



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOLOGIA

Ana Luisa Araújo de Amorim

**Distribuição espaço-temporal e ecologia trófica de *Stellifer brasiliensis* (Schultz,  
1945) na zona de arrebentação de duas praias adjacentes ao estuário do Rio  
Paraíba, PB, Brasil**

João Pessoa, PB  
2019

Ana Luisa Araújo de Amorim

**Distribuição espaço-temporal e ecologia trófica de *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) na zona de arrebentação de duas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Orientador: Dr. Miodeli Nogueira Júnior  
Segundo Orientador: Dr. Jonas de Assis Almeida Ramos

João Pessoa, PB  
2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catálogo e Classificação**

A524d Amorim, Ana Luisa Araújo de.

Distribuição espaço-temporal e ecologia trófica de *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) na zona de arrebentação de duas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil / Ana Luisa Araújo de Amorim. - João Pessoa, 2019.

88 f. : il.

Orientação: Miodeli Nogueira Júnior.

Coorientação: Jonas de Assis Almeida Ramos.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

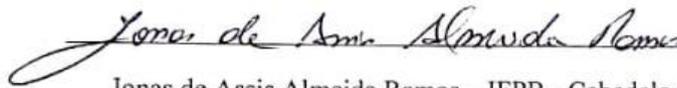
1. áreas de berçario. 2 turbidez. 3. dieta. I. Nogueira Júnior, Miodeli. II. Ramos, Jonas de Assis Almeida. III. Título.

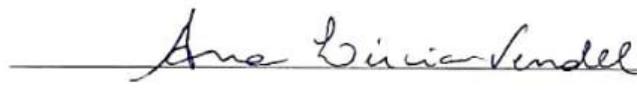
UFPB/CCEN

Ana Luisa Araújo de Amorim

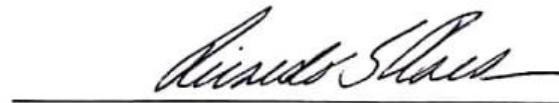
**Distribuição espaço-temporal e ecologia trófica de *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) na zona de arrebentação de duas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba, PB, Brasil**

Banca examinadora:

  
Jonas de Assis Almeida Ramos – IFPB - Cabedelo (Presidente)

  
Ana Lúcia Vendel – UEPB (Titular)

Henry Louis Spach – UFPR (Titular)

  
Ricardo de Souza Rosa – UFPB (Suplente)

## Agradecimentos

A Deus por estar sempre guiando meus passos e me dando forças para cumprir todas as minhas missões.

Aos meus pais Luis e Vera e irmãos Larissa e Vitor por apoiarem as minhas escolhas e por sonharem junto comigo.

A bolsa de mestrado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Ao Grupo de Ecologia de Ecossistemas Marinhos (GEEM) do IFPB Campus Cabedelo pelo auxílio na coleta e triagem dos peixes.

Ao meu orientador Dr. Miodeli Nogueira por ter abraçado a causa, por toda paciência e auxílio na execução deste trabalho.

Ao meu segundo orientador Dr. Jonas Ramos pela confiança, incentivo, oportunidades, amizade, disposição e direcionamento.

Aos meus colegas de laboratório, principalmente, a Laís por segurar na minha mão nas horas de aperto e a Henrique por ter me ajudado na confecção do mapa.

A Vitor, meu irmão, por ter me auxiliado na edição das figuras.

Ao meu namorado Alexandre pela torcida, incentivo e por entender toda a minha correria.

“O rio quando corre para o mar tem um caminho a percorrer e obstáculos a ultrapassar,  
mas nada consegue impedir que chegue onde deve chegar.”

(Mirna Rosa)

## Resumo

Este estudo avaliou a influência espacial e temporal (ciclo sazonal e lunar) na distribuição e dieta das fases ontogenéticas (juvenil, subadulto e adulto) de *Stellifer brasiliensis* nas praias de Costinha e Miramar, Nordeste do Brasil. Para isso foram realizados arrastos mensais de maio de 2014 a abril de 2015 na zona de arrebentação de ambas as praias. Essas praias foram escolhidas, pois possuem diferentes graus de influência da pluma estuarina. Em maio e junho de 2014 foram conduzidos arrastos semanais de acordo com as fases da lua na praia de Miramar. A distribuição e a dieta de *S. brasiliensis* variaram espacialmente. Temporalmente, a distribuição foi influenciada pelo ciclo sazonal com nenhuma influência do ciclo lunar, enquanto que a dieta teve influência das duas escalas de tempo testadas. A variação na distribuição de *S. brasiliensis* foi regida pela turbidez, os indivíduos preferem habitats menos turvos e, por isso, sua abundância foi significativamente maior em Miramar. No geral, a dieta de *S. brasiliensis* foi composta predominantemente por crustáceos, principalmente Gammaridea e Calanoida. Variações na guilda alimentar da espécie foram observadas à medida que houve mudança de fase ontogenética. Juvenis consumiram principalmente presas zooplancônicas e os subadultos e adultos presas bentônicas. Uma possível sobreposição alimentar na ingestão de Calanoida e Gammaridea foi observada em ambas as análises temporais, principalmente entre juvenis e subadultos. As zonas de arrebentação das praias de Costinha e Miramar são importantes principalmente durante as fases iniciais do ciclo de vida de *S. brasiliensis* funcionando como áreas de alimentação e berçário para a espécie. A ocorrência de microplásticos nos estômagos das três fases ontogenéticas enfatiza a necessidade de uma gestão mais eficiente dessas praias que são utilizadas durante grande parte do ciclo de vida dessa e de várias outras espécies.

**Palavras-chave:** áreas de berçário, turbidez, dieta

## Abstract

This study investigates the spatial and temporal (seasonal and lunar cycles) influences on the distribution and diet of ontogenetic phases (juvenile, subadult and adult) of *Stellifer brasiliensis* in Costinha and Miramar beaches, at northeast Brazil. For that, beach seine hauls were monthly conducted from May 2014 to April 2015 at the surf zone of both beaches. These beaches were chosen because of their different exposures to the estuarine water. In May and July 2014, samples were taken, according to lunar phases in Miramar beach. The distribution and diet of *S. brasiliensis* showed a clear spatial variation. Temporally, the distribution was affected by the seasonal cycle, but with no lunar influence, while the diet was influenced by both temporal scales. The variation in the distribution of *S. brasiliensis* was governed by the turbidity. This species seems to prefer less turbidity habitats, showing abundance significantly high in Miramar beach. In general, diet of *S. brasiliensis* was composed mainly by crustaceans as Gammaridea and Calanoida. Variations on the trophic guild of this specie were detected as ontogenetic phases changed. Juveniles feed mainly on zooplankton, while subadults and adults prefer benthonic preys. Diet overlaps were observed in the consumption of Calanoida and Gammaridea in both temporal analyses, mainly between juveniles and subadults. The surf zone of Miramar and Costinha are important habitats for the early life stages of *S. brasiliensis*, working as a nursery ground for this specie. The occurrence of micro plastics in the stomachs of these three ontogenetic phases, shows the needs of efficient managements of theses habitats which were used by this and other species during most part of their life cycle.

**Key-words:** nursery areas, turbidity, diet

## Lista de Figuras

**Capítulo 1:** Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação de praias tropicais

Figura 1: Mapa de localização da desembocadura do estuário do Rio Paraíba. Os retângulos indicam a praia de Costinha ao norte e a praia de Miramar ao sul.....23

Figura 2: Variações espaciais e sazonais nas variáveis abióticas. Na figura (a) as barras representam a precipitação média histórica mensal registrada entre 2005 e 2015 e a linha tracejada, o acumulado de chuvas durante o período de coleta. As demais figuras (b-d) mostram a média±EP das variáveis ambientais (temperatura da água, salinidade e turbidez) entre maio de 2014 e abril de 2015 nas praias de Miramar e Costinha. IC- início da chuva; FC – final da chuva; IS – início da seca; FS – final da seca. .... 29

Figura 3: Análise de agrupamento das variáveis ambientais (pluviosidade, temperatura da água, turbidez e salinidade): a – ciclo sazonal nas praias de Miramar e Costinha; b - ciclo lunar na praia de Miramar. C = Costinha; M = Miramar (na figura a); M = Maio; J = Junho (na figura b)..... 30

Figura 4: Distribuição temporal de *S. brasiliensis*: a e b – Média+EP da densidade e biomassa entre maio de 2014 e abril de 2015 nas praias de Miramar e Costinha; c e d – Média+EP da densidade e biomassa durante o ciclo lunar na praia de Miramar. IC- início da chuva; FC – final da chuva; IS – início da seca; FS – final da seca. .... 31

Figura 5: Média+EP da densidade e biomassa das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* nas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba entre maio de 2014 e junho de 2015. IC- início da chuva; FC – final da chuva; IS – início da seca; FS – final da seca. .... 32

Figura 6: Análise Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais (vetores pretos) e a abundância (ind.ha<sup>-1</sup>) das diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* (vetores cinzas) durante os ciclos sazonal (a) e lunar (b). Os números entre parênteses indicam a porcentagem da variação explicada por cada eixo. Juv – juvenil; Sub – subadulto; Adu – adulto; Sal – salinidade; Pluv – pluviosidade; Temp – temperatura. .... 34

Figura 7: Acumulado de chuvas da semana anterior a cada coleta e Média±EP da temperatura da água, salinidade e turbidez durante os ciclos lunares dos meses de maio e junho de 2014 na praia de Miramar..... 36

Figura 8: Média±EP da densidade e biomassa das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos lunares dos meses de maio e junho de 2014 na praia de Miramar. .... 37

Figura 9: Modelo conceitual da composição sazonal das praias de Miramar e Costinha por fases ontogenéticas (juvenil, subadulto, adulto) de *S. brasiliensis*. A coloração marrom na parte esquerda da figura representa a pluma estuarina seguindo em direção a Costinha enquanto que a cor azul na parte direita indica a menor influência estuarina em Miramar. .... 42

**Capítulo 2:** O papel das zonas de arrebentação de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases de vida de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae)

Figura 1: Mapa de localização da desembocadura do estuário do Rio Paraíba. Os retângulos indicam a praia de Costinha ao norte e a praia de Miramar ao sul ..... 74

Figura 2: Proporção de estômagos cheios e vazios durante as estações do ano nas praias de Costinha e Miramar. .... 74

Figura 3: Composição geral da dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* nas duas escalas de tempo testadas: ciclo sazonal e lunar..... 74

Figura 4: Análise Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais (vetores pretos) e a ingestão das principais presas pelas diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* (vetores cinzas) durante os ciclos sazonal (a) e lunar (b). Os números entre parênteses indicam a porcentagem da variação explicada por cada eixo. Gam – Gammaridea, M. veg – Material vegetal, Cyclo – Cyclopoida, Cala – Calanoida, Iso – Isopoda, Brac – Brachyura, Fora – Foraminífera, Capre – Caprellidea, Poly – Polychaeta, Ost – Ostracoda, Biv – Bivalve, Tana – Tanaidacea, mis - mÍsis; Sal – salinidade; Pluv – pluviosidade; Temp – temperatura..... 74

Figura 5: Proporção de estômagos cheios e vazios durante as fases da lua na praia de Miramar. .... 74

## Lista de Tabelas

**Capítulo 1:** Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação de praias tropicais

Tabela 1: Resultado do teste ANOVA para densidade (ind.ha<sup>-1</sup>) e biomassa (g.ha<sup>-1</sup>) das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar. Diferenças significativas foram consideradas quando  $p < 0,05$  (em negrito). GL = grau de liberdade.

