



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA AQUÁTICA E PESCA**

SARITA NUNES LOUREIRO

**SEGREGAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES EM  
AMBIENTES DE ENTREMARÉ NÃO VEGETADO E CANAL SUBTIDAL DE UM  
ESTUÁRIO DE MACROMARÉ NO NORTE DO BRASIL**

BELÉM, PA  
2012

SARITA NUNES LOUREIRO

**SEGREGAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES EM  
AMBIENTES DE ENTREMARÉ NÃO VEGETADO E CANAL SUBTIDAL DE UM  
ESTUÁRIO DE MACROMARÉ NO NORTE DO BRASIL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

Orientador: Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo

BELÉM, PA  
2012

SARITA NUNES LOUREIRO

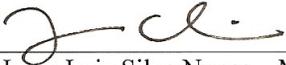
**SEGREGAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES EM  
AMBIENTES DE ENTREMARÉ NÃO VEGETADO E CANAL SUBTIDAL DE UM  
ESTUÁRIO DE MACROMARÉ NO NORTE DO BRASIL**

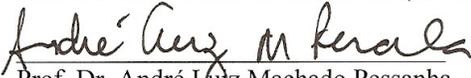
Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ecologia Aquática e Pesca.

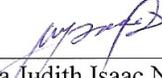
**Orientador:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Tommaso Giarrizzo

**Banca examinadora:**

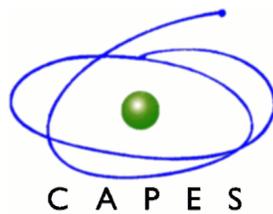
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Jorge Luiz Silva Nunes – Membro titular  
Universidade Federal do Maranhão (UFMA)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha – Membro titular  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr<sup>a</sup>. Victoria Judith Isaac Nahum – Membro titular  
Programa de Pós-graduação em Ecologia Aquática e Pesca - PPGEAP (UFPA)

\_\_\_\_\_  
Dr<sup>a</sup>. Bianca Bentes da Silva – Membro suplente  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

## INSTITUIÇÕES E FONTES FINANCIADORAS



## AGRADECIMENTOS

São tantas as pessoas que cruzaram o meu caminho somando na realização desse sonho. Não posso deixar de agradecer aqui a todos que de alguma forma me apoiaram e motivaram desde a graduação...

Agradeço a **DEUS** por toda proteção, iluminação e ajuda nos momentos difíceis;

Aos meus queridos pais, **MÉRITA LOUREIRO** e **MÁRIO MELO**, por todos os ensinamentos, carinho e apoio que sempre recebi em todos os momentos de minha vida, todos meus objetivos e sonhos alcançados são frutos dos bons ensinamentos que vocês me transmitiram. Aos meus irmãos **MELISSA** e **KALEB** por todos os conselhos, força e carinho. Ao meu querido sobrinho **PEDRO AIKAU** por todo o carinho e por sempre me receber com um belo sorriso todas as noites;

Ao meu orientador **TOMMASO GIARRIZZO** em que sou e serei eternamente grata, pela confiança em me orientar, pela dedicação, por repassar seus conhecimentos com muita paciência, por entender meus limites e mesmo assim não ter desistido de me fazer aprender o caminho correto, pelas críticas construtivas que com certeza me fizeram crescer como pessoa e principalmente como pesquisadora;

À professora **FLÁVIA LUCENA FREDOU** pela orientação na graduação, por todos os ensinamentos, apoio e conselhos que marcaram o início de minha vida acadêmica;

Ao **AMORIM REIS-FILHO** por ter aceitado em participar da elaboração do artigo contribuindo significativamente nas análises estatísticas e por todas as dicas e sugestões durante o processo de escrita;

A todos os amigos do Grupo de Ecologia Aquática e principalmente ao **RORY**, **ALLAN**, **MARCELO**, **DOUGLAS**, **FLÁVIANA** e **FABÍOLA** pelos conselhos, apoio, críticas, trabalho de equipe, amizade e todos os conhecimentos repassados nas reuniões;

A todos os alunos que participaram das coletas de campo;

Ao Programa de pós- graduação em Ecologia Aquática e Pesca (UFPA) e principalmente aos professores: **JUSSARA MARTINELLI**, **FLÁVIA LUCENA**, **VALÉRIA OLIVEIRA**, **VÍCTORIA ISAAC**, **VOYNER CAÑETE**, **TOMMASO GIARRIZZO**,

**JOSÉ SOUTO, JAMES LEE, EDUARDO PAES, THIERRY FREDOU e RENATO SILVANO** pelas valiosas informações repassadas durante o período do curso de mestrado;

Aos amigos **AUGUSTO JUNIOR e WEVERTON CORDEIRO** pelas revisões do inglês do abstract de minha dissertação e por todos os conselhos repassados.

Agradeço à **ANDRÉA VIANA, GISELE MORAES e DAYANE AVIZ** por todas as dicas, ajudas e sugestões durante o mestrado;

Ao **PAULO TRINDADE** (por todos os conselhos, dicas e ajuda nos momentos de aperto), à **DANIELLE CAVALCANTE** (muito obrigada por pela amizade, por tudo! ganhei uma grande irmã) e a todos os amigos de mestrado PPGEAP 2010 pelos momentos de alegria e tristeza que com certeza nos fizeram crescer juntos!

Aos professores **JORGE LUIZ SILVA NUNES, ANDRÉ LUIZ MACHADO PESSANHA, VICTORIA JUDITH ISAAC NAHUM e BIANCA BENTES DA SILVA** por aceitarem na participação de minha banca de mestrado.

A **CAPES** pela concessão de bolsa de mestrado durante todo o meu período de curso;

Ao Conselho Nacional de desenvolvimento Científico e Tecnológico – **CNPQ** através do projeto de pesquisa **CT- AMAZÔNIA** (Processo n. 553106/2005-8) pelo apoio financiamento do projeto.

Obrigada de coração!!

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

- Figura 1:** Área de estudo no estuário do rio Marapanim, indicando com os retângulos de linha tracejada as zonas amostradas de agosto de 2006 a julho de 2007..... 14
- Figura 2:** (A1) ambiente de canal subtidal e (A2) rede de arrasto de fundo e (B1) ambiente de entremaré não vegetado e (B2) rede de arrasto manual utilizadas no ambiente de entremaré, durante agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Fontes: (A2) Ferraz, 2008; (B2) Martinelli (2005). ..... 16
- Figura 3:** A contribuição relativa das guildas ecológicas calculada em relação à captura em peso dos indivíduos (a), número de espécies (b) e número de indivíduos (c) nos ambientes subtidal e de entremaré não vegetada no estuário do rio Marapanim. Onde TE: espécies estuarinas residentes, MO: espécies marinhas ocasionais, M: espécies marinhas, ME: espécies marinhas estuarinas e F: espécies de água doce. .... 27
- Figura 4:** A contribuição relativa das guildas tróficas calculada em relação à captura total em peso dos indivíduos (a), número de espécies (b) e número de indivíduos (c) nos ambientes subtidal e de entremaré não vegetada no estuário do rio Marapanim. Onde O: Onívoros; L: lepidófago; I: ictiófagos; Z: zooplantívoros; B-I: bentófago- ictiófagos; H: herbívoros; B: bentófagos. .... 28
- Figura 5:** Ordenação DCA usando todas as amostras de biomassa média das espécies capturadas de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Eixos 1 explicando 48,7% e o 2 explicando 27,7% da variação na assembléia. .... 30
- Figura 6:** Ordenação DCA usando todos os dados de biomassa média das guildas ecológicas capturadas mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Eixo 1 explicando 54,1% e a 2 explicando 32,3% da variação na assembléia. TE: espécies estuarinas residentes, MO: espécies marinhas ocasionais, M: espécies marinhas, ME: espécies marinhas estuarinas e F: espécies de água doce. .... 31
- Figura 7:** Ordenação DCA usando todas as amostras de guildas tróficas capturadas de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Eixo 1 explicando 62,3% e a 2 explicando 37,1% da variação na assembléia. O: Onívoros; L: lepidófago; I: ictiófagos; Z: zooplantívoros; B-I: bentófago- ictiófagos; H: herbívoros; B: bentófagos. .... 32
- Figura 8:** Diagrama de ordenação CCA baseada nas amostras de biomassa média das espécies, com as variáveis ambientais representadas pelos vetores. Ver a Tabela 1 para a abreviação do nome das espécies. A Análise é baseada nos dados agrupados dos dois ambientes estudados entre agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. ... 34
- Tabela 1:** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros ambientais nas três zonas dos ambientes de entremarés não vegetados e de canal subtidal do período seco -S (julho-dezembro) e chuvoso - C (janeiro-junho) do estuário de Marapanim..... 19
- Tabela 2:** Biomassa média (BM, g ha<sup>-1</sup>), e densidade média (DM, ind. ha<sup>-1</sup>) de todas as espécies de peixes coletados no ambiente de entremaré não vegetado (Ent) e subtidal (Sub) entre agosto de 2006 e julho de 2007 no estuário superior, intermediário e inferior do rio Marapanim, Pará, Norte do Brasil. Guilda ecológica (EG) de acordo com Giarrizzo & Krumme (2007) e Barletta e Blaber (2007): espécies estuarinas residentes (TE), espécies marinhas ocasionais (MO), espécies marinhas (M), espécies marinhas estuarinas (ME) e espécies de água doce (F). Guildas tróficas (GT) de acordo com Giarrizzo & Krumme (2007):

B: bentófagos, H: herbívoros, I: ictiófagos, B-I: bentófago- ictiófagos, Z: zooplantívoros, L: lepidófago..... 21

**Tabela 3:** Resultados da CCA em todas as amostras capturadas de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim em relação às variáveis ambientais..... 33

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2. AMOSTRAGENS E DADOS AMBIENTAIS .....	14
<b>3. ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>17</b>
3.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES .....	17
3.2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	17
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
4.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS .....	18
4.2. COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES .....	20
4.3. GILDAS ECOLÓGICAS .....	26
4.4. GILDAS TRÓFICAS .....	26
4.5. ESTRUTURA DA ASSEMBLÉIA E A RELAÇÃO ASSEMBLÉIAS-AMBIENTES...	29
4.6. DCA GILDAS ECOLÓGICAS .....	30
4.7. DCA GILDAS TRÓFICAS .....	31
4.8. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL EM RELAÇÃO ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS.....	32
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>35</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>39</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>

## RESUMO

Os diversos ambientes estuarinos estão hidrológicamente e ecologicamente conectados e fornecem funções vitais para muitos organismos aquáticos. Segregações espaciais e temporais foram observadas na estrutura das assembléias de peixes (biomassa média) nos ambientes de canal subtidal e de entremaré não vegetado do estuário do rio Marapanim, Norte do Brasil. Amostragens mensais de peixes foram conduzidas de agosto de 2006 a julho de 2007 nos ambientes de canal subtidal e de entremaré não vegetado usando arrasto de fundo e puçá de arrasto, respectivamente. Um total de 41.496 indivíduos pertencentes a 29 famílias e 76 espécies foi coletado. A riqueza das espécies apresentada no ambiente subtidal (71 espécies) foi superior ao observado de entremaré não vegetado (51 espécies). Diferentes associações na composição das espécies e guildas funcionais foram observadas entre os ambientes de canal subtidal e de entremaré não vegetado, através da Análise de Correspondência Destendenciada. Diferenças significativas na composição das assembléias de peixes foram encontradas entre os ambientes, períodos e zonas através da análise de similaridade (ANOSIM). Foi verificado que os sedimentos finos (silte-argila), areia e salinidade foram os fatores mais importantes estruturando as assembléias de peixes. Em síntese, esses resultados podem estar associados à tolerância a fatores ambientais e aos diferentes tipos de alimentação.

Palavras-chave: Ictiofauna, guildas funcionais, macromaré, fatores ambientais, estuário do rio Marapanim

## ABSTRACT

Various estuarine environments are hydrologically and ecologically connected and provide vital functions to several aquatic organisms. Spatial and temporal segregation were observed in fish assemblages structure (average biomass) in the subtidal channel and intertidal non-vegetated environments in the estuary of the Marapanim River, North Brazil. Monthly fish sampling were carried out between August 2006 and July 2007 at the subtidal channel and intertidal non-vegetated environments using a beam trawl and beach seine, respectively. A total of 41,496 individuals belonging to 29 families and 76 species was collected. Species richness in the subtidal channel (71 species) was higher than in the intertidal non-vegetated environments (51 species). Different associations in the composition of the species and functional guilds were observed between the subtidal channel and the intertidal non-vegetated environments, through the Detrended Correspondence Analysis. Significant differences in fish fauna composition were found between environments, seasons and zones, through Analysis of similarities (ANOSIM). The fine sediments (silt-clay), sand and salinity were the most important factors structuring the fish assemblages. In summary, these results can be associated to the fish tolerance to environmental factors, and to different feeding type.

