste *post Hoc* de comparações múltiplas. Essas duas áreas não apresentaram diferenças significativas entre si. Durante o período 2, verificamos que as áreas apresentam valores de NR estatisticamente semelhantes ( $KW-H_{(2,239)}=1,76$ ;  $p=0,04$ ) (Figura 18).

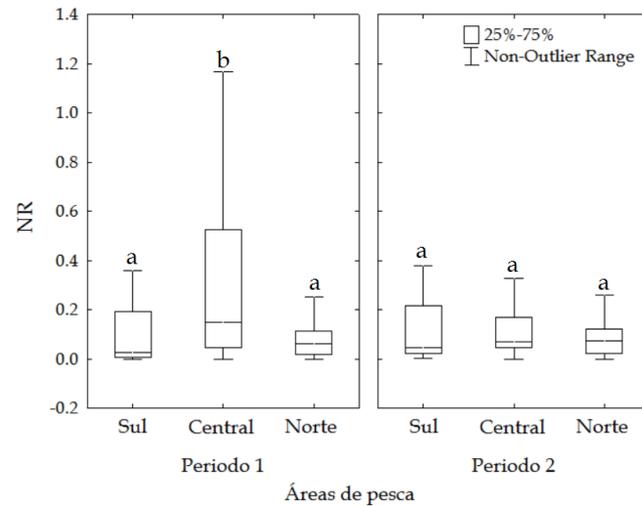


Figura 18 - Variação latitudinal do Índice de rejeição potencial em número de indivíduos (NR) entre as áreas de pesca utilizadas pela frota de arrasto no estuário amazônico, durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

A análise da variação longitudinal verificou que durante o período 1 não existem diferenças de NR para os setores internos e externos (Figura 19), enquanto que durante o período 2 é comprovado que o setor externo é tem um índice de NR maior que o setor interno, indicando maior potencial de rejeição para esse setor ( $KW-H_{(1,239)}=5,62; p=0,0177$ ).

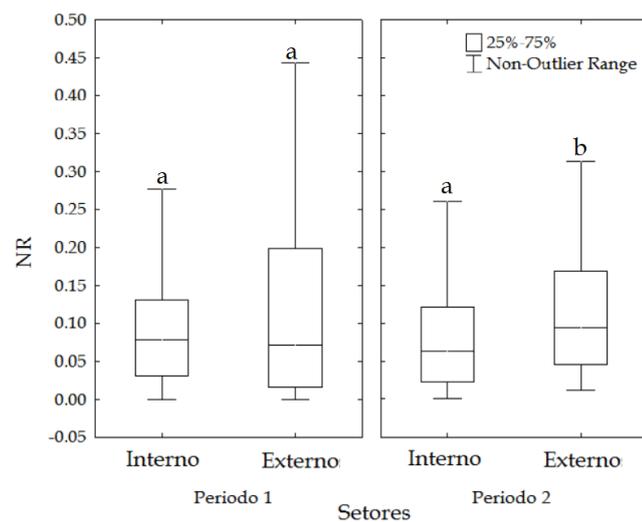


Figura 19 - Variação longitudinal do Índice de rejeição potencial em número de indivíduos (NR) entre os setores interno e externo, utilizados pela frota industrial no estuário amazônico, durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

### 3.5.2. Índice de rejeição potencial em peso - PR

O índice PR teve uma média de  $0,43 \pm 0,70$ , indicando que para cada 1 kg de indivíduos dos grupos 3 e 4, eram capturados 430 g de indivíduos dos grupos 1 e 2, sendo registrado um valor mínimo de 0 (zero) e um valor máximo de 10,32.

Assim como foi verificado para o NR, não foi verificado diferenças significativas entre os períodos ( $KW-H_{(1,552)}=0,059$ ;  $p=0,8081$ ), indicando que esse fator isoladamente não seria uma variável que influencia na variação da proporção em peso.

