

# **Peixes em Áreas Rasas do Estuário do rio São Mateus, Espírito Santo**

**Michelle Sequine Bolzan**

**Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Tropical**

**Mestrado em Biodiversidade Tropical**

“ O tomate plantado pelo senhor Toshio, trocado por dinheiro com o supermercado, trocado pelo dinheiro que dona Anete trocou por perfumes extraídos das flores, recusado para o molho do porco, jogado no lixo e recusado pelos porcos como alimento, está agora disponível para os seres humanos da Ilha das Flores.

O que coloca os seres humanos da Ilha das Flores numa posição posterior aos porcos na prioridade de escolha de alimentos é o fato de não terem dinheiro nem dono. Os humanos se diferenciam dos

# Agradecimentos

- Obrigada Capes pela bolsa concedida, sem ela seria inviável minha efetivação no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical.
- Obrigada Hostim por tantas oportunidades cedidas, pela confiança depositada, pela amizade compartilhada, pela orientação, pelas revisões. Tudo isso só foi possível por sua causa. OBRIGADA. Obrigada também por apresentar a Vânia, vocês são uns queridos.
- Obrigada Henry pelo auxílio no desenho amostral, discussões via e-mail e telefone, revisões e risadas nas nossas poucas, mas boas viagens à campo/aeroporto.
- Obrigada Sr. Bi e todos os pescadores que auxiliaram nas coletas, não conseguiria sem a força de vocês.
- Obrigada família (pai, mãe, Neto, Duda e Kátia), pois mesmo sem compreender o quanto tudo isso era importante para mim me apoiaram, cada um a sua maneira, mesmo tendo algumas recaídas e cobrando presença. Todas as vezes que não compareci... realmente não foi possível. Amo vocês!
- Obrigada família (sei que sou agregada, rs) (Terezinha, Quênia, Alessandro) pela disponibilidade em ajudar acolhendo não só a mim, mas também meu menino de quatro patas com tanto carinho e fazendo companhia nas horas de folga. Vocês são demais!
- Obrigada Luciane, Arieli e Henrique pelo auxílio em campo. Lu você é uma santa.
- Obrigada menino e meninas do laboratório, Fran, Thaís, João e Laura, triagens muitas triagens.
- Obrigada afilhados Flora e Rômulo, adorava quando nossos horários coincidiam, triagens muitas triagens.

- Obrigada Ryan, você foi muito importante para a realização desse trabalho. Obrigada por ficar comigo, quando nem eu queria me acompanhar.

**Obrigada a todos!**

# Sumário

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 - OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
<b>3 - MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>6</b>
3.1 - Área de estudo .....	6
3.2 - Coleta de dados .....	12
3.3 - Análise de dados .....	13
<b>4 - RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
4.1 - Parâmetros abióticos .....	16
4.2 - Assembleia de peixes .....	20
<b>5 - DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
<b>6 - CONCLUSÃO</b> .....	<b>46</b>
<b>7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>47</b>

**APÊNDICE A:** Dados de presença/ausência das espécies em áreas rasas de cinco estuários localizados no sul do Atlântico, sendo estes, o estuário do rio São Mateus-Espírito Santo (ES), o estuário do rio Formoso-Pernambuco (PE), estuário de Paranaguá-Paraná (PR), estuário da

# Lista de Tabelas

**Tabela 1:** Média, valor mínimo e máximo (*range*) do comprimento padrão (CP - mm), densidade de indivíduos por 100m<sup>2</sup>, peso médio e total de cada espécie, pontos e estações onde foram registradas as espécies das oito áreas rasas estudadas no estuário do rio São Mateus, ES ..... **21**

# Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Área de estudo mostrando a localização dos pontos de coleta no estuário do rio São Mateus na costa norte do Espírito Santo, sudeste do Brasil. O contorno preto corresponde a área de abrangência da APA de Conceição da Barra .....	7
<b>Figura 2:</b> Área amostral denominada Ponto 1 localizada na porção inferior do estuário do rio São Mateus .....	8
<b>Figura 3:</b> Área amostral do Ponto 2 localizada na porção inferior do estuário do rio São Mateus na região com dominância de planícies de maré e praias arenosas estuarinas .....	9
<b>Figura 4:</b> Área amostral referente ao Ponto 3 localizada entre a porção inferior dominada por planícies de maré não vegetadas e a porção média do estuário com presença de manguezal....	9
<b>Figura 5:</b> Ponto 4 localizado na porção média do estuário com domínio de manguezal próximo .....	10
<b>Figura 6:</b> Ponto 5 situado na porção média do estuário com maior representatividade de vegetação de mangue na margem da área amostral.....	10
<b>Figura 7:</b> Área amostral referente ao Ponto 6 situado entre a porção média e superior do estuário com vegetação mista de água doce e manguezal .....	11
<b>Figura 8:</b> Ponto 7 situado na porção superior do estuário do rio São Mateus mostrando a vegetação de taboa <i>Typha domigensis</i> .....	11
<b>Figura 9:</b> Área amostral do Ponto 8 situado na porção superior do estuário do rio São Mateus.. .....	12
<b>Figura 10:</b> Dendrograma utilizando Distância Euclidiana baseado nos parâmetros abióticos	

**Figura 12:** Valores médios e desvio padrão de abundância (n), biomassa(g) e número de espécies, registrados nas oito áreas (P1 a P8) rasas ao longo das quatro estações do ano. Diferentes sinais, □ □e □□, denotam as estações que foram significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ). Estações com □e □indicam que a estação variou com as demais estações, dentro do mesmo ponto amostral, que apresentam o mesmo símbolo, o símbolo □□indica que a estação diferiu significativamente em relação a todas as outras referentes ao ponto amostral..... 27

**Figura 13:** Abundância numérica média e desvio padrão das espécies mais importantes nas 8 áreas rasas do estuário do rio São Mateus (P1 a P8). O teste Kruskal-Wallis indicou diferença significativa na distribuição de todas as espécies testadas ( $p < 0,05$ ). Figuras adaptadas de Figueiredo e Menezes (1978, 1980, 2000), Menezes e Figueiredo (1985) e Carpenter (2002). ..... 29

**Figura 14:** Abundância numérica (N) das espécies *Atherinella brasiliensis* (esquerda) e *Mugil curema* (direita) em diferentes classes de tamanho usando comprimento padrão (CP - mm) ao longo das estações do ano..... 30

**Figura 15:** Abundância numérica (N) das espécies *Centropomus parallelus* (esquerda) e *Centropomus undecimalis* (direita) em diferentes classes de tamanho usando comprimento padrão (CP - mm) ao longo das estações do ano..... 31

**Figura 16:** Abundância numérica (N) das espécies *Ctenogobius boleosoma* (esquerda) e *Sphoeroides testudineus* (direita) em diferentes classes de tamanho usando comprimento padrão (CP - mm) ao longo das estações do ano ..... 32

**Figura 17:** Abundância numérica (N) das espécies *Rhinosardinia bahiensis* (esquerda) e *Ttrinectes paulistanus* (direita) em diferentes classes de tamanho usando comprimento padrão (CP - mm) ao longo das estações do ano..... 33

**Figura 18:** Análise de correspondência canônica entre as espécies e as variáveis ambientais

Atlântico, sendo estes, o estuário do rio Formoso-Pernambuco (PE), estuário do rio São Mateus-Espírito Santo (ES), estuário de Paranaguá-Paraná (PR), estuário da Lagoa dos Patos-Rio Grande do Sul (RS) e estuário do Mar de Chiquita localizado na Argentina (ARG). Exceto o estuário do rio São Mateus-ES (presente estudo), os dados referentes aos demais estuários foram extraídos de PAIVA et al (2008), HACKRADT et al (2010), GARCIA et al (2001) e BRUNO et al (2013). Os grupos formados são significantes segundo teste SIMPROF ( $p < 0,05$ ) ..... **36**

# Resumo

Os estuários são corpos d'água costeiros semi-confinados, onde ocorre mistura de água doce, vinda do continente, com água salgada do oceano, mistura influenciada pelas marés, ventos e volume de água drenado do continente. São considerados ambientes altamente produtivos, além de possuírem uma elevada heterogeneidade de ambientes como manguezais, canais de maré, planícies de maré e praias arenosas. O presente trabalho objetiva descrever a variação espaço-temporal na estrutura e composição da assembleia de peixes nas áreas rasas do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo. Coletas mensais, entre Julho/2012 e Junho/2013, foram realizadas em 8 áreas rasas no estuário do rio São Mateus. Em cada ponto amostral, foram realizados três arrastos com rede picaré, concomitante à coleta de parâmetros abióticos (temperatura, salinidade, turbidez e profundidade). Variações significativas dos parâmetros abióticos ocorreram nas estações do ano e nos pontos amostrais. A assembleia de peixes foi composta, em sua maior parte, por indivíduos juvenis e de pequeno porte. Diferenças significativas da composição da assembleia, biomassa, densidade e número de espécies foram observadas entre estações e pontos. Foram verificadas maiores abundâncias de jovens recrutas no outono para *Atherinella brasiliensis* e *Ctenogobius boleosoma*, enquanto que para *Rhinosardinia bahiensis* e *Centropomus undecimalis* ocorreu no inverno, as demais espécies não apresentaram variação expressiva entre as classes de tamanho. Em relação à distribuição espacial foi observada elevada ocorrência das espécies *R. bahiensis*, *Trinectes paulistanus*, *C. undecimalis* e *C. parallelus* nos pontos localizados na porção superior do estuário, enquanto *Sphoeroides testudineus* e *C. boleosoma* foram mais abundantes nos pontos na porção média do estuário e *A. brasiliensis* foi mais abundante nos pontos da porção inferior do estuário.

# Abstract

The estuaries are coastal semi-enclosed environments and within sea water is measurably diluted with freshwater derived from land drainage and mainly influenced by tides, winds and continental runoff. Estuaries are still considered highly productivity and shelters heterogeneous habitats such as mangrove forests, tidal creeks, tidal mud flats and sandy beaches. The present study aims to describe the spatial and temporal variation of fish assemblage structure and composition of shallow habitats of São Mateus river estuary, Espírito Santo. For this, monthly samples from July/2012 to June/2013 were carried out in 8 shallow areas of the São Mateus river estuary. For each site was performed three replicates using seine net for fish samples concomitantly to water abiotic measures (temperature, salinity, turbidity and depth). Significantly differences of abiotic variables were verified among seasons and sites. Fish assemblage comprised mainly juvenile and small-sized fish. Fish composition, biomass, density and number of species differed significantly among seasons and sites. Small recruits of *Atherinella brasiliensis* and *Ctenogobius boleosoma* were most abundant in autumn, while *Rhinosardinia bahiensis* and *Centropomus undecimalis* showed high abundances during the winter season. Regarding spatial fish distribution, *R. bahiensis*, *Trinectes paulistanus*, *C. undecimalis* and *C. parallelus* were most abundant in sites of the upper estuary area, whereas *Sphoeroides testudineus* and *C. boleosoma* were abundant in the middle estuary area and *A. brasiliensis* in sites of the lower estuary area. Water salinity was most important variable for *A. brasiliensis* and *S. spengleri* distribution, whereas *Anchovia clupeoides*, *C. undecimalis*, *C. parallelus* and *Gobionellus oceanicus* were positive correlated with water depth. The fish species *T. paulistanus*, *Genidens genidens* and *Achirus lineatus* were related with water turbidity. Thus, the shallow waters habitats of São Mateus river

# 1. Introdução

Ao longo dos anos várias designações foram utilizadas para definição de estuário (MANN, 2000; ELLIOT e MCLUSKY 2002; MIRANDA et al, 2002), sendo que quando tratada no âmbito da ecologia, a definição mais concisa é que estuários são corpos d'água semi-confinados conectados com o oceano, onde ocorre diluição da água do mar por meio da água doce oriunda de aporte continental (PRITCHARD,1967). No entanto, Dobson e Frid (2009) ressaltam que perdem-se informações importantes caso o sistema estuarino seja considerado apenas uma zona de encontro entre as águas continentais e oceânicas, sem levar em consideração aspectos importantes como características físicas e químicas que podem ser influenciadas, por exemplo, pelo vento, regime de marés, chuvas, descarga de efluentes e fragmentação de habitats. Desta forma, as flutuações de salinidade, turbidez, temperatura, profundidade, sedimento, pH, dentre outras propriedades ambientais fazem do estuário um sistema complexo que impõe limites fisiológicos aos organismos que nele habitam ou fazem uso deste em alguma fase do seu ciclo de vida (BARLETTA et al, 2005; DANTAS et al, 2010; WHITFIELD e ELLIOTT, 2002).

A produtividade primária estuarina deve-se principalmente ao fitoplâncton, algas, gramas marinhas (*seagrass*) e ao aporte continental. Devido a elevada produtividade, diversas espécies de peixes procuram águas estuarinas para reprodução (FAVARO et al, 2003). A elevada produtividade concomitante à presença de áreas rasas proporciona uma variedade de habitats que suportam diversas espécies, adaptadas às pressões ambientais, cuja origem pode ser marinha, dulcícola ou terrestre. Baseado nisso, os estuários estão entre os ambientes mais produtivos, seu valor econômico em termos de serviço e capital natural por hectare é o maior

proteção para peixes juvenis ou de pequeno porte contra predadores, incluindo espécies de valor comercial (BARLETTA et al, 2005; FÉLIX et al, 2006). A importância dessas áreas como locais de criação para diversas espécies de peixes tem sido amplamente documentada em ambientes estuarinos temperados, subtropicais e tropicais, mesmo considerando ambientes com diferentes tipos de vegetação e substrato (NAGELKERKEN et al, 2001; NAGELKERKEN e VAN DER VELDE, 2004). Esta dependência principalmente nas fases iniciais do ciclo de vida, período no qual ocorre a maior parte dos eventos decisivos para as fases subsequentes ao recrutamento, tornam as populações de peixes suscetíveis às alterações deste ecossistema (PATERSON e WHITFIELD, 2000).

Fatores como a biologia reprodutiva das espécies, padrões de recrutamento e/ou migração também influenciam na utilização das áreas rasas pelos peixes (KNEIB, 1997), refletida pela estrutura temporal das assembleias. Segundo Akin et al (2003) padrões temporais destes atributos são estruturados de forma a evitar a competição entre espécies semelhantes. Desta forma, ocorrem diferentes formas de utilização das áreas rasas estuarinas por diferentes espécies de peixes, sendo que algumas espécies procuram estes ambientes apenas para reprodução, outras para alimentação, outras como refúgio e algumas cumprem todo o seu ciclo de vida nestas áreas (FRANCO et al, 2006).

De fato, a identificação precisa de áreas rasas que funcionem como berçário para peixes juvenis são fundamentais, uma vez que as informações geradas a partir disso, podem ser usadas para subsidiar planos de manejo e conservação ambiental (BAKER e SHEAVES, 2007; VILAR et al, 2011). Por isso, faz-se necessário avaliar todo o sistema estuarino compreendendo sua diversidade de habitats. As principais espécies que constituem a fauna de peixes em áreas rasas estuarinas diferem de acordo com o ambiente em que se localizam (FRANÇA et al, 2009), por exemplo, espécies que ocorrem em áreas rasas associadas à vegetação de manguezal (canais de mangue e planícies de maré dominadas por manguezais)

vulneráveis ambientes como estuários (BLABER, 2000). A relação direta e indireta entre as comunidades de peixes e os impactos humanos nos estuários, aponta a necessidade de levantar dados que possam auxiliar na formulação de propostas que visem o uso sustentável desse recurso. A pesca predatória e os impactos de atividades turísticas contribuem com a perda da diversidade biológica estuarina e marinha. Neste sentido, a presença de embarcações de grande porte gera conflitos entre pescadores industriais e de pequena escala devido à competição por áreas de pesca, contribuindo com a ocupação costeira e, conseqüentemente com a necessidade de maior estrutura para abrigar tais embarcações nestes ambientes, como baías estuarinas (MARTINS e DOXSEY, 2006; MARTINS et al, 2009).

De acordo com Barletta e Costa (2009), cada estuário tem características únicas devido à combinação de fatores como cultura, ecologia, clima e aporte continental. Em virtude disso, para realizar o manejo e a conservação destas áreas faz-se necessário levar em consideração estes fatores. Além da perda ecológica, o modelo de ocupação sem planejamento prévio também gera empobrecimento das comunidades tradicionais que dependem dos recursos que advém do ambiente estuarino. Os ecossistemas estuarinos e costeiros proveem benefícios e serviços ao bem estar e à economia humana. Os ambientes estuarinos como manguezais e outras áreas rasas estuarinas funcionam como principais exportadores de espécies de importância comercial para ambientes marinhos, como recifes localizados em plataformas continentais adjacentes a zona costeira (ABLE, 2005; VASCONCELOS et al, 2011).

O município de Conceição da Barra, Espírito Santo, vem sendo impactado por ações antrópicas sem planejamento ao longo dos anos. Inicialmente a exploração madeireira foi responsável por impulsionar a economia local a partir da fragmentação da Mata Atlântica na região. Com a decadência dessa atividade, a base da economia local passou a vir do setor pesqueiro. Porém, a má gestão, sobrepesca e o assoreamento do canal principal do rio São

Portanto gerar dados sobre os recursos pesqueiros e processos ecológicos que regem este ecossistema são necessários e urgentes para o manejo sustentável dos recursos pesqueiros da região, visando à integração da atividade pesqueira e conservação dos recursos naturais. O melhor conhecimento da ictiofauna do estuário do rio São Mateus também auxiliará no manejo e conservação da Área de Preservação Ambiental (APA) de Conceição da Barra.

Diante do exposto, buscamos por meio deste testar a hipótese de que a estrutura da assembleia de peixes de áreas rasas no estuário do rio São Mateus, Espírito Santo, difere ao longo das estações do ano e ao longo do gradiente estuarino, sendo as áreas rasas do estuário do rio São Mateus ambientes vitais para diversas espécies de peixes durante o estágio inicial de vida, inclusive espécies de interesse comercial.