Keywords: fish fauna, functional guilds, macrobenthos, environmental factors, estuary of the Marapanim River

## 1. INTRODUÇÃO

Nos sistemas estuarinos, as planícies de entremarés e os canais subtidaís estão hidrologicamente e ecologicamente conectados (GIARRIZZO; KRUMME, 2007; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2009; KRUITWAGEN et al., 2010; GIARRIZZO; KRUMME; WOSNIOK, 2010; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2011). Esses ambientes apresentam elevada produtividade biológica e são amplamente reconhecidos por fornecerem funções vitais (e.g. crescimento, proteção, alimentação e reprodução) para muitos organismos aquáticos (BECK et al., 2001; MANDERSON et al. 2004; GIARRIZZO; KRUMME; WOSNIOK, et al., 2010).

A conectividade entre os diversos tipos de ambientes estuarinos é um fator importante na dinâmica de ocupação e uso funcional dos estuários pelos peixes (HERZKA, 2005). Algumas espécies são capazes de completar todo o seu ciclo de vida em um ou vários tipos de ambientes estuarinos, ou habitam as águas oceânicas costeiras, mas usam os estuários ocasionalmente em algum estágio de vida e somente em algumas zonas do estuário para alimentação, reprodução ou como berçário (BARLETTA et al., 2000; 2003; RAY, 2005; ELLIOTT et al., 2007).

Vários estudos que investigaram padrões espaciais e temporais nas assembléias de peixes em ambientes estuarinos não adotaram uma abordagem holística que contemplasse a conectividade ecológica entre vários ambientes por toda a ictiofauna, limitando-se a analisar apenas um ambiente. Muitos trabalhos foram realizados apenas em canais subtidaís (e.g. MARTINO; ABLE, 2003; BARLETTA et al., 2005; SELLESLAGH; AMARA, 2008) ou áreas de entremarés vegetadas (e.g. BARLETTA et al., 2003; GIARRIZZO; KRUMME, 2007) ou não vegetadas (e.g. GRATWIKE; SPEIGHT, 2005). Outros comparam as áreas vegetadas e não vegetadas em apenas uma zona do estuário (HINDELL; JENKINS, 2004; SALGADO et al., 2004; BLOOMFIELD; GILLANDERS, 2005; NIP; WONG, 2010; FRANCO et al., 2011).

Estudos comparativos no padrão de ocupação das assembléias de peixes em diferentes ambientes estuarinos possibilitam uma melhor compreensão das influências dos fatores ambientais, os quais variam sobre o espaço (i.e. canal subtidal vs ambiente de entremarés) e tempo (i.e. estações). No entanto, pouca atenção tem sido dada à conectividade das assembléias de peixes entre os ambientes de entremarés e subtidaís. Apesar de que França, Costa e Cabral (2009; 2011) tenham estudado padrões espaciais das assembléias de peixes em ambientes de entremarés e subtidaís e tipos de estuários do litoral do Portugal (mesomaré), o

esforço amostral foi restrito a curtos períodos temporais (dois meses) e pouco esclareceu sobre uma possível conectividade ou sobreposição espaço-temporal das assembléias de peixes.

Alguns trabalhos mostraram que composição e estrutura da ictiofauna muda completamente entre ambientes rasos e profundos no gradiente estuarino (REIS-FILHO; NUNES; FERREIRA, 2010; NEVES; TEIXEIRA; ARAÚJO, 2011). No entanto, tais estudos utilizaram métodos de capturas diferentes arrasto de praia (em áreas de entremarés) e rede de emalhe (em canal subtidal), criando um possível viés amostral pelo uso de apetrechos de pesca passivos e ativos. Assim, essas técnicas de amostragens apresentam tendências e seus resultados são, portanto difíceis de interpretar (ROBSON et al., 1996; KUBECKA et al., 2009). Mesmo sabendo que a extrema heterogeneidade das características ambientais impossibilita muitas vezes um estudo com o mesmo amostrador (ELLIOTT; HEMINGWAY, 2002), avaliações em diferentes ambientes utilizando métodos de coleta similares são essenciais para elucidar questões quanto ao compartilhamento ou não das áreas intertidal e subtidal pelas assembléias de peixes. Essas informações são necessárias para avaliar as adequações de propostas para a gestão pesqueira, e mais importante, a gestão do ecossistema (MASON; BRANDT, 1999; CURI et al., 2008; GUILLARD et al., 2012), além de ser de fundamental importância para que haja um adequado manejo desses recursos.

Adicionalmente, independentemente do ambiente estuarino amostrado, estudos demonstram que as assembléias de peixes estuarinas são estruturadas devido às influências dos fatores ambientais, tais como a salinidade, transparência, temperatura, turbidez, tipo de substrato e matéria orgânica (RUEDA, 2001; CASTILLO-RIVERA; ZAVALA-HURTADO; ZÁRATE, 2002; PESSANHA; ARAÚJO, 2003; SELLESLAGH et al., 2009; NIP; WONG, 2010; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2011).

Muitas vezes apenas parâmetros físico-químicos da água são reportados para explicar a estrutura espacial da ictiofauna estuarina (e.g. SIMIER et al., 2004; BARLETTA et al., 2005; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2009), sendo que a salinidade e temperatura são citados por exercerem maiores influências (e.g. MARTINO; ABLE, 2003; BARLETTA et al., 2005; SELLESLAGH; AMARA, 2008; BARLETTA et al., 2008). No entanto, Giarrizzo e Krumme (2007), ao compararem habitats de canais de entremarés vegetadas localizados na mesma zona de salinidade, concluíram que pode haver uma diferença espacial na composição dos peixes que usam essas áreas, e isso pode estar relacionado a outros tipos de variáveis ambientais, como o tipo de substrato que compõe o fundo e o aporte de matéria orgânica.

Nesse contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de identificar as variações espaciais e temporais na estrutura da assembléia de peixes em um gradiente de salinidade (estuário superior, médio e inferior) e em dois ambientes diferentes (área de entremaré não vegetada e subtidal) de um estuário de macromaré. Objetivou-se também testar as hipóteses de que não há compartilhamento na ocupação de ambientes de entremarés não vegetadas e de canal subtidal pela ictiofauna, e que as flutuações temporais e espaciais do tipo de granulometria do sedimento, matéria orgânica e salinidade não influenciam nos padrões de distribuição das assembléias nesses ambientes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

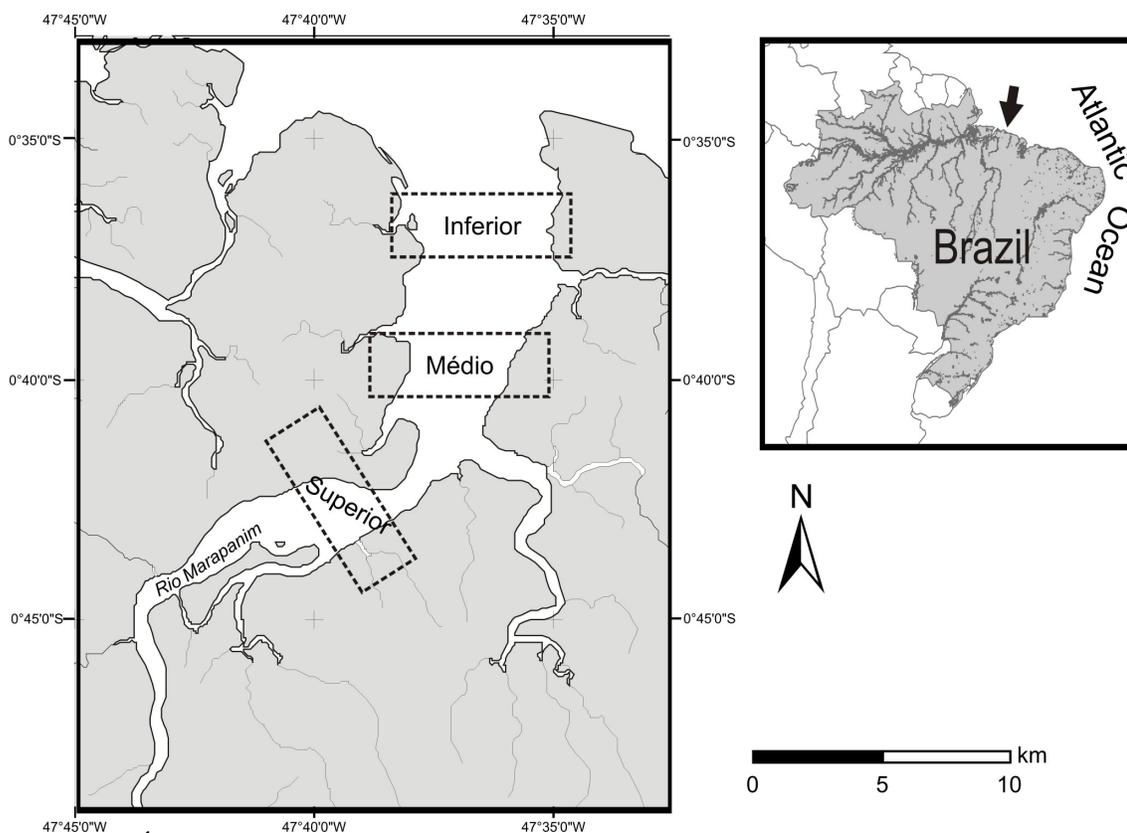
### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A estrutura das assembléias de peixe foi investigada nos ambientes de entremaré não vegetado e de canal subtidal ao longo do gradiente estuarino do rio Marapanim, situado a menos de 40 km da foz do rio Pará, no Norte do Brasil (Figura 1). O clima é quente e úmido (média anual da temperatura de 27,7 °C), com estação seca de julho a dezembro e estação chuvosa, de janeiro a junho (Sales et al., 2009; Santana et al. 2010). A precipitação anual está entre 2.500-3.000 mm (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008b).

As principais unidades geológicas do estuário do rio Marapanim são os sedimentos da formação Barreiras (Terciário) e os depósitos holocênicos (Quaternário) (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008a; SILVA; SOUZA FILHO; RODRIGUES, 2009). A morfologia do estuário é em forma de funil com uma diminuição da largura em direção ao rio (SILVA; SOUZA FILHO; RODRIGUES, 2009). As ondas possuem elevada importância na dispersão de sedimentos ao longo da costa e na foz do rio Marapanim e no período seco as correntes de marés e águas salgadas penetram em mais de 60 km no estuário (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008b; SILVA; SOUZA FILHO; RODRIGUES, 2009).

O estuário, dominado por marés semidiurnas, com amplitude média entre 3,5 e 6 m (SILVA; SOUZA FILHO; RODRIGUES, 2009), apresenta na maré baixas extensas planícies lamosas não vegetadas. Existem dois canais subtidais, sendo que um encontra-se mais próximo da margem esquerda e o outro na margem direita do estuário do rio Marapanim. As áreas de entremarés vegetadas nas duas margens do estuário são dominadas por bosques de mangues representados por *Rhizophora mangle*, *Avicennia* spp. e *Laguncularia racemosa*. É caracterizado por ser um ambiente deposicional, no qual os sedimentos de manguezais

possuem uma expressiva fração orgânica por apresentar um elevado acúmulo e decomposição de vegetação (folhas, troncos e galhos), diatomáceas e restos de animais (BERRÊDO; COSTA; PROGENE, 2008b).



**Figura 1:** Área de estudo no estuário do rio Marapanim, indicando com os retângulos de linha tracejada as zonas amostradas de agosto de 2006 a julho de 2007.

## 2.2. AMOSTRAGENS E DADOS AMBIENTAIS

Amostragens mensais foram realizadas de agosto de 2006 a julho de 2007 nos ambientes de entremaré não vegetado das duas margens e nos dois canais subtidais ao longo das zonas inferior, média e superior do estuário do rio Marapanim (aproximadamente 16 km de comprimento) (Figura 1). A distância entre zonas adjacentes foi de aproximadamente 7 km. Todas as amostras foram coletadas durante o período diurno, na maré vazante da lua nova.