Foram verificadas diferenças significativas entre as áreas de pesca ( $KW-H_{(2,313)}=30,40$ ;  $p<0,001$ ) durante o período 1. Analisando as medianas, verificamos que o maior valor de PR foi registrado para a área Central (PR=0,47), comprovado ser estatisticamente maior que os valores registrados para as áreas Sul (PR=0,10) e Norte (PR=0,20). Durante o período 2 não foram encontradas diferenças entre as áreas de pesca, indicando que a rejeição é estatisticamente igual entre as áreas ( $KW-H_{(2,239)}=0,2022$ ;  $p=0,90$ ) (Figura 20).

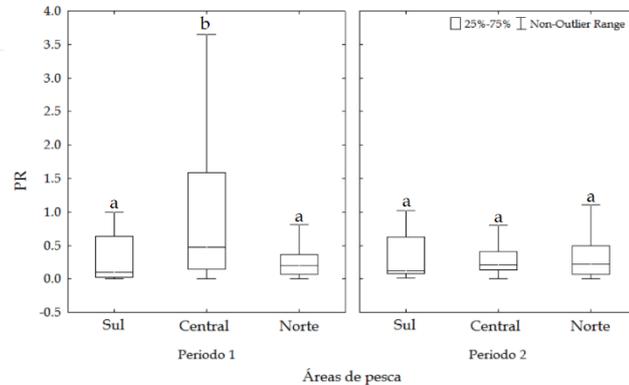


Figura 20 - Variação do Índice de rejeição potencial em peso (PR) entre as áreas de pesca, por período, para a piramutaba capturada pela frota industrial no estuário amazônico, durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

A análise dos setores internos e externos comprovou que durante o período 1 não existe variação longitudinal para o PR ( $KW-H_{(1,313)}=0,3184$ ;  $p=0,57$ ), enquanto que no período 2 foi verificado que o setor externo apresenta um valor de PR estatisticamente maior que o setor interno ( $KW-H_{(1,239)}=4,11$ ;  $p=0,04$ ) (Figura 21).

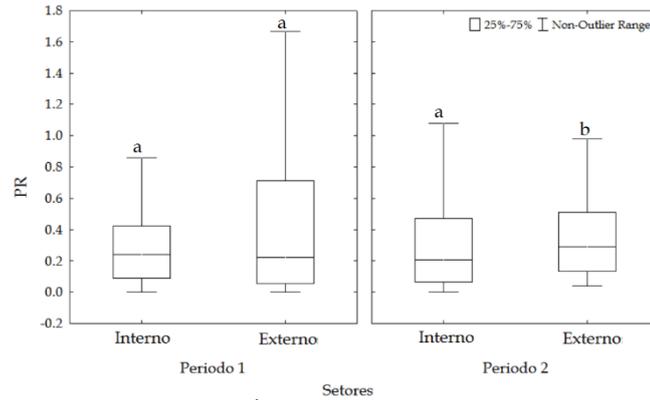


Figura 21 - Variação longitudinal do Índice de rejeição potencial em peso (PR) entre os setores, por período, para a piramutaba capturada pela frota industrial no estuário amazônico, durante o período de dezembro de 2009 a agosto de 2010.

## 4 DISCUSSÃO

---

A variação espaço-temporal da frota “piramutabeira” foi relacionada com a sazonalidade por Zagaglia *et al.*, (2009), que relata a concentração da frota da ilha do Marajó até a costa do Amapá durante o período chuvoso (dezembro a março), enquanto que, quando a precipitação é mínima (junho a setembro), a frota começa a se deslocar para áreas mais próximas da costa, próximo a ilha do Marajó. Resultados semelhantes foram encontrados por Souza (2009) que justifica o deslocamento da frota pesqueira em função da sazonalidade da precipitação e do comportamento migratório da piramutaba.

Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que a frota piramutabeira se concentra na área Norte durante o período de menor precipitação, não sendo constatada uma tendência da frota de se aproximar da costa nesse momento, contrariando as informações encontradas pelos autores acima citados. Assim, a área Norte se apresentou como principal área de pesca para a frota industrial em ambos os períodos.