..... 32

Tabela 2: Resultado da Análise de Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais e a densidade das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* ao longo dos ciclos sazonal e lunar nas praias de Costinha e Miramar..... 34

**Capítulo 2:** O papel das zonas de arrebentação de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases de vida de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae)

Tabela 1: Índice de Importância Alimentar (%IRI) das presas consumidas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* com seus respectivos peso (%W), número (%N) e frequência (%F). ..... 75

Tabela 2: Resultado da ANOVA com os valores de peso e número das presas ingeridas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar. Diferenças significativas foram consideradas quando  $p < 0,05$ . Letras com a mesma formatação indicam grupos homogêneos. .... 75

Tabela 3: Resultado da Análise de Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais e a ingestão das principais presas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar. .... 75

Tabela 4: Resultado do Índice de Schoener (sobreposição alimentar) entre as fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar. .... 75

Tabela 5: Índice de Importância Alimentar (%IRI) das presas consumidas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* com seus respectivos peso (%W), número (%N) e frequência (%F). ..... 75

## Lista de Apêndices

**Capítulo 1:** Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação de praias tropicais

Figura S1: Comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de *S. brasiliensis* nas praias estudadas..... 44

**Capítulo 2:** O papel das zonas de arrebentação de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases ontoenéticas de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae)

Figura S1: Precipitação média histórica mensal registrada entre 2005 e 2015 e acumulado de chuvas durante o período de coleta (2014-2015)..... 86

Tabela S1: Composição da dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* expressa pelo %IRI em cada estação nas praias de Costinha e Miramar..... 87

## Sumário

1. Introdução geral.....	14
2. Objetivos.....	16
2.1 Geral.....	16
2.2 Específicos .....	16
<b>Capítulo 1:</b> Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de <i>Stellifer brasiliensis</i> (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação de praias tropicais.....	18
Resumo .....	19
1. Introdução.....	20
2. Metodologia.....	22
2.1. Área de Estudo.....	22
2.2. Amostragem.....	23
2.3. Análise dos dados .....	25
3. Resultados.....	27
3.1. Ciclo Sazonal .....	27
3.1.1. Condições ambientais.....	27
3.1.2. Variação espaço-temporal na abundância de <i>S. brasiliensis</i> .....	30
3.1.3. Relação de <i>S. brasiliensis</i> com as variáveis ambientais.....	33
3.2. Ciclo lunar.....	35
3.2.1. Condições ambientais.....	35
3.2.2. Distribuição de <i>S. brasiliensis</i> .....	36
3.2.3. Influência das variáveis ambientais na distribuição de <i>S. brasiliensis</i> .....	37
4. Discussão .....	38
4.1. Estrutura populacional de <i>S. brasiliensis</i> .....	38
4.3 Distribuição espaço-temporal .....	38
5. Conclusões.....	43
Apêndice A.....	44
<b>Capítulo 2:</b> O papel das zonas de arrebentação de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases de vida de <i>Stellifer brasiliensis</i> (Perciformes: Sciaenidae)...	45
Resumo .....	46
1. Introdução.....	47
2. Metodologia.....	49
2.1. Área de Estudo.....	49

2.2. Amostragem.....	50
2.3 Análise laboratorial.....	51
2.5 Análises estatísticas .....	52
3. Resultados.....	54
3.1. Ciclo sazonal.....	54
3.1.1 Variações espaciais e sazonais na dieta das fases ontogenéticas de <i>S. brasiliensis</i> .....	55
3.1.2 Influência das variáveis ambientais na ingestão dos itens alimentares por <i>S. brasiliensis</i> .....	56
3.1.3 Sobreposição entre a dieta das diferentes fases ontogenéticas de <i>S. brasiliensis</i> .....	57
3.2 Ciclo Lunar .....	58
3.2.1 Composição e variação ontogenética da dieta.....	58
3.2.2 Influência lunar na dieta das fases ontogenéticas de <i>S. brasiliensis</i> .....	58
3.2.3 Influência das variáveis ambientais na ingestão dos itens alimentares por <i>S. brasiliensis</i> .....	59
3.2.4 Sobreposição entre a dieta das diferentes fases de <i>S. brasiliensis</i> .....	60
4. Discussão.....	60
5. Conclusões.....	63
3. Conclusões gerais .....	64
Referências .....	64
Lista de Tabelas.....	75
Apêndice B .....	86

## 1. Introdução geral

As praias arenosas e suas zonas de arrebentação cobrem a maior parte das costas temperadas e tropicais mundiais (MCLACHLAN; BROWN, 2006) e abrigam uma fauna diversificada e abundante (MARIN JARRIN et al., 2017). São ambientes que possuem valor econômico e social por abrigarem várias espécies de peixes de importância para pesca comercial e recreacional (OLDS et al., 2017). No entanto, sofrem com o impacto advindo de atividades antrópicas (DEFEO et al., 2009).

As zonas de arrebentação funcionam como importantes locais de alimentação, crescimento e proteção para diversas espécies de peixes (BEYST; CATTRIJSSSE; MEES, 1999; LAYMAN, 2000; INOUE; SUDA; SANO, 2005; OLDS et al., 2017), e, por isso, desempenham papel de berçário (BECK et al., 2001), favorecendo a maior abundância de peixes no estágio juvenil do ciclo de vida (BEYST; HOSTENS; MEES, 2001; PESSANHA; ARAÚJO, 2003; RAMOS et al., 2016).

A composição das populações de peixes que habitam ecossistemas costeiros de águas rasas pode variar espacialmente regida principalmente pelos fatores abióticos (RAMOS et al., 2014), mas também pela disponibilidade de alimento (LIMA; BARLETTA, 2016), presença de predadores (SELLESLAGH; AMARA, 2008) e devido as diferentes estratégias de ciclo de vida (FAVERO; DIAS, 2013). Temporalmente esses habitats experimentam variações em diferentes escalas, devido a isso, os fatores abióticos podem influenciar a comunidade de peixes desse ambiente de diferentes maneiras (FAVERO; DIAS, 2015). De forma similar, variações espaciais e temporais, em diferentes escalas, nas condições ambientais e na disponibilidade de alimento podem influenciar a composição alimentar das espécies de peixes ao longo do seu ciclo de vida (RAMOS et al., 2014; DANTAS; BARLETTA; COSTA, 2015; ALVES et al., 2016).

Estudos que avaliam a distribuição e a dieta das fases ontogenéticas de peixes em diferentes áreas e escalas de tempo fornecem informações importantes que podem auxiliar na compreensão do uso do habitat, nos padrões de movimentação entre habitats adjacentes bem como, na identificação das guildas alimentares das espécies, funcionando como uma importante ferramenta em planos de gerenciamento e conservação (ALVES et al., 2016; FAVERO; DIAS, 2013; POSSATTO et al., 2016; RAMOS et al., 2016).

O gênero *Stellifer* Oken, 1817 pertence à família Sciaenidae (CARPENTER, 2002), suas espécies são muito abundantes em ecossistemas estuarinos e costeiros (LACERDA; BARLETTA; DANTAS, 2014; DANTAS; BARLETTA; COSTA, 2015).

É um gênero diverso com 25 espécies descritas (OBIS, 2018). As seis espécies que ocorrem no Brasil, ocorrem também no Nordeste do país (MENEZES et al., 2003). Apesar de sua importância ecológica como elo de ligação entre os níveis mais baixos da teia alimentar e grandes predadores (BITTAR; CASTELLO; DI BENEDITTO, 2008; FERREIRA et al., 2016), as populações de *Stellifer* sofrem com o impacto da pesca de camarão, uma vez que são muito comuns como fauna acompanhante neste tipo de atividade (BRANCO; VERANI, 2006; BRANCO; FREITAS JÚNIOR; CHRISTOFFERSEN, 2015).

*Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) é uma espécie demersal, endêmica do litoral brasileiro conhecida popularmente como “papa terra”. Na região tropical do Brasil *S. brasiliensis* é abundante (NUNES; ROSA, 1998; DANTAS; BARLETTA; COSTA, 2015), porém existem poucos estudos detalhados sobre variações espaço-temporal em sua distribuição. A maioria dos trabalhos com esta espécie se concentram na região subtropical do país (RODRIGUES-FILHO et al., 2011; POMBO; DENADAI; TURRA, 2012; POMBO; DENADAI; TURRA, 2013; FREHSE et al., 2015; SABINSON et al., 2015). Esses estudos mostram que as variações espaciais e temporais na abundância de *S. brasiliensis* são regidas por variáveis ambientais, períodos reprodutivos e preferência alimentar (RODRIGUES-FILHO et al., 2011; SCHMIDT; DIAS, 2012; POMBO; DENADAI; TURRA, 2013).

Informações disponíveis sobre a dieta da espécie também são escassas, sobretudo, na região tropical do Brasil. Os trabalhos existentes com esse enfoque mostram que a espécie se alimenta principalmente de crustáceos e que há mudança de guilda alimentar ao longo do seu ciclo de vida (DANTAS; BARLETTA; COSTA, 2015, POMBO; DENADAI; TURRA, 2013; FREHSE et al., 2015). Registros da análise da dieta de *S. brasiliensis* na zona de arrebentação e da influência lunar na sua variação alimentar são inexistentes. Neste sentido, este estudo visa compreender a utilização das zonas de arrebentação pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* gerando informações para uma correta gestão desses ambientes berçários.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Geral**

O presente trabalho objetiva analisar a influência de diferentes escalas temporais (ciclos sazonal e lunar) e das variáveis ambientais na distribuição e preferência alimentar das fases ontogenéticas (juvenil, subadulto e adulto) de *S. brasiliensis* na zona de arrebentação de praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba.

### **2.2 Específicos**

- Descrever a utilização do habitat pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis*;
- Caracterizar a dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis*;
- Avaliar se existe influência espacial e temporal na distribuição e dieta das fases ontogenéticas da espécie;
- Verificar a influência das variáveis ambientais na distribuição e dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis*;

## **Estrutura da dissertação**

Este estudo foi dividido em dois capítulos de acordo com os objetivos propostos e resultados alcançados. Os capítulos foram redigidos de acordo com as normas sugeridas pelas revistas escolhidas para submissão dos trabalhos.