## 2. Objetivos

### **OBJETIVO GERAL**

- Determinar a composição e estrutura da ictiofauna nas áreas rasas do estuário do rio São Mateus, relacionando-a com os parâmetros ambientais nas diferentes estações no ano.

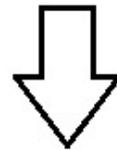
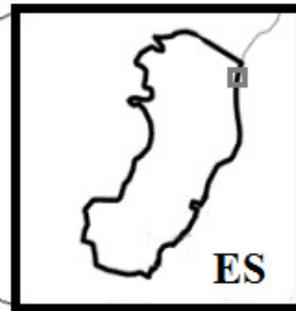
### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar potenciais ambientes berçários para a ictiofauna do estuário do rio São Mateus.
- Determinar a variação espacial da ictiofauna nas áreas rasas amostradas.
- Gerar dados que possam auxiliar no manejo da APA de Conceição da Barra.
- Contribuir para o conhecimento da ictiofauna da bacia do rio São Mateus, fornecendo subsídio para o PELD - Caracterização ambiental da bacia do rio São Mateus frente a aspectos naturais e antrópicos - desenvolvido pelo programa de pós-graduação em Biodiversidade Tropical do CEUNES-UFES.

## 3. Materiais e Métodos

### 3.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada no estuário do rio São Mateus ( $18^{\circ}35'59.8''\text{S}$ ;  $39^{\circ}43'56.3''\text{W}$ ), localizada na região norte do estado do Espírito Santo, município de Conceição da Barra (Fig. 1). O clima da região é denominado Tropical Úmido e o estuário possui regime micromareal com marés semidiurnas. A bacia do rio São Mateus compreende aproximadamente  $13482\text{ km}^2$ , o rio São Mateus é formado principalmente pelas bacias do rio Cotaxé e Cricaré, que possuem as nascentes localizadas no estado de Minas Gerais (ANA, 2009). Em relação à caracterização morfodinâmica costeira associada ao estuário do rio São Mateus, a unidade costeira é denominada por um cordão litorâneo largo com praias intermediárias com presença de dunas frontais. Eventos erosivos associados à desembocadura fluvial são constantemente registrados (ALBINO et al, 2006) e intervenções como engordamento artificial e a instalação de espigões foram realizados na última década visando a mitigação do processo erosivo na região



39°78' O

39°72' O

18°58' S



O presente estuário é dominado por vegetação típica de manguezal que ocupa 11 km<sup>2</sup> da região estuarina, onde são registradas ao longo do curso d'água espécies como *Avicennia germinans*, *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* (SILVA et al, 2005; BERNINI et al, 2006). A fragmentação da vegetação de mangue, o lançamento de efluentes domésticos, pesca predatória, cultivo ilegal de organismos aquáticos e a ocupação desordenada da margem do rio são atividades antrópicas frequentemente registradas no estuário (SILVA et al, 2005; VALE e ROSS,2011). No entanto, o sedimento presente no manguezal do estuário do rio São Mateus apresenta baixas concentrações de metais pesados (Fe, Mn, Zn e Cu) em relação a amostras de sedimento provenientes de outras florestas de mangue do sudeste brasileiro (BERNINI et al, 2006).

Embora o estuário seja dominado por mangue, vários ambientes distribuídos ao longo do corpo estuarino configuram diferentes mosaicos de habitats. Deste modo, 8 pontos amostrais localizados desde próximo a foz do estuário até a porção superior foram escolhidos (Fig. 1b). Sendo eles:

- PONTO 1 (18°36' 15.8" S; 39°43' 59" W): Este ponto compreende uma praia arenosa e localiza-se aproximadamente a 900 metros da foz do estuário, possuindo uma faixa arenosa extensa composta por dunas na parte superior da face praial (Fig. 2). A margem vegetada por árvores de mangue fica aproximadamente a 800 metros da faixa entre marés da praia amostrada neste estudo. O sedimento consiste em areia fina moderadamente selecionada, a salinidade média é 14,6 ppm, com turbidez média de 15,4 NTU e a profundidade média deste ponto é de 41cm.



situado na mesma faixa costeira arenosa do Ponto 1 que ao total possui 2,5 km de extensão e, como em toda porção inferior adjacente a foz do estuário do rio São Mateus, possui dominância de planícies de maré e praias arenosas em relação a vegetação de manguezal localizada principalmente no interior do complexo estuarino. A salinidade média neste ponto é de 13,2 ppm, com turbidez média de 15,4 NTU e profundidade média 27,8 cm.



**Figura 3:** Área amostral do Ponto 2 localizada na porção inferior do estuário do rio São Mateus na região com dominância de planícies de maré e praias arenosas estuarinas.

- PONTO 3(18°35' 47.4" S; 39°44' 58.4" W): Compreende um ponto de interseção entre a presença de planícies arenosas não vegetadas e o início da vegetação massiva de manguezal do estuário. Adjacente ao canal principal do estuário e a este ponto amostral, encontra-se um canal de mangue proveniente de canais menores localizados no interior da floresta de mangue constituída pelas espécies *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* (VALE et al, 2012) (Fig. 4).O sedimento consiste em areia fina moderadamente selecionada, a salinidade média é 14,6 ppm, com turbidez média de 15,4 NTU e a profundidade média deste ponto é de 41cm.



aproximadamente a 80 metros do local de amostragem (Fig. 5). Segundo Vale et al (2012), o processo de sedimentação e formação desta planície arenosa é recente e possibilitou a colonização pelas espécies de mangue, neste caso principalmente *Rhizophora mangle*. Como nos demais pontos o sedimento predominante é areia fina, a salinidade média é de 5,4 ppm, enquanto a turbidez é 37,8 NTU e a profundidade 28 cm.



Figura 5: Ponto 4 localizado na porção média do estuário com domínio de manguezal próximo.

- PONTO 5 (18°36' 23.7" S; 39°45' 31.7" W): Como o ponto anterior, o Ponto 5 está situado na porção média do estuário e, juntamente com o Ponto 4, constitui o ponto amostral com maior influência de vegetação de mangue (Fig. 6). A planície sedimentar onde foram realizados os arrastos para captura da ictiofauna é densamente vegetada, sendo principalmente dominada por *Rhizophora mangle*, porém de menor porte em relação às do bosque principal que se localiza a 67 metros. O sedimento consiste em areia fina, a salinidade média é 5,9 ppm, com turbidez média de 39,2 NTU e a profundidade média deste ponto é de 24 cm.



et al, 2005; BERNINI et al, 2006). O sedimento consiste em areia fina moderadamente selecionada, a salinidade média é 3,1 ppm, com turbidez média de 32,8 NTU e a profundidade média deste ponto é de 53 cm.



Figura 7: Área amostral referente ao Ponto 6 situado entre a porção média e superior do estuário com vegetação mista de água doce e manguezal.

- PONTO 7 (18°39' 02.9" S; 39°45' 45.1" W): Situado na porção superior do estuário, o ponto amostral circunda uma densa vegetação de taboa *Tipha domingensis* (Fig. 8). Neste setor do estuário a vegetação típica de mangue é escassa e o entorno apresenta uma ocupação ribeirinha que se destaca principalmente na região próxima denominada Meleiras, onde podemos verificar ocupação desordenada, fragmentação da vegetação original e cultivo de côco. O sedimento deste ponto é constituído basicamente de areia fina moderadamente selecionada, a salinidade média é 1,1 ppm, com turbidez média de 35,2 NTU e a profundidade média deste ponto é de 79 cm.



estuário situado na região chamada Meleiras onde pode-se verificar intensa ocupação com presença de residências, cultivo de côco e pesca (SILVA et al, 2005). No entorno do ponto amostral verifica-se presença de taboa *Typha domingensis* e vegetação de mangue em menor densidade no centro (Fig. 9). O sedimento consiste em areia fina moderadamente selecionada, a salinidade média é 0,8 ppm, com turbidez média de 31,0 NTU e a profundidade média deste ponto é de 73,3 cm.



Figura 9: Área amostral do Ponto 8 situado na porção superior do estuário do rio São Mateus.

### 3.2 Coleta de dados

Oito áreas rasas foram amostradas no estuário do rio São Mateus mensalmente de Julho/ 2012 a Junho/ 2013, perfazendo um total de doze meses, em condições de maré de quadratura sempre no período diurno.

As coletas dos peixes foram realizadas utilizando uma rede de arrasto do tipo “picaré” com 2,6 m de altura x 15 m de comprimento, saco/funil de 2 m de comprimento e malha de 0,5 cm entre nós, conduzida paralelamente a margem. Com o propósito de padronizar a

Durante as triagens todos os peixes capturados foram identificados até o menor nível taxonômico possível, utilizando os seguintes manuais de identificação: Figueiredo e Menezes (1977; 1978; 1980; 2000), Menezes e Figueiredo (1980; 1985), Carpenter (2002). Após a identificação, os indivíduos foram pesados (g) e medidos (mm): comprimento padrão (CP) e total (CT), respectivamente com auxílio de uma balança de precisão e de um ictiômetro.

Em cada uma das áreas de coleta, concomitante às coletas de peixes, os parâmetros ambientais foram registrados seguindo o padrão de coleta do material biológico, ou seja os dados abióticos foram registrados para cada arrasto. A temperatura foi mensurada utilizando o multiparâmetro YSI Professional Plus, o registro da salinidade foi realizado com refratômetro portátil. Por ser inviável utilizar o turbidímetro em campo, garrafas plásticas foram utilizadas para coletar água, em seguida eram guardadas em isopor e encaminhadas para o laboratório onde a análise era realizada em um período inferior a 24 horas. A profundidade de cada arrasto foi verificada com auxílio de uma régua adaptada, foram determinadas três profundidades: próximo a margem, próxima ao saco da rede e no calão mais distante da margem. Em relação aos dados de sedimento, a coleta do material ocorreu apenas uma vez com o objetivo de caracterizar os pontos amostrais em relação a sua composição do substrato.

As atividades descritas acima foram previamente autorizadas pelo ICMBio sob o registro 33920 (SISBIO).

### 3.3 Análise de dados

Com o intuito de verificar a similaridade entre os pontos amostrais do estuário do rio São Mateus, os dados dos parâmetros ambientais coletados (salinidade, turbidez, temperatura e profundidade) foram submetidos à análise de agrupamento e a análise de similaridade (ANOSIM), ambas geradas a partir de uma matriz de similaridade utilizando distância Euclideana. Posteriormente, análises de variância (ANOVA Two-way) foram empregadas

Através de uma matriz de similaridade utilizando coeficiente de Bray-Curtis (dados de abundância de peixes) foi aplicada a análise de similaridade (ANOSIM Two-way) para verificar se a composição da ictiofauna difere entre as estações do ano (Jul, Ago e Set, inverno; Out, Nov e Dez, primavera; Jan, Fev e Mar, verão; Abr, Mai e Jun, outono) e os pontos de coleta. O procedimento SIMPER foi posteriormente utilizado para diagnosticar quais espécies foram mais importantes e contribuíram para a formação dos grupos. Adicionalmente, para avaliar mudanças temporais e espaciais na estrutura da ictiofauna presente nas áreas rasas, dados totais de abundância, biomassa e número de espécies foram submetidos a análises de variância (ANOVA Two-way) entre estações do ano e pontos amostrais. Em casos onde ANOVA apresentou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) utilizou-se o teste *a posteriori* de Bonferroni (UNDERWOOD, 1997).

Para avaliar as variações temporais e espaciais ao nível de espécie, foi realizada análise de variância não paramétrica (Kruskal-Wallis) de seis espécies selecionadas como as principais espécies responsáveis pela estruturação da ictiofauna nos pontos, obtido a partir do SIMPER, sendo elas: *Ctenogobius boleosoma*, *Atherinella brasiliensis*, *Mugil curema*, *Rhinosardinia bahiensis*, *Trinectes paulistanus* e *Sphoeroides testudineus*. Adicionalmente, *Centropomus parallelus* e *Centropomus undecimalis* foram incluídas nas análises, devido a sua importância comercial local e regional. Visando determinar picos sazonais de recrutamento das principais espécies, histogramas utilizando dados de abundância foram construídos para cada estação do ano utilizando o método de Sturges (1926) para selecionar as classes de tamanho.

Para determinar a influência dos diferentes parâmetros ambientais sobre a ictiofauna das áreas rasas foi realizada a análise de correspondência canônica mediante prévia transformação (raiz quarta) dos dados.

Por último, para verificar padrões geográficos de similaridade entre diferentes áreas

estuarino (verificado pela presença de espécies típicas marinhas e de água doce em todos estudos). Posteriormente uma matriz de presença e ausência das espécies (Apêndice A) foi construída e usada para desenvolver uma análise de agrupamento utilizando a matriz de similaridade de Sørensen (HUBALEK, 1982) e testada mediante SIMPROF para verificar a significância dos grupos formados.

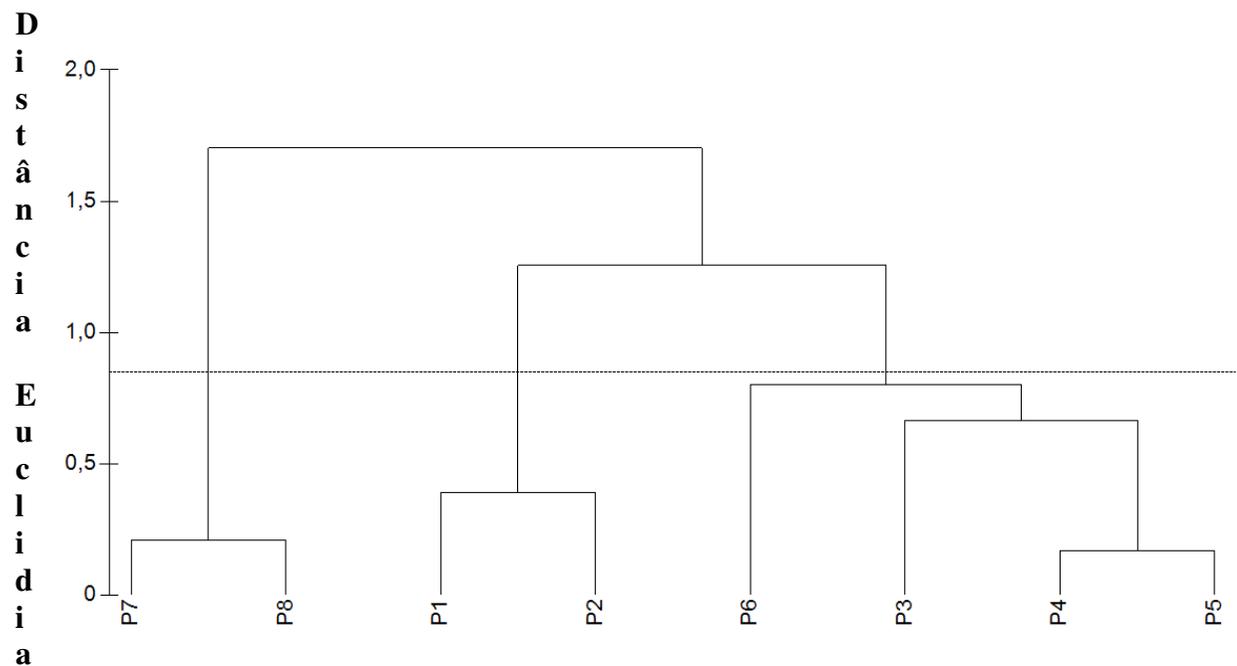
# 4. Resultados

## 4.1 Parâmetros abióticos

A salinidade variou entre 0 e 25 ppm, sendo os valores médios mais altos nos pontos situados no setor inferior do estuário do rio São Mateus (pontos 1 e 2), e os mais baixos no setor superior do estuário (pontos 7 e 8), indicando o gradiente salino esperado ao longo do corpo d'água estuarino. A temperatura média registrada no estuário foi de 28°C ao longo do período amostral, sendo a mínima de 23,9°C no início do inverno (julho) e máxima de 32°C no final do verão (março). Em relação à turbidez da água, o valor mínimo registrado foi 2,0 NTU e máximo de 144,0 NTU durante o outono e verão, respectivamente, com média de 29,7 NTU. A profundidade média registrada nas diferentes áreas rasas do estuário foi de 46,7 cm, variando entre 13 cm a 150 cm.

Em relação ao substrato, a tipologia do sedimento verificada nos pontos amostrais não apresentou diferença, tendo o substrato arenoso contribuído com mais de 97 % da composição do substrato em todos os pontos amostrais. Vale ressaltar que as amostras de sedimento analisadas não apresentaram argila em sua composição.

A análise de agrupamento (Cluster) utilizando as variáveis abióticas salinidade, temperatura, turbidez e profundidade distinguiu 3 grupos compostos pelos oito pontos amostrais (Fig. 10). O primeiro grupo é constituído pelos pontos 1 e 2, localizados mais próximos a foz do estuário compreendendo as praias arenosas, onde foram registradas as maiores médias de salinidade e menores médias de turbidez durante o período amostral. O segundo grupo é constituído pelos pontos 3, 4, 5 e 6, todos localizados no setor médio do estuário. O terceiro grupo composto pelos pontos 7 e 8, onde foram registradas as menores



**Figura 10:** Dendrograma utilizando Distância Euclidiana baseado nos parâmetros abióticos (salinidade, temperatura, turbidez e profundidade) nas 8 áreas rasas amostradas no estuário (P1 a P8).