Os resultados apontam que a sazonalidade das chuvas e da descarga do rio Amazonas afeta na composição em tamanho das capturas ao longo das áreas de pesca. Indivíduos maiores foram capturados durante o período chuvoso, associados as áreas de maior profundidade, Norte e Sul, enquanto os indivíduos menores foram capturados principalmente na área Central, com menor profundidade. Isso demonstra que pode existir nesse momento uma segregação latitudinal dos indivíduos relacionada com a diferença de profundidades das áreas, uma vez que sua relação como variável explicativa para o comprimento médio foi significativa na ancova.

A presença de indivíduos maiores nas capturas durante o período chuvoso pode ser explicada pelo retorno dos indivíduos pré-adultos e adultos para o estuário, resultante do aumento da descarga de água doce do rio Amazonas que promove o afastamento da cunha salina, tornando o ambiente propício para a espécie devido a baixa salinidade e a elevada disponibilidade de alimentos (BARTHEM, 2000), o que irá favorecer o acúmulo de gordura necessário para realizar a migração de subida posteriormente e completar o ciclo reprodutivo (IBAMA, 1997).

O estuário amazônico é considerado uma área de criação da piramutaba, onde os recrutas permanecem até 2 anos de idade para se desenvolver, assim como os pré-adultos e adultos a utilizam como área de alimentação (ALONSO e PIRKER, 2005). Assim, é possível acreditar que a segregação de tamanho está relacionada com a dinâmica alimentar, onde os indivíduos preferem uma determinada presa existente nas profundidades ocupadas por eles.

A piramutaba possui um número restrito de presas, sendo considerada uma espécie que apresenta ontogenia, alimentando-se de poliquetas, bivalves e camarões do gênero *Macrobrachium* sp., até atingir 20 cm, quando incorporam engraulídeos e, principalmente, amuré (*Gobioides* sp.) a sua dieta. Como estas são as principais presas da piramutaba no estuário (BARTHEM e GOULDING, 1997), acredita-se que a distribuição da piramutaba possa estar associada a distribuição desses recursos alimentares nas áreas de pesca estudadas. De acordo com Blader e Blader (1980), os indivíduos juvenis em áreas estuarinas procuram as áreas mais rasas para evitar a predação e competição por alimento, o que poderia justificar a presença de menores indivíduos da espécie na área Central.

No período seco, com a diminuição do nível de descarga do rio Tocantins, as águas com influência marinha penetram na baía de Marajó e se aproximam da desembocadura do rio Amazonas (BARTHEM e SCHWASSMANN, 1994). Nesse momento, a piramutaba adulta começa a se aproximar da foz do rio Amazonas para realizar a migração de subida, e iniciar o processo de maturação sexual na região do alto Amazonas (BARTHEM e GOULDING, 1997), deixando, aos poucos, de participar das capturas, corroborando com os resultados encontrados que indicam um menor comprimento médio para esse período.

Nesse momento, o comprimento das capturas não difere latitudinalmente entre as áreas de pesca, enquanto que é verificado longitudinalmente que os indivíduos maiores começam a deixar de participar das capturas nos setores externos, não sendo verificada alteração nos setores internos. Tal diferença pode ser explicada pela invasão da cunha salina nesses setores, decorrente da diminuição da descarga do rio Tocantins, fazendo com que os indivíduos maiores deixem essa porção do estuário. Uma hipótese para que não sejam verificados os efeitos da sazonalidade nos setores internos seria

que ainda nesse momento, a descarga do rio Amazonas consiga manter os setores internos doces, devido ao volume de descarga que mesmo nesse período mantém a cunha salina afastada da sua foz (NIKIEMA *et al.*, 2007). Corroborando com essa hipótese, Jica (1998) verificou que o comprimento médio da piramutaba capturada no estuário amazônico possui uma relação inversa com a salinidade, indicando que os peixes maiores são encontrados com mais frequência nas áreas mais doces.

Os resultados dos indicadores de rejeição potencial em número (NR) e em peso (PR) confirmaram a segregação de tamanho entre as áreas de pesca verificada nos resultados da ancova para o período 1, sendo verificado uma maior proporção de indivíduos potencialmente rejeitados (com menos de 2 anos) nas áreas centrais, o que indicou que essa área pode apresentar maior volume de descarte durante as pescarias.