Devido às diferentes características das áreas de entremarés não vegetadas e subtidal foram usados dois métodos de coleta ativos representados por redes de arrasto similares na

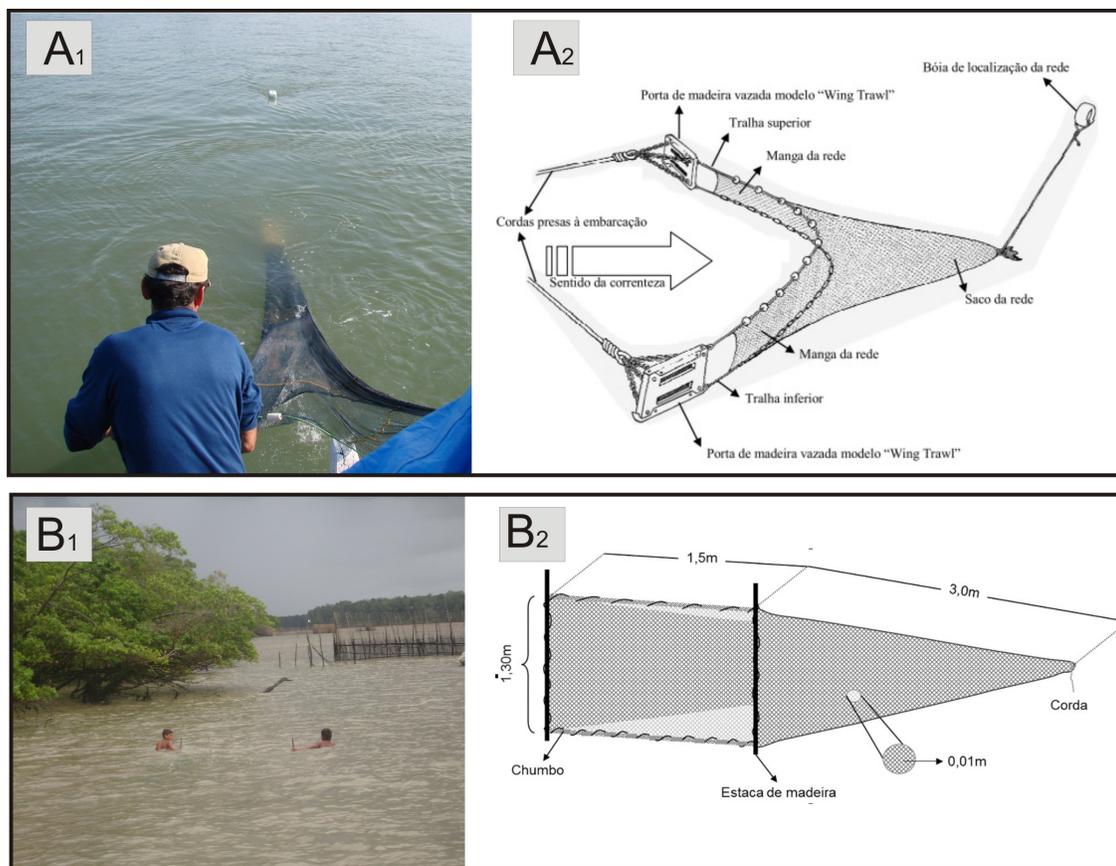
sua forma e seu manuseio (Figura 2). Para minimizar o efeito de migrações transversais entre os dois ambientes durante a maré vazante, os arrastos foram realizados simultaneamente e com velocidade de arrasto similares, variando entre 0,7 e 1 m s<sup>-1</sup>. Na área subtidal, as amostras foram coletadas através de uma rede de arrasto de fundo (Figura 2A<sub>2</sub>), manuseada contra a corrente durante 5 minutos, percorrendo distâncias médias de 154 m. Em cada zona do estuário foram coletadas quatro amostras, totalizando 144 amostras durante todo o estudo. A rede de arrasto de fundo apresentou tralha superior de 5 mm e 8,62 m de comprimento, e tralha inferior com 8 mm e 10,43 m de comprimento. As posições do barco antes e depois de cada amostragem foram registradas usando um GPS e foram usadas para calcular a área arrastada. O comprimento da distância arrastada foi multiplicado pelo comprimento da abertura da boca da rede e o coeficiente de abertura da rede (0,5), objetivando o cálculo da área arrastada.

No ambiente de entremaré não vegetado as amostras foram coletadas usando uma rede de arrasto manual (Figura 2B<sub>2</sub>), com 2,32 m de largura, 0,97 m de altura e 4,0 m de comprimento, com 8 mm entre nós opostos. Devido a abertura da rede ser menor do que a de arrasto de fundo, nessa área foram coletadas seis amostras em cada zona do estuário, totalizando 216 amostras durante todo o estudo. A rede de arrasto manual foi arrastada paralelamente à linha de costa contra a corrente por dois coletores até completar uma distância de 100 m. A distância arrastada foi multiplicada com a largura da rede para o cálculo da área arrastada. Assim, as capturas em peso nos dois ambientes foram padronizadas para biomassa (g m<sup>-2</sup>). A área total arrastada com os dois apetrechos durante o período amostral foi de 161.959 m<sup>2</sup>.

Em cada local de amostra, durante as coletas de peixe duas réplicas de água para medir salinidade foram tomadas e duas réplicas de sedimento da superfície de fundo foram coletadas próximo da área arrastada em todas as zonas do estuário, totalizando 144 amostras. Para a análise granulométrica, as amostras de sedimento foram lavadas com água destilada para a retirada total de sal do sedimento e 100 g de sedimentos secos em estufa (60°C) foram passados em uma série de peneiras e a fração restante em cada peneira foi pesada. O peso de sedimentos finos (silte e argila) (grão < 63 µm), areia muito fina (200 - 63 µm), areia média (500 - 200 µm), areia grossa (1 mm - 500 µm), areia muito grossa (3,35 - 1 mm), cascalho fino (4,75 - 3,35 mm) e cascalho médio (> 4,75 mm) foram expressos como um percentual do peso da amostra de sedimento seco total. Para a aferição de matéria orgânica no sedimento, foi utilizado o método de calcinação onde as amostras foram secadas a 60°C por 24 h e, posteriormente 90 g do sedimento seco foram queimados a 500°C por 3 horas. O peso perdido

devido à combustão foi considerado como o peso de matéria orgânica no sedimento (adaptado de Davies, 1974, apud Silva et al., 1999).

Em laboratório os espécimes de peixes foram identificados em nível de espécie de acordo com as chaves de identificação de Figueiredo (1977); Figueiredo e Menezes (1978; 1980a; 1980b); Menezes (1985); Cervigón (1991; 1993; 1994; 1996); Le Bail et al. (2000). Os espécimes foram pesados (com precisão de 0,01 g).



**Figura 2:** (A1) ambiente de canal subtidal e (A2) rede de arrasto de fundo e (B1) ambiente de entremaré não vegetado e (B2) rede de arrasto manual utilizadas no ambiente de entremaré, durante agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Fontes: (A2) Ferraz, 2008; (B2) Martinelli (2005).

### 3. ANÁLISE DOS DADOS

#### 3.1. CLASSIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES

As espécies de peixes foram classificadas de acordo com cinco guildas ecológicas definidas por Giarrizzo e Krumme (2007) e Barletta e Blaber (2007): espécies de água doce (F), espécies marinhas (M), espécies marinhas estuarinas (EM); marinhas ocasionais (MO), estuarinas residentes (TE); e seis guildas tróficas definidas por Giarrizzo e Krumme (2007): espécies bentofágas (B), ictiófagas (I), bentófagas ictiófagas (B-I); herbívoras (H); zooplantívoras (Z), lepidófagas (L), onívoros (O). As proporções de guildas ecológicas e tróficas foram calculadas de acordo com o número de espécies e o número de indivíduos de cada espécie e a captura por peso.

#### 3.2. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análises multivariadas foram usadas com o objetivo de compreender como as assembléias de peixes se comportam ao longo do tempo e do espaço em termos de biomassa média ( $\text{g/m}^2$ ). Inicialmente, as similaridades foram computadas pela matriz de similaridade de Bray-Curtis usando a transformação de  $\log(X+1)$  nos dados de biomassa média das espécies e guildas funcionais. Foi utilizada a análise de similaridade (ANOSIM) para testar se a composição da ictiofauna foi diferente entre as zonas (superior, médio e inferior), períodos (seco vs. chuvoso) e ambientes (entremaré não vegetado vs. canal subtidal) usando o nível de significância de 5%. A análise acima foi realizada usando o software PRIMER (versão 6) (CLARKE; WARWICK, 1994).

Para entender como as assembléias se comportam no tempo e no espaço dentro de um gradiente de salinidade, uma análise de correspondência destendenciada (DCA) foi realizada a partir dos dados de biomassa média sem transformação.

A análise de correspondência canônica (CCA) foi aplicada na matriz de biomassa (dados dependentes) e na matriz de dados ambientais (dados independentes) com o objetivo de investigar as relações entre as assembléias de peixes e as variáveis ambientais. A ordenação foi realizada em todas as amostras do gradiente estuarino para observar a influência da salinidade no modelo explicado por outras variáveis. Este método avalia a preferência de ambientes diferentes (nichos) no diagrama de ordenação (TER BRAAK; VERDONSCHOT, 1995). Como a CCA é sensível a espécies raras (TER BRAAK, 1987), as espécies que

ocorreram em menos de 20% das amostras foram excluídas dessa análise com o objetivo de evitar distorção na ordenação (ORLÓCI, 1978). A correlação entre grupos foi usada para avaliar a importância relativa de cada variável ambiental em determinar a ordenação de biomassa das espécies (KOVACH, 2005). A permutação de Monte Carlo foi usada para testar a significância estatística ( $p < 0,05$ ) de contribuição de cada variável nos eixos da CCA. As análises multivariadas DCA e CCA foram realizadas no programa livre R 2.12.0.

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. PARÂMETROS AMBIENTAIS**

Nos dois ambientes (subtidal e entremaré não vegetado) verificou-se diferenças ao longo do tempo e do espaço (zonas) nas variáveis ambientais (Tabela 1). Tanto no ambiente de entremaré não vegetado como no de canal subtidal observou-se um gradiente de salinidade sendo mais evidente no ambiente subtidal (Tabela 1). Em relação ao percentual de matéria orgânica no período seco foram encontrados valores máximos na zona superior. Já no período chuvoso encontraram-se valores mínimos na zona intermediária nos dois ambientes (Tabela 1).

Os maiores percentuais de lama (silte-argila) foram encontrados na zona inferior do estuário para o ambiente de entremaré no período seco (julho-dezembro) ( $12,25 \pm 4,95$ ) e para o ambiente de canal subtidal no período chuvoso (janeiro-junho) ( $10,07 \pm 6,03$ ) (Tabela 1).

Independentemente do ambiente e do período do ano, foi verificado que os maiores tamanhos de grãos, tais como, areia média, areia grossa, areia muito grossa e cascalho fino e médio dominaram na zona superior. Já areia fina, areia muito fina e finos (silte e argila) prevaleceram no estuário médio e inferior (Tabela 1).

**Tabela 1:** Valores médios ( $\pm$  desvio padrão) dos parâmetros ambientais nas três zonas dos ambientes de entremarés não vegetados e de canal subtidal do período seco -S (julho-dezembro) e chuvoso - C (janeiro-junho) do estuário de Marapanim.

Ambiente	Zona	Período	Parâmetros ambientais									
			Salinidade	% M.O.	% Cascalho médio	% Cascalho fino	% Areia muito grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% areia muito fina	% Finos (Silte-argila)
Entremaré não vegetado	Inferior	S	28.66 $\pm$ 4.63	9.94 $\pm$ 3.12	0	0,02 $\pm$ 0,05	0,84 $\pm$ 0,53	4,41 $\pm$ 2,72	22,14 $\pm$ 13,58	25,74 $\pm$ 5,52	34,6 $\pm$ 14,69	12,25 $\pm$ 4,95
		C	12.16 $\pm$ 5.28	7.14 $\pm$ 4.06	0,74 $\pm$ 2,15	0,18 $\pm$ 0,33	4,73 $\pm$ 6,05	10,24 $\pm$ 7,36	19,8 $\pm$ 10,50	30,87 $\pm$ 19,84	23,95 $\pm$ 13,78	9,49 $\pm$ 6,84
	Médio	S	27.5 $\pm$ 4.58	5.05 $\pm$ 2.98	0	0,01 $\pm$ 0,02	1 $\pm$ 2,34	1,69 $\pm$ 2,97	4,62 $\pm$ 3,56	31,31 $\pm$ 16,97	56,74 $\pm$ 19,80	4,63 $\pm$ 3,08
		C	11.08 $\pm$ 4.87	4.45 $\pm$ 2.13	0,01 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,20	6,57 $\pm$ 7,04	6,12 $\pm$ 4,62	8,24 $\pm$ 4,18	27,95 $\pm$ 14,53	44,64 $\pm$ 13,90	6,36 $\pm$ 3,21
	Superior	S	25.58 $\pm$ 4.83	13.83 $\pm$ 3.69	0	0,02 $\pm$ 0,08	0,99 $\pm$ 0,69	6,9 $\pm$ 4,70	36,08 $\pm$ 6,04	21,82 $\pm$ 3,63	22,72 $\pm$ 4,89	11,47 $\pm$ 6,69
		C	10.16 $\pm$ 4.70	10.97 $\pm$ 2.64	0	0,08 $\pm$ 0,16	10,52 $\pm$ 11,32	18,82 $\pm$ 10,47	28,44 $\pm$ 7,34	15,82 $\pm$ 5,13	18,67 $\pm$ 13,01	7,65 $\pm$ 8,46
Subtidal	Inferior	S	30.5 $\pm$ 4.29	11.00 $\pm$ 5.76	0	0	5,97 $\pm$ 3,24	16,82 $\pm$ 4,70	27,03 $\pm$ 8,05	22,6 $\pm$ 11,73	23,08 $\pm$ 7,61	4,5 $\pm$ 2,86
		C	13.58 $\pm$ 6.20	10.07 $\pm$ 3.68	0	0,03 $\pm$ 0,06	6,21 $\pm$ 5,96	14,07 $\pm$ 6,08	24,33 $\pm$ 6,02	20,11 $\pm$ 7,98	25,18 $\pm$ 12,68	10,07 $\pm$ 6,03
	Médio	S	27.5 $\pm$ 5.09	4.01 $\pm$ 3.11	0	0,01 $\pm$ 0,03	1,03 $\pm$ 0,79	2,71 $\pm$ 2,26	7,26 $\pm$ 4,45	50,72 $\pm$ 17,55	34,97 $\pm$ 16,85	3,3 $\pm$ 2,75
		C	11.66 $\pm$ 4.90	3.71 $\pm$ 2.44	0,01 $\pm$ 0,01	0,01 $\pm$ 0,02	2,58 $\pm$ 2,59	5,14 $\pm$ 5,02	8,53 $\pm$ 6,05	46,84 $\pm$ 15,04	27,65 $\pm$ 16,69	9,24 $\pm$ 15,39
	Superior	S	22.16 $\pm$ 4.87	14.71 $\pm$ 7.86	0	0,01 $\pm$ 0,01	7,14 $\pm$ 3,86	21,5 $\pm$ 6,03	30,45 $\pm$ 8,19	15,57 $\pm$ 4,40	18,78 $\pm$ 9,55	6,55 $\pm$ 2,07
		C	8.83 $\pm$ 6.79	12.84 $\pm$ 9.49	0,01 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,36	15,07 $\pm$ 13,88	22,82 $\pm$ 5,75	26,73 $\pm$ 7,49	13,7 $\pm$ 3,74	16,06 $\pm$ 5,59	5,44 $\pm$ 2,60

#### 4.2. COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES

Um total de 41.496 espécimes de peixes pertencentes a 11 ordens, 29 famílias e 76 espécies foram capturados no estuário do rio Marapanim durante agosto de 2006 a julho de 2007 (Tabela 2). No ambiente subtidal foram capturadas 25 famílias, distribuídas em 71 espécies, sendo que 25 espécies ocorreram exclusivamente nesse ambiente (Tabela 2). Já no ambiente de entremaré foram capturadas 25 famílias pertencentes a 51 espécies e apenas 5 ocorreram somente neste ambiente. Um total de 46 (60,52%) espécies foi comum em ambos os ambientes (Tabela 2).