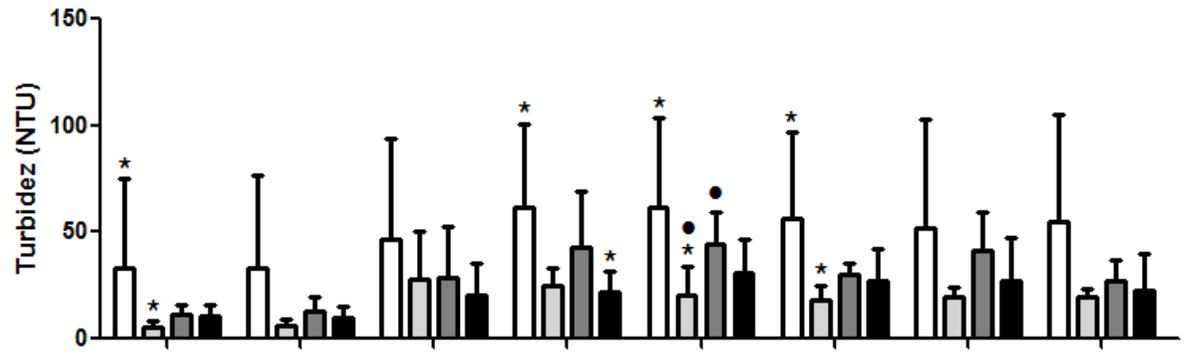
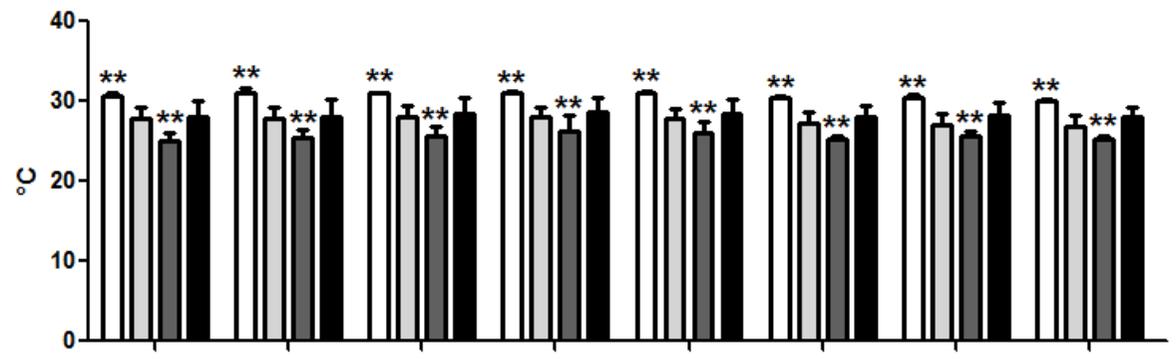
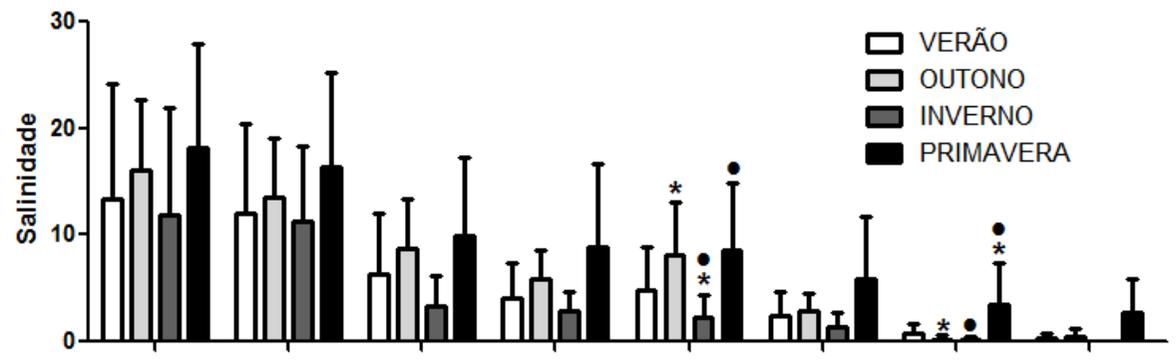
Os parâmetros abióticos mensurados ao longo das coletas apresentaram variações significativas entre os pontos amostrais e as estações do ano. Os dados de salinidade testados utilizando a análise de variância (ANOVA Two-way) obtiveram diferenças significativas entre os pontos ( $p < 0,001$ ) e as estações ( $p < 0,001$ ). O teste *post-hoc* Bonferroni indicou que a salinidade registrada no ponto 5, diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ) entre as estações de outono e inverno e entre inverno e primavera. Neste contexto, o ponto 7 variou entre as estações de outono e primavera ( $p < 0,05$ ) e entre inverno e primavera ( $p < 0,05$ ).

A temperatura não variou em relação aos pontos amostrais (ANOVA Two-way;  $p > 0,05$ ). Contudo, entre as estações do ano houve diferença significativa ( $p < 0,001$ ).

e primavera ( $p < 0,05$ ), já a turbidez do ponto 5 variou significativamente ( $p < 0,05$ ) entre outono e inverno.

A profundidade diferiu entre pontos ( $p < 0,001$ ) e estações do ano ( $p < 0,01$ ). Diferenças significativas na profundidade foram observadas no ponto 4 ( $p < 0,05$ ) do outono para o inverno e primavera, além de verificar relação semelhante para o ponto 2 entre as estações de inverno e primavera e para o ponto 7 entre outono e primavera.

Os resultados referentes às análises de variância (ANOVA Two-way) dos parâmetros ambientais nos pontos e ao longo das estações estão ilustrados na figura 11.



## 4.2 Assembleia de peixes

Ao total, 288 arrastos foram realizados nas áreas rasas do estuário do rio São Mateus representando uma área total amostrada de 43200 m<sup>2</sup>, onde foram capturados 13090 espécimes distribuídos em 83 *taxa* pertencentes a 31 famílias (Tab.1). A densidade média registrada nas áreas rasas foi de 30 peixes/100m<sup>2</sup> e a biomassa média de 63 g/100m<sup>2</sup>. Das 31 famílias 12 foram responsáveis por mais de 98% da captura, sendo Engraulidae a mais abundante (44,31%), seguida de Tetraodontidae (9,24%), Mugilidae (9,07%), Clupeidae (7,45%), Gobiidae (6,62%), Achiridae (6,62%), Atherinopsidae (5,00%), Gerreidae (3,42%), Centropomidae (2,41%), Carangidae (1,54%), Ariidae (1,50%) e Paralichthyidae (1,09%). Em relação ao número de espécies, as famílias mais representativas foram: Engraulidae com 9 espécies, Carangidae (7), Gobiidae, Achiridae e Gerreidae (5), Ariidae, Paralichthyidae e Sciaenidae (4) e Haemulidae (3).

Nas praias arenosas (pontos 1 e 2), as espécies que representaram mais de 50% da captura total em abundância em cada ponto foram: *Atherinella brasiliensis* (23,9%), *Sphoeroides spengleri* (15,9), *Mugil cf. hospes* (9,8) e *Trachinotus falcatus* (8,6%) (ponto 1) e *Mugil curema* (37,7%) e Engraulidae juvenil não identificado (NI) (23,8%) (ponto 2). Engraulidae juvenil NI foi o *taxa* mais representativo nos pontos 3 (57,95%), 4 (62,8%) e 6 (75,6%). No ponto 5, Engraulidae juvenil NI representou 48,8% e *Sphoeroides testudineus* 16,3%. Enquanto nos pontos 7 e 8 as espécies mais representativas foram: *Rhinosardinia bahiensis* (22,7%), *Trinectes paulistanus* (16,3%), *Achirus lineatus* (7,5%) e *Mugil curema* (7,2%) (ponto 7) e *Lycengraulis grossidens* (30,6%) e *Rhinosardinia bahiensis* (20,4%) (ponto 8).

**Tabela 2:** Média, valor mínimo e máximo (range) do comprimento padrão (CP - mm), densidade de indivíduos por 100 m<sup>2</sup>, peso médio e total de cada espécie, pontos e estações onde foram registradas as espécies das oito áreas rasas estudadas no estuário do rio São Mateus, ES.

Família Espécie	CP (mm)		Densidade (ind/100 m <sup>2</sup> )	Pontos de ocorrência	PT (g)		Estações de ocorrência
	Média	Range			Média	Total	
<b>Elopidae</b>							
<i>Elops smithi</i> (McBride, Rocha, Ruiz-Carus & Bowen, 2010)	31,00	30-32	< 0,01	1	0,08	0,25	Inv
<b>Albulidae</b>							
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	40,40	25-58	0,08	1; 2	0,20	7,14	Inv; Pri; Out
<b>Ophichthidae</b>							
<i>Ahlia egmontis</i> (Jordan, 1884)	59,00	59	< 0,01	8	0,08	0,08	Out
<b>Engraulidae</b>							
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	84,40	80-88	0,01	1	8,95	62,67	Ver
<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	67,70	44-92	0,39	3; 6; 7; 8	3,92	674,99	Todas
<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler, 1911)	35,60	27-74	0,05	5; 8	0,53	11,81	Ver; Out
<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)	44,00	19-139	1,91	Todos	2,08	1725,22	Todas
<i>Anchoa spinifer</i> (Valenciennes, 1848)	56,00	34-76	0,06	1; 3; 7	2,28	66,15	Inv; Out
<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	44,00	27-62	0,40	7; 8	0,87	153,03	Pri
<i>Anchoa tricolor</i> (Spix & Agassiz, 1829)	66,70	65-70	< 0,01	3	3,86	11,60	Pri
<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1900)	36,00	36	< 0,01	1	0,51	0,51	Out
Juvenil não identificado	24,40	9-42	10,56	Todos	0,11	498,36	Todas
<b>Clupeidae</b>							
<i>Rhinosardinia bahiensis</i> (Steindachner, 1879)	46,60	24-80	2,25	3; 4; 5; 6; 7; 8	1,56	1525,19	Todas
<b>Prochilodontidae</b>							
<i>Prochilodus argenteus</i> (Spix & Agassiz, 1829)	68,00	65-70	< 0,01	1; 4	9,6	28,82	Ver
<b>Characidae</b>							
<i>Astyanax lacustris</i> (Lütken, 1875)	63,70	49-80	< 0,01	5; 8	7,91	23,75	Inv; Ver
<b>Heptapteridae</b>							
<i>Pimelodella lateristriga</i> (Lichtenstein, 1823)	67,30	22-105	0,08	5; 7; 8	5,07	177,61	Inv; Pri; Ver

**Tabela 2: continuação**

Família	Espécie	CP (mm)		Densidade (ind/100 m <sup>2</sup> )	Pontos de ocorrência	PT (g)		Estações de ocorrência
		Média	Range			Média	Total	
<b>Ariidae</b>								
	<i>Genidens genidens</i> (Cuvier, 1829)	66,40	45-134	0,33	Todos	4,47	652,52	Todas
	<i>Aspistor luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	93,20	80-116	0,02	1	11,41	125,60	Inv
	<i>Cathorops spixii</i> (Agassiz, 1829)	62,00	62	< 0,01	5	4,89	4,89	Out
	<i>Sciades</i> sp.	82,47	68-104	0,08	1; 2	7,52	285,75	Inv; Ver
<b>Synodontidae</b>								
	<i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)	72,00	42-133	0,02	1; 2; 3	5,33	63,99	Inv; Pri; Out
<b>Mugilidae</b>								
	<i>Mugil curema</i> (Valenciennes, 1836)	28,80	12-230	2,51	Todos	0,57	1557,71	Todas
	<i>Mugil hospes</i> (Jordan & Culver, 1895)	21,80	15-92	0,23	1; 2; 4; 7; 8	1,43	58,15	Inv; Pri; Ver
<b>Atherinopsidae</b>								
	<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	67,20	11-118	1,51	1; 2; 3; 4; 5; 7	5,06	3316,54	Todas
<b>Hemiramphidae</b>								
	<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	68,60	29-123	0,04	1; 5; 6	1,34	24,12	Inv; Pri
	<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)	96,30	57-116	0,02	3; 4; 5; 6	2,58	23,27	Inv; Pri, Ver
<b>Belonidae</b>								
	<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	154,20	65-259	0,01	1; 3; 5; 6	7,04	35,20	Inv; Pri; Ver
	<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)	142,30	52-336	0,02	1; 4; 5; 6; 7; 8	7,41	88,96	Todas
	<i>Strongylura</i> sp.	41,00	41	< 0,01	6	0,02	0,02	Inv
<b>Rivulidae</b>								
	<i>Kryptolebias ocellatus</i> (Hensel, 1868)	22,00	22	< 0,01	3	0,13	0,13	Out
<b>Syngnathidae</b>								
	<i>Syngnathus folletti</i> (Herald, 1942)	76,00	65-78	< 0,01	3; 4	0,15	0,46	Inv; Pri
	<i>Microphis brachyurus</i> (Bleeker, 1854)	109,40	83-169	0,04	1; 3; 4; 7; 8	0,73	13,97	Inv; Out
<b>Centropomidae</b>								
	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	91,00	26-204	0,36	1; 2; 3; 5; 6; 7; 8	14,71	2310,05	Todas

**Tabela 2: continuação**

Família	CP (mm)		Densidade (ind/100 m <sup>2</sup> )	Pontos de ocorrência	PT (g)		Estações de ocorrência
	Média	Range			Média	Total	
<i>Centropomus parallelus</i> (Poey, 1860)	58,10	19-185	0,36	1; 2; 3; 5; 6; 7; 8	4,79	753,25	Todas
<i>Centropomus</i> spp.	14,50	14-15	< 0,01	8	0,03	0,06	Pri
<b>Carangidae</b>							
<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	39,30	26-96	0,05	Todos	3,41	75,11	Inv; Ver; Out
<i>Caranx latus</i> (Agassiz, 1831)	65,20	27-129	0,03	1; 2; 3; 7; 8	11,57	196,68	Todas
<i>Caranx</i> sp.	6,00	6	< 0,01	3	0,01	0,01	Out
<i>Oligoplites saliens</i> (Bloch, 1793)	64,80	15-109	0,01	2; 5; 7	6,61	33,08	Inv; Pri; Ver
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	17,80	10-27	0,02	1; 3; 4; 5; 6; 7; 8	0,15	1,82	Todas
<i>Oligoplites</i> sp.	9,00	9	< 0,01	7	0,01	0,01	Pri
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	33,10	11-64	0,09	1; 2	1,98	77,45	Todas
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	34,00	12-38	0,21	1; 2; 3; 5; 6	3,58	337,08	Todas
<i>Trachinotus goodei</i> (Jordan & Evermann, 1896)	80,00	31-113	0,02	1; 2	19,87	198,77	Inv; Pri; Ver
<b>Lutjanidae</b>							
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	34,00	15-71	0,02	1; 3; 5; 7	2,84	25,59	Inv; Pri; Out
<b>Lobotidae</b>							
<i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch, 1790)	54,00	54	< 0,01	2	7,1	7,10	Ver
<b>Gerreidae</b>							
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	30,80	11-81	0,17	1; 3; 5; 6; 7; 8	1,16	86,94	Todas
<i>Eucinostomus argenteus</i> (Baird & Girard, 1854)	46,10	14-88	0,44	1; 3; 4; 5; 6; 7; 8	3,96	765,38	Todas
<i>Eucinostomus</i> spp.	11,40	8-19	0,21	Todos	0,01	1,42	Todas
<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	37,00	35-39	< 0,01	7; 8	1,41	2,83	Pri; Ver
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	42,30	31-64	0,19	1; 3; 5; 6; 7; 8	2,33	196,12	Todas
<i>Diapterus auratus</i> (Ranzani, 1842)	53,50	52-55	< 0,01	6; 7	4,41	8,83	Pri; Ver
<b>Haemulidae</b>							
<i>Pomadasys ramosus</i> (Poey, 1860)	46,40	27-89	0,03	7;8	3,14	50,29	Inv; Out
<i>Pomadasys crocro</i> (Cuvier, 1830)	67,00	62-77	< 0,01	5	8,27	24,81	Pri

**Tabela 2: continuação**

Família	CP (mm)		Densidade (ind/100 m <sup>2</sup> )	Pontos de ocorrência	PT (g)		Estações de ocorrência
	Média	Range			Média	Total	
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	53,00	53	< 0,01	2	3,22	3,22	Pri
<b>Polynemidae</b>							
<i>Polydactylus oligodon</i> (Günthe, 1860)	96,00	90-100	< 0,01	1	18,80	56,40	Inv
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	104,00	101-107	< 0,01	1; 3	25,42	50,84	Inv; Out
<b>Sciaenidae</b>							
<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1860)	108,40	30-182	0,03	1; 2; 3	34,45	585,80	Inv; Pri; Out
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	85,40	76-109	0,01	1; 6; 7	11,90	59,50	Inv; Pri; Ver
<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	51,00	51	< 0,01	1	2,62	2,62	Ver
<i>Stellifer naso</i> (Jordan, 1889)	120,00	120	< 0,01	3	38,50	38,50	Ver
<b>Uranoscopidae</b>							
<i>Astroscopus y-graecum</i> (Cuvier, 1829)	57,50	49-65	< 0,01	2; 3; 4	6,75	27,02	Inv; Out
<b>Gobiidae</b>							
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	20,00	8-40	1,65	Todos	0,12	87,95	Todas
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	85,90	21-145	0,34	5; 7; 8	8,14	1221,72	Todas
<i>Evorthodus lyricus</i> (Girard, 1858)	27,00	27	< 0,01	7	0,38	0,38	Pri
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes 1837)	86,00	86	< 0,01	5	14,20	14,20	Inv
<i>Awaous tajasica</i> (Lichtenstein, 1822)	48,00	48	< 0,01	8	1,53	1,53	Ver
<b>Ephippidae</b>							
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	25,00	25	< 0,01	3	1,06	1,06	Pri
<b>Paralichthyidae</b>							
<i>Citharichthys arenaceus</i> (Evermann & Marsh, 1900)	77,10	40-113	0,03	1; 2; 3; 5; 7	8,86	132,95	Inv; Pri; Ver
<i>Citharichthys macrops</i> (Dresel, 1885)	46,90	13-111	0,24	Todos	2,60	278,33	Todas
<i>Etropus crossotus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	69,90	49-87	0,03	1; 2; 3	7,91	134,54	Todas
<i>Paralichthys brasiliensis</i> (Ranzani, 1842)	73,00	8-156	< 0,01	1; 3; 7	25,29	101,17	Pri; Out
<b>Achiridae</b>							
<i>Achirus declivis</i> (Chabanaud, 1940)	19,10	12-28	0,01	8	0,33	2,67	Out