É interessante observar que o índice de rejeição em peso é mais eficiente para analisar o impacto do descarte do que o índice de rejeição numérico, uma vez que um maior índice em número para as áreas centrais é inexpressivo numericamente, equivalendo a uma proporção numérica de 13 indivíduos rejeitados para 100 indivíduos aproveitados, enquanto que o índice de rejeição em peso, para a mesma área, indica um potencial de descarte de 500 g para cada 1 kg de piramutaba aproveitada, representando 30% do total de piramutaba capturada nessa área.

As capturas acessórias e os descartes têm sido uma das grandes preocupações dos gestores e grupos de conservação ambiental (ALVERSON *et al.*, 1994). Essas capturas são apontadas como um dos principais problemas relacionados a pescarias com apetrechos-de-pesca pouco seletivos, como é o caso da rede de arrasto utilizada na pesca da piramutaba, justificada principalmente pela captura de juvenis de espécies comerciais e não comerciais (JIMENEZ *et al.*, 2012). Isso pode causar danos biológicos e econômicos altos (DIEKERT *et al.*, 2012) levando a flutuações de abundância e diminuição da estabilidade biológica (ANDERSON *et al.*, 2008), podendo se tornar irreversíveis em caso de consequências evolutivas para a espécie (JORGENSEN *et al.*, 2007).

A piramutaba tem sido enquadrada na sobrepesca de crescimento (BARTHEM e PETRERE JR, 1995; ALONSO e PIRKER, 2005) sendo sugerido em trabalhos recentes que espécie comece a participar das capturas com 2 anos de idade, quando está em sua

fase pré-adulta (ALONSO e PIRKER, 2005). Os resultados encontrados indicam que 77% das capturas são compostas por indivíduos acima de 2 anos de idade, indicando que as capturas estão próximas de se enquadrar dentro da idade de primeira captura sugerida por esses autores para garantir a sustentabilidade da pescaria.

Entretanto, é importante destacar que ainda foram registrados indivíduos com menos de 2 anos de idade, que não realizam migrações e não são aproveitados pela frota industrial (BARTHEM *et al, in prelo*), sendo alguns deles, com menos de 20 cm, não migradores e portanto exclusivos do estuário amazônico, cuja redução de captura deve ser prioritária. A captura de indivíduos pequenos de piramutaba pela frota industrial é verificada por alguns pesquisadores que sugerem que um aumento do tamanho de malha do saco-túnel poderia mimizar a sua captura (FURTADO JR *et al.*, 2007) o que poderia assegurar que a idade de primeira captura de 2 anos seja respeitada.

A captura precoce associada a uma exploração intensiva impede que um número suficiente de indivíduos atinja um valor de peso que contribua significativamente para a biomassa, considerando que o peso médio individual aumenta com a idade inicial de captura (FONTELES-FILHO, 2011). Assim, é interessante que as capturas aconteçam em um momento que o peixe tenha se desenvolvido a ponto de ter um incremento em peso suficiente para garantir o rendimento da pesca e manter a capacidade de auto-renovação do mesmo (SPARRE e VENEMA, 1997).

Como forma de contribuir para um ordenamento adequado da espécie e considerando os resultados encontrados neste trabalho, propõe-se que a área Central tenha um manejo diferenciado durante o período de enchente do rio Amazonas, quando foi verificada uma maior proporção de indivíduos juvenis e, conseqüentemente, um maior potencial de rejeição. Uma proposta pertinente seria a restrição espacial entre os eixos latitudinais 0,4° e 0,9° durante esse período. Durante o período de vazante, com o aumento da salinidade no estuário e conseqüente início do ciclo migratório da piramutaba não foram verificadas diferenças espaciais que justifiquem uma restrição nessa área ou em outra.

A aplicação da restrição espacial na área Central poderia minimizar uma maior quantidade de indivíduos juvenis capturados garantindo que eles entrem no estoque capturável após terem se desenvolvido, contribuindo para o rendimento e para a sustentabilidade da pescaria e um menor impacto ambiental causado pelo descarte. Contudo, para o sucesso da utilização de restrições espaço-temporais como ferramentas de gestão pesqueira, uma fiscalização eficiente por parte dos órgãos e o monitoramento espaço-temporal constante dos recursos são fundamentais para o sucesso desse manejo.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

---

Fica evidente que a piramutaba apresenta um comportamento espaço-temporal diferenciado durante o primeiro período do ano, quando os indivíduos maiores chegam ao estuário e ocupam as áreas Norte e Sul, enquanto que os indivíduos menores procuram a área Central que é mais rasa, o que foi comprovado pelos índices de rejeição potencial e pela análise do comprimento médio das capturas.