- Capítulo 1: Refere-se ao artigo intitulado “Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação de praias tropicais” que foi submetido em novembro de 2018 a revista *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (ISSN 02727714). Esse artigo analisa a influência espacial e temporal (ciclo sazonal e lunar) na distribuição das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* em praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba.
- Capítulo 2: Refere-se ao artigo intitulado “O papel das zonas de arrebentação de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases ontogenéticas de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae)” que será submetido a revista *Marine Ecology* (ISSN 14390485). Esse artigo analisa possíveis variações espaciais e temporais (ciclos sazonal e lunar) na dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* nas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba.

**Capítulo 1:** Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação de praias tropicais

**Dinâmica populacional e escalas de variabilidade temporal de  
*Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae) na zona de arrebentação  
de praias tropicais**

Ana Luisa Araújo de Amorim<sup>ab\*</sup>, Jonas de Assis Almeida Ramos<sup>b</sup>, Miodeli  
Nogueira Júnior<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil.

<sup>b</sup>Grupo de Ecologia de Ecossistemas Marinhos - GEEM, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB - Campus Cabedelo), Cabedelo, Paraíba, Brasil.

\*Autor correspondente: ana\_luisaamorim@hotmail.com

### **Resumo**

A abundância das fases ontogenéticas (juvenil, subadulto e adulto) de *Stellifer brasiliensis* foi analisada para determinar padrões temporais (ciclos lunar e sazonal) no uso das praias. Para isso foram realizadas coletas mensais de maio de 2014 a abril de 2015 na zona de arrebentação das praias de Costinha e Miramar, situadas no litoral norte da Paraíba, Nordeste do Brasil. Essas praias foram escolhidas, pois possuem diferentes graus de influência da pluma estuarina. Adicionalmente, em maio e junho de 2014 foram conduzidas coletas semanais de acordo com as fases da lua na praia de Miramar. Os 180 arrastos realizados capturaram um total de 2753 espécimes. Destes, 719 eram juvenis, 1867 subadultos e 167 adultos. A distribuição das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* variou entre as praias e sazonalmente, mas não durante o ciclo lunar.

Isso indica que mudanças temporais na abundância dessa espécie estão associadas provavelmente a variações nas condições ambientais regidas por ciclos temporais maiores. A turbidez foi o principal parâmetro físico-químico que influenciou o uso das praias ao longo do ano por *S. brasiliensis*. A baixa turbidez em Miramar pode ter favorecido a abundância significativamente maior de juvenis e subadultos em relação à Costinha. As zonas de arrebentação das praias de Costinha e Miramar são importantes principalmente durante as fases iniciais do ciclo de vida de *S. brasiliensis* funcionando como áreas de berçário para a espécie.

Keywords: Berçário, ciclo lunar, sazonalidade, turbidez

## 1. Introdução

As praias arenosas e suas zonas de arrebentação compreendem aproximadamente dois terços da linha de costa de todo o mundo (Mc Lachlan and Brown, 2006). São ambientes que possuem valor econômico e social por abrigarem várias espécies de peixes de importância para pesca comercial e recreacional (Olds et al., 2017). Os peixes associados à zona de arrebentação são, em sua maioria, juvenis (Pessanha and Araújo, 2003) que utilizam os habitats fornecidos por este ecossistema principalmente como áreas de berçário, crescimento e alimentação (Layman, 2000; Ramos et al., 2016).

A composição das populações de peixes pode variar espacialmente influenciadas pela presença de microhabitats (Marin Jarrin and Miller, 2015), circulação da água, conectividade entre ecossistemas e complexidade de habitats, seja natural ou antrópico como, por exemplo, a presença de quebra mar (Beyst et al., 2002; Marin Jarrin et al., 2017). Temporalmente a ictiofauna pode

mudar sua distribuição em diferentes escalas (Favero and Dias, 2015), seguindo ciclos sazonais (Favero and Dias, 2013; Ramos et al., 2014), ou escalas mais curtas como ciclos lunares e variações de marés (Ramos et al., 2011; Lacerda et al., 2014). Diversos fatores influenciam esses padrões, como variações nos parâmetros físico-químicos da água (Ramos et al., 2014), disponibilidade de alimento (Lima and Barletta, 2016), presença de predadores (Selleslagh and Amara, 2008) e as diferentes estratégias de ciclo de vida (Favero and Dias, 2013). Assim, para uma melhor compreensão dos padrões de utilização do habitat por esses organismos é importante que diferentes escalas temporais sejam consideradas.

*Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) pertence à família Sciaenidae e é conhecida popularmente como “papa terra”. É uma espécie demersal, endêmica do litoral brasileiro, ocorre desde a região norte até a região sul do Brasil (Fisher et al., 2011; Marceniuk et al., 2017), que possui importância ecológica atuando como elo entre os níveis mais baixos da teia alimentar e grandes predadores (Bittar et al., 2008; Ferreira et al., 2016). Espécies do gênero *Stellifer* são abundantes em ecossistemas estuarinos e costeiros (Carpenter, 2002; Lacerda et al., 2014; Dantas et al., 2015, 2016).

A maioria dos estudos sobre *S. brasiliensis* analisam a ecologia e biologia de comunidades de peixes demersais capturadas como bycatch, devido a esta espécie ser muito comum como fauna acompanhante da pesca de camarão (Branco and Verani, 2006; Branco et al., 2015) e se concentram na região subtropical do Brasil (Rodrigues-Filho et al., 2011; Pombo et al., 2012; Pombo et al., 2013; Frehse et al., 2015; Sabinson et al., 2015). Esses estudos mostram que as variações espaciais e temporais (mensais) na abundância de *S.*

*brasiliensis* são regidas por variáveis ambientais, períodos reprodutivos e preferência alimentar (Rodrigues-Filho et al., 2011; Shimidt and Diaz, 2012; Pombo et al., 2013).

Na região tropical do Brasil *S. brasiliensis* é abundante (Nunes and Rosa, 1998; Dantas et al., 2015), porém existem poucos estudos detalhados sobre sua distribuição espaço-temporal. Neste contexto, o presente trabalho testa a influência de diferentes escalas temporais (ciclos lunar e sazonal) e das variáveis ambientais na distribuição de diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* na zona de arrebentação de praias tropicais.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Área de Estudo**

O presente estudo foi realizado nas praias de Costinha (6° 57' 31" S; 34° 51' 25" O) e Miramar (06° 58' 52" S; 34° 50' 02" O), situadas, respectivamente, nos municípios de Lucena e Cabedelo, Paraíba, Nordeste do Brasil. Estas praias estão localizadas adjacentes à desembocadura do estuário do Rio Paraíba, o maior do estado (Dominguez et al., 2016) (Figura 1). Apesar da importância econômica e social para a população que vive em seu entorno, o estuário do Rio Paraíba sofre com impactos advindos de efluentes domésticos, plantação da cana-de-açúcar e da criação de camarão (Marcelino et al., 2005; Alves et al., 2016). A praia de Costinha possui 7,9 km de extensão e localiza-se ao norte da desembocadura do estuário, é uma área que recebe maior influência de águas estuarinas devido à corrente marinha sudeste que faz com que grande parte do deságue do estuário siga em direção norte (Dominguez et al., 2016). A praia de Miramar possui extensão de 1,44 km e está localizada ao sul da desembocadura

do estuário, por isso, é uma área que tem maior influência marinha. A praia de Miramar possui um dique em seu limite com a desembocadura do estuário.

A região apresenta clima do tipo As', tropical com verão seco com duas estações, uma seca e outra chuvosa (Alvares et al., 2013). O regime de marés dessas praias é semidiurno com amplitude máxima de 2,80 m (Nishida et al., 2006). A praia de Miramar é utilizada como um pequeno porto pesqueiro e em seu entorno são encontrados alguns estabelecimentos comerciais, vilas, caiçaras de pescadores. A pesca artesanal no estuário e em ambas as praias é comum e representa uma fonte de subsistência para as comunidades de pescadores locais (JAA Ramos and ALA Amorim, observações de campo).

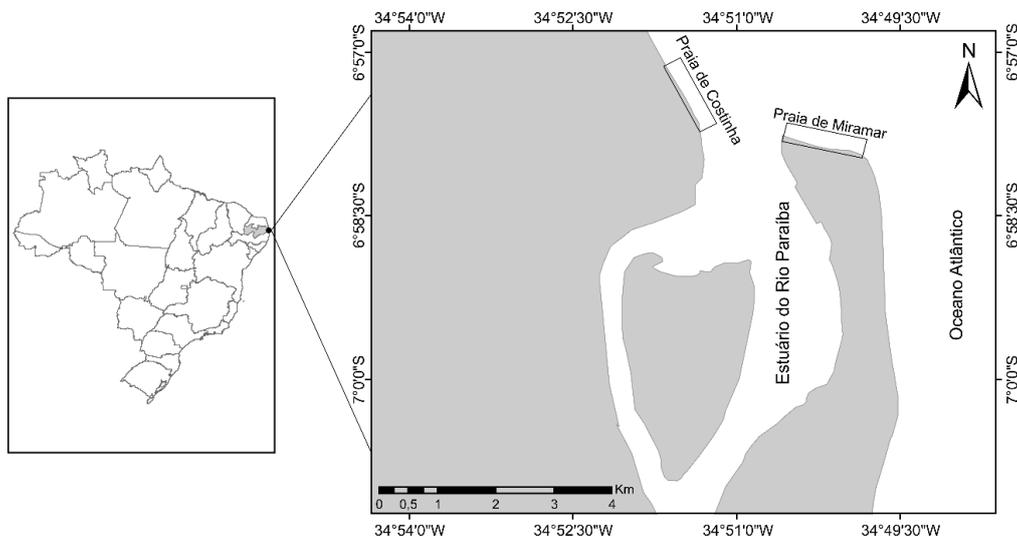


Figura 1: Mapa de localização da desembocadura do estuário do Rio Paraíba. Os retângulos indicam a praia de Costinha ao norte e a praia de Miramar ao sul.