**Tabela 2: continuação**

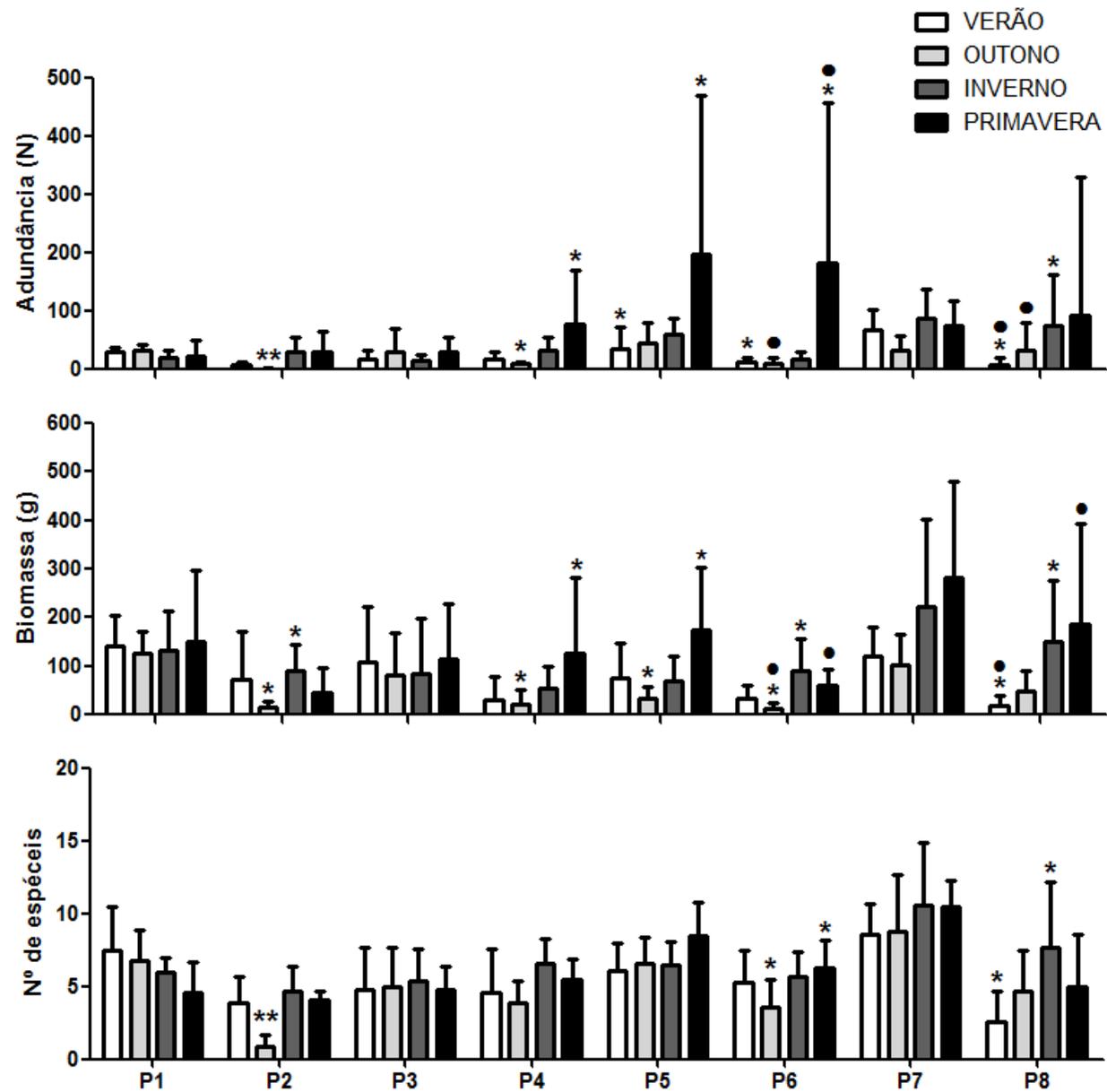
Família	Espécie	CP (mm)		Densidade (ind/100 m <sup>2</sup> )	Pontos de ocorrência	PT (g)		Estações de ocorrência
		Média	Range			Média	Total	
	<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	27,40	9-78	0,71	1; 3; 4; 5; 6; 7; 8	1,33	414,50	Todas
	<i>Achirus</i> sp.	6,00	6	< 0,01	4	0,01	0,01	Pri
	<i>Catathyridium garmani</i> (Jordan, 1889)	78,50	42-115	< 0,01	4; 8	37,66	75,32	Out
	<i>Trinectes microphthalmus</i> (Chabanaud, 1928)	22,70	16-42	0,06	3; 4; 5; 6; 7; 8	0,57	16,73	Pri; Ver; Out
	<i>Trinectes paulistanus</i> (Ribeiro, 1915)	30,90	8-59	1,19	3; 4; 5; 6; 7; 8	1,15	595,34	Todas
<b>Cynoglossidae</b>								
	<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)	86,00	86	< 0,01	4	5,20	5,20	Inv
	<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	54,00	54	< 0,01	3	1,19	1,19	Out
<b>Tetraodontidae</b>								
	<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	35,00	6-67	0,74	1; 3; 4; 5; 6; 7	2,73	879,00	Todas
	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	39,20	8-164	2,05	Todos	6,95	6180,44	Todas

A análise de similaridade (ANOSIM-Two-way) verificou que a composição das assembleias de peixes é dissimilar entre estações ( $p < 0,001$ ; R Global: 0,58) e entre pontos ( $p < 0,01$  e R Global: 0,15). Posteriormente, utilizando o procedimento SIMPER foi possível observar que no ponto 1 e 2 *Atherinella brasiliensis* contribuiu com 45,63% e 57,8% para a formação do grupo, respectivamente. Nos pontos 3 e 4 o *táxon* com maior contribuição para formação dos grupos destes pontos foi Engraulidae juvenil NI, contribuindo com 46,74% no ponto 3 e 31,26% no ponto 4. *Sphoeroides testudineus* contribuiu com 28,5% no ponto 5 e 26,62% no ponto 6. As espécies que mais contribuíram para a composição dos grupos nos pontos 7 e 8 foram *Trinectes paulistanus* (15,10%) e *Rhinosardinia bahiensis* (24,36%), respectivamente.

As análises Two-way ANOVA demonstraram que os dados de abundância, biomassa e número de espécies foram significativamente diferentes entre as estações do ano ( $p < 0,001$ ) e pontos de coleta ( $p < 0,001$ ). Em relação à abundância, o ponto 2 apresentou os menores valores médios no outono sendo significativamente diferentes das demais estações ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, nos pontos 4, 5 e 6 a maior média de abundância ocorreu na primavera diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) do outono nos pontos 4 e 6, assim como do verão ( $p < 0,05$ ) nos pontos 5 e 6. Já no ponto 8 observou-se menor média de abundância no verão sendo significativamente diferente do outono e inverno ( $p < 0,01$ ).

A biomassa no ponto 8 variou significativamente entre o verão (com menor média de biomassa) e inverno, assim como entre verão e primavera ( $p < 0,05$ ). Enquanto nos pontos 2, 4, 5, e 6, foram registrados os menores valores médios de biomassa no outono, diferindo estatisticamente do inverno nos pontos 2 e 6 e da primavera nos pontos 4 e 5 ( $p < 0,05$ ).

O número de espécies apresentou diferença significativa no ponto 2 entre outono, a estação com a menor média de número de espécies, e as demais ( $p < 0,001$ ). O ponto 6 também apresentou o menor média de número de espécies no outono, diferindo significativamente da primavera ( $p < 0,05$ ), estação com maior média número de espécies neste ponto. Assim como o ponto 2, o ponto 8 também registrou a maior média de número de espécies no inverno, porém neste último ponto essa

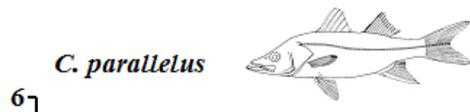
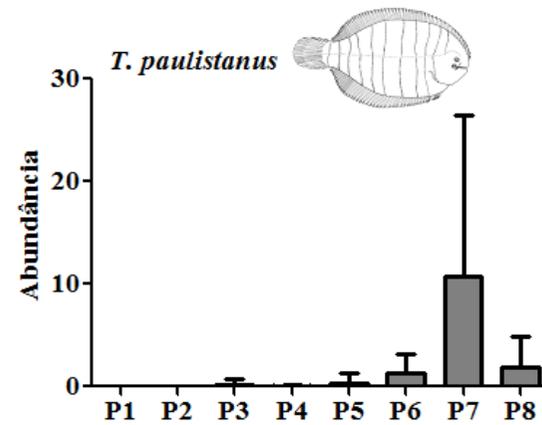
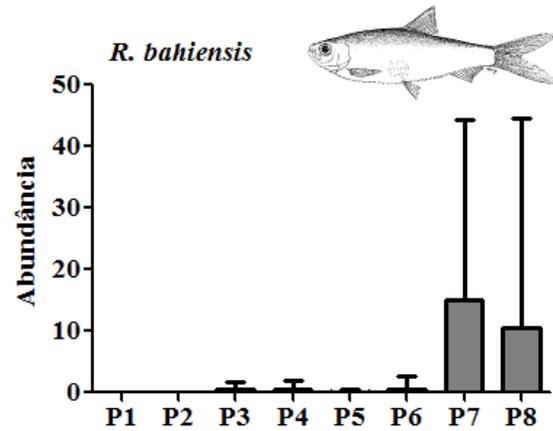
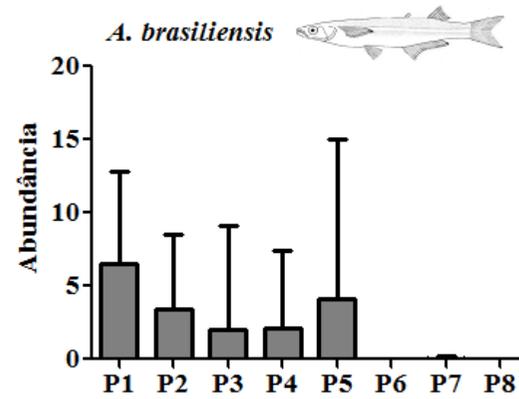
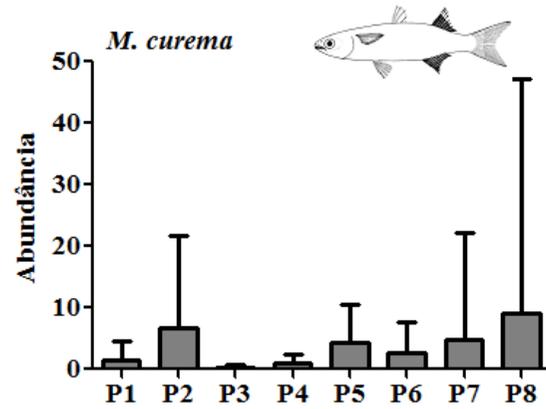
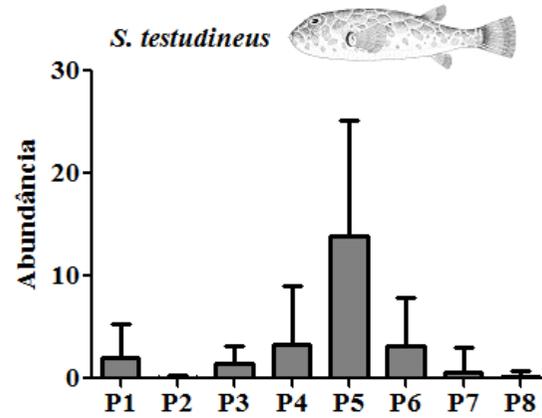
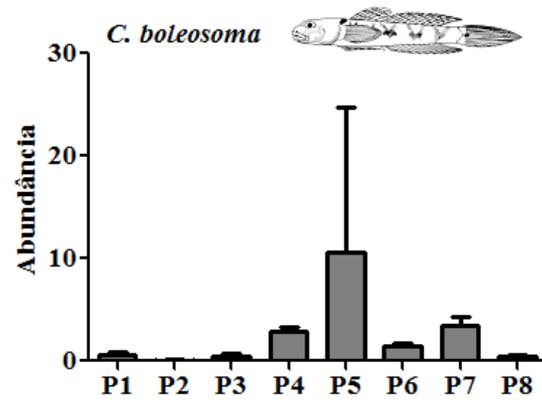


**Figura 12:** Valores médios e desvio padrão de abundância (n), biomassa(g) e número de espécies registradas nas oito áreas (P1 a P8) rasas ao longo das quatro estações do ano. Diferentes sinais, □ □ e □, denotam as estações que foram significativamente diferentes ( $p <$

(Fig.13). *C. boleosoma*, apresentou maior abundância no ponto 5, sendo significativamente diferente ( $p < 0,05$ ) de todos os outros pontos exceto dos pontos 4 e 7. O teste *pos hoc* Dunn mostrou que a abundância de *S. testudineus* difere significativamente ( $p < 0,05$ ) do ponto 5 para os demais pontos. A abundância de *M. curema* no ponto 3 foi diferente ( $p < 0,05$ ) dos pontos 2, 5 e 6. O ponto 1 apresentou a maior abundância de *A. brasiliensis* e o teste Dunn demonstrou que houve diferença significativa entre este ponto com os demais, com exceção do ponto 2. *R. bahiensis* foi abundante nos pontos 7 e 8, não demonstrando diferença significativa entre eles, porém o primeiro foi diferente de todos os outros pontos e no segundo a abundância foi diferente dos pontos 1, 2, 5 e 6 ( $p < 0,05$ ). A maior abundância de *T. paulistanus* ocorreu no ponto 7, diferindo significativamente dos demais pontos ( $p < 0,05$ ). Tanto *C. parallelus* quanto *C. undecimalis* foram mais abundantes no ponto 7, o primeiro diferindo significativamente deste ponto para os demais, no segundo não houve diferença do ponto 7 para o ponto 8.

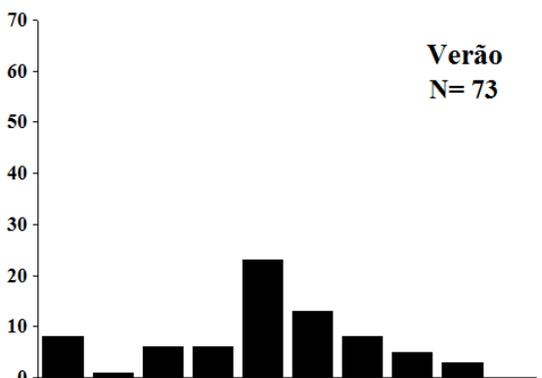
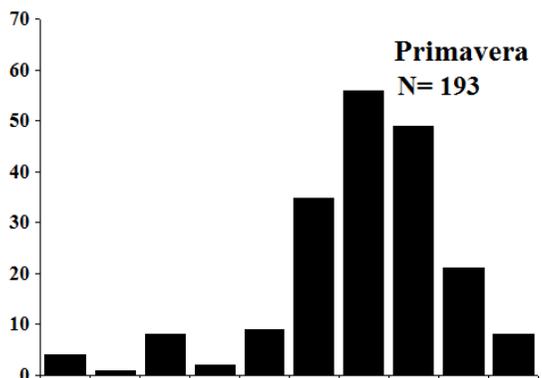
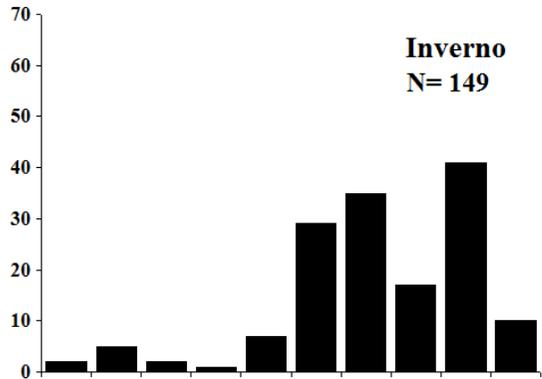
Em relação ao tamanho dos indivíduos capturados nas diferentes áreas rasas do rio São Mateus, observamos que a média do comprimento dos indivíduos foi de 36,5 mm, indicando o uso dessas áreas por espécimes de pequeno porte e juvenis. O menor tamanho observado foi 6mm (*Sphoeroides spengleri*, *Achirus* sp. e *Caranx* sp.) e o maior foi de 336 mm (*Strongylura timucu*) (Tab. 1).