O resultado, ainda que relativo a apenas um ano de execução do projeto, evidencia um comportamento espacial que pode contradizer as premissas defendidas pelas restrições espaciais existentes, que se justificam pelos indivíduos menores serem capturados mais próximos da costa. Isso demonstra que devem ser realizados estudos mais detalhados e com uma série temporal maior para verificar se os nossos resultados representam uma característica real da espécie, ou um fator aleatório para esse ano, além de verificar a eficiência das restrições espaciais existentes e a necessidade de atualização das mesmas.

A utilização de restrições espaciais, como a proposta sugerida nesse trabalho, deve ser associada a uma fiscalização eficiente por parte dos órgãos gestores e pelo monitoramento constante dos resultados dessas medidas e os seus efeitos para o estoque, como forma de acompanhar a necessidade

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ALONSO, J. C.; PIRKER, L. E. M. (2005). Dinâmica populacional e estado atual da exploração de piramutaba e de dourada. p. 21-28, in: FABRÉ, N.N; BARTHEM, R.B. (orgs.), **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas**. IBAMA, PróVárzea, Coleção Documentos Técnicos, 114 p., Manaus.

ALVERSON, D. L.; FREEBERG, M. H.; POPE, J. G.; MURAWSKI, S. A. (1994). A global assesment of fisheries by catch and discards. **FAO Fisheries Technical Paper**. n. 339. Rome, FAO, 233p.

ANDERSON, C. N. K.; HSIEH, C.; SANDIN, S. A.; HEWITT, R.; HOLLOWED, A.; BEDDINGTON, J.; MAY, R. M.; SUGIHARA, G. (2008) Why fish magnifies fluctuations in fish abundance. **Nature**. 452, 835-839.

BARTHEM, R. B. (1990a). **Ecologia e pesca da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*)**. Tese de Doutorado. Universidade de Campinas. Campinas.

BARTHEM, R. B. (1990b). Descrição da pesca da piramutaba. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi (Antropologia)** v.6, 1991b. p.117-130.

BARTHEM, R. B., SCHWASSMANN, H. O. (1994) Amazon river influence on the seasonal displacement of the salt wedge in the Tocantins river estuary, Brazil, 1983 - 1985. **Boletim Museu. Paraense Emilio Goeldi**. sér. Zool., 10(1).

BARTHEM, R. B.; PETRERE JR., M., (1995). Fisheries and populations dynamics of the freshwater catfish *Brachyplatystoma vaillantii* in the Amazon estuary. In: ARMANTROUT, N. B. WOLOTIRA JR., R. J. (Orgs). **Condition of the World's Aquatic Habitat**. Proceedings of the World Fisheries Congress, Theme 1. Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi.1: 329-350

BARTHEM, R. B.; M. GOULDING. (1997). **Os bagres balizadores. Ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos.** Tefé: Sociedade Civil Mamirauá/MCT/CNPq/IPAAM. Brasília. 140 p.

BARTHEM, R. B. (2000) Situação do Manejo das Pescarias dos Grandes Bagres Amazônicos no Brasil. *In: Informe del Taller Regional sobre Manejo de las Pesquerías de Bagres Migratorios del Amazonas.* Iquitos-Peru: Programa de Cooperación Gubernamental, p. 33-56. (Informe de Campo F-5 (Es).

BARTHEM, R. B.; MELLO-FILHO, A. S.; ASSUNÇÃO, W.; GOMES, P. F. F.; BARBOSA, A. C. Distribuição espacial e estrutura de tamanho de piramutaba e suas implicações para o manejo da pesca de arrasto na foz amazônica. Submetido ao Boletim de Instituto de Pesca (*in prelo*).