## 2.2. Amostragem

Os espécimes de *S. brasiliensis* foram capturados mensalmente no período de maio de 2014 a abril de 2015 na zona de arrebentação das praias de

Miramar e Costinha (licença nº 42541-1) (Figura 1). Além disso, em maio e junho de 2014 foram realizadas coletas semanais de acordo com as fases da lua (crescente, cheia, minguante e nova) na praia de Miramar. A captura dos peixes foi conduzida através de arrastos de praia paralelos à costa a uma profundidade média de 1,50 m utilizando rede de 15 m de comprimento, 1,8 a 2,2 m de altura e malha de 5 mm entre nós, com uma abertura de rede fixa de 7,5 m. Para padronizar o esforço amostral, em cada praia foram realizadas seis réplicas com duração de 5 minutos cada (Lacerda et al., 2014). As coordenadas das posições iniciais e finais dos arrastos foram registradas com GPS. Esses dados foram utilizados para calcular a área arrastada (AR) através da seguinte equação:

$$AR = D*W$$

Onde, D é a distância percorrida pela rede e W é a abertura da rede. Para obter a densidade (ind.ha<sup>-1</sup>) e biomassa (g.ha<sup>-1</sup>) da população, o número de indivíduos e o peso, respectivamente, foram divididos pelo valor da área arrastada obtida em cada amostra (Sparre & Venema, 1998).

Anteriormente a cada arrasto, valores de subsuperfície de salinidade e temperatura da água (°C) foram mensurados através de refratômetro e termômetro digital, respectivamente, e a turbidez (NTU), estimada com o uso de turbidímetro. Os dados de pluviosidade foram obtidos da estação meteorológica mais próxima à área de estudo, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<http://www.inmet.gov.br/portal/>). Para análise mensal foi utilizado o acumulado de chuvas de cada mês de coleta e para a análise do ciclo lunar foi utilizado o acumulado da semana anterior a cada coleta. Os valores das variáveis ambientais da praia de Costinha no mês de junho foram perdidos.

### 2.3. Análise dos dados

Após as amostragens os peixes foram conservados em gelo e conduzidos ao laboratório. No laboratório os indivíduos foram identificados (Menezes and Figueiredo, 1980; Carpenter, 2002), contados, pesados em balança semianalítica ( $\pm 0,01$  g) e mensurados quanto ao seu comprimento total (mm) com o auxílio do paquímetro digital ( $\pm 0,01$  mm).

Os espécimes de *S. brasiliensis* foram classificados em três classes de tamanho: juvenil (<55,00 mm), subadulto (55,00-105,17 mm) e adulto (>105,17 mm). Para distinguir os indivíduos juvenis dos subadultos, foi utilizado o ponto de inflexão da curva peso-comprimento, enquanto que o comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) foi utilizado para separar os subadultos dos adultos (Ramos et al., 2012; Dantas et al., 2015) (Figura S1). O cálculo do  $L_{50}$  foi realizado através de uma regressão logística da relação de indivíduos maduros por cada intervalo de classe de tamanho (Lewis and Fontoura, 2005), com base na classificação macroscópica das gônadas (Vazzoler, 1996).

Uma matriz de similaridade com os dados abióticos foi construída usando a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade para agrupar os habitats similares, formados com base nas variáveis ambientais (pluviosidade, temperatura da água, turbidez e salinidade) ao longo das fases da lua, apenas na praia de Miramar, e mensalmente em ambas as praias. Os dados foram transformados pelo  $\log(x+1)$ . Esta análise foi conduzida no Software estatístico PRIMER 6 (Clarke and Gorley, 2006).

Para determinar variações na abundância [densidade ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ) e biomassa ( $\text{g. ha}^{-1}$ )] das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* entre as diferentes praias ao longo de um ano, foi conduzida uma ANOVA bifatorial utilizando os fatores “mês” (12 níveis) e “área” (dois níveis). Para determinar variações na abundância das

fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* na praia de Miramar durante as fases da lua ao longo de dois meses amostrais, foi conduzida uma ANOVA bifatorial utilizando os fatores “mês” (dois níveis) e “fases da lua” (quatro níveis) (Zar, 1996). *A priori*, o teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade dos dados. A transformação dos dados foi realizada pelo Box-Cox (Box and Cox, 1964). *A posteriori*, quando diferenças significativas foram detectadas, o teste Bonferroni foi conduzido para detectar quais pares de grupos diferiram entre si (Quinn and Keough, 2002). As análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 10®, com nível de significância de 5%.

A influência das variáveis explicativas (pluviosidade, temperatura da água, salinidade e turbidez) na distribuição das diferentes fases de *S. brasiliensis* durante o ciclo sazonal e lunar foi verificada através de uma análise de ordenação de gradiente direto. Todas as variáveis foram inicialmente verificadas quanto ao comprimento do gradiente com a análise de correspondência destendenciada (DCA). Como uma resposta linear foi detectada com o DCA (<3), a análise de redundância (RDA) foi utilizada para determinar as relações entre as variáveis bióticas e abióticas. Antes das análises, os dados foram transformados pelo log (x+1). O teste de permutação de Monte Carlo foi realizado para determinar quais eixos e variáveis ambientais foram significativas (ter Braak and Smilauer, 2002; Leps and Smilauer, 2003). Essas análises foram realizadas utilizando o software CANOCO for Windows 4.5 em um nível de significância de 5%.

### 3. Resultados

Foram realizados 180 arrastos capturando um total de 2753 espécimes de *S. brasiliensis* na zona de arrebentação das praias de Miramar e Costinha, com densidade e biomassa total média de  $125,4 \pm 210,7$  ind.ha<sup>-1</sup> e  $582,7 \pm 894,6$  g.ha<sup>-1</sup> e amplitude de tamanho variando de 2,1 a 15,0 cm. Destes, 719 eram juvenis, 1867 subadultos e 167 adultos.

#### 3.1. Ciclo Sazonal

##### 3.1.1. Condições ambientais

O nível de chuvas registrado no período de coleta foi similar ao padrão da série histórica, exceto para os meses de setembro, março e abril que apresentaram um padrão atípico (Figura 2a). Os maiores valores de temperatura da água foram registrados em abril e novembro tanto na praia de Miramar (31,2 e 30,5°C, respectivamente), quanto na praia de Costinha (31,9 e 31,2 °C, respectivamente), meses em que houve uma queda na pluviosidade (Figuras 2a e 2b). A praia de Miramar apresentou maiores salinidades em abril (34,7), agosto (35,0) e outubro (34,3), períodos onde houve uma diminuição das chuvas. Já a salinidade em Costinha não teve grandes variações com maior valor em agosto (35,0), período de baixa pluviosidade (Figuras 2a e 2c). A turbidez na praia de Costinha foi alta durante praticamente todos os meses, mostrando uma queda em abril (38,9), agosto (35,0), setembro (27,3) e novembro (30,2), períodos de baixa pluviosidade. Na praia de Miramar a turbidez em geral foi baixa (médias <30), com maiores valores nos meses de maior pluviosidade, março (56,7), maio (70,8), setembro (121,2), bem como, em outubro (75,33) (Figura 2a e 2d).

A análise de classificação por similaridade baseada nos dados abióticos definiu dois grupos principais, que separou os meses em estação seca e chuvosa (Figura 3a). O grupo I foi formado em sua maioria por habitats no período considerado seco para região de estudo (13,3 a 54,8 mm). Neste grupo foi incluído também o mês de abril, que geralmente é um mês chuvoso, mas apresentou um padrão atípico no ano de coleta (Figura. 2a). O grupo I foi subdividido em *Ia* e *Ib*, e separou basicamente as duas praias. O grupo *Ia* foi formado por habitats, em sua maioria da praia de Costinha, no período seco com valores de turbidez predominantemente altos (23,3-116,2), enquanto o *Ib* foi formado por habitats da praia de Miramar, no período seco com baixos valores de turbidez (8,2-32,0) (Figura 3a). O grupo II foi formado por habitats no período considerado chuvoso para a região de estudo (79,0 a 406,6 mm) e incluiu setembro, mês geralmente de baixa pluviosidade, mas que apresentou média de pluviosidade maior do que o esperado no ano de coleta (Figura 2a).

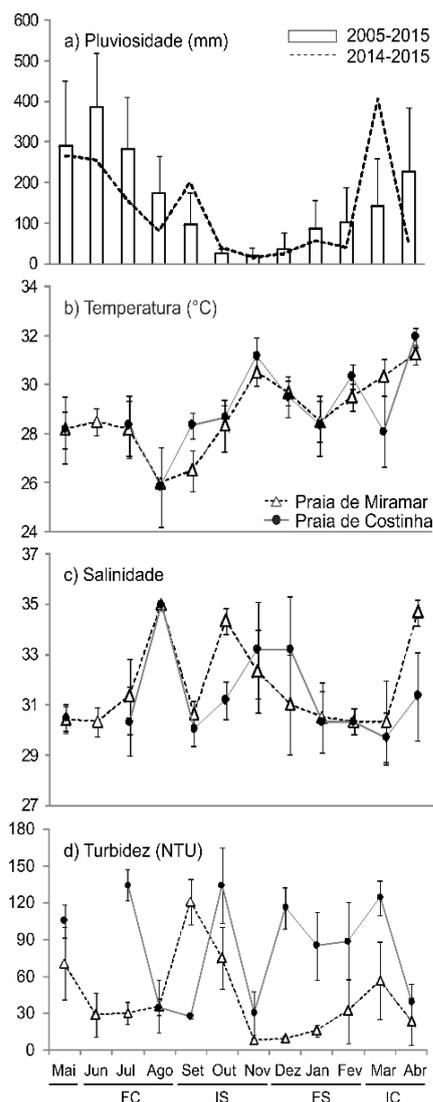


Figura 2: Variações espaciais e sazonais nas variáveis abióticas. Na figura (a) as barras representam a precipitação média histórica mensal registrada entre 2005 e 2015 e a linha tracejada, o acumulado de chuvas durante o período de coleta. As demais figuras (b-d) mostram a média $\pm$ EP das variáveis ambientais (temperatura da água, salinidade e turbidez) entre maio de 2014 e abril de 2015 nas praias de Miramar e Costinha. IC- início da chuva; FC – final da chuva; IS – início da seca; FS – final da seca.