Em relação à captura por peso total no ambiente subtidal, a família mais dominante foi a Ariidae (46,50%) e as espécies mais representativas foram *Cathorops spixii* (43,14%) e *Stellifer rastrifer* (16,10%). Já no ambiente de entremaré, a família mais dominante foi a Engraulidae (42,40%) e as espécies mais representantes foram *Cetengraulis edentulus* (33,47%) e *C. spixii* (19,10%). Em relação ao número de indivíduos foi verificado que no ambiente subtidal a espécie mais frequente foi *C. spixii* (47,17%), enquanto que no ambiente de entremaré não vegetado, 58,05% dos peixes foram representados pelas espécies *Lycengraulis grossidens* (24,49%), *C. edentulus* (19,36%) e *C. spixii* (14,19%) (Tabela 2).

Aproximadamente 57% da riqueza total (43 spp) foram comuns nas 3 zonas do estuário, sendo que 7, 4 e 7 espécies foram encontradas somente no estuário inferior, intermediário e superior, respectivamente (Tabela 2).



Tabela 2. Continuação.

Famílias e Espécies	Código	GE	GT	Inferior				Médio				Superior				CT médio	
				Subtidal		Entremaré		Subtidal		Entremaré		Subtidal		Entremaré		Sub	Ent
				BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM		
Carangidae																	
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	<i>Chl chr Hem</i>	EM	Z	26.2	26.5	95.0	115.9		0.2	211.1	107.8	0.1	0.2	142.0	96.9	4.2	4.6
<i>Hemicarax amblyrhynchus</i>	<i>amb</i>	M	B									0.1	0.2				3.9
<i>Oligoplites saurus</i>	<i>Oli sau</i>	EM	L			48.5	92.3			9.7	6.9			12.2	16.7		3.6
<i>Selene vomer</i>	<i>Sel vom</i>	EM	Z	0.7	0.9	68.8	31.8	2.3	0.8	23.0	6.9			2.3	3.1	4.8	4.7
<i>Trachinotus carolinus</i>	<i>Tra car</i>	EM	B/I	0.6	2.4	10.4	28.7			13.4	18.6			11.6	8.3	2.5	3.1
Clupeidae																	
	<i>Odo</i>																
<i>Odontognathus mucronatus</i>	<i>muc</i>	EM	Z	198.9	53.9	46.7	11.3	271.1	174.1	74.2	36.3	8.9	4.0	67.1	18.8	7.5	8.4
<i>Rhinocardina amazonica</i>	<i>Rhi ama</i>	F	Z	90.8	16.2	310.1	53.3	2.4	1.4	248.8	48.0	16.6	11.6	368.2	89.6	8.1	8.1
Cynoglossidae																	
<i>Symphurus plagusia</i>	<i>Sym pla</i>	EM	B	535.5	91.7	51.1	5.1	122.8	18.5	18.9	2.9	912.1	156.4	18.1	3.1	8.3	9.4
Dasyatidae																	
<i>Dasyatis guttata</i>	<i>Das gut</i>	M	B/I	137.5	0.9			33.8	0.3			200.1	0.4				43.9
Engraulidae																	
<i>Anchoa hepsetus</i>	<i>Anc hep</i>	EM	Z	1.7	0.9									13.7	1.0	6.0	12.0
<i>Anchoa spinifer</i>	<i>Anc spi</i>	EM	Z	3.7	4.6	11.0	18.5	36.2	3.6	43.3	28.4	6.1	17.3	0.2	1.0	4.8	4.7
<i>Anchovia clupeoides</i>	<i>Anc clu</i>	TE	H	3.1	2.1	41.8	17.4	0.1	0.5	5.2	2.0	1.0	0.3	14.0	3.1	5.2	6.9
<i>Anchoviella guianensis</i>	<i>Anc gui</i>	F	H									0.1	0.4				3.4
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	<i>Anc lep</i>	M	H					11.1	7.2			0.2	0.4				5.6
<i>Cetengraulis edentulus</i>	<i>Cet ede</i>	M	H	376.2	55.8	790.7	177.4	149.4	23.9	3841.6	626.5	0.6	1.1	590.3	82.3	8.7	8.5
<i>Lycengraulis grossidens</i>	<i>Lyc gro</i>	TE	Z	120.5	83.4	352.9	246.2	55.1	141.1	281.1	225.5	33.5	115.0	654.8	684.4	3.9	4.6
<i>Pterengraulis atherinoides</i>	<i>Pte ath</i>	TE	B/I							14.2	1.0	4.4	0.2			14.7	13.6
Ephippidae																	
<i>Chaetodipterus faber</i>	<i>Cha fab</i>	EM	B	6.0	4.1	0.1	1.0	3.7	5.0	19.3	3.9	2.3	2.7			2.5	3.8

**Tabela 2.** Continuação.

Famílias e Espécies	Código	GE	GT	Inferior				Médio				Superior				CT médio		
				Subtidal		Entremaré		Subtidal		Entremaré		Subtidal		Entremaré		Sub	Ent	
				BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM			
Gerreidae																		
<i>Diapterus auratus</i>	<i>Dia aur</i>	EM	B	17.8	0.4					24.7	1.0						14.3	12.4
<i>Eucinostomus gula</i>	<i>Euc gul</i>	EM	B					5.9	0.2								12.0	
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	<i>Euc mel</i>	EM	B	24.9	1.7					6.4	1.0						10.5	8.3
Gobiidae																		
<i>Gobioides broussonnetii</i>	<i>Gob bro</i>	EM	O									2.4	4.1				4.9	
<i>Gobionellus oceanicus</i>	<i>Gob oce</i>	TE	B	104.7	24.0			24.3	2.1			96.9	4.7	39.3	2.1		10.6	16.9
<i>Ctenogobius stigmaticus</i>	<i>Gob sti</i>	M	B	0.3	0.7			0.5	0.6								4.8	
<i>Microgobius meeki</i>	<i>Mic mee</i>	M	B/l	0.3	1.9												2.9	
Gymnuridae																		
<i>Gymnura micrura</i>	<i>Gym mic</i>	M	B/l			50.1	1.0											13.1
Haemulidae																		
<i>Genyatremus luteus</i>	<i>Gen lut</i>	EM	B	346.4	42.2	24.6	4.1	121.5	11.9	195.2	19.6	92.0	8.5	34.9	3.1		7.2	7.2
Hemiramphidae																		
<i>Hyporhamphus roberti roberti</i>	<i>Hyp rob</i>	EM	Z			3.1	3.1	3.3	0.6	2.9	1.0			11.2	7.3		13.6	9.3
Loricariidae																		
<i>Hypostomus watwata</i>	<i>Hyp wat</i>	F	B					70.7	0.4			186.4	0.8				28.4	
Mugilidae																		
<i>Mugil curema</i>	<i>Mug cur</i>	M	H	25.6	0.2	4.6	6.2			2.4	6.9			3.5	5.2		21.2	3.5
<i>Mugil rubrioculus</i>	<i>Mug rub</i>	M	H	2.0	1.0	2.6	9.2	4.5	8.1	10.7	12.7	0.1	0.5	52.9	29.2		3.6	3.8
<i>Mugil incilis</i>	<i>Mug inc</i>	M	H	5.2	0.3												12.5	
Ophichthidae																		
<i>Ophichthus parilis</i>	<i>Oph par</i>	TE	B									45.2	0.6				41.4	



**Tabela 2.** Continuação.

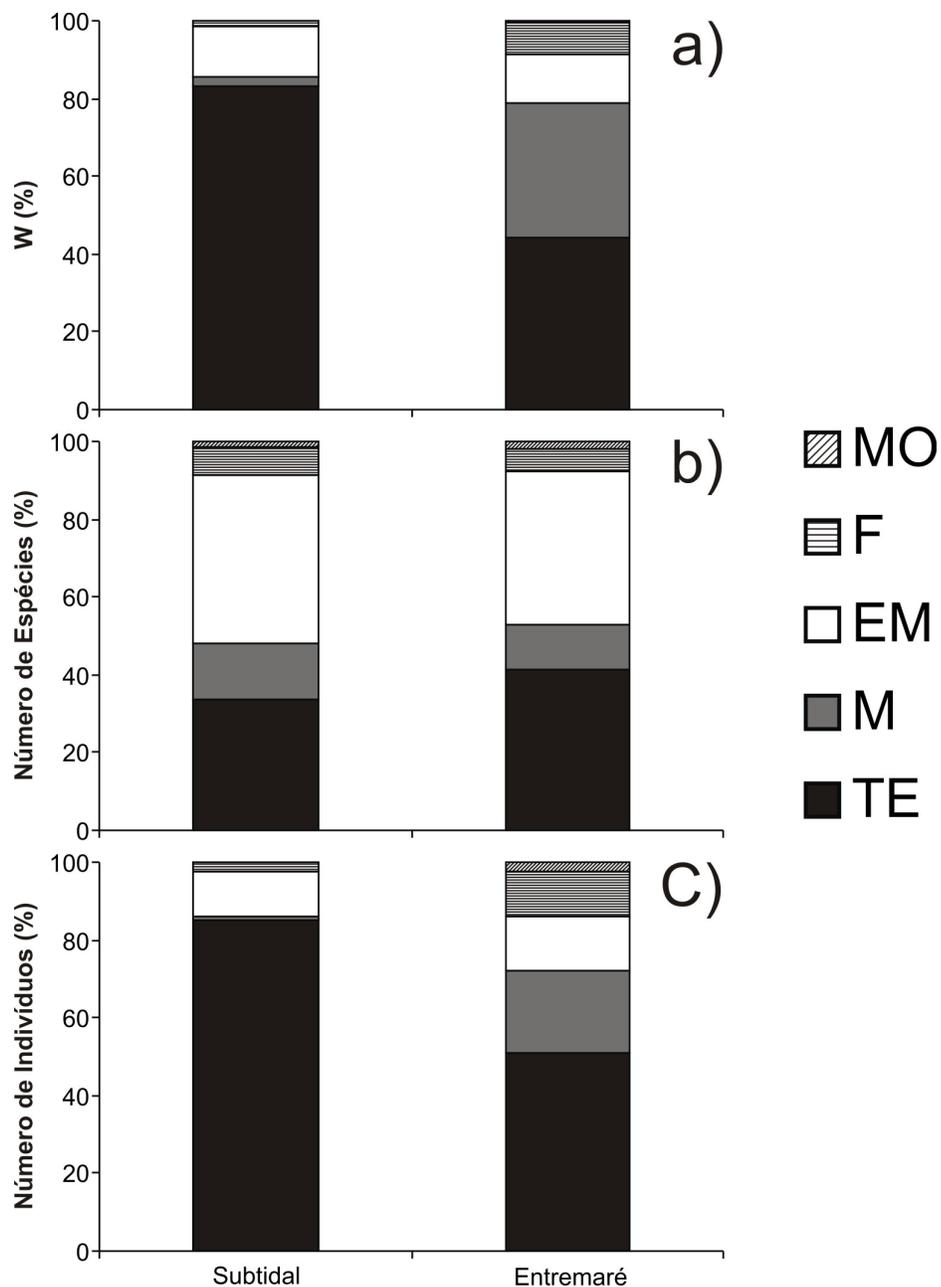
Famílias e Espécies	Código	GE	GT	Inferior				Médio				Superior				CT médio		
				Subtidal		Entremaré		Subtidal		Entremaré		Subtidal		Entremaré		Sub	Ent	
				BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM	BM	DM			
Serranidae																		
<i>Diplectrum cf. radiale</i>	<i>Dip rad</i>	EM	B/I	5.5	0.2													12.5
<i>Epinephelus itajara</i>	<i>Epi ita</i>	EM	B/I	0.7	0.2													5.9
Tetraodontidae																		
<i>Colomesus psittacus</i>	<i>Col psi</i>	TE	B	129.8	3.2	93.7	59.5	1255.3	28.1	284.4	114.7	895.1	47.8	335.9	86.5	6.3	3.9	
<i>Lagocephalos laevigatus</i>	<i>Lag lae</i>	MO	B	0.3	0.2													4.1
<i>Sphoeroides testudineus</i>	<i>Sph tes</i>	EM	B	50.7	6.0	42.9	7.2	26.2	1.6			0.2	1.8	1.7	2.1	4.5	4.9	
Trichiuridae																		
<i>Trichiurus lepturus</i>	<i>Tri lep</i>	M	I			79.5	2.1	2.0	0.2			56.5	0.7					43.3 39.3
Número de famílias				20.0		20.0		22.0		20.0		21.0		16.0				
Número de espécies				51.0		35.0		49.0		43.0		51.0		34.0				
Biomassa média total (g ha-1)				21798.5		3069.0		14580.1		9700.2		15396.4		2931.2				
Densidade média total (ind ha-1)				3333.7		1030.8		3727.6		2364.7		2144.3		1233.3				