BATISTA, J.; AQUINO, K. F.; FARIAS, I. P.; GOMES, J. A. (2005) 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.* IBAMA, PróVárzea, Coleção Documentos Técnicos, 114 p., Manaus.

BEVERTON, R. J. H.; HOLT, S. J. (1957). **On the dynamics of exploited fish populations.** Fishery Investigations Series II. No. XIX. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London, UK.

BLADER, S. J. M.; BLADER, T. G. (1980). Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal of Fish Biology.** Volume 17, p.143-162.

BRAGA, M. T.; ISAAC, V. J. (1999). Rejeição de pescado nas pescarias da Região Norte do Brasil. **Arq. Ciên. Mar.** Fortaleza, v. 21, p. 39-54.

CHAVES, R. A., SILVA, K. C. A., IVO, C. T. C., CINTRA, I. H. A., AVIZ, J. S. Sobre a pesca da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (VALENCIENNES, 1940) em pescarias da frota industrial no estado do Pará. **Bol. Téc. Cient. Cepnor,** Belém, v.3, n.1, p. 163-177, 2003.

DIAS-NETO, J. D.; EVANGELISTA, J. E. V.; FREITAS, F. A. P.; DAMASCENO, F. G.; VICTER, E. J.; UENO, F., (1985). Experimento de seletividade com rede de arrasto para a piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii*, Valenciennes 1840. **Série Documentos Técnicos.** SUDEPE, 35: 3-46.

DIAS NETO, J. (2002). **Gestão do uso dos recursos pesqueiros marinhos no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. 164p.

DIEKERT, F. K. (2012). Growth Overfishing: The Race to fish extends to dimension of size. **Environment and Resource Economics**. v.52. p.549-572.

FABRÉ, N. N.; BARTHEM, R. B. (2005). **O manejo da pesca dos grandes bagres migradores: piramutaba e dourada no eixo Solimões-Amazonas**. Coleção Documentos Técnicos: Estudos Estratégicos. Manaus: IBAMA, Pro Várzea. 114p.

FAO (2012). **The state of food agriculture**. Roma. 209 p.

FERRARIS, C. J. (2007). Checklist of catfishes, recente and fóssil (Osteichthyes: Siluriformes), and catalogue of siluriform primary types. **Zootaxa**, vol. 1418, p.1-628.

FONTELES FILHO, A. A. (2011). **Oceanografia, Biologia e Dinâmica Populacional de recursos pesqueiros**. Fortaleza: Expressão gráfica e Editora. 464p.

FRATANTONI, D. M.; JOHNS, W. E.; TOWNSEND, T. L. (1995). Rings of the North Brazil Current: Their structure and behavior inferred from observations and a numerical simulation. **J. Geophys. Res.** 100, C6, 10633-10654.

FRÉDOU, T.; FILHO, L. D. F.; TORRES, D. G.; FERREIRA, P. R. C.; SOUZA, E. G.; LOPES, K. S. (2008). Diagnóstico, tendências e perspectivas para o desenvolvimento da pesca esportiva. In: Secretaria de Pesca e Aquicultura do Estado do Pará (Org.). **Diagnóstico da Pesca e da Aquicultura do Estado do Pará**, 4: 1-145.

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

FURTADO, L. G. (1981). Pesca artesanal: um delineamento de sua história no Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Série Antropologia, v. 79, p. 1-50.

FURTADO JUNIOR, I., SOUSA, G. F., TAVARES, M. C. S., BEGOT, L. H. Seletividade da rede de arrasto para a captura da piramutaba, *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) obtida pela relação comprimento-perímetro. **Bol. Téc. Cient. Cepnor**, Belém, v. 7, n. 1, p. 85 - 96. 2007.

GEO BRASIL (2002). **Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília: Edições IBAMA, 440p.

GIULIETTI, N.; ASSUMPÇÃO, R. (1995). Indústria Pesqueira no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, 42(2): 95-127.

HUITEMA, B. E. (1980). **The analysis of covariance and alternatives**. Wiley-Interscience. 445p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1994). 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; no 1, 128p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1997). **Camarão Norte e Piramutaba**. Série Estudos Pesca, 9. Brasília - DF. 77 -150 p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. (1999). **V Reunião do Grupo Permanente de Estudos Sobre a Piramutaba**. Brasília; coleção meio ambiente. Série estudos, pesca; n:26. 92p.