As análises realizadas a partir do comprimento padrão (CP – mm) das espécies selecionadas possibilitaram a visualização da variação sazonal na distribuição da estrutura de tamanho das espécies. Durante a estação de outono foram registrados os menores indivíduos de *Atherinella brasiliensis* (Fig. 14). Ao contrário da espécie *Centropomus parallelus* (Fig.15) que não apresentou uma variação contundente entre as classes de tamanho ao longo das estações, o Robalo-flecha *Centropomus undecimalis* (Fig. 15) registrou maior abundância entre as menores classes de tamanho durante o inverno, principalmente para a classe de tamanho 70,5 – 92,7. Além disso, assim como *A. brasiliensis* espécie *Ctenogobius boleosoma* também apresentou durante o outono maior abundância de pequenos indivíduos (Fig. 16). Neste contexto, houve maior captura de indivíduos

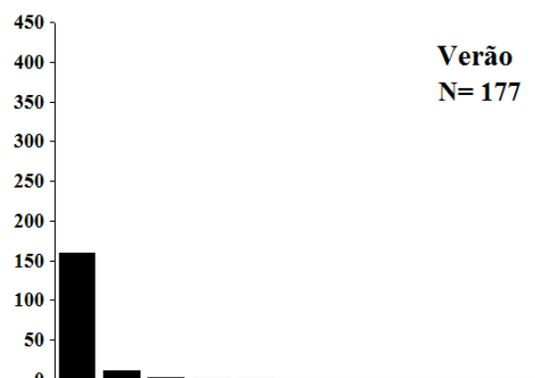
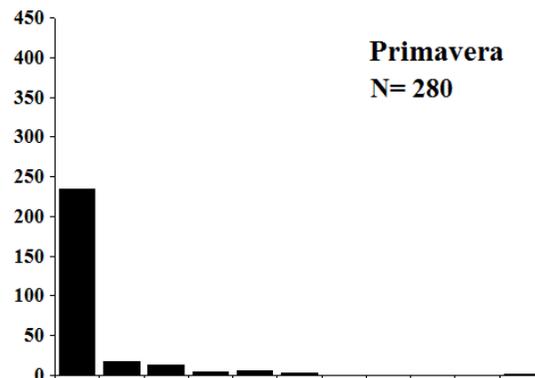
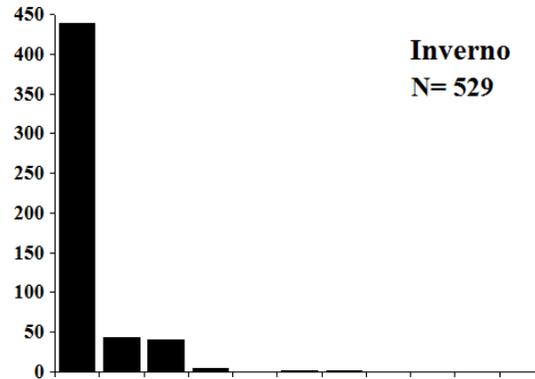


A  
b  
u  
n  
d  
â  
n  
c  
i  
a

*Atherinella brasiliensis*



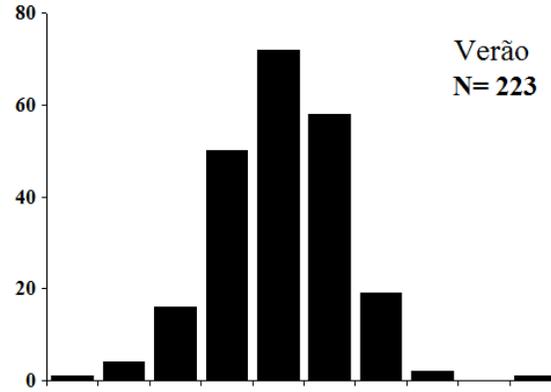
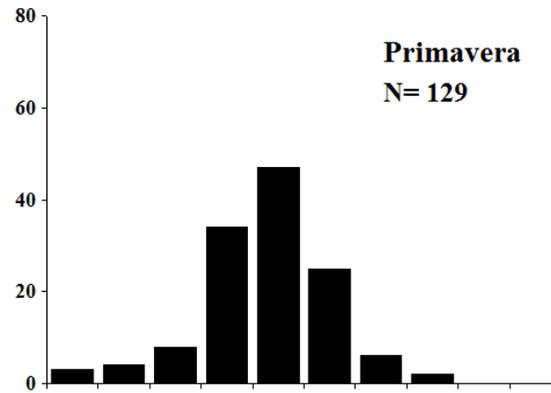
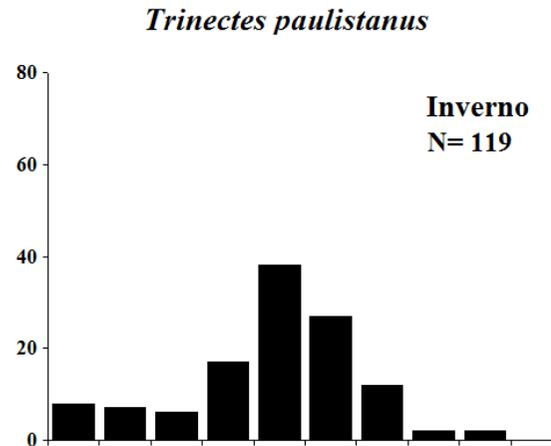
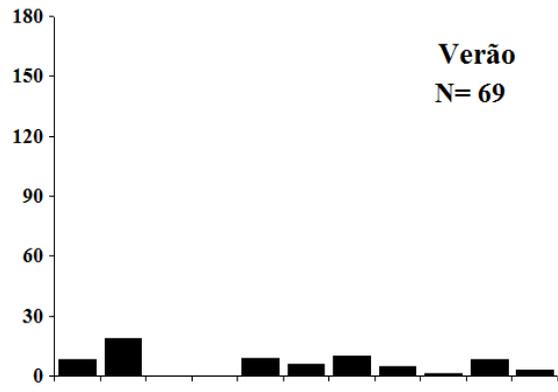
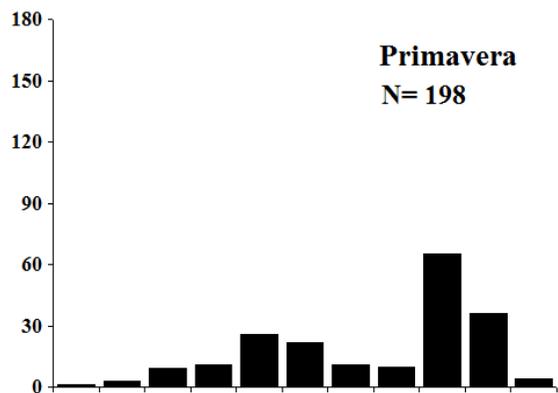
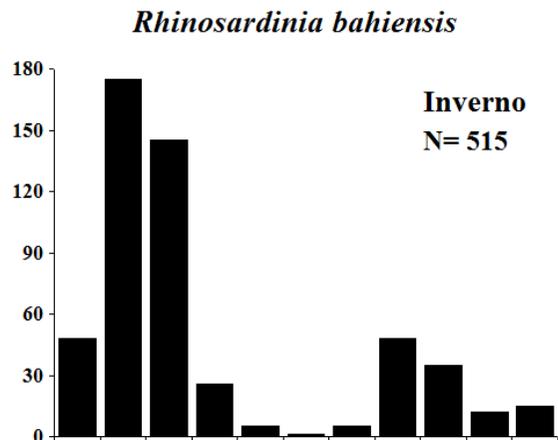
*Mugil curema*





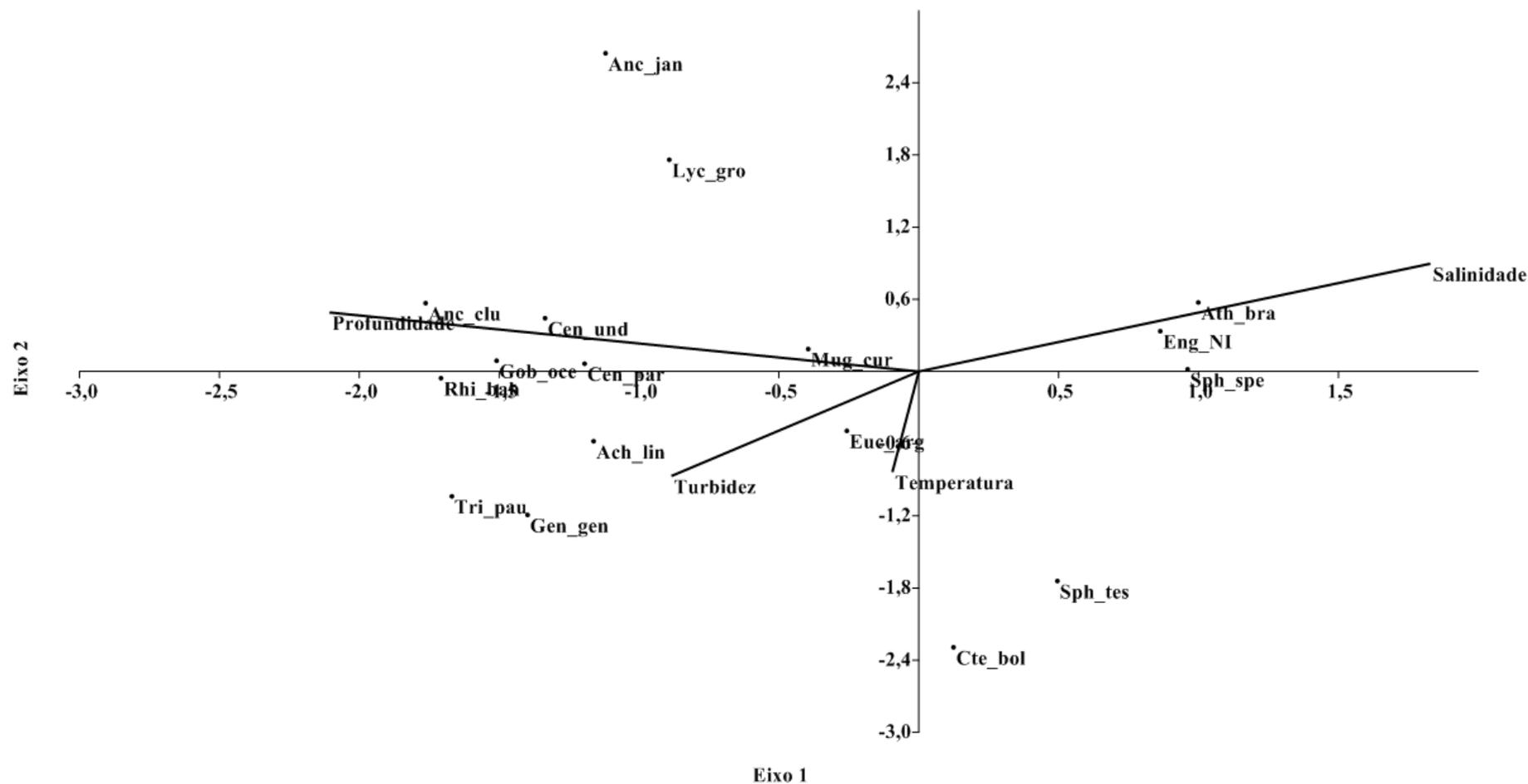


A  
b  
u  
n  
d  
â  
n  
c  
i  
a

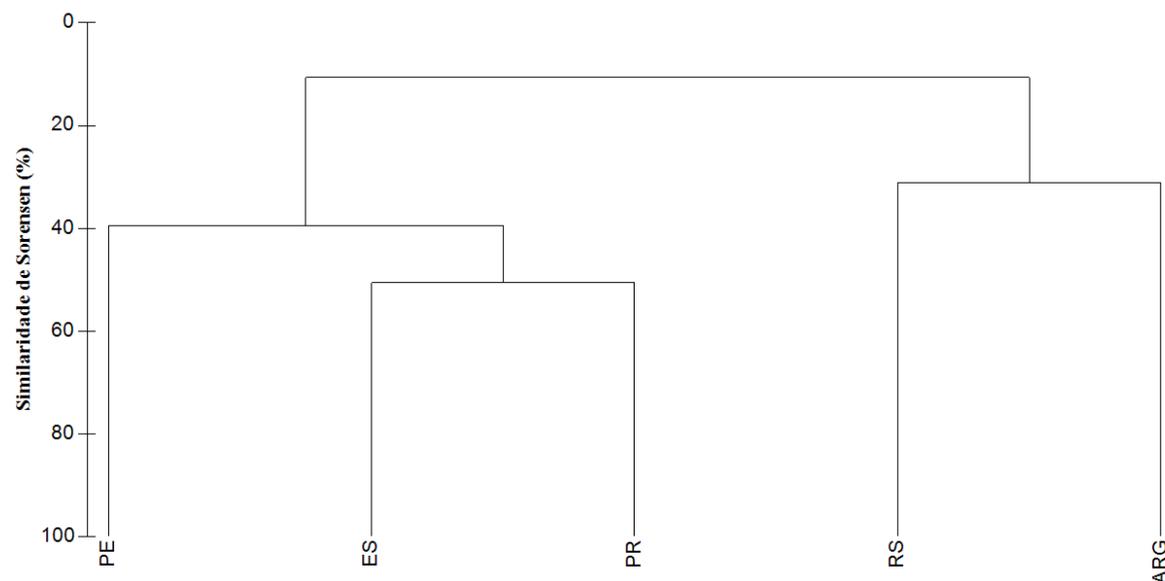


A análise de correspondência canônica mostrou que os eixos 1 e 2 explicam 89,07% - o eixo 1 explicou 66,74% da variação das espécies, enquanto o eixo 2 explicou 22,33% - da variação das espécies nas áreas rasas estudadas (Fig. 18). A salinidade foi a variável mais importante para variação da abundância de *A. brasiliensis*, *S. spengleri* e Engraulidae NI. Destas, a primeira e segunda espécies tiveram maior abundância no ponto 1 mais próximo a foz, com elevada salinidade em relação aos demais pontos. Por outro lado, as espécies *A. clupeioides*, *C. undecimalis*, *C. parallelus* e *G. oceanicus* foram positivamente relacionadas à profundidade, o que pode ser explicado pela maior abundância dessas espécies no ponto 7, área que possui a maior média de profundidade dentre as estudadas. As espécies *T. paulistanus*, *G. genidens* e *A. lineatus* foram relacionadas a variável turbidez. É importante ressaltar que tanto *T. paulistanus* quanto *G. Genidens* tiveram maior abundância nos pontos do setor superior do estuário nos meses de verão e nestes foi aferido um aumento da turbidez.

A análise de agrupamento baseada nos dados de presença e ausência das espécies de diferentes áreas rasas estuarinas ao longo do sul do Atlântico formou 2 grupos diferenciados por nível de similaridade 11% (Fig. 19), sendo um agregando as áreas rasas localizadas em regiões temperada e subtropical/temperada, o estuário do Mar de Chiquita (ARG) e o estuário da Lagoa dos Patos (RS) e o segundo grupo, os estuários pertencentes a regiões subtropical e tropical, Paranaguá (PR), São Mateus (ES) e rio Formoso (PE). As áreas rasas dos estuários de São Mateus (ES) e Paranaguá (PR) formaram um subgrupo separado por um nível de similaridade de 49%. A análise de perfil de similaridade (SIMPROF) demonstrou que o agrupamento realizado foi significativo ( $R_{Global} = 4,1; p < 0,05$ ).



**Figura 18:** Análise de correspondência canônica entre as espécies e as variáveis ambientais (salinidade, profundidade, temperatura e turbidez). Anc\_clu = *Anchovia clupeoides*; Lyc\_gro = *Lycengraulis grossidens*; Anc\_jan = *Anchoa januaria*; Eng\_NI = Engraulidade juveni não identificado; Rhi\_bah = *Rhinosardinia bahiensis*; Gen\_gen = *Genidens genidens*; Mug\_cur = *Mugil curema*; Ath\_bra = *Atherinella brasiliensis*; Cen\_und = *Centropomus undecimalis*; Cen\_par = *Centropomus parallelus*; Euc\_arg = *Eucinostomus argenteus*; Cte\_bol = *Ctenogobius boleosoma*; Gob\_oce = *Gobionellus oceanicus*; Ach\_lin = *Achirus lineatus*; Tri\_pau = *Trinectes paulistanus*; Sph\_tes = *Sphoeroides testudineus*.



**Figura 19:** Análise de agrupamento baseada no coeficiente de Sørensen dos dados de presença/ausência das espécies em áreas rasas de cinco estuários localizados no sul do Atlântico, sendo estes, o estuário do rio Formoso-Pernambuco (PE), estuário do rio São Mateus-Espírito Santo (ES), estuário de Paranaguá-Paraná (PR), estuário da Lagoa dos Patos-Rio Grande do Sul (RS) e estuário do Mar de Chiquita localizado na Argentina (ARG). Exceto o estuário do rio São Mateus-ES (presente estudo), os dados referentes aos demais estuários foram extraídos de Paiva et al (2008), Hackradt et al (2010), Garcia et al (2001) e Bruno et al (2013). Os grupos formados são significantes segundo teste SIMPROF ( $p < 0,05$ ).

## 5. Discussão

A assembleia de peixes presente em áreas rasas no estuário do rio São Mateus compreendeu peixes juvenis e de pequeno porte, como registrado em estudos realizados em outras áreas rasas estuarinas (LAZZARI et al, 2003; HACKRADT et al, 2010; VILAR et al, 2011). Desta forma, este trabalho fornece evidências que corroboram as áreas rasas estuarinas como potenciais ambientes berçários para diversas espécies de peixes, os quais apresentam variação sazonal implicando assim na mudança estrutural da assembleia de peixes ao longo do ano.

Em relação a estes grupos capturados em áreas rasas e os métodos utilizados, alguns autores utilizaram diferentes petrechos e/ou testaram diferenças na eficiência e no tipo de petrecho de pesca em ambientes rasos estuarinos e costeiros (GIARRIZZO e KRUMME, 2007; MONTEIRO-NETO e PRESTRELO, 2013). Nestes trabalhos confirmou-se que a captura nestes ambientes consiste majoritariamente em peixes durante a fase juvenil, independente de diferentes petrechos e formas de utilização. Neste sentido, a utilização de rede de arrasto picaré, como as utilizadas no presente estudo, se faz eficiente na captura e estudo de indivíduos juvenis e pequeno porte constituindo um dos principais métodos de captura utilizado em ambientes rasos (LAYMAN, 2000; FRANCO et al, 2006; MONTEIRO-NETO e PRESTRELO, 2013; BRUNO et al, 2013).

Em estuários tropicais e temperados variações sazonais de parâmetros abióticos (ex: salinidade, temperatura e turbidez) provocam mudanças significativas na estrutura da ictiofauna com implicações na alimentação, reprodução e recrutamento dos peixes (BLABER e BLABER, 1980; CLARIDGE et al, 1986;

BARLETTA et al, 2005). No presente estudo, mudanças significativas na temperatura, salinidade e turbidez da água, em concordância com maior dissimilaridade da composição da ictiofauna entre as estações do ano, sugerem fortemente que estes fatores ambientais podem influenciar a ictiofauna presente em áreas rasas de estuários tropicais, o que pode representar o papel vital de diferentes estações do ano nas fases iniciais de desenvolvimento das espécies presentes nestes estuários. Embora a pluviosidade desempenhe um importante papel em estuários tropicais, como o estuário do rio São Mateus, durante os 12 meses correspondentes ao período de coletas de dados configurou-se um período atípico de chuvas, não registrando um período chuvoso marcado entre os meses de dezembro e março, como observado para os anos anteriores (Apêndice B). Portanto, as baixas salinidades e elevados valores de turbidez registrados ao longo do período de estudo são reflexos de chuvas pontuais e aporte de águas continentais de regiões a montante do sistema estuarino.