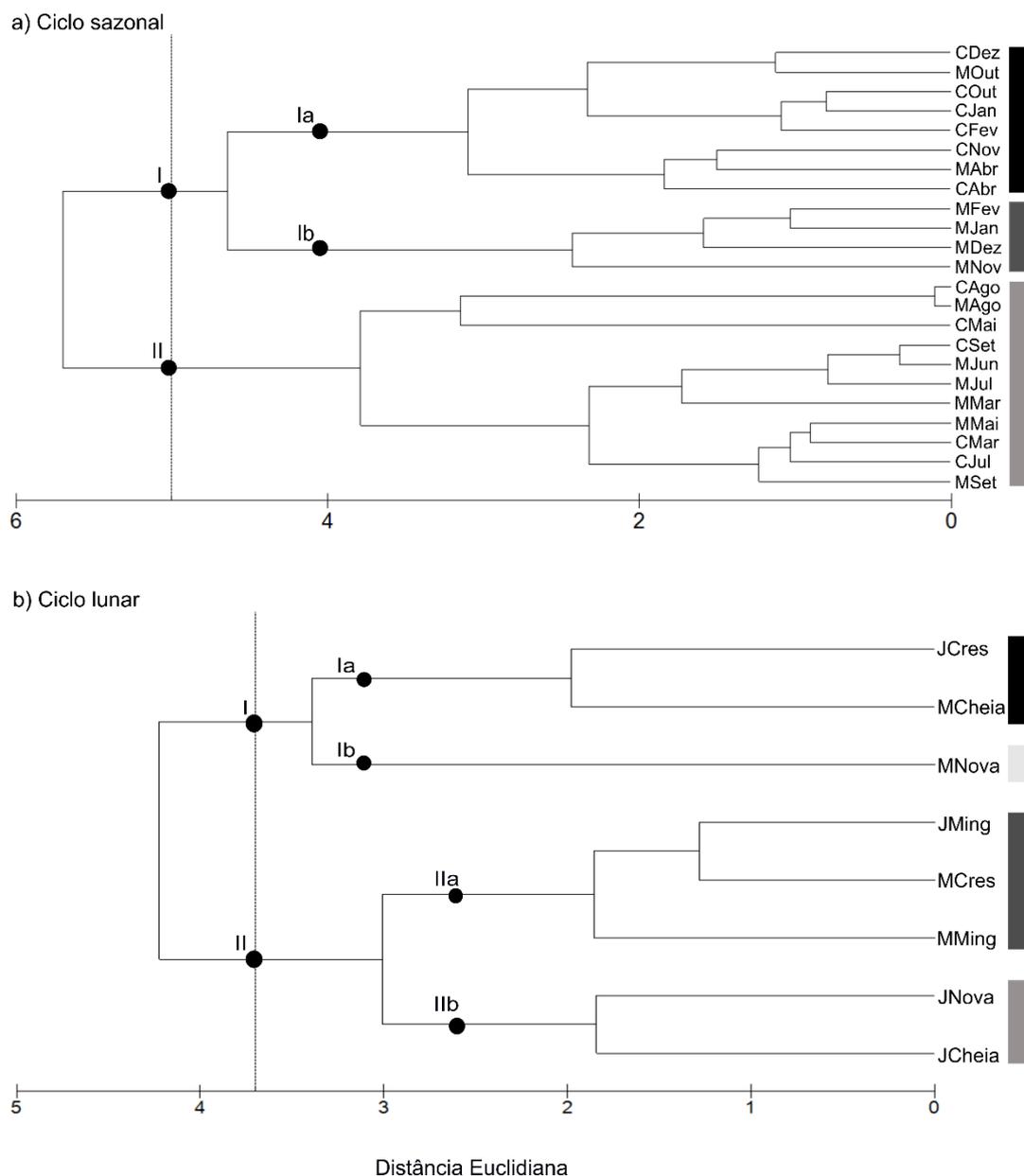


Figura 3: Análise de agrupamento das variáveis ambientais (pluviosidade, temperatura da água, turbidez e salinidade): a – ciclo sazonal nas praias de Miramar e Costinha; b - ciclo lunar na praia de Miramar. C = Costinha; M = Miramar (na figura a); M = Maio; J = Junho (na figura b).

### 3.1.2. Variação espaço-temporal na abundância de *S. brasiliensis*

A ANOVA sugeriu interação significativa ( $p < 0,01$ ) entre praias e meses para densidade e biomassa total de *S. brasiliensis* (Figura 4a e 4b; Tabela 1), com os maiores valores encontrados na praia de Miramar no mês de julho.

Interações significativas ( $p < 0,01$ ) também foram observadas para abundância de cada fase ontogenética separadamente. Todas as fases apresentaram maiores valores médios na praia de Miramar, no entanto, juvenis e subadultos foram mais abundantes no mês de julho, enquanto adultos no mês de junho (Figura 5; Tabela 1).

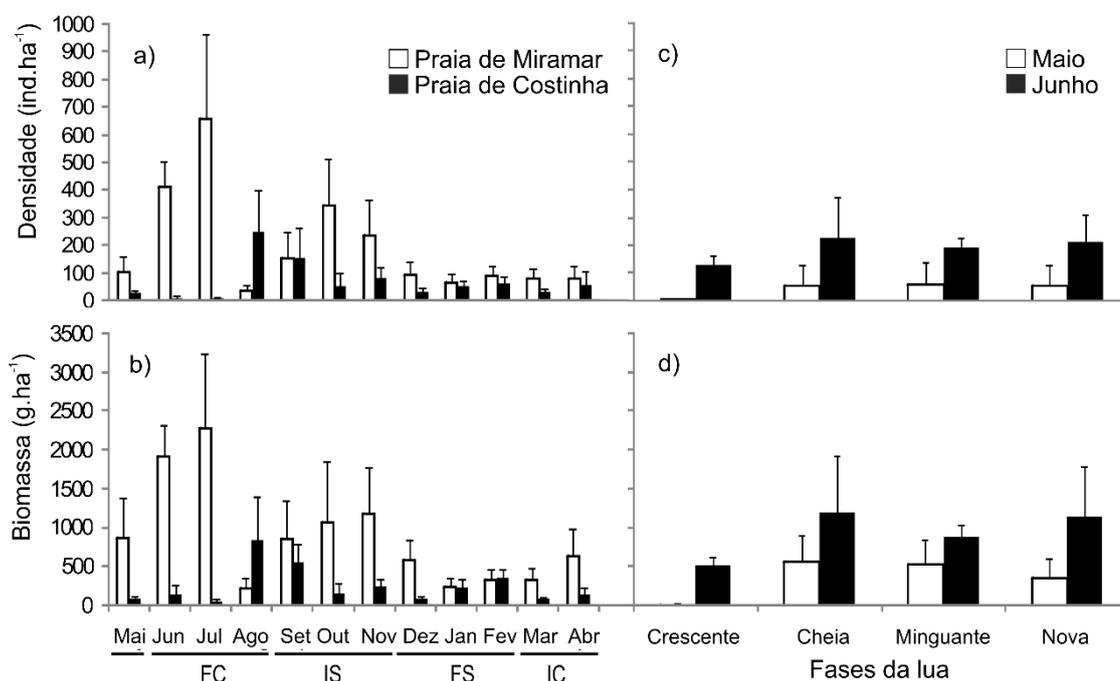


Figura 4: Distribuição temporal de *S. brasiliensis*: a e b – Média+EP da densidade e biomassa entre maio de 2014 e abril de 2015 nas praias de Miramar e Costinha; c e d – Média+EP da densidade e biomassa durante o ciclo lunar na praia de Miramar. IC- início da chuva; FC – final da chuva; IS – início da seca; FS – final da seca.

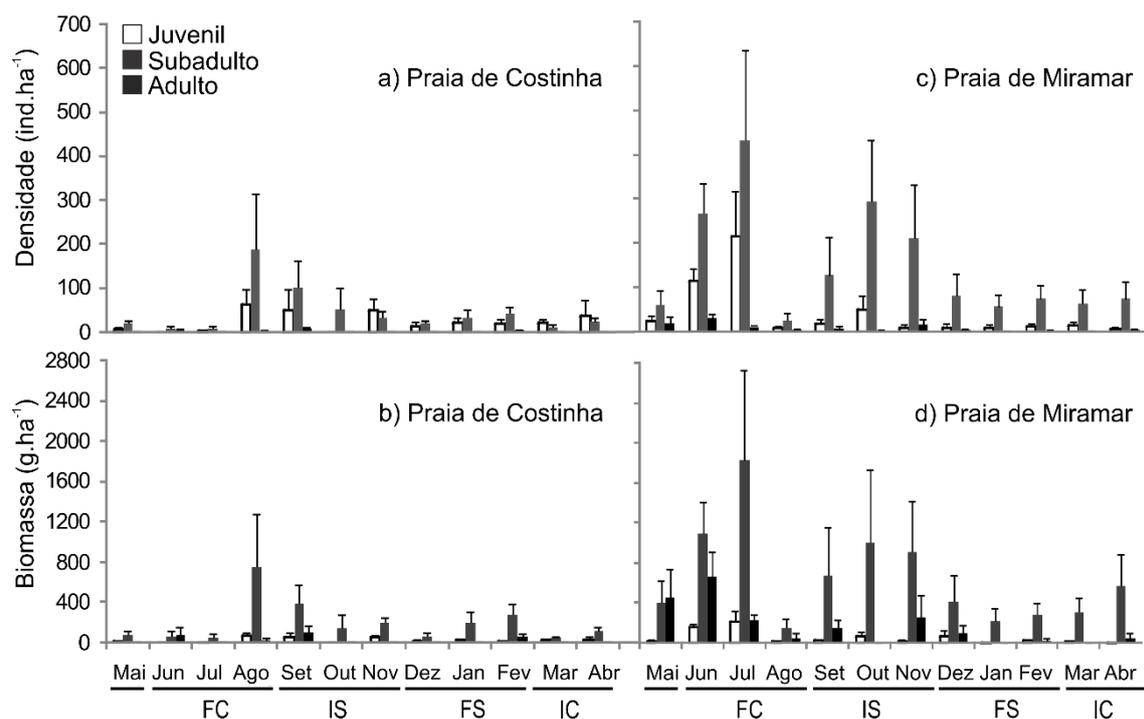


Figura 5: Média+EP da densidade e biomassa das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* nas praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba entre maio de 2014 e junho de 2015. IC- início da chuva; FC – final da chuva; IS – início da seca; FS – final da seca.

Tabela 1: Resultado do teste ANOVA para densidade (ind.ha<sup>-1</sup>) e biomassa (g.ha<sup>-1</sup>) das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar. Diferenças significativas foram consideradas quando  $p < 0,05$  (em negrito). GL = graus de liberdade.