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

ISAAC-NAHUM, V. J. (2006). Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: Um desafio para o futuro. **Cienc. Cult.** São Paulo, 58(3): 33-36.

JICA (JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY). (1998) **Draft final report for the fishery resources study of the Amazon and Tocantins rivers mouth areas in the federative republic of Brazil**. Tokyo: JICA/Sanyo Techno Marine, 334 p.

JIMENEZ, E. A., ASANO-FILHO, M., FRÉDOU, F. L. (2013) Fish bycatch of the laulao catfish *Brachyplatystoma vaillantii* (VALENCIENNES, 1840) trawl fishery in the Amazon estuary. **Brazilian Journal of Oceanography**, 61 (2): 129-140.

JØRGENSEN, C.; ENBERG, K.; DUNLOP, E. S.; ARLINGHAUS, R.; BOUKAL, D. S.; BRANDER, K.; ERNANDE, B.; GARDMARK, A. G.; JOHNSTON, F.; MATSUMURA, S.; PARDOE, H.; RAAB, K.; SILVA, A.; VAINIKKA, A.; DIECKMANN, U.; HEINO, M.; RIJNSDORP, A. D. (2007) Ecology: Managing evolving fish stocks. *Science*, 318 (5854): 1247-1248.

LENTZ, S. J. (1995) The Amazon River Plume during AMASSEDS: Subtidal current variability and the importance of wind forcing. **Journal of Geophysical Research**, vol. 100, no. c2, pages 2377-2390.

LUNDBERG, J.; AGUILERA, O. (2003). The late Miocene *Phractocephalus catfish* (Siluriformes: Pimelodidae) from Urumaco, Venezuela: additional specimens and reinterpretation as distinct species. **Neotropical Ichthyology**, vol. 1, n. 2, p. 97-109.

MARRUL FILHO, S. (2001). **Crise e sustentabilidade no uso dos recursos pesqueiros**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Brasília. 107p.

MATSUNAGA, A. M. F. (2012) **Influência da vazão e da precipitação na avaliação do estoque de piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* da Costa Norte do Brasil**. Dissertação de Mestrado. 74p.

MILLIMAN, J. D.; SUMMERHAYES, C. P.; BARRETO, H. T. (1975) Oceanography and suspended matter off the Amazon River February-March 1973. **J. Sedim. Petrol.**, Tulsa. 45 (1):189-206.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2004). Instrução Normativa no. 6, de 07 de junho de 2004.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. (2002). **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo: Edusp, 411 p.

MOLINIER, M., GUYOT, J. L.; OLIVEIRA, E.; GUIMARÃES, V.; CHAVES, A. (1995). Hydrologie du bassin de l'Amazon. In: **Proc. Grands Bassins Fluviaux Péri-atlantiques**, vol. 1, 335-344. PEGI, Paris, France.

MOLLERI, G. S. F., NOVO, E. M. L. M., KAMPEL, M. (2010) Space-time variability of the Amazon River plume based on satellite ocean color. **Continental Shelf Research** 30 342-352.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. (2012). **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura: Brasil 2010**. 128p.

NIKIEMA, O., DEVENON, J., BAKLOUTI, M. (2007) Numerical modeling of Amazon River plume. **Continental Shelf Research** n.27 873-899.

NITTROUER, C. A.; DEMASTER, D. J. (1986). Sedimentary processes on the Amazon continental shelf: past, present, and future research. *Cont. Shelf Res.*, 6: 5-30.

QUINN, G. P.; KEOUGH, M. J. Experimental design and data Analysis for Biologists. Cambridge University Press. (2002). USA. 557 p.

OLTMAN, R. E., STERNBERG, O'R., AMES, F. C., DAVIS-JR, L. C. (1964) Amazon River Investigations Reconnaissance Measurements of July 1963. **Geological Survey Circular 486**.

PAIVA, M. P. (1997). **Recursos pesqueiros estuarinos e marinhos do Brasil**. Fortaleza: EUFC, 278 p.