Como reflexo das baixas salinidades, espécies de peixes de água doce como *Astyanax lacustris* e *Pimelodella lateristriga*, foram capturadas nos pontos referentes à porção superior do estuário do rio São Mateus, onde as médias de salinidade foram abaixo de 1. No entanto, quedas de salinidade nos pontos situados na região inferior e média do estuário possibilitaram a presença de espécies como *Prochilodus argenteus* (registrado no ponto 1), além de ampliar a distribuição das espécies de água doce, previamente restritas aos pontos 7 e 8. Vale ressaltar ainda que a espécie *Prochilodus argenteus* é uma espécie nativa da bacia do rio São Francisco e introduzida em bacias do nordeste e sudeste brasileiro. Tal espécie oferece risco à manutenção populacional de espécies nativas, como *Prochilodus vimboides* que foi classificada quanto a seu status de conservação como vulnerável (no estado do Espírito Santo) e entre as

Baseado na flutuação da abundância das principais espécies ao longo das estações do ano pode-se verificar diferentes padrões de recrutamento nas áreas rasas estudadas, tais como *Atherinella brasiliensis* a qual apresenta maior presença de pequenos recrutas (< 32,4 mm) durante os meses de outono e menor presença nas demais estações. Em áreas rasas da baía de Sepetiba-RJ foram registrados os menores indivíduos de *Atherinella brasiliensis* durante a primavera (NEVES et al, 2006), embora em estudo realizado por Pessanha e Araújo (2001) na mesma baía verificou-se um longo período de recrutamento, sendo da primavera até o início do outono.

A espécie possui seu período reprodutivo compreendido entre o início da estação de inverno e final da primavera através de desova parcelada (FAVARO et al, 2003), o que corrobora os achados do presente estudo e os demais para o pico de pequenos recrutas. No entanto, as características reprodutivas da espécie e, conseqüentemente, seu período reprodutivo, podem variar entre estuários, como observado para o período do recrutamento, sendo importantes estudos futuros acerca da reprodução da espécie. Neste contexto, especialmente, *A. brasiliensis* no estuário do rio São Mateus parece preferir praias arenosas e planícies dominadas por mangue com salinidade superiores a 5 em relação a ambientes localizados na parte superior do estuário, tal padrão também foi observado por Neves et al (2006) e Paiva et al (2008).

Uma marcada distribuição espacial também foi verificada para *Ctenogobius boleosoma* e *Sphoeroides testudineus*. A elevada abundância dessas espécies nas planícies dominadas por mangue, principalmente no ponto 5, sugere a preferência por áreas rasas sob influência de vegetação de mangue com valores moderados de salinidade.

Contrastando com o presente estudo, *S. testudineus* foi uma das espécies mais abundantes nas praias estuarinas situadas no setor inferior do estuário de Paranaguá-

vagante, ou seja, não definida como espécie estuarino dependente (ABLE, 2005). De fato, esta espécie pode ser encontrada em diversos ambientes de lagunas costeiras (ARAÚJO e COSTA DE AZEVEDO, 2001), poças de marés de praias arenosas (MACIEIRA e JOYEUX, 2011) e em áreas rasas associadas à vegetação de mangue (CORRÊA e UIEDA, 2007) como no presente estudo.

Os pontos amostrais localizados na parte superior (P7 E P8) do estuário do rio São Mateus registraram abundâncias elevadas de *Rhinosardinia bahiensis*, *Centropomus undecimalis*, *Centropomus parallelus* e *Trinectes paulistanus*, sendo a última espécie geralmente associada à ambientes de baixa salinidade em estuários (CORRÊA e UIEDA, 2007; CONTENTE et al, 2011).

Para *R. bahiensis* ficou clara a associação com os pontos amostrais situados na parte superior e o período marcado de recrutamento de indivíduos juvenis no inverno, além de representar o primeiro registro conciso da espécie no estado do Espírito Santo. As informações acerca do registro e ecologia desta espécie no estuário do rio São Mateus são tratadas separadamente no apêndice C desta dissertação. Em relação aos robalos *C. undecimalis* e *C. parallelus*, todos os indivíduos capturados nas áreas rasas, baseado no CP, ainda são juvenis (PETERS et al, 1998; ADAMS e WOLFE 2006), sendo que o setor superior do estuário do rio São Mateus (pontos 7 e 8) pode representar um potencial ambiente berçário para estas espécies de importância comercial para a região. Yagi et al, (2011), sugerem que os habitats situados na região superior estuarina podem servir como berçários para diversas espécies de peixes devido a características ambientais como elevada turbidez, baixa salinidade e presença de macrófitas submersas. Tais características estão presentes nos pontos amostrais no presente estudo com destaque para a presença de densa cobertura de Taboa *Typha domingensis* no setor superior, principalmente no ponto 7.

Na última década alguns estudos questionam o real papel que as áreas rasas desempenham para ictiofauna como proteção contra predadores. Baker e Sheaves (2007), no intuito de avaliarem o paradigma das áreas rasas como refúgio, testaram padrões de pressão de predação através de um gradiente de profundidade e, apesar de observarem que não houve diferença na pressão de predação entre as áreas rasas e as áreas adjacentes de maior profundidade, sugerem que o padrão da distribuição dos peixes no estuário é influenciado pela predação. Entretanto, os autores argumentam que, embora a pressão de predação seja similar entre áreas rasas e mais profundas, pode existir uma menor eficiência na predação em áreas rasas, diminuindo assim a taxa de mortalidade nesses habitats. Neste contexto, Sheaves (2001) discute acerca da afirmação da presença de poucos predadores piscívoros em áreas rasas tornando, estes habitats mais seguros para juvenis. Contudo, de acordo com o autor a abundância de piscívoros vem sendo subestimada nos trabalhos, principalmente devido à dificuldade de amostragem padronizada entre diferentes habitats, além da definição e atenção incipiente dada a espécies em fase juvenil que possuem hábitos alimentares piscívoros que utilizam as áreas rasas.

Diante do exposto vale ressaltar que os robalos *C. parallelus* e *C. undecimalis*, os quais são abundantes no presente estudo, são definidos como piscívoros pela literatura (BLEWETT et al, 2006), o que corrobora a afirmação de Sheaves (2001) que juvenis de grandes piscívoros fazem parte da assembleia de peixes em áreas rasas. Contudo, juvenis de *C. parallelus* são reportados por Contente et al (2009) alimentando-se principalmente de crustáceos bênticos, enquanto *C. undecimalis* em suas fases iniciais de vida alimentam-se principalmente de crustáceos, além de pequenos peixes em menor importância (PETERS et al, 1998). Tendo em vista que todos os indivíduos do gênero *Centropomus* capturados nas áreas rasas do estuário do

Adicionalmente a preferência por ambientes mais profundos dentro das áreas rasas também foi observada para a espécie pelágica *Anchovia clupeioides*, o que pode reforçar a ideia destas espécies típicas de coluna d'água preferirem ambientes de maior profundidade quando distribuídos em áreas rasas. Embora evidências sobre a presença de potenciais predadores em áreas rasas sugiram que estes ambientes podem não funcionar como efetivos ambientes de criação, diversos trabalhos apontam que áreas rasas estuarinas e costeiras são ambientes chave para o recrutamento e desenvolvimento de várias espécies de peixes (WALTERS e JUANES 1993; MORINIÈRE et al, 2002; ADAMS e BLEWETT 2004; FAUNCE e SERAFY, 2006; ABLE et al, 2012; PASTOR et al, 2013; ROZAS et al, 2013).

A exemplo dos robalos e da manjuba *Anchovia clupeioides*, as demais espécies principais coletadas no estuário do rio São Mateus também foram diretamente influenciadas pela heterogeneidade dos habitats e pelos parâmetros ambientais. Neste sentido, o bagre *Genidens genidens* e os linguados *Trinectes paulistanus* e *Achirus lineatus* foram diretamente associados com águas turvas.

A turbidez é reconhecidamente um parâmetro ambiental que restringe o uso de habitat por diversas espécies de peixes (FERRARI et al, 2010). Por exemplo, peixes em estágio juvenil e larval podem se beneficiar de valores moderados de turbidez para formação de cardumes (OHATA et al, 2013) e, conseqüentemente, diminuir os efeitos da predação. Os bagres, como *Genidens genidens*, possuem receptores sensoriais em toda superfície corporal, principalmente em seus barbilhões (POHLMANN et al, 2004) fazendo com que estes tenham sucesso na aquisição de alimento quando sujeitos em águas com baixa visibilidade, ao contrário de predadores visuais que necessitam de águas relativamente claras em seu forrageamento (CARVALHO-FILHO, 1999).

Em relação à tainha *Mugil curema*, embora a espécie não apresente nenhuma associação evidente com parâmetros ambientais e pontos amostrais, durante a estação de inverno houve uma maior abundância de pequenos juvenis coletados (< 32 mm CP). Avaliando o comprimento dos espécimes coletados no presente estudo pode-se verificar que grande parte dos indivíduos são juvenis e compreendem pequenos recrutas, sendo que neste tamanho *M. curema* é abundante em áreas rasas estuarinas formando cardumes para se alimentar e proteger (CARVALHO et al, 2007). Similarmente, pequenos recrutas de mesmo tamanho também foram reportados em outros trabalhos recrutando em ambientes estuarinos e costeiros (MARIN e DODSON, 2000; TRAPE et al, 2009). O registro da espécie e o indicativo do pico do número de recrutas no inverno são informações chaves para a região de estudo, tendo em vista que a espécie representa um dos principais recursos explorados por pescadores de pequena escala na região. Os recrutas parecem utilizar todas as áreas rasas estuarinas, independente da complexidade estrutural ou salinidade. Neste contexto vale ressaltar a importância de planos de conservação e manejo holísticos compreendendo todos habitats pertencentes à Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra.

O gradiente latitudinal verificado através do agrupamento das 5 áreas rasas ao longo da costa sul do oceano Atlântico indicou uma maior similaridade entre as áreas rasas do presente estuário (rio São Mateus) com o estuário de Paranaguá-PR e em menor escala com o estuário do rio Formoso-PE e um segundo grupo formado pelo estuário da Lagoa do Patos-RS e do Mar de Chiquita-ARG. Vilar et al (2013) encontrou resultados similares ao observar maior similaridade entre o estuário do Piraque-Açú, localizado no Espírito Santo e o estuário de Paranaguá-PR também utilizando dados de presença e ausência das espécies ao longo de 5 estuários

Mateus encontrar-se em uma região de transição biogeográfica possuindo uma fauna de peixes típicas de região tropical e subtropical (PINHEIRO et al, 2009).

Adicionalmente, pode-se verificar um gradiente latitudinal com o número de espécies registradas nas áreas rasas decrescendo nas latitudes maiores, no estuário do rio Formoso-PE foram registradas 78 espécies, no presente estudo 74 espécies, 70 espécies na Baía de Paranaguá-PR decrescendo para 35 no estuário da Lagoa (laguna) dos Patos-RS e 28 espécies na laguna costeira Mar Chiquita-ARG. Deste modo, o arranjo biogeográfico ilustrado pela análise de agrupamento é reflexo da estrutura das comunidades de peixes e distribuição das espécies. As áreas rasas da baía de Paranaguá e o estuário do rio São Mateus possuem várias espécies em comum, como *Atherinella brasiliensis*, *Centropomus parallelus*, *C. undecimalis*, *Genidens genidens* dentre outras.

No estuário da Lagoa dos Patos foram registradas várias espécies de água doce como *Parapimelodus nigribarbis*, *Astyanax eigenmanniorum* e *Oligosarcus jeinsii*, o que pode ser explicado devido à elevada precipitação a qual este sistema estava submetido durante o ano de coleta, com consequente queda nos valores de salinidade, tornando possível o uso do estuário por peixes típicos de água doce (GARCIA et al, 2001).

Ainda em relação ao gradiente latitudinal, observa-se que na Laguna Costeira do Mar Chiquita foi registrado um baixo número de espécies, possivelmente explicada pela baixa diversidade encontrada em regiões temperadas quando comparadas a regiões tropicais e subtropicais. Considerando as espécies encontradas nas áreas rasas do estuário do rio São Mateus, apenas 2,7% são encontradas na Laguna costeira do Mar Chiquita, enquanto no estuário do Rio Grande do Sul são 12,2% das espécies. O número de espécies compartilhadas entre o presente trabalho e



## 6. Conclusão

Diante do que foi exposto, nota-se que para tornar efetiva a preservação dentro de áreas protegidas como a APA de Conceição da Barra faz-se necessário subsidiar os planos de manejo com dados locais sobre a flora e fauna, como as informações descritas no presente trabalho. Fica evidente que as áreas rasas estudadas são potenciais ambientes berçários para peixes juvenis, o que enaltece a importância dessas áreas para a manutenção da biodiversidade local. Outro aspecto relevante é a presença de espécies de importância comercial local e regional (Robalo Flecha e Peba (respectivamente *Centropomus parallelus* e *C. undecimalis*), Tainha/Cangoá (*Mugil* spp.), Dentão (*Lutjanus jocu*), Guaivira (*Oligoplites saurus* e *O. saliens*)) registradas em fase juvenil nessas áreas. O uso do recurso pesqueiro de forma sustentável passa por medidas de proteção às áreas que são responsáveis pela perpetuação das espécies de modo a diminuir a fragmentação destes ambientes e a pesca predatória destes recursos. Além disso, para um plano de manejo eficiente os dados apresentados no presente estudo sugerem ser necessário levar em consideração parâmetros como salinidade e turbidez que influenciaram a abundância de peixes.

## 7. Referências bibliográficas

- ABLE, K. W. A re-examination of fish estuarine dependence: evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, p. 5-17, 2005.
- ABLE, K. W.; WUENSCHER, M. J.; GROTHUES, T. M.; VASSLIDES, J. M.; ROWE, P. M. Do surf zones in New Jersey provide “nursery” habitat for southern fishes?. **Environmental Biology of Fishes**, p. 1-15, 2013.
- ADAMS, A. J.; WOLFE, R. K. Spatial patterns of estuarine habitat type use and temporal patterns in abundance of juvenile Permit, *Trachinotus falcatus*, in Charlotte Harbor, Florida. **Gulf and Caribbean Research**, v. 16(2), p. 129–139, 2004.
- ADAMS, A. J.; WOLFE, R. K. Cannibalism of juveniles by adult Common Snook (*Centropomus undecimalis*). **Gulf of Mexico Science**, v. 1/2 , p. 11-13, 2006.
- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C.; BALTAR, S. L. Influence of the macrophyte *Eichhornia azurea* on fish assemblage of the Upper Paraná River floodplain (Brazil). **Aquatic Ecology**, v. 41, n. 4, p. 611-619, 2007.
- ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. 2006. Erosão e progradação do litoral brasileiro (Espírito Santo). In: Muehe D (Ed.) Erosão e progradação do litoral brasileiro. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2006. p. 227-264.
- AKIN, S.; WINEMILLER, K. O.; GELWICK, F. P. Seasonal and spatial variations in fish and macrocrustacean assemblage structure in Mad Island Marsh estuary, Texas. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 269-282, 2003.
- ANA, Agência Nacional das Águas. Bacias do Espírito Santo. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/> Acesso em: 2009.

- BAKER, R.; SHEAVES, M. Shallow-water refuge paradigm: conflicting evidence from tethering experiments in a tropical estuary. **Marine Ecology Progress Series**, v. 349, p.13–22, 2007.
- 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.; 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.; COSTA, M. F. Living and non-living resources exploitation in a Tropical Semi-arid estuary. **Journal of Coastal Research**, SI 56, p. 371-375, 2009.
- 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. 2001. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. **BioScience**, v. 51, p. 633-641, 2001.
- BERNINI, E.; SILVA, M. A.; CARMO, T. M. S.; CUZZUOL, G. R. F. Composição de folhas das espécies do manguezal do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v. 29, p. 689-699, 2006.
- BLABER, S. J. M. Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation. **Blackwell Science**, London, 384 pp, 2000.
- BLABER, S. J. M.; BLABER, T. G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fishes. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 143-162, 1980.
- BLEWETT, D. A.; HENSLEY, R. A.; STEVENS, P. W. Feeding Habits of

- CARVALHO-FILHO, A. **Peixes da Costa Brasileira**. 3 ed. São Paulo: Melro, 1999, 320 p.
- CARPENTER, K.E. **The living marine resources of the Western Central Atlantic**. Vol. 2 Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae).FAO, 2002.
- CLARIDGE, P. N.; POTTER, I. C.; HARDISTY, M. W. Seasonal changes in movements, abundance, size composition and diversity of the fish fauna of the severn estuary. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom.Plymouth**, v. 66, n. 1, p. 229-258, 1986.
- CONTENTE, R. F.; STEFANONI, M. F.; GADIG, O. B. F. Size-related shifts in dietary composition of *Centropomus parallelus* (Perciformes: Centropomidae) in an estuarine ecosystem of the southeastern coast of Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 335-342, 2009.
- CONTENTE, R. F.; STEFANONI, M. F.; SPACH, H. L. Fish assemblage structure in an estuary of the Atlantic Forestbiodiversity hotspot (southern Brazil). **Ichthyological Research**, v. 58, p. 38–50, 2011.
- CORRÊA, M. DE O. D. A.; UIEDA, V. S. Diet of the ichthyofauna associated with marginal vegetation of a mangrove forest in southeastern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 97, n. 4, p. 486-497, 2007.
- COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p.253–260, 1997.
- DANTAS, D. V.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F.; BARBOSA-CINTRA, S. C. T.; POSSATTO, F. E.; RAMOS, J. A. A.; LIMA, A. R. A.; SAINT-PAUL, U. Movement patterns of catfishes (Ariidae) in a tropical semi-arid estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 76, p. 2549–2557, 2010.