### 4.3. GUILDAS ECOLÓGICAS

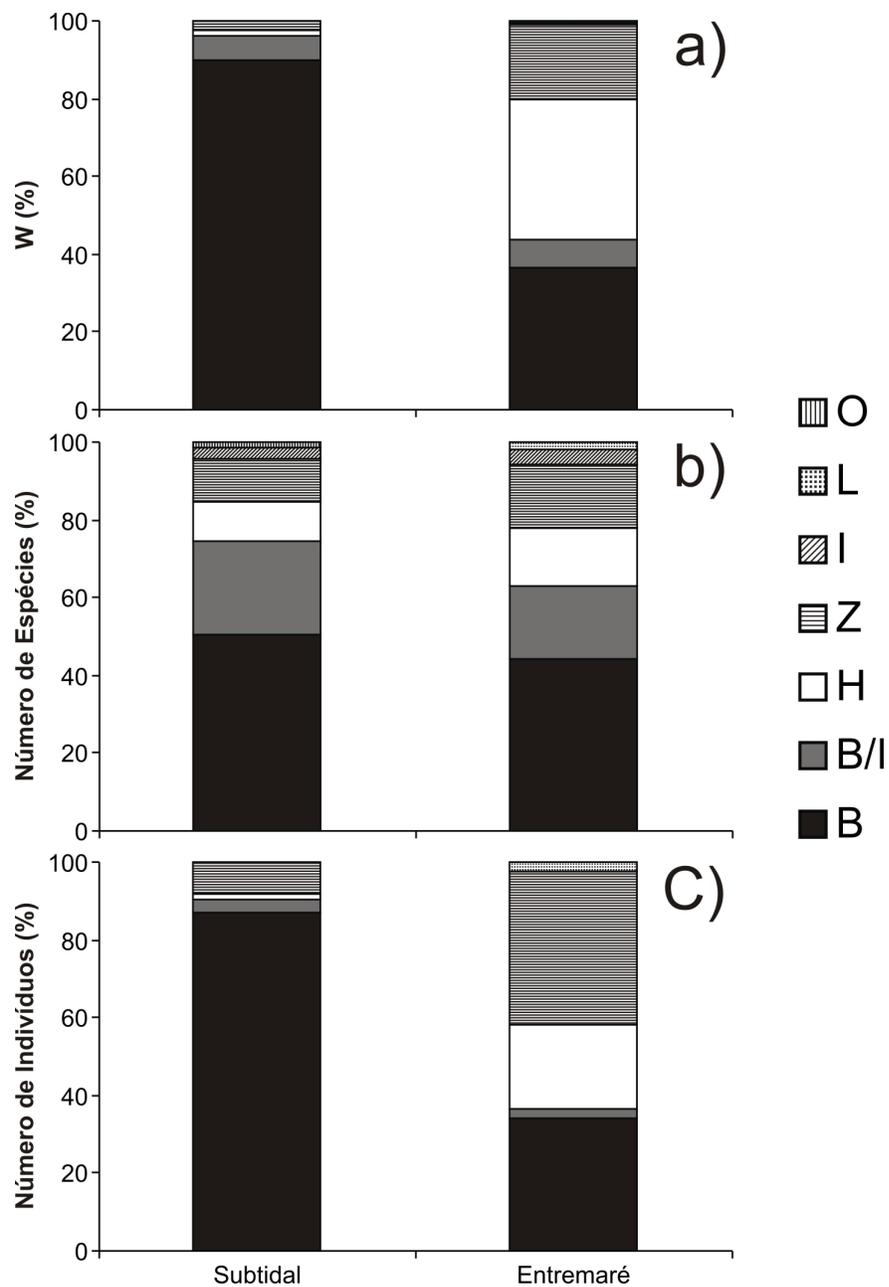
A proporção relativa de cada guilda ecológica variou entre o ambiente subtidal e o de entremaré não vegetado (Figura 3). Em relação à captura por peso foi verificado que no ambiente subtidal as espécies estuarinas residentes dominaram (83,35%) (Figura 3a). Já no ambiente de entremaré, 78,7% da captura por peso foi representada pelas espécies estuarinas residentes (44,02%) e marinhas (34,75%) (Figura 3a). Considerando o número de espécies, a guilda ecológica mais diversa no ambiente subtidal foi a marinha estuarina (43,66%). Já no ambiente de entremarés foi a estuarina residente (41,17%) (Figura 3b). Considerando o número de indivíduos, as guildas ecológicas dominantes variaram entre os dois ambientes. No ambiente subtidal, as assembléias de peixes foram dominadas por espécies estuarinas residentes (84,98%) e, no de entremaré, 97,54% da captura foi representada pelas espécies estuarinas residentes (51,07%), marinhas (20,95%), marinhas estuarinas (13,88%) e de água doce (11,62) (Figura 3c).

### 4.4. GUILDAS TRÓFICAS

Em termos de guildas tróficas, no ambiente subtidal as assembléias de peixes foram altamente dominadas em peso por peixes bentófagos (89,74%). Já, no ambiente de entremaré, 91,79% das capturas em peso foram distribuídas entre as espécies bentófagas (36,37%), herbívoras (36,27%) e zooplantívoras (19,14%) (Figura 4a). Em relação ao número de espécies, os peixes bentófagos dominaram tanto no ambiente subtidal (50,70%) quanto no de entremaré (44,44%) (Figura 4b). Considerando o número de peixes por guilda, as proporções de guildas tróficas variaram consideravelmente entre os dois ambientes, onde as espécies bentófagas apresentaram uma maior contribuição no ambiente subtidal (87,23%). Já no ambiente de entremaré as guildas que dominaram foram as zooplantívoras (39,16%), bentófagas (33,97%) e herbívoras (21,60%) (Figura 4c).



**Figura 3:** A contribuição relativa das guildas ecológicas calculada em relação à captura em peso dos indivíduos (a), número de espécies (b) e número de indivíduos (c) nos ambientes subtidal e de entremaré não vegetada no estuário do rio Marapanim. Onde TE: espécies estuarinas residentes, MO: espécies marinhas ocasionais, M: espécies marinhas, ME: espécies marinhas estuarinas e F: espécies de água doce.



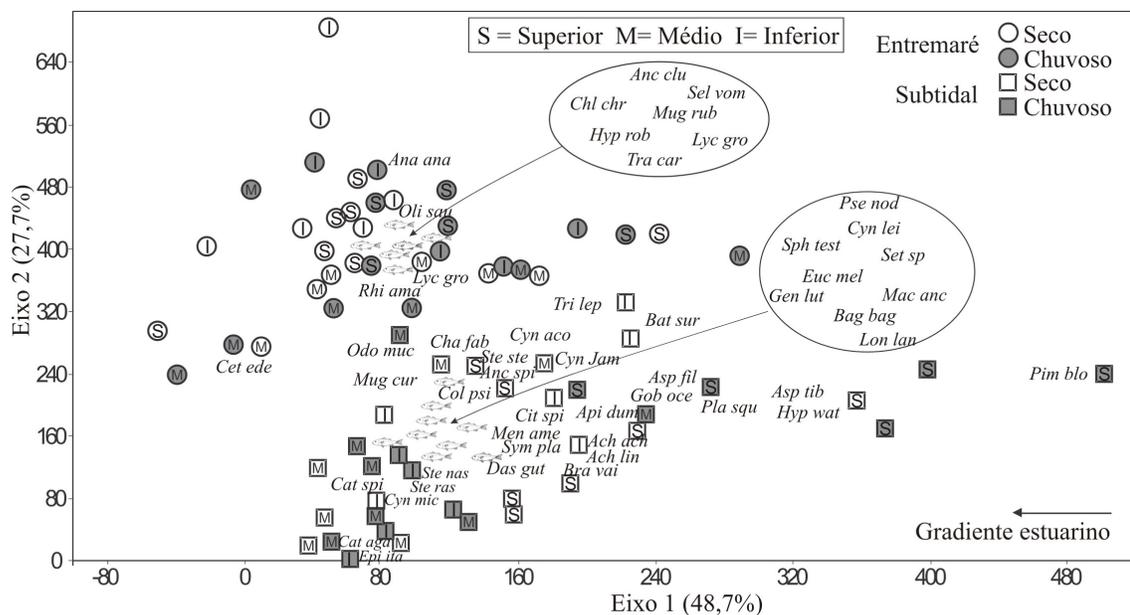
**Figura 4:** A contribuição relativa das guildas tróficas calculada em relação à captura total em peso dos indivíduos (a), número de espécies (b) e número de indivíduos (c) nos ambientes subtidal e de entremaré não vegetada no estuário do rio Marapanim. Onde O: Onívoros; L: lepidófago; I: ictiófagos; Z: zooplantívoros; B-I: bentófago- ictiófagos; H: herbívoros; B: bentófagos.

#### 4.5. ESTRUTURA DA ASSEMBLÉIA E A SUA RELAÇÃO COM OS AMBIENTES

Duas assembléias de peixes, representando os ambientes de entremaré não vegetada e subtidal, foram identificadas na ordenação DCA (Figura 5). Verificou-se uma nítida separação das amostras em relação aos dois ambientes, onde as espécies *C. edentulus*, *Anableps anableps*, *Lycengraulis grossidens*, *Rhinosardinia amazônica*, *Oligoplites saurus*, *Anchovia clupeioides*, *Selene vomer*, *Mugil rubrioculus*, *Hyporhamphus roberti roberti* e *Trachinotus carolinus* foram mais associadas ao ambiente de entremaré não vegetado. Já as espécies mais demersais, tais como *Bagre bagre*, *Cynoscion leiarchus*, *Sphoereoides testudineus*, *Macrodon ancylodon*, *Lonchurus lanceolatus*, *Eucinostomus melanopterus* e *Genyatremus luteus* estiveram mais associadas ao ambiente subtidal (Figura 5). O primeiro autovalor (0,87) indicou que a maior parte da variação (48,7%) dentro do conjunto de dados das espécies foi explicada pelo primeiro eixo da DCA. Contudo, o segundo eixo (autovalor de 0,48) também explicou uma grande parte da variação (27,7%).

Esse padrão de diferente distribuição das espécies foi confirmado através da análise de similaridade (ANOSIM) que detectou diferenças significativas em relação aos ambientes para a média da biomassa (ANOSIM, Global R = 0,614,  $p < 0,05$ ) e também para os períodos (ANOSIM, Global R = 0,634,  $p < 0,05$ ) e zonas (ANOSIM, Global R = 0,671,  $p < 0,05$ ).