PIRKER, L. E. M. (2001). Determinação da idade e crescimento da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii* (Valenciennes, 1840) (Siluriformes: Pimelodidae) capturada no estuário amazônico. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará (UFPA)/Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Belém. 87p.

PIRKER, L. E. M.; BARTHEM, R. B. (2005). Seleção da melhor estrutura rígida para a determinação da idade da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*). **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, sér. Ciências Naturais. Belém. v.1, n.2 p. 205-212.

RAMOS, M. M., PEREIRA, H. S. (2011) Os ambientes, a pesca e a gestão das pescarias da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) no Estuário Amazônico-PA. **Novos Cadernos NAEA**. v. 14, n. 1, p. 115-129.

INSTITUTO ACQUAMAZON (2010). Relatório de embarque técnico para o projeto “Monitoramento da Pesca Industrial do Estado do Pará” - Grupo Piramutaba. 15p.

RODRIGUES, F. C. (2009). Estimativa da variabilidade genética da piramutaba (*Brachyplatystoma vaillantii*) por meio de marcadores moleculares microssatélites e D-loop de quatro localidades da Amazônia: diferença ente calha e tributários. Manaus. Dissertação de Mestrado. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)/Fundação Universitária do 471 Amazonas (FUA). Manaus. 96p.

SANTOS, G.M., FERREIRA, E. & ZUANON, J. (2006). **Peixes comerciais de Manaus**. 1ª ed. IBAMA, Manaus, 144p.

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

SEAP - SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA E PESCA (2006). **Instrução Normativa Interministerial CM/MMA/SEAP/PR nº 2**, de 04 de setembro de 2006.

SCHMIEGELOW, J. M. M. (2004). **O Planeta Azul. Uma Introdução as Ciências Marinhas**. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 202p.

SILVA, A. C., ARAUJO, M., BOURLÈS, B. (2010) Seasonal variability of the Amazon River plume during the Revizee Program. **Tropical Oceanography**, Recife, v. 38, n. 1, p. 76-87.

SILVA, A. C., SANTOS, M. L. S., ARAUJO, M. C., BOURLÈS, B. (2009) Observações hidrológicas e resultados de modelagem no espalhamento sazonal e espacial da pluma de água Amazônica. **Acta Amazonica**. vol. 39(2) p.361 - 370.

SOUSA, G. C. (2009). Sistema de informação geográfica (SIG) aplicado ao gerenciamento da pesca industrial da piramutaba *Brachyplatystoma vaillantii*

(Valenciennes, 1840) na foz do rio Amazonas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará. 135 pp.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. (1997). **Introdução a avaliação de mananciais de peixes tropicais. Parte 1: Manual**. FAO Documento Técnico sobre pescas. Nº 306/1, Rev.2. Roma, FAO. 404p.

STATSOFT, INC. (2005). **STATISTICA** (data analysis software system), version 7.1. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

SUDEPE - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESCA (1983) Portaria No 09, de 09 de março de 1983. *Diário Oficial*, 7188 (1): 24

SUDEPE - SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESCA (1987) Portaria No 11, de 13 de maio de 1987. *Diário Oficial*, 7188 (1): 24

VAL, A. L., ALMEIDA-VAL, V. M. F., FEARNSTIDE, P. M., SANTOS, G. M., PIEDADE, M. T. F., JUNK, W., NOZAWA, S. R., SILVA, S. T., DANTAS, F. A. C. (2010) Amazônia: Recursos hídricos e sustentabilidade. pp. 95-109. *In: BICUDO, C. E. M., TUNDISI, J. G., SCHEUENSTUHL, M. C. B. (eds.) Águas do Brasil: Análises estratégicas*. Instituto de Botânica, São Paulo. 222p.

VAZ-DOS-SANTOS, A. M., ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B., FIGUEIREDO, J. L. (2007) Recursos pesqueiros compartilhados: Bioecologia, manejo e aspectos aplicados no Brasil. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 33(2): 273 - 292.

ZAGAGLIA, C. R., SANTOS, R. C., BRICHTA, M., BARBOSA, M. G. (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. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal -RN. INPE, p.4535-4542.