	GL	Total		Juvenil		Subadulto		Adulto	
		p	F	p	F	p	F	p	F
<b>Ciclo sazonal</b>									
<b>Densidade</b>									
Mês (1)	11	0,98	0,34	0,59	0,85	0,97	0,37	<b>&lt;0,01</b>	4,21
Praia (2)	1	<b>&lt;0,01</b>	16,67	<b>0,02</b>	6,00	<b>&lt;0,01</b>	18,25	<b>&lt;0,01</b>	22,44
Interação (1x2)	11	<b>&lt;0,01</b>	3,91	<b>&lt;0,01</b>	4,54	<b>&lt;0,01</b>	3,12	<b>&lt;0,01</b>	3,42
Erro	120								
<b>Biomassa</b>									
Mês (1)	11	0,62	0,82	0,42	1,03	0,81	0,62	<b>&lt;0,01</b>	4,78

Praia (2)	1	<b>&lt;0,01</b>	13,67	<b>0,03</b>	4,89	<b>&lt;0,01</b>	9,85	<b>&lt;0,01</b>	21,44
Interação (1x2)	11	<b>&lt;0,01</b>	3,18	<b>&lt;0,01</b>	3,61	<b>&lt;0,01</b>	2,54	<b>&lt;0,01</b>	3,80
Erro	120								
<b>Ciclo lunar</b>									
<b>Densidade</b>									
Fase da lua (1)	3	0,18	1,71	0,36	1,10	0,07	2,58	0,28	1,32
Mês (2)	1	<b>&lt;0,01</b>	13,74	<b>&lt;0,01</b>	14,06	<b>&lt;0,01</b>	14,99	0,09	2,95
Interação (1x2)	3	0,08	2,41	<b>0,01</b>	4,69	0,23	1,50	0,48	0,85
Erro	40								
<b>Biomassa</b>									
Fase da lua (1)	3	0,19	1,66	0,38	1,04	0,06	2,66	0,36	1,09
Mês (2)	1	<b>0,01</b>	8,00	<b>&lt;0,01</b>	16,49	<b>&lt;0,01</b>	10,66	0,09	3,10
Interação (1x2)	3	0,14	1,93	<b>0,01</b>	4,21	0,14	1,94	0,44	0,91
Erro	40								

### 3.1.3. Relação de *S. brasiliensis* com as variáveis ambientais

A RDA explicou em seu primeiro eixo 28,3% da variação na relação entre as fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* e as variáveis explicativas e foi correlacionado positivamente com a turbidez ( $p < 0,05$ ). O segundo eixo explicou 1,4% da variação e foi positivamente correlacionado com a pluviosidade (Figura 6a, Tabela 2). Todas as fases ontogenéticas foram relacionadas positivamente com os meses de junho e julho na praia de Miramar e de setembro em Costinha e negativamente relacionadas com o primeiro eixo e, portanto, com a turbidez (Figura 6a).

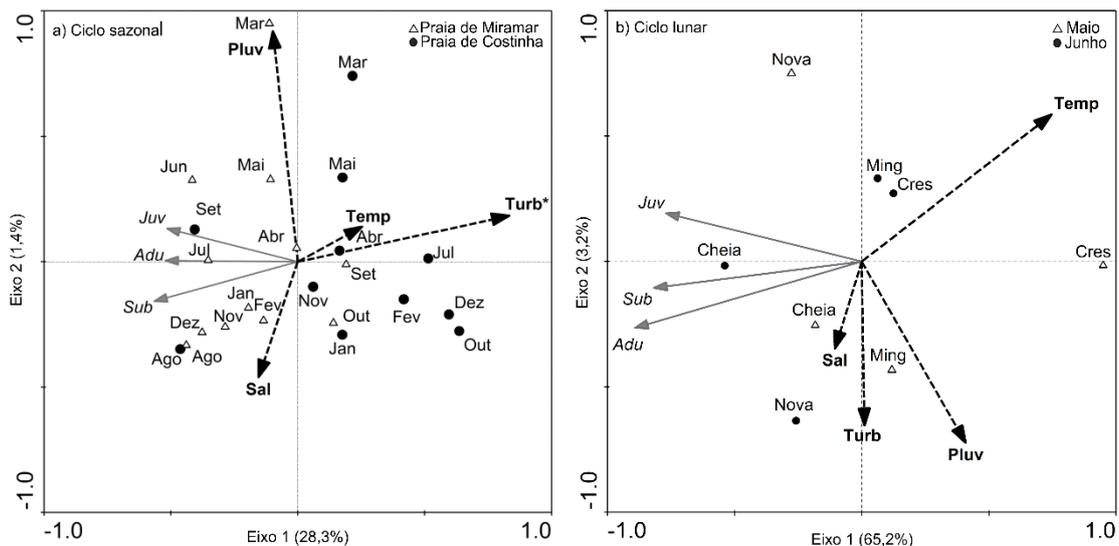


Figura 6: Análise Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais (vetores pretos) e a abundância (ind.ha<sup>-1</sup>) das diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* (vetores cinzas) durante os ciclos sazonal (a) e lunar (b). Os números entre parênteses indicam a porcentagem da variação explicada por cada eixo. Juv – juvenil; Sub – subadulto; Adu – adulto; Sal – salinidade; Pluv – pluviosidade; Temp – temperatura; Turb - turbidez.

Tabela 2: Resultado da Análise de Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais e a densidade das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* ao longo dos ciclos sazonal e lunar nas praias de Costinha e Miramar.

	Eixo 1	Eixo2	Eixo 3	Eixo 4	P valor
<b>Ciclo sazonal</b>					
Autovalores	0,283	0,014	0,006	0,414	
Correlação espécie-ambiente	0,638	0,306	0,191	0,000	
Variância percentual cumulativa dos dados de espécie	28,3	29,7	30,3	71,7	
Variância percentual cumulativa da relação espécie-ambiente	93,6	98,1	100,0	0,0	
Pluviosidade (mm)	-0,0623	0,2808	-0,0536	0,0000	>0,05
Temperatura (° C)	0,1613	0,0426	0,1001	0,0000	>0,05
Salinidade	-0,0988	-0,1407	0,1412	0,0000	>0,05
Turbidez	0,5314	0,0562	-0,0637	0,0000	<0,05
<b>Ciclo lunar</b>					

Autovalores	0,652	0,032	0,000	0,282	
Correlação espécie-ambiente	0,846	0,701	0,063	0,000	
Variância percentual cumulativa dos dados de espécie	65,2	68,4	68,4	96,6	
Variância percentual cumulativa da relação espécie-ambiente	95,3	100,0	100,0	0,0	
Pluviosidade (mm)	0,3463	-0,5066	0,0080	0,0000	>0,05
Temperatura (° C)	0,6310	0,4105	-0,0150	0,0000	>0,05
Salinidade	-0,0893	-0,2427	-0,0129	0,0000	>0,05
Turbidez	0,0092	-0,4581	-0,0134	0,0000	>0,05

## 3.2. Ciclo lunar

### 3.2.1. Condições ambientais

Foram observadas pequenas flutuações nas variáveis ambientais. No mês de maio picos de pluviosidade foram registrados nas fases de lua crescente (103,4 mm) e minguante (115,3 mm) e os maiores valores médios de temperatura da água, salinidade e turbidez foram encontrados durante as fases de lua crescente (29,7 °C), cheia (35,2) e minguante (70,8), respectivamente. Já no mês de junho os picos de pluviosidade foram registrados nas fases cheia (68,0 mm) e nova (86,0 mm) e os maiores valores médios de temperatura da água, salinidade e turbidez foram encontrados nas luas minguante (28,5°C), crescente (34,0) e nova (53,3), respectivamente (Figura 7).

A análise de classificação utilizando os dados abióticos definiu dois grupos principais com base no nível de pluviosidade (Figura 3b), sendo o grupo I formado por fases da lua com baixa pluviosidade (10,0-39,8 mm) e o grupo II, formado por fases com maior pluviosidade (54,3-115,3 mm). Os grupos I e II foram subdivididos em dois grupos definidos principalmente pela salinidade e temperatura respectivamente. O subgrupo *1a* foi formado por habitats de maior salinidade (34,0-35,2) e o subgrupo *1b* por um habitat de menor salinidade (30,4).

O subgrupo *Ila* foi formado por habitats com alta temperatura (28,2-29,7) e o subgrupo *Ilb* por habitats com menor temperatura (26,5) (Figura 3b).

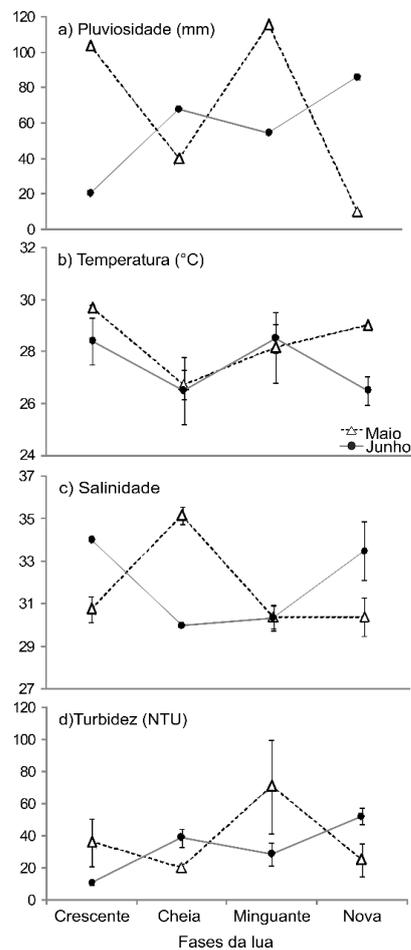


Figura 7: Acumulado de chuvas da semana anterior a cada coleta e Média±EP da temperatura da água, salinidade e turbidez durante os ciclos lunares dos meses de maio e junho de 2014 na praia de Miramar.

### 3.2.2. Distribuição de *S. brasiliensis*

A ANOVA sugeriu variações significativas ( $p < 0,01$ ) tanto na densidade quanto na biomassa total de *S. brasiliensis* entre os meses testados, com maiores valores em junho (Figura 4c e 4d; Tabela 1). Ao avaliar por fases ontogenéticas, o mesmo padrão foi observado para os subadultos (Figura 8; Tabela 1). Enquanto que para os juvenis houve interação ( $p < 0,05$ ) entre os

fatores meses e fases da lua para densidade e biomassa, com variação apenas entre as fases da lua do mês de junho (menor média na lua nova) (Figura 8; Tabela 1). Já os adultos não apresentaram diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os fatores testados.

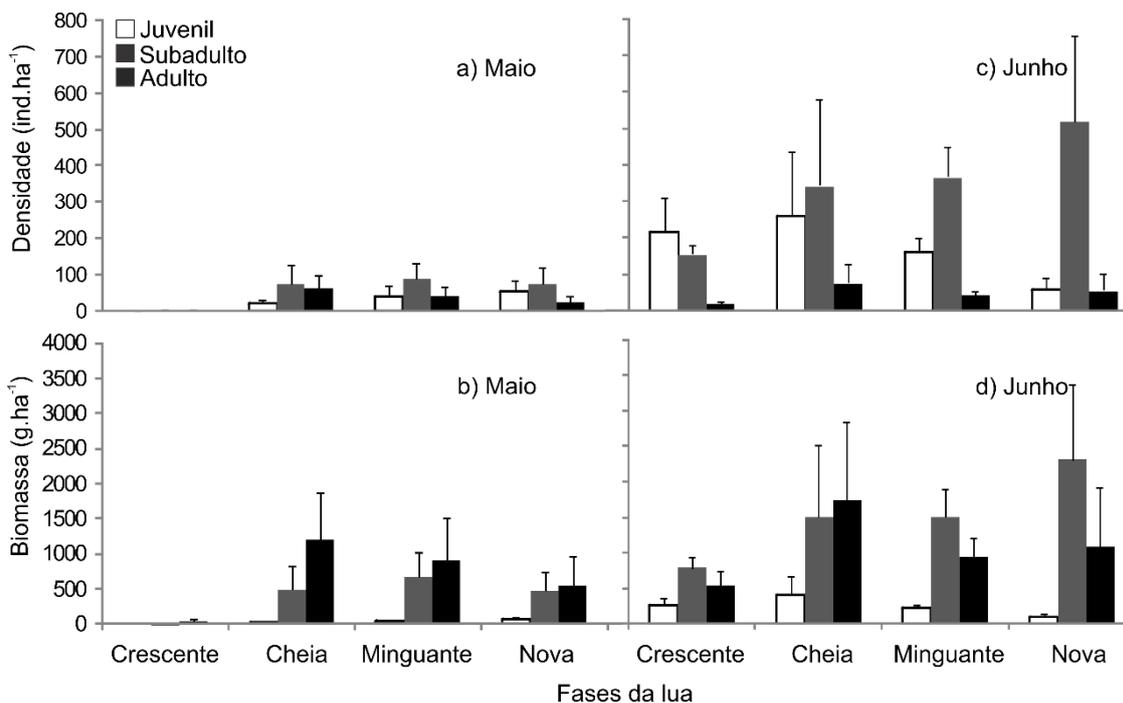


Figura 8: Média±EP da densidade e biomassa das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos lunares dos meses de maio e junho de 2014 na praia de Miramar.