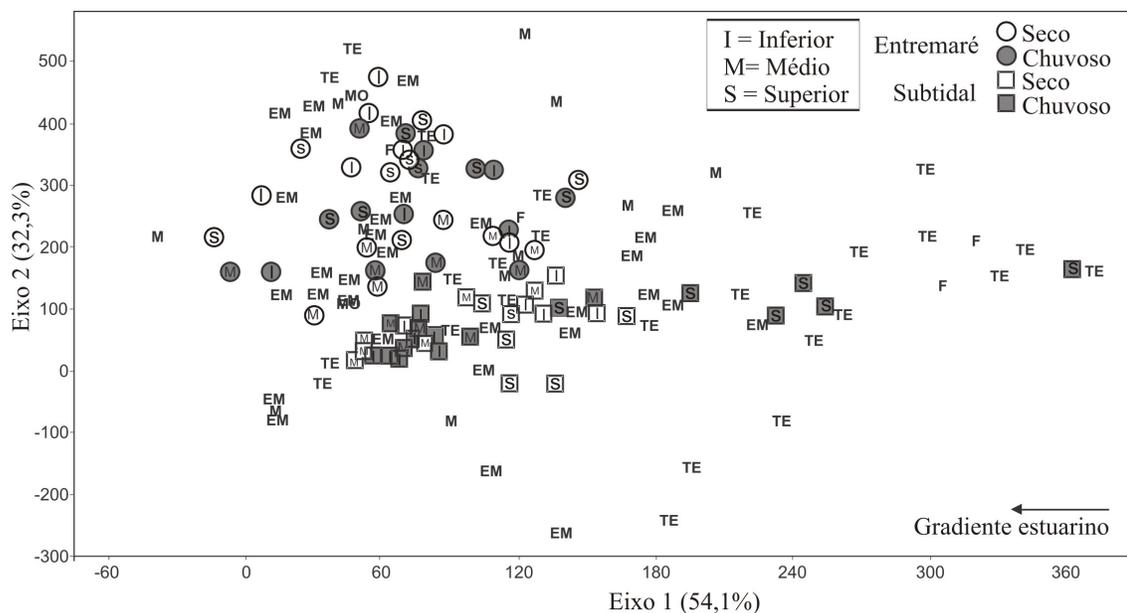
A disposição relativa das amostras do ambiente subtidal na ordenação indicou um parcial gradiente estuarino, apresentando as amostras da zona superior dispostas na parte direita e, as da intermediária e inferior, na parte esquerda da figura (Figura 5). Conseqüentemente, as espécies de água doce e estuarinas residentes, tais como *Plagioscion squamosissimus*, *Hypostomus watwata*, *Pimelodus blochii* e *Aspredinichthys tibicen*, estiveram fortemente associadas à zona superior do estuário do ambiente subtidal, sendo localizadas na porção direita da ordenação. Já as espécies estuarinas residentes, tais como *Cathorops spixii*, *Cathorops agassizii*, *Stellifer rastrifer* e *Stellifer naso*; as marinhas estuarinas *Cynoscion microlepidotus*, *Odontognathus mucronatus*, *Chaetodipterus faber*, *Anchoa spinifer*; e marinhas *Dasyatis guttata*, *Mugil curema*, *Trichiurus lepturus*, que apresentam uma maior tolerância à salinidade, foram distribuídas mais ao lado esquerdo da ordenação, no estuário médio e inferior (Figura 5).



**Figura 5:** Ordenação DCA usando todas as amostras de biomassa média das espécies capturadas de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Eixos 1 explicando 48,7% e o 2 explicando 27,7% da variação na assembléia.

#### 4.6. DCA GUILDAS ECOLÓGICAS

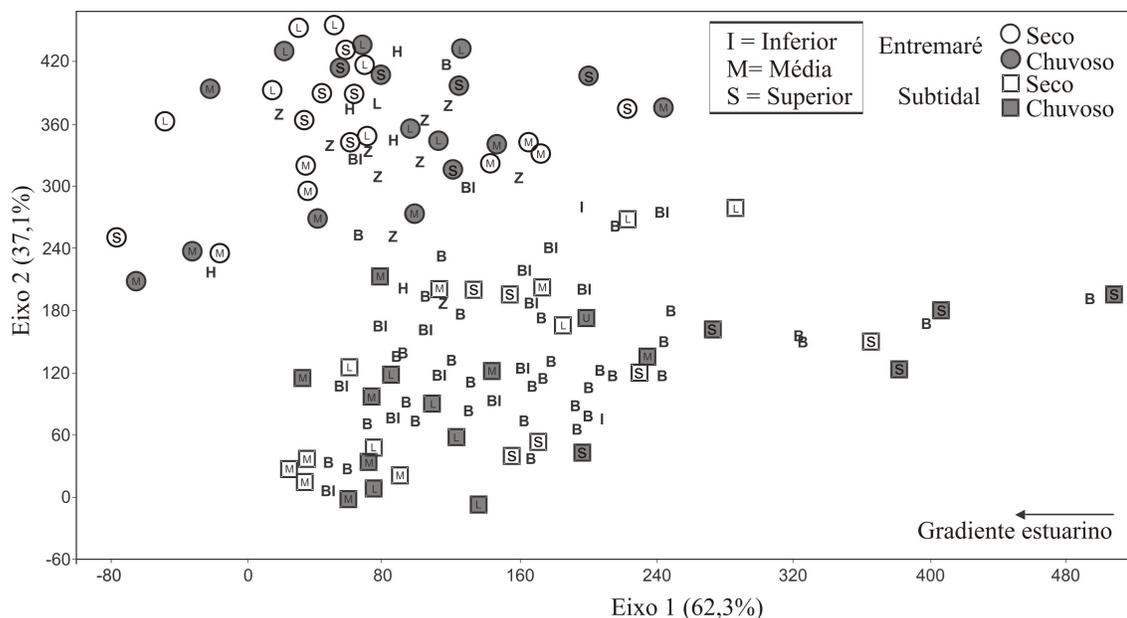
A técnica de ordenação DCA usando as amostras de biomassa média das guildas ecológicas também indicou dois grupos (Figura 6). Onde as amostras do ambiente de entremaré não vegetado foram apresentadas na parte superior da ordenação e, as do ambiente subtidal, na parte inferior. Porém não foi verificada uma clara separação nas amostras em relação aos períodos (Figura 6). Os dois primeiros eixos explicaram 86,4% da variação nos dados de guildas ecológicas. No ambiente de entremaré não vegetado, verificou-se que as guildas estuarinas residentes, marinhas e marinhas estuarinas ocorreram ao longo das três zonas do estuário, sem ser verificado uma nítida separação entre as amostras. Já no canal subtidal, a ordenação das amostras foi mais clara, onde as guildas estuarinas residentes, marinhas estuarinas e marinhas, tiveram uma distribuição ao longo de todo o gradiente estuarino, quando, as de água doce foram mais associadas à zona superior do estuário (Figura 6). Essa separação foi confirmada na análise de similaridade (ANOSIM), onde foram encontradas diferenças significativas para a média da biomassa em relação aos ambientes (ANOSIM, Global R = 0,512,  $p < 0,05$ ) e em relação aos períodos (ANOSIM, Global R = 0,541,  $p < 0,05$ ) e zonas (ANOSIM, Global R = 0,498,  $p < 0,05$ ).



**Figura 6:** Ordenação DCA usando todos os dados de biomassa média das guildas ecológicas capturadas mensalmente de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Eixo 1 explicando 54,1% e a 2 explicando 32,3% da variação na assembléia. TE: espécies estuarinas residentes, MO: espécies marinhas ocasionais, M: espécies marinhas, ME: espécies marinhas estuarinas e F: espécies de água doce.

#### 4.7. DCA GUILDAS TRÓFICAS

Para a ordenação DCA das guildas tróficas observou-se uma clara separação na ordenação das amostras de biomassa média nos ambientes de entremaré não vegetada e subtidal (Figura 7). O primeiro eixo da DCA explicou a maior parte da variação (62,3%) nos dados das guildas tróficas (autovalor de 0,81). Contudo, o segundo eixo (autovalor de 0,52) também explicou uma grande parte da proporção (37,1%). As espécies de peixes zooplantívoras e herbívoras mostraram-se mais associadas com o ambiente de entremaré nas três zonas do estuário. No entanto, as espécies bentofágas e bentófagas ictiófagas mostraram-se mais associadas ao ambiente subtidal ao longo das três zonas do estuário. Foi encontrada diferença significativa na análise de similaridade (ANOSIM) para a média da biomassa em relação aos ambientes (ANOSIM, Global R = 0,717,  $p < 0,05$ ) e também em relação aos períodos (ANOSIM, Global R = 0,742,  $p < 0,05$ ).



**Figura 7:** Ordenação DCA usando todas as amostras de guildas tróficas capturadas de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim. Eixo 1 explicando 62,3% e a 2 explicando 37,1% da variação na assembléia. O: Onívoros; L: lepidófago; I: ictiófagos; Z: zooplanctívoros; B-I: bentófago- ictiófagos; H: herbívoros; B: bentófagos.

#### 4.8. VARIAÇÃO ESPACIAL E TEMPORAL EM RELAÇÃO ÀS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

As simultâneas ordenações entre a biomassa das espécies e as variáveis ambientais (salinidade, matéria orgânica, areia, cascalho, silte e argila) na matriz de análise de correspondência canônica (CCA) ordenaram as 49 espécies mais frequentes de acordo com suas biomassas médias ( $p = 0,012$ ). As espécies foram distribuídas no plano definido pelo primeiro e segundo eixo de acordo com suas afinidades em relação à salinidade, areia e matéria orgânica, cascalho e finos (silte e argila) (Figura 8). O primeiro eixo explicou 50% da variação na biomassa das espécies e foi fortemente correlacionado com salinidade, areia e finos (silte e argila) com as espécies *B. bagre*, *M. ancylodon*, *L. lanceolatus*, *C. faber*, *C. leiarchus*, *C. spixii*, *Selene vômer*, *Trichiurus lepturus* e *Stellifer stellifer*, sendo fortemente associadas a elevados valores de salinidade e areia. No entanto, as espécies *P. squamosissimus*, *P. blochii* (quadrante 1), foram relacionadas a baixos valores dessas variáveis (Figura 8). O segundo eixo explicou 29,59% e foi correlacionado com o percentual

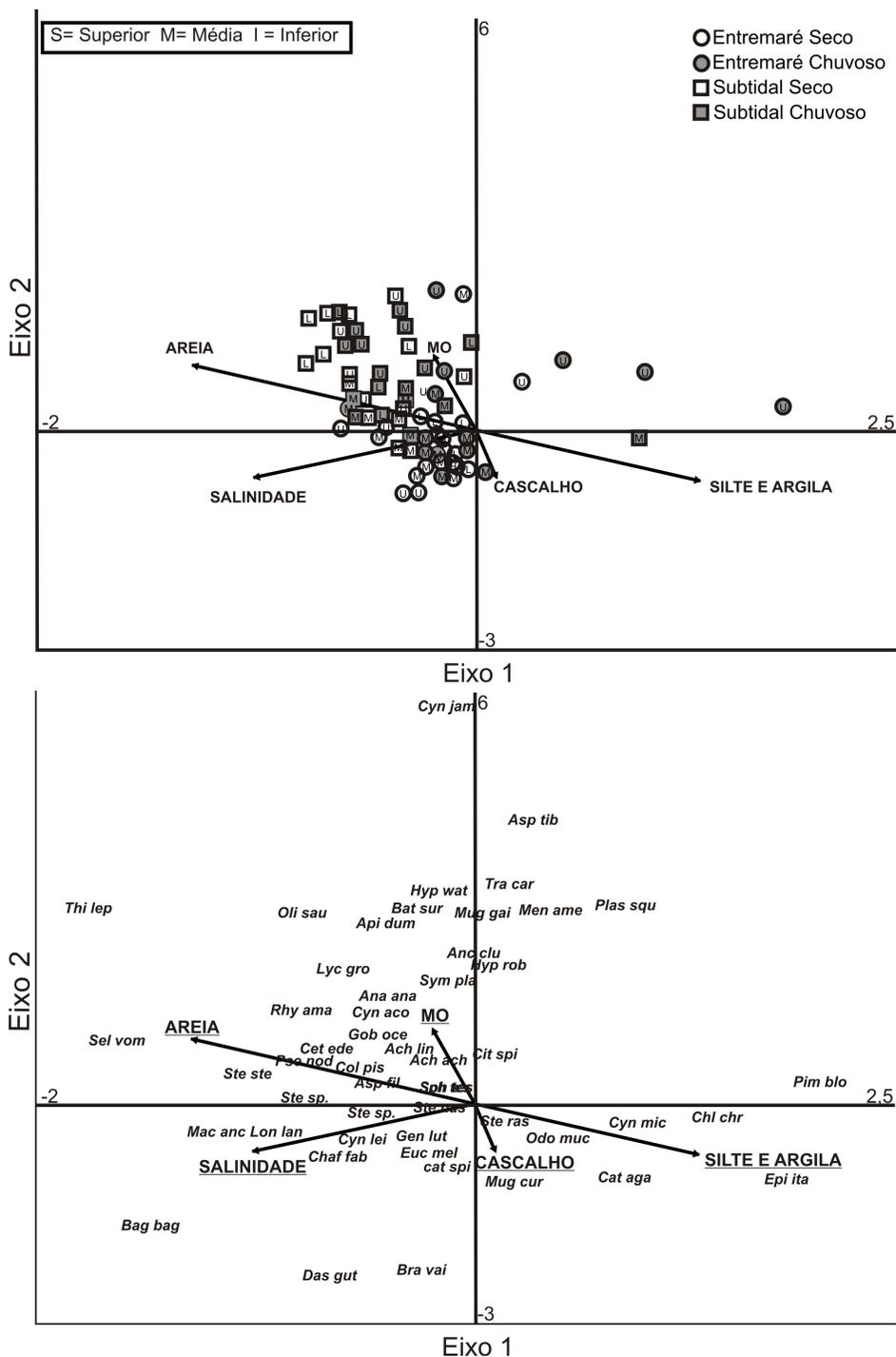
de matéria orgânica e cascalho com as espécies *Mugil curema*, *Stellifer rastrifer*, *Odontognathus mucronatus*, *Cynoscion microlepidotus*, *Choloroscombrus chysurus* e *Cathorops agassizii*, sendo relacionadas à maior predominância de cascalho e finos.

As amostras relacionadas aos ambientes foram claramente separadas ao longo do segundo eixo, com as amostras do ambiente subtidal sofrendo maior influência da matéria orgânica e, as amostras do ambiente de entremaré não vegetado, sendo correlacionadas negativamente com a salinidade e maiores frações de cascalho. Em relação aos períodos nos dois ambientes, não foi verificada uma clara separação das amostras, porém para o ambiente de entremaré não vegetado observou-se que em geral as amostras da zona superior no período chuvoso estiveram associadas a baixos valores de salinidade. Já as da zona intermediária e inferior, no período seco, foram mais associadas a elevados valores de salinidade.