- DOBSON, M.; FRID, C. Estuaries. In: \_\_\_\_\_ . (Org). **Ecology of Aquatic Systems**. 2.ed. New York: Oxford University Press, 2009. p. 85-114.
- FELIX, F. C.; SPACH, H. L.; HACKRADT, C. W.; MORO, P. S.; ROCHA, D. C. Abundância sazonal e a composição da assembleia de peixes em duas praias estuarinas da Baía de Paranaguá, Paraná. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 8, p. 35-47, 2006.
- FERRARI, M. C. O.; LYSAK, K. R.; CHIVERS, D. P. Turbidity as an ecological constraint on learned predator recognition and generalization in a prey fish. **Animal Behaviour**, v. 79, p. 515–519, 2010.
- FRANCO, A.; FRANZOI, P.; MALAVASI, S.; RICCATO, F.; TORRICELLI, P.; MAINARDI, D. Use of shallow water habitats by fish assemblages in a Mediterranean coastal lagoon. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, p. 67-83, 2006.
- 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.
- FAUNCE, C. H.; SERAFY, J. E. Mangroves as fish habitat: 50 years of field studies. **Marine Ecology Progress Series**, v. 318, p. 1-18, 2006.
- ELLIOT, M.; MCLUSKY, D. S. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 815-827, 2002.
- FAVARO, L. F.; LOPES, S. C. G.; SPACH, H. L. Reprodução do peixe-rei, *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard)(Atheriniformes, Atherinidae), em uma planície de maré adjacente à gamboa do Bagaçu, Baía de Paranaguá, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 501-506, 2003.
- FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES, N. **Manual de peixes marinhos do sudeste**

BERNARDI, G. Atlantic reef fish biogeography and evolution. **Journal of Biogeography**, v. 35, p. 22–47, 2008.

- GARCIA, A. M.; VIEIRA, J. P.; WINEMILLER, K. O. Dynamics of the shallow-water fish assemblage of the Patos Lagoon estuary (Brazil) during cold and warm ENSO episodes. **Journal of Fish Biology**, v. 59, p. 1218-1238, 2001.

- 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.

- GILLADERS, B. M.; ABLE, K. W.; BROWN, J. A.; EGGLESTON, D. B.; SHERIDAN, P. F. Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an important Component of nurseries. **Marine Ecology Progress Series**, v. 247, p. 281-295, 2003.

- HACKRADT, C.W.; FÉLIX-HACKRADT, F. C.; PICHLER, H. A.; SPACH, H. L.; SANTOS, L. O. Factors influencing spatial patterns of the ichthyofauna of low energy estuarine beaches in Southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p. 1-13, 2010.

- HARRISON, T. D.; WHITFIELD, A. K. Temperature and salinity as primary determinants influencing the biogeography of fishes in South African estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, n. 1, p. 335-345, 2006.

- HOSTIM-SILVA, M.; LIMA, A. C.; SPACH, H. L.; PASSOS, A. C.; SOUZA, J. D. Estuarine demersal fish assemblage from a transition region between the tropics and the subtropics of the South Atlantic. **Biotemas (UFSC)**, v. 26, p. 153-161, 2013.

- HUBALEK, Z. Coefficients of association and similarity, based on binary (presence-absence) data: an evaluation. **Biological Reviews**, v. 57, n. 4, p. 669-689, 1982.

- KNEIB, R. T. Ecology of fish and shellfish in intertidal mudflats. **Estuarine**

- MACIEIRA, R. M.; JOYEUX, J-C. Distribution patterns of tidepool fishes on a tropical flat reef. **Fishery Bulletin**, v. 109, n. 3, p. 305-315, 2011.
- MANN, K. H. Estuarine Ecosystems and Their Components. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Ecology of Coastal Waters : With Implications for Management**. 2. ed. Blackwell Science, 2000. p. 17-172.
- MARIN E, B. J.; DODSON, J. J. Age, growth and fecundity of the silver mullet, *Mugil curema* (Pisces: Mugilidae), in coastal areas of Northeastern Venezuela. **Revista de Biología Tropical**, v. 48, n. 2-3, p. 389-398, 2000.
- 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.
- MARTINS, A. S.; DOXSEY, J. R. Diagnóstico da pesca no litoral do Espírito Santo. In: ISAAC, V. J.; HAIMOVICI, M.; MARTINS, A. S.; ANDRIGUETTO, J. M. (Org.). **A pesca marinha e estuarina do Brasil no início do século XXI: recursos, tecnologias, aspectos socioeconômicos e institucionais**. Universitária – UFPA, Belém.p. 93-115, 2006.
- MARTINS, A. S.; DOS SANTOS, L. B.; PIZETTA, G. T.; MONJARDIM, C.; DOXSEY, J. R. Interdisciplinary assessment of the status quo of the marine fishery systems in the state of Espírito Santo, Brazil, using Rapfish. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 25, p. 269-276, 2009.
- MENEZES, N. & FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4)**. São Paulo: Museu de Zoologia da USP, 1985.p. 90.
- MINELLO, T. J.; ABLE, K. W.; WEINSTEIN, M. P.; HAYS, C. G. Salt marshes as nurseries for nekton: testing hypotheses on density, growth and survival through meta-analysis. **Marine Ecology Progress Series**, v. 246, p. 39-59, 2003.

Coral Reef Fish that use Seagrass and Mangrove Habitats as Nurseries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 55, p. 309–321, 2002.

- NAGELKERKEN, I.; VAN DER VELDE, G. A. Comparison of fish communities of subtidal seagrass beds in 13 marine embayments of a Caribbean island, based on species, families, size distribution and functional groups. **Journal of Sea Research**, v. 52, p. 127-147, 2004.

- NAGELKERKEN, I.; KLEIJEN, S.; KLOP, T.; VAN DEN BRAND, R. A. C. J.; COCHERET DE LA MORINIÈRE, E.; VAN DER VELDE, G. Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without mangroves/seagrass beds. **Marine Ecology Progress Series**, v. 214: p. 225-235, 2001.

- NELSON, J. S. **Fishes of the World**. 4. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006.

- NEVES, L. M.; PEREIRA, H. H.; DA COSTA, M. R.; ARAÚJO, F. G. Uso do manguezal de Guaratiba, Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, pelo peixe-rei *Atherinella brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Atheriniformes, Atherinopsidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, 2006.

- OHATA, R., MASUDA, R.; TAKAHASHI, K.; YAMASHITA, Y. Moderate turbidity enhances schooling behaviour in fish larvae in coastal Waters. **ICES Journal of Marine Science**, 2013.

- PAIVA, A. C. G.; CHAVES, P. DE T. DA C.; ARAÚJO, M. E. Estrutura e organização trófica da ictiofauna de águas rasas em um estuário tropical. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25 (4), p. 647–661, 2008.

- PASTOR J.; KOECK, B.; ASTRUCH, P.; LENFANT, P. Coastal man-made habitats: Potential nurseries for an exploited fish species, *Dipolus sargus* (Linnaeus, 1759). **Fisheries Research**, v. 118, p. 74-80, 2012.

- PETERS, K. M.; MATHESON, J.; RICHARD, E.; TAYLOR, R. G. Reproduction and early life history of common snook, *Centropomus undecimalis* (Bloch), in Florida. **Bulletin of Marine Science**, v. 62, n. 2, p. 509-529, 1998.
- POHLMANN, K.; ATEMA, J.; BREITHAUPT, T. The importance of the lateral line in nocturnal predation of piscivorous catfish. **Journal of Experimental Biology**, v. 207, n. 17, p. 2971-2978, 2004.
- PINHEIRO, H. T.; MARTINS, A. S.; ARAÚJO, J. N.; PINTO, A. S. S. Evidence of seasonal changes in community structure for a coastal ecosystem in the central coast of Brazil, south-west Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 2, p. 217-224, 2009.
- PRITCHARD, D. W. What is an Estuary: physical viewpoint. **Estuaries**, v. 83, p. 3-5, 1967.
- RABELO, L. B. **A pesca de camarão em Conceição da Barra, ES, como um estudo multidisciplinar do colapso de um sistema pesqueiro**. 2006. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia-Bacharel) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.
- ROZAS, L. P.; MARTIN, C. W.; VALENTINE, J. F. Effects of reduced hydrological connectivity on the nursery use of shallow estuarine habitats within a river delta. **Marine Ecology Progress Series**, v. 492, p. 9-20, 2013.
- SHEAVES, M. Are there really few piscivorous fishes in shallow estuarine habitats? **Marine Ecology Progress Series**, v. 222, p. 279-290, 2001.
- SHEPPARD, J. N., JAMES, N. C., WHITFIELD, A. K.; COWLEY, P. D. What role do beds of submerged macrophytes play in structuring estuarine fish assemblages? Lessons from a warm-temperate South African estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.95, p. 145-155, 2011.

Recruitment patterns of young-of-the-year mugilid fishes in a West African estuary impacted by climate change. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 85, p. 357-367, 2009.

- UNDERWOOD, A. J. Analysis of variance. In: \_\_\_\_\_. (Org.). **Experiments in Ecology: Their logical design and interpretation using analysis of variance**. New York: Cambridge University Press, 1997. p. 140-197.

- VALE, C. C.; ROSS, J. L. S. As transformações morfológicas e fitogeográficas do estuário do rio São Mateus, litoral Norte do Estado do Espírito Santo, entre 1970 e 2008. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 21, p.03-23, 2011.

- VALE, C. C.; DELL'ORTO-E-SILVA, E.; WANDERLEY, T. C.. Monitoramento de um trecho do bosque de mangue situado na foz do rio São Mateus, Conceição da Barra (ES) entre os anos de 1970 e 2011. **Revista Geonorte**, Edição Especial, v.1, p. 208-220, 2012.

-VASCONCELOS, R. P.; REIS-SANTOS, P.; COSTA, M. J.; CABRAL, H. N. Connectivity between estuaries and marine environment: Integrating metrics to assess estuarine nursery function. **Ecological Indicators**, v. 11, p. 1123-1133, 2011.

- VENDEL, A. L.; BOUCHEREAU, J.; CHAVES, P. T. Environmental and Subtidal Fish Assemblage Relationships in Two Different Brazilian Coastal Estuaries. **Brazilian Archives of Bbiology and Technology na International Journal**, v. 53, p. 1393-1406, 2010.

- VENDEL, A. L.; CHAVES, P. T. Use of an estuarine environment (Barra do Saí lagoon, Brazil) as nursery by fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, p. 1117–1122, 2006.

- VIEIRA, F.; GASPARINI, J. L. Os peixes ameaçados de extinção no Estado do Espírito Santo. In: PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. (Org.). **Espécies da fauna**

ameaçadas de extinção no Estado do Espírito Santo. Lameira, 2007. p. 87-104.

juvenile fishes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 50, n. 10, p. 2058-2070, 1993.

- WHITFIELD, A. K.; ELLIOTT, M. Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 229-250, 2002.

- YAGI, Y.; KINOSHITA, I.; FUJITA, S.; AOYAMA, D.; KAWAMURA, Y. Importance of the upper estuary as a nursery ground for fishes in Ariake Bay, Japan. **Environmental biology of fishes**, v. 91, n. 3, p. 337-352, 2011.

## Apêndice A

Dados de presença/ausência das espécies em áreas rasas de cinco estuários localizados no sul do Atlântico, sendo estes, o estuário do rio São Mateus-Espírito Santo (ES), o estuário do rio Formoso-Pernambuco (PE), estuário de Paranaguá-Paraná (PR), estuário da Lagoa dos Patos-Rio Grande do Sul (RS) e estuário do Mar de Chiquita localizado na Argentina (ARG)

	ES	PE	PR	RS	ARG
<i>Achirus declivis</i>	X	X			
<i>Achirus lineatus</i>	X	X	X		
<i>Achirus</i> sp.	X				
<i>Ahlia egmontis</i>	X				
<i>Albula vulpes</i>	X	X	X		
<i>Anchoa januaria</i>	X				
<i>Anchoa lyolepis</i>	X		X		
<i>Anchoa spinifera</i>	X				
<i>Anchoa tricolor</i>	X	X	X		
<i>Anchovia clupeoides</i>	X	X			
<i>Anchoviella lepidentostole</i>	X				
<i>Aspistor luniscutis</i>	X				
<i>Astroscopus y-graecum</i>	X		X		
<i>Astyanax lacustris</i>	X				
<i>Atherinella brasiliensis</i>	X	X	X	X	
<i>Awaous tajasica</i>	X				
<i>Bathygobius soporator</i>	X	X	X		
<i>Caranx hippos</i>	X		X		
<i>Caranx latus</i>	X	X	X		
<i>Caranx</i> sp.	X				
<i>Catathyridium garmani</i>	X				
<i>Cathorops spixii</i>	X		X		
<i>Centropomus parallelus</i>	X	X	X		
<i>Centropomus</i> spp.	X				
<i>Centropomus undecimalis</i>	X	X	X		
<i>Cetengraulis edentulus</i>	X	X	X		

**Continuação tabela**

<b>Espécie</b>	<b>ES</b>	<b>PE</b>	<b>PR</b>	<b>RS</b>	<b>ARG</b>
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	X	X	X		
<i>Eucinostomus</i> spp.	X		X		
<i>Eugerres brasilianus</i>	X	X			
<i>Evorthodus lyricus</i>	X				
<i>Genidens genidens</i>	X		X	X	
<i>Gobionellus oceanicus</i>	X	X		X	
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	X				
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i>	X	X	X		
<i>Kryptolebias ocellatus</i>	X				
<i>Lobotes surinamensis</i>	X				
<i>Lutjanus jocu</i>	X	X			
<i>Lycengraulis grossidens</i>	X	X	X	X	X
<i>Menticirrhus littoralis</i>	X		X	X	
<i>Microphis brachyurus</i>	X				
<i>Micropogonias furnieri</i>	X	X	X	X	X
<i>Mugil</i> cf. <i>hospes</i>	X				
<i>Mugil curema</i>	X	X		X	
<i>Oligoplites saliens</i>	X		X		
<i>Oligoplites saurus</i>	X	X	X		
<i>Oligoplites</i> sp.	X				
<i>Paralichthys brasiliensis</i>	X	X			
<i>Pimelodella lateristriga</i>	X				
<i>Polydactylus oligodon</i>	X				
<i>Polydactylus virginicus</i>	X	X			
<i>Pomadasys crocro</i>	X				
<i>Pomadasys ramosus</i>	X		X		
<i>Prochilodus argenteus</i>	X				
<i>Rhinosardinia bahiensis</i>	X				
<i>Sciades</i> sp.	X				
<i>Sphoeroides spengleri</i>	X	X			
<i>Sphoeroides testudineus</i>	X	X	X		

**Continuação tabela**

<b>Espécie</b>	<b>ES</b>	<b>PE</b>	<b>PR</b>	<b>RS</b>	<b>ARG</b>
<i>Trachinotus goodei</i>	X		X		
<i>Trinectes microphthalmus</i>	X				
<i>Trinectes paulistanus</i>	X				
<i>Gymnotorax ocelatus</i>		X			
<i>Opisthonema oglinum</i>		X	X		
<i>Harengula clupeiola</i>		X	X		
<i>Rhinosardinia amazonica</i>		X			
<i>thalassophryne nattereri</i>		X			
<i>Antennarius striatus</i>		X			
<i>Histrio histrio</i>		X			
<i>Ogcocephalus vespertilium</i>		X			
<i>Hemiramphus balao</i>		X			
<i>Hyporhamphus roberti</i>		X			
<i>Poecilia vivipara</i>		X			
<i>Fistularia petimba</i>		X			
<i>Dactylopterus volitans</i>		X			
<i>Scorpaena stimensis</i>		X			
<i>Prionotus punctatus</i>		X			
<i>Centropomus pectinatus</i>		X			
<i>Epinephelus itajara</i>		X			
<i>Rypticus saponaceus</i>		X			
<i>Oligoplites palometa</i>		X			
<i>Caranx bartholomaei</i>		X			
<i>Caranx crysos</i>		X			
<i>Selene vomer</i>		X	X		
<i>Lutjanus analis</i>		X			
<i>Lutjanus synagris</i>		X			
<i>Lutjanus griseus</i>		X			
<i>Eucinostomus gula</i>		X			
<i>Eucinostomus lefroyi</i>		X			
<i>Haemulon parra</i>		X			