### 3.2.3. Influência das variáveis ambientais na distribuição de *S. brasiliensis*

A RDA explicou em seu primeiro eixo 65,2% da variação na relação entre as fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* e as variáveis explicativas e foi correlacionado principalmente positivamente com a temperatura. O segundo eixo explicou 3,2% da variação e foi negativamente correlacionado com a pluviosidade e turbidez (Figura 6b; Tabela 2).

## **4. Discussão**

### **4.1. Estrutura populacional de *S. brasiliensis***

A população de *S. brasiliensis* nas praias estudadas foi composta principalmente por indivíduos juvenis e subadultos. Populações de peixes costeiros com grande capacidade reprodutiva como *S. brasiliensis* (Rodrigues-Filho et al., 2011; Pombo et al., 2012; 2013) são em geral dominadas por indivíduos menores (King and Mc Farlane, 2003). Adicionalmente, à medida que crescem, os indivíduos desta espécie tendem a migrar para áreas costeiras mais profundas (Rodrigues-Filho et al., 2011; Pombo et al., 2012; 2013), contribuindo para uma abundância ainda menor de adultos nas zonas de arrebentação, conforme observado neste estudo. Essas observações ressaltam a importância das zonas de arrebentação como áreas de berçário, proteção, crescimento, alimentação e rotas de migração para peixes (Layman, 2000; Selleslagh and Amara, 2007; Ramos et al., 2016).

### **4.3 Distribuição espaço-temporal**

Diferentes escalas temporais podem influenciar a distribuição de populações de peixes de maneiras distintas (Pessanha et al., 2003; Santana et al., 2013; Lacerda et al., 2014; Favero and Dias, 2015). A composição da população de *S. brasiliensis* foi influenciada pela sazonalidade que está fortemente relacionada ao padrão de precipitação. O nível de chuvas dividiu o período de estudo em seco e chuvoso (Alves et al., 2016; Ramos et al., 2014; 2016) e gerou mudanças principalmente na turbidez da água entre as praias e as estações do ano (Pessanha and Araújo, 2003; Akin et al., 2005). Entretanto

não foi observada influência do ciclo lunar. Isso indica que a mudança na abundância dessa espécie está associada provavelmente a variações nas condições ambientais regidas por ciclos temporais maiores.

A turbidez foi o principal parâmetro físico-químico que influenciou o uso das praias ao longo do ano por *S. brasiliensis*. Em geral, Costinha teve valores de turbidez consideravelmente maiores que Miramar, padrão esperado considerando que essa praia está diretamente sob influência da pluma estuarina, devido à ação da corrente marinha sudeste que a dirige para o litoral norte (Dominguez et al., 2016). Por esse motivo, foi observada maior abundância de juvenis e subadultos na praia de Miramar, que apresentou baixos valores de turbidez. *S. brasiliensis* deve ser provavelmente um predador visual e por isso prefere habitats menos turvos (Utne-Palm, 2002). Seria esperado também uma variação na salinidade como consequência da maior entrada de água doce durante a estação chuvosa (Selleslagh and Amara, 2008; Lacerda et al., 2014), o que não foi observado aqui.

A função de berçário de um habitat pode mudar de acordo com as flutuações sazonais nas suas condições ambientais (Ramos et al., 2014; Dantas et al., 2015). Nesse estudo foi observado que no final do período chuvoso houve um pico de abundância de juvenis e subadultos em Miramar. Durante esse período, o grande volume de chuvas, ampliou o alcance da pluma estuarina aumentando a turbidez na praia de Miramar, apesar disso, a turbidez em Costinha continuou sendo predominantemente mais elevada. Entretanto, em agosto e setembro, em decorrência da diminuição do nível de turbidez em Costinha, houve um pico de abundância principalmente de jovens e subadultos, o que pode ser indicativo de uma possível movimentação de *S. brasiliensis* para

a zona de arrebentação desta praia. Essa movimentação está representada nas Figuras 5 e 9, onde pode ser observada uma diminuição da densidade e biomassa no mês de agosto e setembro em Miramar com simultâneo crescimento em Costinha.

No início do período seco, a turbidez de Costinha aumentou e os indivíduos possivelmente movimentaram-se de volta para Miramar, foi possível observar um pico de abundância, comparativamente menor, de subadultos nessa praia. Durante o período seco as diferenças nas condições ambientais das duas praias foram particularmente notadas, quando houve uma tendência clara de separação entre elas conforme sugerido pela análise de agrupamento.

No final do período seco e início do período chuvoso a abundância em ambas as praias permaneceu predominantemente baixa, pode-se inferir que uma parte dos subadultos da população tenha atingido a fase adulta e migrado para áreas costeiras mais profundas (Pombo et al., 2013). Esse padrão de variação espacial e sazonal é muito comum também na distribuição de espécies de peixe de ecossistemas temperados (Beyst, 2001; Leitão et al., 2006; Martinho et al., 2007).

Além da influência da turbidez, os picos de abundância de *S. brasiliensis* nesses habitats, podem também estar relacionados a época de desova e/ou recrutamento, bem como, a disponibilidade de presas (Rodrigues-Filho et al., 2011; Pombo et al., 2012; Dantas et al., 2015), aspectos que não foram avaliados aqui.

Foi observada uma diminuição gradual de juvenis com um aumento simultâneo de subadultos na população de *S. brasiliensis* semanalmente de maio a junho em Miramar. Essa mudança na população está mais relacionada

ao crescimento da espécie ao longo dos dois meses testados do que a mudanças na distribuição regidas pelo ciclo lunar. A interação significativa mostrada pela análise estatística para os juvenis foi um fator secundário resultante da ausência de juvenis na lua crescente em maio e diminuição dessa fase ontogenética na lua nova em junho, enquanto que nas outras fases da lua a abundância de juvenis foi semelhante.

Muitos trabalhos mostram que a lua provoca mudanças nos parâmetros físico-químicos da água, no nível das marés e na disponibilidade de presas e, por isso, exerce influência na distribuição de várias espécies de peixe (Lacerda et al, 2014, Krumme et al., 2015, Lima and Barletta, 2016). Entretanto, nem todas as espécies respondem a essas variações de curta escala da mesma forma, como visto no presente trabalho, sendo assim esses resultados não podem ser generalizados (Arévalo-Frías and Mendoza-Carranza, 2015). Também não foi observada influência do ciclo lunar na distribuição da espécie de mesmo gênero *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889) no estuário do rio Goiana-PE (Lacerda et al., 2014).

Estuários e praias adjacentes podem apresentar condições ambientais semelhantes em alguns períodos do ano, criando conectividade e favorecendo a movimentação da ictiofauna entre eles (Ramos et al., 2016). Isso demonstra a importância das praias de Miramar e Costinha como áreas de berçário, alimentação e crescimento para juvenis e subadultos e rotas migratórias para adultos, assim como observado para outras espécies de peixes (Lacerda et al., 2014; Ramos et al., 2016). A baixa abundância de adultos durante todo o estudo sugere que eles utilizam essas áreas ocasionalmente, à medida que se movem para as áreas estuarinas para desovar (Pombo et al., 2013).