Dentre as variáveis ambientais, a matéria orgânica foi a que apresentou maior associação com as espécies distribuídas na ordenação em relação ao segundo eixo, especialmente *Lycengraulis grossidens*, *Cetengraulis edentulus*, *Rhinosardinia amazonica*, *Anchovia clupeoides*, *Anableps anableps*, *Hypostomus watwata*, *Gobionellus oceanicus*, *Symphurus plagusia*, *Cynoscion acoupa* (Tabela 3, Figura 8).

**Tabela 3:** Resultados da CCA em todas as amostras capturadas de agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim em relação às variáveis ambientais.

Variáveis/Eixos	Eixo 1	Eixo 2
Salinidade	-0,28	-0,16
Matéria orgânica	-0,05	0,25
Cascalho	-0,01	-0,07
Areia	-0,36	0,24
Finos (silte-argila)	0,36	-0,23
Autovalores	0,22	0,13
Variação (%)	50	29,59



**Figura 8:** Diagrama de ordenação CCA baseada nas amostras de biomassa média das espécies, com as variáveis ambientais representadas pelos vetores. Ver a Tabela 1 para a abreviação do nome das espécies. A Análise é baseada nos dados agrupados dos dois ambientes estudados entre agosto de 2006 a julho de 2007 no estuário do rio Marapanim.

## 5. DISCUSSÃO

Pouco foi esclarecido em relação à conectividade ou sobreposição das assembléias de peixes na distribuição e ocupação dos ambientes estuarinos. Assim, um número reduzido de estudos comparou a estrutura das assembleias de peixes em ambientes de entremarés não vegetados e de canais subtidaís (e.g. BARLETTA; BLABER, 2007; FRANÇA; PARDAL; CABRAL, 2008; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2009; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2011). Contudo, esses estudos apresentaram algumas limitações, tais como o uso de diversas artes de pescas ativas e passivas nos diferentes ambientes estudados (BARLETTA; BLABER, 2007) e um esforço amostral restrito a um curto período de tempo (FRANÇA; PARDAL; CABRAL, 2008; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2009; FRANÇA; COSTA; CABRAL, 2011;) que dificultam o razoável entendimento de como as espécies de peixes ocupam o espaço.

Os diferentes métodos e esforços de amostragens podem influenciar na riqueza das espécies (ELLIOTT; DEWAILLY, 1995; JUMP; DUFFY-ANDERSON; MIER, 2008; SELLESLAGH; AMARA, 2008), porém, no presente estudo, a eficiência do amostrador utilizado no ambiente de entremarés foi similar ao do ambiente subtidaís, pois o manuseio foi idêntico e o esforço parecido, considerando que as áreas arrastadas foram similares entre os dois apetrechos. Sugere-se, portanto, que a diferença encontrada seja característica das duas assembléias, ou seja, o ambiente subtidaís tem uma maior diversidade do que a área de entremaré não vegetada e poucas espécies de peixes que ocorrem em todo o estuário usam este último ambiente.

Os resultados da análises multivariadas identificaram uma clara segregação da ictiofauna do estuário do rio Marapanim em duas assembléias de peixes distintas, sendo uma associada ao ambiente subtidaís e, outra, ao de entremaré não vegetado. Na ordenação DCA foi verificado que diferentes ocupações nos ambientes ocorreram para algumas espécies, tais como *B. bagre*, *C. leiarchus*, *S. testudineus*, *P. nodosus*, *E. melanopterus*, *Stellifer* sp., *G. luteus*, *M. ancylodon*, *L. lanceolatus*, associadas com o ambiente subtidaís e *A. clupeoides*, *S. vomer*, *M. rubrioculus*, *H. roberti roberti*, *T. carolinus*, *C. chrysurus* e *L. grossidens*, com preferência para ao ambiente de entremaré. Esta informação é necessária para definições de ambientes importantes para as espécies de peixes e entendimento da ocupação desses ambientes estuarinos pelas assembléias de peixes. Essa observação concorda com as conclusões de França et al., (2009), que sugeriu que as associações de algumas espécies de

peixes a alguns ambientes pode indicar que cada ambiente estuarino esteja relacionado a uma assembléia de peixe específica, independentemente do estuário.

A relação das espécies com os gradientes ambientais pode influenciar nos padrões de distribuições das assembléias de peixes nos estuários, quando observados em grande escala (10 km). No entanto, as relações ecológicas, tais como escolha do ambiente, competição ou uma estratégia para evitar predadores podem resultar em um padrão observado em pequenas escalas (1 km) (MARTINO; ABLE, 2003).

A forte significância do ANOSIM para o fator zonas observada no presente estudo mostrou que além de se apresentar uma segregação transversal (subtidal vs. intertidal) existe também uma clara separação longitudinal das assembléias de peixes. Corroborando com o encontrado em outros estudos em sistemas similares, nos quais foi observada uma forte separação na estrutura da ictiofauna ao longo de gradientes longitudinais mais extensos (> 30 km) (MARTINO; ABLE, 2003; BARLETTA et al., 2005).

Padrões distintos foram observados na composição das guildas ecológicas para os dois ambientes ao longo do estuário. No ambiente subtidal, a assembléia de peixes foi dominada em captura por peso e em abundância pelas espécies estuarinas residentes e em riqueza pelas espécies marinhas estuarinas. Já, no ambiente de entremaré não vegetada, as espécies estuarinas residentes, marinhas, marinhas estuarinas e de água doce dominaram em abundância, número de espécies e captura por peso. Corroborando, com estudos realizados no estuário do rio Caeté em ambiente de canal subtidal (BARLETTA et al., 2005) e em canais de mangue (BARLETTA et al., 2003) mostraram que as espécies estuarinas dominaram em biomassa. Foi verificado que a biomassa de peixes no estuário de Embley na Austrália é dominada por espécies marinhas, devido a certa uniformidade da salinidade nesse estuário. Já no Norte do Brasil verificou-se que a ictiofauna é dominada em biomassa por espécies estuarinas, devido a uma maior influencia de água doce do rio Amazonas (BARLETTA; BLABER, 2007; GIARRIZZO; KRUMME, 2008).

Tanto no ambiente subtidal como no de entremaré não vegetado foi verificado no diagrama de ordenação DCA que as guildas ecológicas distribuíram-se ao longo de todo o gradiente estuarino, não havendo um claro padrão de separação das amostras em relação às zonas do estuário, com exceção do observado no ambiente subtidal, onde os peixes de água doce estiveram mais associados à zona superior do estuário, corroborando com o encontrado para a ordenação DCA das espécies. Aqui verificou-se que algumas espécies de peixes de água doce e estuarinas residentes, tais como *P. squamosissimus* e *H. watwata*, *P. blochii* e *A. tibicen*, estiveram mais associadas ao ambiente subtidal na zona superior, enquanto as

espécies estuarinas residentes tais como *C. spixii*, *C. agassizii*, *S. rastrifer* e *S. naso*; as marinhas estuarinas *C. microlepidotus*, *O. mucronatus*, *C. faber*, *A. spinifer*; e marinhas *D. guttata*, *M. curema*, *T. lepturus*, que apresentam uma maior tolerância à salinidade, foram distribuídas mais na zona média e inferior do estuário, sugerindo que cada espécie responde de maneira diferente a um gradiente de salinidade. Corroborando com o observado no estuário do rio Caeté, Norte do Brasil, foi verificado que as espécies estuarinas e de água doce estiveram mais associadas na zona superior do estuário e as espécies com uma afinidade marinha foram capturadas no estuário inferior (BARLETTA-BERGAN; BARLETTA; SAINT-PAUL, 2002).

Como verificado para a composição das espécies e das guildas ecológicas, observou-se também uma estruturação diferente na organização das guildas tróficas para os dois ambientes em termos de biomassa média. No ambiente subtidal a composição das assembléias de peixes indicou a dominância em captura por peso, número de espécies e em abundância pelas espécies bentófagas. No entanto, no ambiente de entremaré não vegetado, os peixes bentófagos, herbívoros e zooplantívoros dominaram em captura por peso e abundância, e os bentófagos apresentaram uma maior proporção em riqueza. Corroborando com o estudo realizado em canais de mangue no estuário do rio Caeté no Norte do Brasil, onde foi verificado que a espécie herbívora *C. edentulus* se alimenta perto do substrato ao longo da coluna d'água em água túrbidas e rasas, devido a uma elevada produção de microfítobentos nos ambientes de entremarés na maré baixa, e a subsequente ressuspensão das algas na maré alta (KRUMME et al., 2008). Os resultados do presente trabalho mostram que as espécies de peixes, dependendo dos diferentes tipos de alimentação, estão mais adaptadas ao ambiente subtidal ou ao de entremaré não vegetado, e isso pode estar associado á diferente disponibilidade de alimentos para cada grupo de peixes nos dois ambientes. Os ambientes de entremarés lamosos não vegetados são muito importantes no funcionamento dos sistemas estuarinos. São geralmente reconhecidos por terem uma elevada produtividade em comparação com as áreas subtidais (ELLIOTT; DEWAILLY, 1995).

A ocorrência, distribuição e movimento dos peixes de estuários tropicais podem ser influenciados por diversas interações de fatores físicos-químicos, sedimentológicos e biológicos que ocorrem nos estuários (BLABER, 2000; RUEDA, 2001; SELLESLAGH et al., 2009). Foi observado uma flutuação espacial e temporal nas variáveis ambientais. Os valores médios de salinidade diminuíram da zona inferior para a zona superior do estuário, sendo que os maiores valores médios de salinidade foram encontrados na zona inferior durante o período seco. Este padrão é típico de sistemas estuarinos e corrobora com o encontrado em outros

estuários (MARTINO; ABLE, 2003; BARLETTA et al., 2005; PAIVA; CHAVES; ARAÚJO, 2008). Verificou-se também que os maiores valores médios do percentual de matéria orgânica foram encontrados na zona superior do estuário. O aumento da matéria orgânica e turbidez no estuário superior do rio Caeté (Norte do Brasil) foram mencionados por providenciar proteção contra predação para as larvas das assembléias de peixes (BARLETTA-BERGAN; BARLETTA; SAINT-PAUL, 2002).

Em geral foi observado que, independentemente do ambiente e do período do ano, o sedimento de fundo encontrado na zona superior do estuário foi dominado por areia média, grossa, muito grossa e cascalho fino. Já no estuário médio e inferior, por areia fina, muito fina e finos (silte e argila). Recente estudo comprovou esses resultados mostrando que o sedimento do fundo da boca do estuário do rio Marapanim é composto de areias marinhas finas para médias, que são fortemente influenciadas pelas ondas e marés, já a parte superior do estuário é caracterizada por areia grossa para cascalho de origem fluvial (SILVA; SOUZA FILHO; RODRIGUES, 2009).

Neste trabalho, foi verificado na análise CCA que o ambiente de canal subtidal esteve mais associado à matéria orgânica e areia. Já o ambiente de entremaré esteve mais associado à salinidade e ao cascalho. O tipo de substrato ligado à disponibilidade de alimento pode representar um papel importante na distribuição de peixes (RUEDA, 2001), indicando desta forma a importância relativa de cada uma dessas variáveis na estrutura das assembléias. Foi observado também na análise CCA que a maioria dos peixes (biomassa média) teve uma preferência por matéria orgânica, areia e salinidade, o que pode contribuir de uma maneira indireta na cadeia alimentar dos peixes. Ambientes que possuem elevadas quantidades de detritos estão associados a uma maior proporção de matéria orgânica e os detritos funcionam como fonte de alimentos para muitos animais, como por exemplo, alguns invertebrados estuarinos (QASIM e SANKANARAYANAN, 1972, WHITFIELD, 1989) e que por sua vez são consumidos por alguns peixes carnívoros (BENNETT; BRANCH, 1990). No entanto, em um estuário tropical do rio Formoso, em Pernambuco, a ictiofauna teve uma preferência por ambientes com elevado teor de silte e argila (PAIVA; CHAVES; ARAÚJO, 2008). O sedimento de lama também foi o segundo fator importante na estrutura das assembléias de peixes em canais subtidais de estuários na Inglaterra (SELLESLAGH et al., 2009) e a preferência por sedimentos moles apresentaram uma maior proporção (40%) pelos peixes em estuários tropicais europeus (ELLIOTT; DEWAILLY, 1995). O encontrado neste trabalho é característica do sistema estuarino do rio Marapanim, mostrando que as variáveis ambientais

sedimentológicas, tais como areia e cascalho, também possuem elevada importância para as espécies no sistema estuarino.