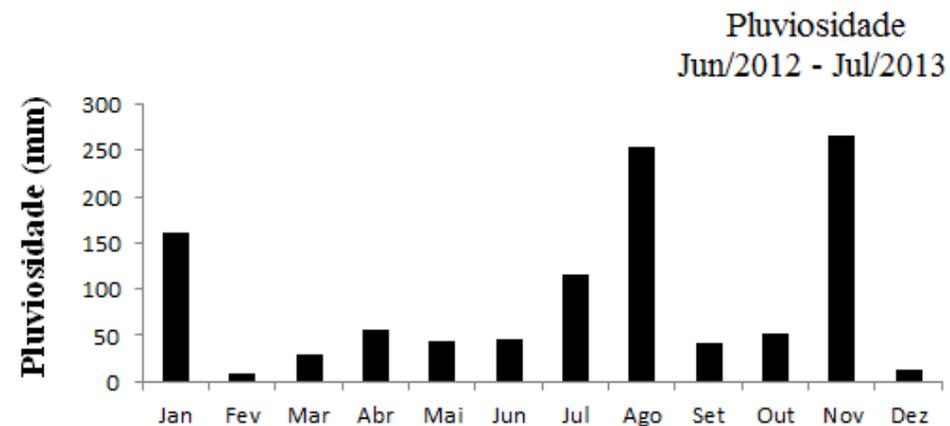
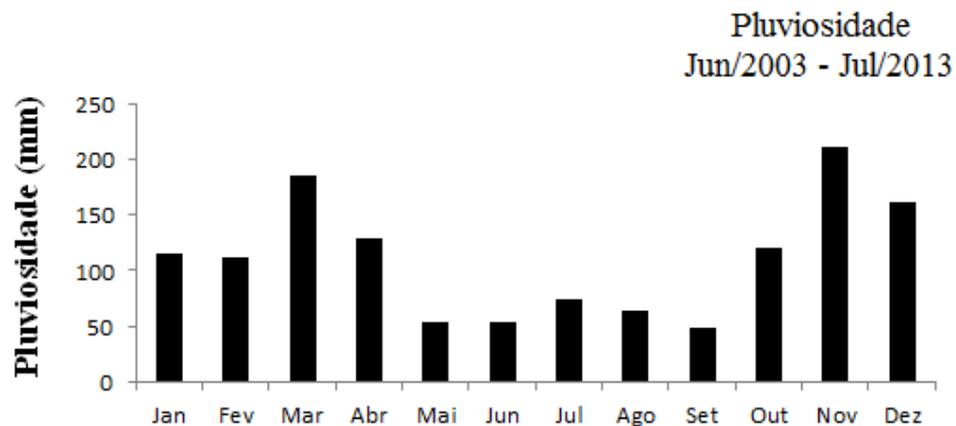
**Continuação tabela**

<b>Espécie</b>	<b>ES</b>	<b>PE</b>	<b>PR</b>	<b>RS</b>	<b>ARG</b>
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>		X			
<i>Scomberomorus cavala</i>		X			
<i>Citharichthys spilopterus</i>		X	X	X	
<i>Lactophrys trigonus</i>		X			
<i>Sphoeroides greeleyi</i>		X	X		
<i>Cylichthys antillarum</i>		X			
<i>Anchoa parva</i>			X		
<i>Archosargus rhomboidalis</i>			X		
<i>Bairdiella ronchus</i>			X		
<i>Chloroscombrus crhysurus</i>			X		
<i>Ctenogobius shufelti</i>			X	X	
<i>Ciclichthys spinosus</i>			X		
<i>Fistularia tabacaria</i>			X		
<i>Lagocephalus laevigatus</i>			X		
<i>Menticirrhus americanus</i>			X	X	X
<i>Microgobius meeki</i>			X		
<i>Microgobius sp.</i>			X		
<i>Mugil spp.</i>			X		
<i>Mycteroperca sp.</i>			X		
<i>Ophichthus gomesii</i>			X		
<i>Paralichthys orbygnianus</i>			X	X	X
<i>Platanichthys platana</i>			X		X
<i>Prionotus nudigula</i>			X		
<i>Rhinobatus percellens</i>			X		
<i>Sardinella brasiliensis</i>			X		
<i>Scomberomorus sp.</i>			X		
<i>Sparidae juvenis</i>			X		
<i>Sphyaena tome</i>			X		
<i>Stellifer brasiliensis</i>			X		
<i>Stellifer stellifer</i>			X		
<i>Stephanolepis spidus</i>			X		

**Continuação tabela**

<b>Espécie</b>	<b>ES</b>	<b>PE</b>	<b>PR</b>	<b>RS</b>	<b>ARG</b>
<i>Netuma barba</i>				X	
<i>Parapimelodelus nigribarbis</i>				X	
<i>Astyanax eigenmaniorum</i>				X	
<i>Oligosargus jeninsii</i>				X	X
<i>Oligosargus robustus</i>				X	
<i>Pimelodus maculatus</i>				X	
<i>Cyphocarax voga</i>				X	
<i>Geophagus brasiliensis</i>				X	
<i>Crenicichla lepidota</i>				X	
<i>Rhamdia quelen</i>				X	
<i>Loricariichthys anus</i>				X	
<i>Hyphessobrycon bifasciatus</i>				X	
<i>Hyphessobrycon luetkeni</i>				X	
<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>				X	X
<i>Hoplias malabaricus</i>				X	
<i>Trichiurus lepturus</i>				X	
<i>Symphurus jenynsi</i>				X	X
<i>Brevoortia aurea</i>					X
<i>Ramnogaster arcuata</i>					X
<i>Briconamericus iheringii</i>					X
<i>Cheirodon interruptus</i>					X
<i>Hyphessobrycon anisitsi</i>					X
<i>Rhamdia quelen</i>					X
<i>Pimelodella laticeps</i>					X
<i>Mugil liza</i>					X
<i>Odontheistes incisa</i>					X
<i>Diplectrum radiale</i>					X
<i>Dules auriga</i>					X
<i>Pomatomus saltatrix</i>					X
<i>Cynoscion guatucupa</i>					X
<i>Pogonias cromis</i>					X

## Apêndice B



**Pluviosidade média mensal dos últimos 10 anos (à esquerda) e pluviosidade total de cada mês de coleta nas áreas rasas do estuário do rio São Mateus (à direita). Dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) - Estação: São Mateus, ES.**

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22

# Apêndice C

NGD

Range extension of *Rhinosardinia bahiensis* (Steindachner, 1879) in the southwestern Atlantic: The role of shallow estuarine waters in seasonal recruitment

Running title: Range extension of *Rhinosardinia bahiensis* in the southwestern Atlantic

Michelle S. Bolzan<sup>1</sup>, Ryan Andrades<sup>2</sup>, Henry L. Spach<sup>3</sup> and Maurício Hostim-Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Agrárias e Biológicas, Centro Universitário Norte do Espírito Santo- Universidade Federal do Espírito Santo. Rodovia BR 101 Norte, km 60, Bairro Litorâneo, 29932-540, São Mateus, ES, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Oceanografia e Ecologia, Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari, 514, 29075-910, Vitória, ES, Brasil.

<sup>3</sup>Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Sul, Pontal do Paraná, Paraná 83255-976, Brasil.

Abstract: This study provides the concise first record and range extension of *Rhinosardinia*

30 MAIN TEXT

31 The members of the family Clupeidae consist of fishes that inhabit marine, estuarine, and  
32 freshwater environments in the tropical, temperate, and polar regions (Whitehead 1985; Møller *et al.*  
33 2010). Most species are planktivorous, forming large schools, and these represent an important  
34 resource for fisheries worldwide (Figueiredo and Menezes 1978; Whitehead 1985; Carpenter 2002).

35 The genus *Rhinosardinia* is comprised of small fish that differ from other clupeids in having a  
36 backward spine on the upper part of their maxilla. In general, they feed on small planktonic  
37 organisms and are distributed along Western Central and South Atlantic (Carpenter 2002).  
38 Although the genus was reportedly restricted to freshwater environments in the past (Longhurst  
39 1971), *Rhinosardinia* species inhabiting both freshwater and estuarine environments now represent  
40 an important component of the estuarine fish fauna (Barletta *et al.* 2005; Giarrizzo and Krumme  
41 2007). Currently, two species of the *Rhinosardinia* genus are reportedly in the Americas,  
42 *Rhinosardinia amazonica*, which has a distribution range from the Gulf of Paria (Trinidad and  
43 Tobago, Venezuela) to northern Brazil, and *Rhinosardinia bahiensis*, which is probably restricted to  
44 the same northern area and has its southern geographic distribution limited to the continental and  
45 estuarine waters of the Bahia state in Brazil (southern limit, 18°20'07" S).

46 Worldwide, shallow estuarine habitats serve as nurseries for juvenile fish (Beck *et al.* 2001),  
47 including species of the *Rhinosardinia* genus (Barletta and Barletta-Bergan 2009; Giarrizzo and  
48 Krumme 2009). However, *R. bahiensis* remains poorly understood in freshwater and estuarine  
49 habitats in comparison to the conspecific species *R. amazonica*, which has been recorded in many

56 estuarine habitats for the species. The study area was the São Mateus River estuary (39°43' 56.3" W;  
57 18°35' 59.8" S), which is located in the northern region of the state of Espírito Santo in southeastern  
58 Brazil. The area of São Mateus River basin is approximately 13,500 km<sup>2</sup>, and the estuarine region is  
59 dominated by mangroves such as *Avicennia germinans*, *A. schaueriana*, *Laguncularia racemosa*,  
60 and especially, *Rhizophora mangle* (Silva *et al.* 2005; Bernini *et al.* 2006). Although mangrove  
61 vegetation covers a large portion of the estuary, different shallow-habitat landscapes are seen across  
62 the estuarine system.

63 Based on the salinity gradient, eight shallow areas covering the entire estuarine area (lower,  
64 middle, and upper) were chosen to record and investigate the spatial and temporal patterns of *R.*  
65 *bahiensis*. Furthermore, the sampled sites represented different habitat mosaics as follows: Sites 1  
66 and 2 consisted of sandy beaches (SB) located in the lower estuary area; sites 4 and 5 were located  
67 in the middle estuarine area and were comprised of mangrove shoreline habitats (MSH), primarily  
68 covered by *R. mangle*; and sites 7 and 8 were shallow habitats located in the upper estuary and  
69 covered by dense macrophyte vegetation (MV), primarily *Typha domingensis*. Sites 3 and 6 were  
70 the intermediary habitat types of SB-MSH and MSH-MV, respectively.

71 A sampling program was instituted at the eight sites over the course of one year (July 2012 to  
72 June 2013) that performed three replicate collections per month with a beach seine net 10-m long  
73 and 2.5-m wide with a 5-mm mesh size. The seine hauls were always pulled during neap tides and  
74 diurnal periods. Once collected, the individuals were counted, measured in relation to the standard  
75 length (SL; mm) and weighed (g). All individuals were identified according to Carpenter (2002)

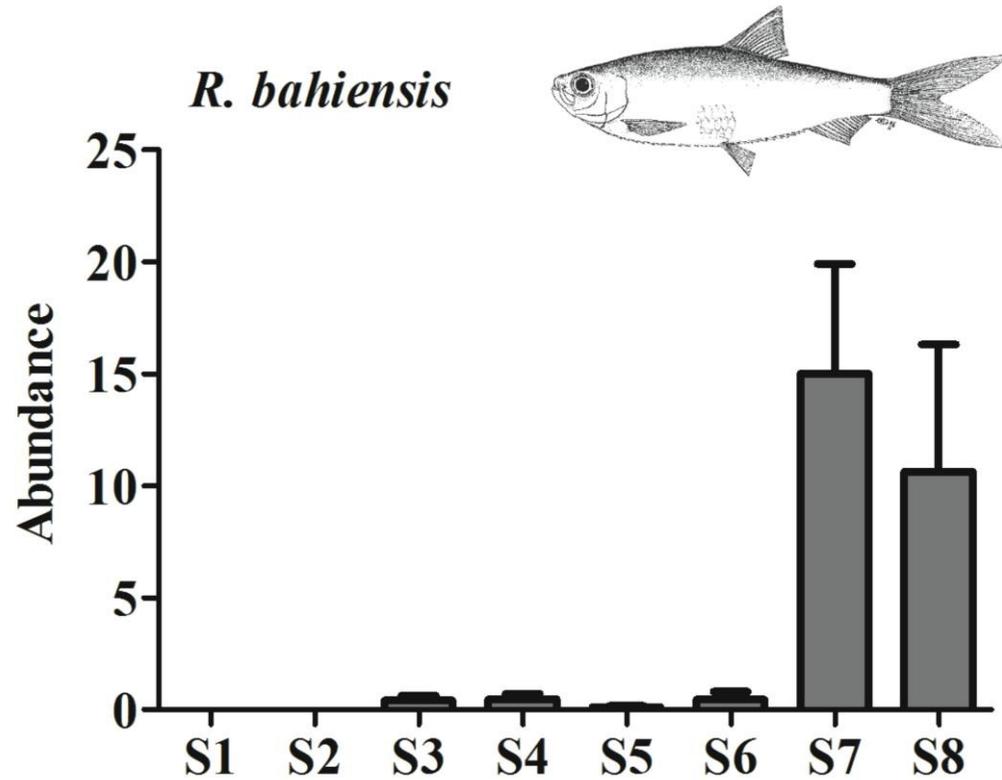
82 Altogether, 975 *R. bahiensis* individuals (1525 g total biomass) were caught in the São Mateus  
83 River estuary from a total sampling area of 43,200 m<sup>2</sup> (4.3 ha), confirming the first occurrence and  
84 range extension of the species (Figure 1). Voucher specimens were deposited in the Coleção  
85 Zoológica Norte Capixaba (CZNC 578).



86  
87 Figure 1: *Rhinosardinia bahiensis*, 69.0 mm SL, São Mateus river estuary, Conceição da Barra,  
88 Espírito Santo, Brazil. Photo by Ryan Andrades.

89  
90 The *R. bahiensis* density was 225.6 individuals·ha<sup>-1</sup> (353 g·ha<sup>-1</sup>) and their size ranged from 24  
91 to 80 mm SL. Regarding the estuarine areas, Kruskal-Wallis tests showed that *R. bahiensis* were  
92 most abundant during the winter months ( $p < 0.05$ ), and they were more abundant in the upper  
93 estuarine area (sites 7 and 8) than in the middle and lower areas of the São Mateus River estuary  
94 ( $p < 0.05$ ; Figure 2). The size histograms clearly showed a seasonal peak of small recruits (<40 mm

102 challenges of fishes during the early stages of their lives is predation avoidance, which entails  
103 seeking refuge in a variety of habitats, including shallow estuarine waters (Hammerschlag *et al.*  
104 2010).



105  
106 Figure 2: Abundance of *Rhinosardinia bahiensis* in sampled sites of São Mateus river estuary.

107  
108 Although the São Mateus River estuary is located near the previous southern distribution range  
109 reported for the species (state of Bahia), this first concise record and range extension of *R. bahiensis*  
110 into Espírito Santo waters will allow inclusion of the species in future management and



## 117 Literature Cited

- 118 Adams, A.J., Locascio, J.V., and Robbins, B.D. 2004. Microhabitat use by a post-settlement stage  
119 estuarine fish: evidence from relative abundance and predation among habitats. *Journal of*  
120 *Experimental Marine Biology and Ecology*299: 17-33.
- 121 Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U. and Hubold, G. 2005.The role of salinity in  
122 structuring the fish assemblages in a tropical estuary.*Journal of Fish Biology* 64: 5-17.
- 123 Barletta, M., Barletta-Bergan, A. 2009. Endogenous Activity Rhythms of Larval Fish Assemblages  
124 in a Mangrove-fringed Estuary in North Brazil. *The Open Fish Science Journal* 2: 15-24.
- 125 Beck, M.W., Heck, K.L., Able, K.W., Childers, D.L., Eggleston, D.B., Gillanders, B.M., Halpern,  
126 B., Hays, C.G., Hoshino K., Minello, T.J.,Orth, R.J., Sheridan, P.F. and Weinstein, M.P. 2001.  
127 The identification, conservation, and management of estuarineand marine nurseries for fish and  
128 invertebrates.*BioScience*51: 633-641.
- 129 Bernini, E., Silva, M.A., Carmo, T.M.S. and Cuzzuol, G.R.F. 2006. Composição de folhas das  
130 espécies do manguezal do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil.  
131 *RevistaBrasileiraBotânica*29: 689-699.
- 132 Carpenter, K.E. 2002.*The living marine resources of the Western Central Atlantic.Vol. 2Bony fishes*  
133 *part 1* (Acipenseridae to Grammatidae). FAO.
- 134 Carvalho-Filho, A. 1999.*Peixes da Costa Brasileira*. 3 ed. São Paulo:Melro, 320 p.
- 135 Figueiredo, J.L. and Menezes, N. 1978. *Manual de peixesmarinhos do Sudeste do Brasil. II.*

- 143 Hammerschlag, N., Morgan, A.B. and Serafy, J.E. 2010. Relative predation risk for fishes along a  
144 subtropical mangrove-seagrass ecotone. *Marine Ecology Progress Series* 401: 259-267.
- 145 Longhurst, A.R. 1971. The clupeoid resources of tropical seas. *Oceanography Marine Biology-  
146 Annual Review* 9: 349-385.
- 147 Møller, P.R., Nielsen, J.G., Knudsen, S.W., Poulsen, J.Y., Sünksen, K., and Jørgensen, O.A. 2010.  
148 A checklist of the fish fauna of Greenland waters. *Zootaxa* 2378: 1-84.
- 149 Sheppard, J.N., James, N.C., Whitfield, A.K. and Cowley, P.D. 2011. What role do beds of  
150 submerged macrophytes play in structuring estuarine fish assemblages? Lessons from a warm-  
151 temperate South African estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 95: 145-155.
- 152 SIBIP/NEODAT III. 2014. *Sistema Brasileiro de Informações sobre Biodiversidade de Peixes-  
153 Sistema Nacional de Informações sobre Coleções Ictiológicas*. Accessible at  
154 <http://www.mnrj.ufrj.br/pronex>. Captured on 09 January 2014.
- 155 Silva, M.A.B., Bernini, E. and Carmo, T.M.S. 2005. Características estruturais de bosques de  
156 mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19:465-471.
- 157 Sturges, H.A. 1926. The choice of a class interval. *Journal of the American Statistical Association*  
158 21:65-66.
- 159 Whitehead, P.J.P. 1985. *FAO species catalogue. v. 7: Clupeoid fishes of the world (suborder  
160 Clupeoidei). An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats,  
161 shads, anchovies and wolf-herrings. pt. 1: Chirocentridae, Clupeidae and Pristigasteridae*. FAO.

Figure 1: *Rhinosardinia bahiensis*, 69,0 mm SL, São Mateus river estuary, Conceição da Barra, Espírito Santo, Brazil. Photo by Ryan Andrades.

Figure 2: Abundance of *Rhinosardinia bahiensis* in sampled sites of São Mateus river estuary. Picture by Carpenter 2002.

Figure 3: Length abundance histograms (SL mm) of *Rhinosardinia bahiensis* caught in shallow areas of São Mateus river estuary.