Em termos de biomassa média as espécies zooplânctívoras, tais como *L. grossidens*, *R. amazônica*, e herbívoras como *C. edentulus*, *A. clupeioides*, *A. anableps*, apresentaram uma maior associação com elevados valores de matéria orgânica. Já as espécies bentófagas e bentófagas ictiófagas (i.e. *B. bagre*, *M. ancyloдон*, *L. lanceolatus*, *C. faber*, *C. leiarchus*, *C. spixii*, *S. stellifer*) apresentaram forte associação com a salinidade e areia. Por outro lado, as espécies *P. squamosissimus*, *P. blochii* foram relacionadas a baixos valores dessas variáveis. Isso sugere que as variáveis ambientais influenciam na distribuição de algumas espécies e podem estar indiretamente ligadas à alimentação e as suas limitações fisiológicas.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente estudo evidenciaram segregações espaciais e temporais nas ocupações das assembleias de peixes e guildas funcionais nos dois ambientes estudados. Estas conclusões indicam que os padrões observados na estrutura das assembleias de peixes estuarinas, nas diferentes formas de ocupações entre o ambiente de entremaré não vegetado e subtidal, zonas e períodos podem estar associados à tolerância das espécies em relação às flutuações nas variáveis ambientais, além de uma maior adaptação de sobrevivência em um determinado tipo de ambiente, que pode estar associado à alimentação. Essa informação é de fundamental importância para a definição dos ambientes necessários para as assembleias de peixes, além da compreensão do funcionamento dos sistemas estuarinos. Estudos em relação às assembleias de peixes, considerando métodos de coleta similares em diferentes ambientes de um sistema estuarino, são essenciais para que as avaliações e medidas de manejo sejam realizadas de maneira eficiente, além de possibilitar um maior esclarecimento em relação às questões quanto ao compartilhamento ou não das áreas de entremarés não vegetadas e de canais subtidais pela ictiofauna.

## 7. REFERÊNCIAS

BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U.; BARLETTA-BERGAN, A.; EKAU, W.; SCHORIES, D. Spatial and temporal distribution of *Myrophis punctatus* (Ophichthidae) and associated fish fauna in a northern Brazilian intertidal mangrove forest. **Hydrobiologia**, V. 426, p. 65–74. 2000.

BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 54, p. 193–206. 2002.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). **Marine Ecology Progress Series**, V. 256, p. 217–228. 2003.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, V.66, p.45–72. 2005.

BARLETTA, M.; BLABER, S. J. M. Comparison of fish assemblages and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. **Bulletin of Marine Science**, V.80, p. 647-680. 2007.

BARLETTA, M.; AMARAL, C. S.; CORRÊA, M. F. M.; GURBERT, F.; DANTAS, D. V.; LORENZI, L.; SAINT-PAUL, U. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at na ecocline in a tropical-subtropical estuary. **Journal os Fish Biology**, V. 73, p. 1314-1336. 2008.

BECK, M. W.; HECK, K. L.; ABLE, K. W.; CHILDERS, D. L.; EGGLESTON, D. B.; GILLANDERS, B. M.; HALPERN, B.; HAYS, C. G.; HOSHINO, K.; MINELLO, T. J.; ORTH, R. J.; SHERIDAN, P. F.; WEINSTEIN, M. P. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. **BioScience**, V. 51, p. 633–641. 2001.

BERRÊDO, J. F.; COSTA, M. L.; PROGÈNE, M. P. S. Mineralogia e geoquímica de sedimentos de manguezais da costa amazônica: o exemplo do estuário do rio Marapanim (Pará). **Revista Brasileira de Geociências**, V. 38, p. 24-35. 2008a.

BERRÊDO, J. F.; COSTA, M. L.; PROGÈNE, M. P. S. Efeitos das variações sazonais do clima tropical úmido sobre as águas e sedimentos de manguezais do estuário do rio Marapanim, costa nordeste do Estado do Pará. **Acta Amazônica**, V. 38, p. 473-482. 2008b.

BLABER, S. J. M. Tropical estuarine fishes. Ecology, exploitation and conservation. In: **Fish and Aquatic Resources Series 7**. Blackwell Science, Oxford, 2000. 372 p.

BLOOMFIELD, A. L.; GILLANDERS, B. M. Fish and invertebrate Assemblages in Seagrass, Mangrove, Saltmarsh, and Nonvegetated Habitats. **Estuaries**, V. 28, p. 63-77. 2005.

CASTILLO-RIVERA, M., ZAVALA-HURTADO, J. A., ZÁRATE, R. Exploration of spatial and temporal patterns of fish diversity and composition in a tropical estuarine system of Mexico. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, V. 12, p. 167-177. 2002.

CERVIGON, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Vol. I, 1991, 425 p.

CERVIGON, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Vol. II, 1993, 498 p.

CERVIGON, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Vol. III, 1994, 295 p.

CERVIGON, F. **Los peces marinos de Venezuela**. Vol. IV, 1996, 254 p.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. **Natural Environment Research Council, Plymouth**. 1994, 144 p.

DAVIES, B. E. Loss-on-ignition as an Estimate of Soil Organic Matter. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v. 38, p. 347-353, 1974.

ELLIOT M.; WHITFIELD A. K.; POTTER I. C.; BLABER S. J. M.; CYRUS D. P.; NORDLIE F. G.; HARRISON T. D. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish and Fisheries**, V. 8, p. 241-268. 2007.

ELLIOTT, M.; DEWAILLY, F. The structure and components of European estuarine fish assemblages. **Netherlands Journal of Aquatic Ecology**, V. 29, p. 397-417. 1995.

FERRAZ, D. **Levantamento e caracterização da assembléia de peixes demersais capturados na área subtidal do estuário do Rio Marapanim, município de Marapanim, litoral nordeste do Pará**. 2008. 88 f. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Biologia Ambiental) - Universidade Federal do Pará, Bragança, 2008.

FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinho do sudeste do Brasil. I Introdução cações, raias e quimeras.** São Paulo, Museu de Zoologia da USP, 1977, 104 p.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1978, 110 p.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980a, 90 p.

FIGUEIREDO, J. L. & MENEZES, N. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV Teleostei (3).** São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1980b, 96 p.

FRANÇA, S.; PARDAL, M. A.; CABRAL, H. N. Mudflat nekton assemblages in the Tagus estuary (Portugal): distribution and feeding patterns. **Scientia Marina**, V. 72, p. 591–602. 2008.

FRANCO, A.; PÉREZ-RUZAFÁ, A.; DROUINEAU, H.; FRANZOI, P.; KOUTRAKIS, E.T.; LEPAGE, M.; VERDIELL-CUBEDO, D.; BOUCHOUCHA, M., LÓPES-CAPEL, A.; RICCATO, F.; SAPOUNIDIS, A.; MARCOS, C.; OLIVA-PATERNA, F. J.; TORRALVA-FORERO, M.; TORRICELLI, P. Assessment of fish assemblages in coastal lagoon habitats: Effect of sampling method. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** (2011), doi:10.1016/j.ecss.2011.08.015. In press.

FRANÇA, S.; COSTA, M. J.; CABRAL, H. N. Assessing habitat specific fish assemblages in estuaries along the Portuguese coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 83, p. 1–12. 2009.

FRANÇA, S.; COSTA, M. J.; CABRAL, H. N. Inter- and intra-estuarine fish assemblage variability patterns along the Portuguese coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 91, p. 262–271. 2011.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Spatial differences and seasonal cyclicity in the intertidal fish fauna from four mangrove creeks in a salinity zone of the Curuçá estuary, North Brazil. **Bulletin of Marine Science**, V. 80, p. 739–754. 2007.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U. Heterogeneity in intertidal fish fauna assemblages along the world's longest mangrove area in northern Brazil. **Journal of Fish Biology**, V. 72, p. 773–779. 2008.

GIARRIZZO, T.; KRUMME, U.; WOSNIOK, W. Size-structured migration and feeding patterns in the banded puffer fish *Colomesus psittacus* (Tetraodontidae) from north Brazilian mangrove creeks. **Marine Ecology Progress Series**, V. 419, p. 157–170. 2010.

GIARRIZZO, T.; SCHWAMBORN, R.; SAINT-PAUL, U. Utilization of carbon Sources in a northern Brazilian mangrove ecosystem. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 95, p. 447-457. 2011.

GRATWICKE, B.; SPEIGHT, M. R. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. **Journal of Fish Biology**, V. 66, p. 650-667. 2005.

HERZKA, S. Z. Assessing connectivity of estuarine fishes based on stable isotope ratio analysis. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 64, p. 58-69. 2005.

HINDEL, J. S.; JENKINS, G. P. Spatial and temporal variability in the assemblage structure of fishes associated with mangroves (*Avicennia marina*) and intertidal mudflats in temperate Australian embayments. **Marine Biology**, V. 144, p. 385-395. 2004.

JUMP, C. M.; DUFFY-ANDERSON, J. T.; MIER, K. L. Comparison of the Sameoto, Manta, and MARMAP neustonic ichthyoplankton samplers in the Gulf of Alaska. **Fisheries Research**, V. 89, p. 222–229. 2008.

KOVACH, W. L. MVSP – A MultiVariate Statistical Package for Windows, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, UK: 2005, 137 p.

KRUITWAGEN, G.; NAGELKERKEN, I.; LUGENDO, B. R.; MGAYA, Y. D.; WENDELAAR BONGA, S. E. Importance of different carbon sources for macroinvertebrates and fishes of an interlinked mangrove–mudflat ecosystem (Tanzania). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 88, p. 464-472. 2010.

KRUMME, U.; KEUTHEN, H.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U.; VILLWOCK, W. Resuspended intertidal microphytobenthos as major diet component of planktivorous Atlantic anchoveta *Cetengraulis edentulus* (Engraulidae) from equatorial mangrove creeks. **Ecotropica**, V. 14, p. 121-128. 2008.

LE BAIL, P. Y.; KEITH, P.; PLANQUETTE, P. **Atlas des poissons d'eau douce de Guyane. Tomo 1. Fascículo 1. Siluriformeses**. Patrimoines Naturels, 2000, 307 p,

MANDERSON, J. P.; PESSUTI J.; HILBERT J. G.; JUANES F. Shallow water predation risk for a juvenile flatfish (winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*, Walbaum) in a

northwest Atlantic estuary. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, V. 304, p. 137–157. 2004.

MARTINELLI, J.M. **Estrutura Populacional dos camarões Penaeidae no estuário do rio Caeté, litoral Norte do Brasil**. 2005. 174p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Pará, Pará.

MARTINO, E. J.; ABLE, K. W. Fish assemblages across the marine to low salinity transition zone of a temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 56, p. 969-987. 2003.

MENEZES, N. & FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)**. São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 90 p., 1985.

NEVES, L. M.; TEIXEIRA, T. P.; ARAÚJO, F. G. Structure and dynamics of distinct fish assemblages in three reaches (upper, middle and lower) of an open tropical estuary in Brazil. **Marine Ecology**, V. 32, p. 115-131. 2011.

NIP, T. H. M., WONG, C. K. Juvenile Fish Assemblages in Mangrove and Non-Mangrove Soft-Shore Habitats in Eastern Hong Kong. **Zoological Studies**, V. 49, p. 760-778. 2010.

ORLÓCI, L. **Multivariate Analysis in Vegetation Research**. Junk, The Hague: 1978, 451 p.

PAIVA, A. C. G.; CHAVES, P. T. C.; ARAÚJO, M. E. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista Brasileira de Zoologia**, V. 25, p. 647-661. 2008.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 57, p. 817-828. 2003.

QASIM, S. Z.; SANKARANARAYANAN, V. N. Organic detritus of a tropical estuary. **Marine Biology**, V. 15, p. 193-199. 1972.

RAY, G. C. Connectivities of estuarine fishes to the coastal realm. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 64, p. 18-32. 2005.

REIS-FILHO, J. A.; NUNES, J. A. C. C.; FERREIRA, A. Estuarine ichthyofauna of the Paraguaçu River, Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil. **Biota Neotropica**, V. 10, p. 1-11. 2010.

RUEDA, M. Spatial distribution of fish species in a tropical estuarine lagoon: a geostatistical appraisal. **Marine Ecology Progress Series**, V. 222, p. 217–226. 2001.

SALGADO, J., COSTA, M. J., CABRAL, H., DEEGAN, L. Comparison of the fish assemblages in tidal salt marsh creeks and in adjoining mudflat areas in the Tejo estuary (Portugal). **Cahiers de Biologie Marine**, V. 45, p. 213–224. 2004.

SELLESLAGH, J.; AMARA, R. Environmental factors structuring fish composition and assemblages in a small macrotidal estuary (eastern English Channel). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 79, p. 507–517. 2008.

SELLESLAGH, J.; AMARA, R.; LAFFARGUE, P.; LESOURD, S.; LEPAGE, M.; GIRARDIN, M. Fish composition and assemblage structure in three Eastern English Channel macrotidal estuaries: A comparison with other French estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 81, p. 149–159. 2009.

SILVA, C. A.; SOUZA FILHO, P.; RODRIGUES, S. Morphology and modern sedimentary deposits of the macrotidal Marapanim Estuary (Amazon, Brazil). **Continental Shelf Research**, V. 29, p. 619–631. 2009.

SIMIER, M., BLANC, L., ALIAUME, C., DIOUF, P. S., ALBARET, J. J. Spatial and temporal structure of fish assemblages in an “inverse estuary”, the Sine Saloum system (Senegal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, V. 59, p. 69–86. 2004.

TER BRAAK, C. J. F., VERDONSCHOT, P. F. M. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. **Aquatic Sciences**, V. 57, p. 255–289. 1995.

TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetation**, V. 69, p. 69–77. 1987.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determination soil organic matter and proposed modification of the chromic and titration method. **Soil Science**, V. 37, p. 29–38. 1934.