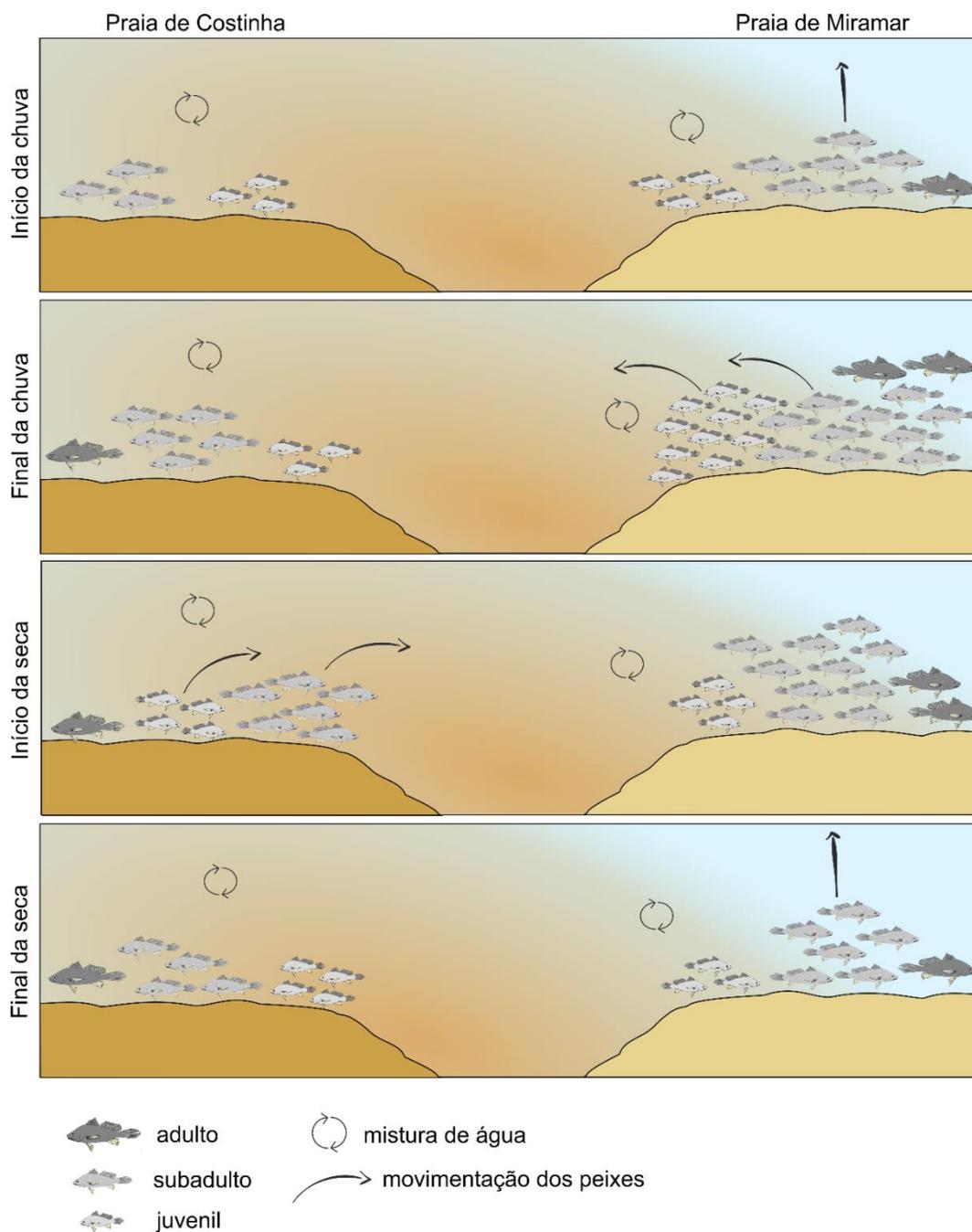


Figura 9: Modelo conceitual da composição sazonal das praias de Miramar e Costinha por fases ontogenéticas (juvenil, subadulto, adulto) de *S. brasiliensis*. A coloração marrom na parte esquerda da figura representa a pluma estuarina seguindo em direção a Costinha enquanto que a cor azul na parte direita indica a menor influência estuarina em Miramar.

## 5. Conclusões

A distribuição de *S. brasiliensis* mostrou uma variação espacial clara, sua abundância foi predominantemente maior em Miramar. Temporalmente, ela foi influenciada pelo ciclo sazonal com nenhuma influência do ciclo lunar. Essa variação em sua distribuição foi regida pela turbidez, a espécie parece preferir habitats menos turvos, o que possivelmente pode estar associado à sua orientação visual durante a predação.

Parâmetros que não foram analisados neste estudo, tais como reprodução e preferência alimentar, também podem influenciar esta movimentação. Estudos futuros que avaliem esses parâmetros poderão ajudar a entender melhor as flutuações espaciais e temporais desta população.

A conectividade entre o estuário do Rio Paraíba e a zona de arrebentação das praias de Costinha e Miramar é importante durante grande parte do ciclo de vida de *S. brasiliensis* e de outras espécies de peixe. Desta forma, as informações contidas neste estudo podem servir como fonte de informações para gestão da área que possui grande importância ecológica e econômica para a comunidade que vive em seu entorno e utiliza os recursos pesqueiros locais.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Ecologia de Ecossistemas Marinhos (GEEM) do IFPB-Cabedelo pela ajuda na amostragem e triagem dos peixes. A.L.A.A agradece a bolsa de mestrado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

## Apêndice A

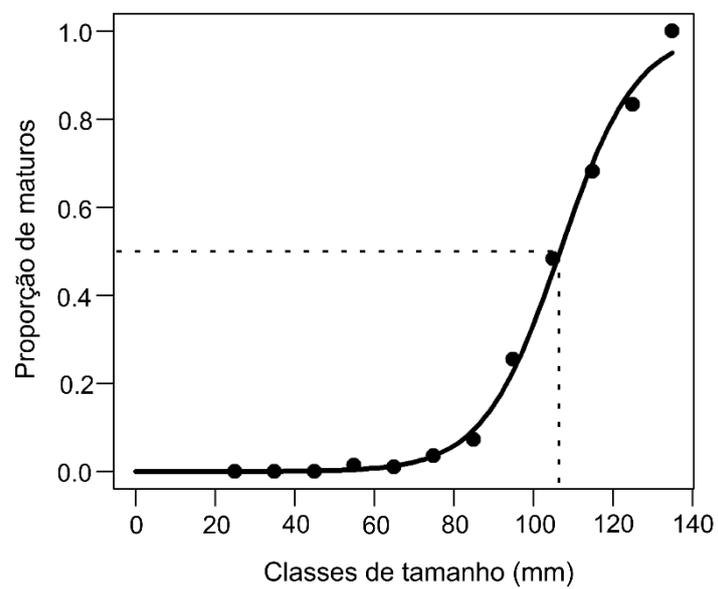


Figura S1: Comprimento de primeira maturação ( $L_{50}$ ) de *S. brasiliensis* nas praias estudadas.

**Capítulo 2:** O papel das zonas de arrebenção de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases de vida de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes: Sciaenidae)

**O papel das zonas de arrebentação de praias tropicais como áreas de alimentação para as fases ontogenéticas de *Stellifer brasiliensis* (Perciformes:Sciaenidae)**

Ana Luisa Araújo de Amorim<sup>1,2\*</sup>, Jonas de Assis Almeida Ramos<sup>2</sup>,  
Miodeli Nogueira Júnior<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil

<sup>2</sup>Grupo de Ecologia de Ecossistemas Marinhos - GEEM, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB - Campus Cabedelo), Cabedelo, Paraíba, Brasil.

\*Autor correspondente: ana\_luisaamorim@hotmail.com

### **Resumo**

Este estudo avaliou a variação espacial e temporal (ciclo sazonal e lunar) na dieta das fases ontogenéticas de *Stellifer brasiliensis* em praias adjacentes ao estuário do Rio Paraíba, Nordeste do Brasil. Para isso foram realizadas coletas mensais de maio de 2014 a abril de 2015 na zona de arrebentação das praias de Costinha e Miramar, situadas no litoral norte da Paraíba, Nordeste do Brasil. Nos dois primeiros meses, maio e junho de 2014, foram conduzidas coletas semanais de acordo com as fases da lua na praia de Miramar. Dos 498 estômagos analisados (142 juvenis, 274 subadultos e 81 adultos), 44 estavam vazios (1 juvenil, 24 subadultos e 19 adultos). Um total de 21 itens alimentares foram identificados. No geral, a dieta de *S. brasiliensis* foi composta predominantemente por crustáceos, principalmente Gammaridea e Calanoida. A

importância das principais presas foi diferente entre as fases ontogenéticas em ambas as análises temporais (ciclo sazonal e lunar) em cada praia. Variações na guilda alimentar da espécie foram observadas à medida que houve mudança de fase ontogenética. Juvenis consumiram principalmente presas zooplanctônicas e os subadultos e adultos presas bentônicas. Uma possível sobreposição alimentar no consumo de Calanoida e Gammaridea foi observada em ambas as análises temporais, principalmente entre juvenis e subadultos. A ocorrência de microplásticos nos estômagos dos indivíduos indica a necessidade de uma gestão mais eficiente dessas áreas de berçários de grande importância para essa e várias outras espécies.

**Palavras-chave:** guilda alimentar, dieta, conteúdo estomacal

## 1. Introdução

As zonas de arrebentação de praias estuarinas, atuam como importantes locais de alimentação para diversas espécies de peixes (Beyst, Cattrijsse, & Mees, 1999; Inoue, Suda, & Sano, 2005). Servem também como áreas de crescimento e proteção (Layman, 2000; Olds et al., 2017; Ramos et al., 2016), por isso, funcionam como berçário (Beck, et al., 2001), favorecendo a maior abundância de peixes no estágio juvenil do ciclo de vida (Beyst, Hostens, & Mees, 2001; Pessanha & Araújo, 2003; Ramos et al., 2016). Indivíduos na fase adulta muitas vezes ocorrem esporadicamente nestas zonas para aproveitar os recursos alimentares disponíveis, contribuindo com a transferência de energia para habitats adjacentes (Esposito et al., 2014).

*Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945), conhecido popularmente como “papa terra”, é um peixe demersal, endêmico do litoral brasileiro (Fisher, Pereira, &

Vieira, 2011), que se distribui desde a região Norte até a região Sul do País (OBIS, 2018). É uma espécie abundante em ecossistemas estuarinos e costeiros (Carpenter, 2002; Lacerda, Barletta, & Dantas, 2014; Dantas Barletta, & Costa 2015). A produção pesqueira de peixes do gênero *Stellifer* no Brasil atingiu aproximadamente 981 toneladas nos anos de 2009 a 2011, indicando sua importância econômica (MPA, 2011). Além disso, possuem importância ecológica atuando como elo entre os níveis mais baixos da teia alimentar e grandes predadores (Bittar, Castello, & Di Benedetto, 2008; Ferreira et al., 2016).

A dieta das espécies de peixe tende a mudar ao longo do seu ciclo de vida (Dantas, Barletta, & Costa 2015; Ramos et al., 2014). Há evidências de que essas mudanças são regidas por fatores diretos e indiretos, tais como crescimento corporal (ontogenia), diferentes habilidades de forrageamento, disponibilidade de presas, interações competitivas inter e intra-específicas, risco de predação, e utilização e mudança de habitat (Esposito et al., 2014; Ramos et al., 2014; Sánchez-Hernández et al., 2018). Variações temporais (ciclos sazonal e lunar) e espaciais na disponibilidade de alimento e nos parâmetros físico-químicos da água também podem gerar mudanças no consumo de presas ao longo das suas fases de vida (Krumme et al., 2008; Ramos et al., 2014; Dantas, Barletta, & Costa 2015; Alves et al., 2016).

Trabalhos que avaliaram a dieta de *S. brasiliensis* realizados no Nordeste, Sudeste e Sul do Brasil classificaram a espécie como zoobentívora (Dantas, Barletta, & Costa 2015, Pombo, Denadai, & Turra, 2013; Frehse et al., 2015; Sabinson et al., 2015), que se alimenta principalmente de crustáceos. Apesar de existirem informações sobre o hábito alimentar de *S. brasiliensis* publicadas na literatura, dados sobre mudanças ontogenéticas na dieta em relação a ciclo lunar

e sazonal em zonas de arrebentação são escassos. Portanto, um estudo sobre a dieta de *S. brasiliensis* neste ambiente avaliando diferentes escalas temporais permitirá o entendimento de sua utilização como áreas de alimentação. Neste sentido, o presente trabalho objetiva descrever a variação espacial e temporal (ciclo sazonal e lunar) da dieta de *S. brasiliensis* ao longo das diferentes fases de vida (juvenil, subadulto e adulto) na zona de arrebentação de praias tropicais adjacentes a um estuário no Nordeste do Brasil. Objetiva também investigar o compartilhamento de recursos entre as diferentes fases nos diferentes habitats estudados.

## **2. Metodologia**

### **2.1. Área de Estudo**

As praias estudadas, Costinha (6° 57' 31" S; 34° 51' 25" O) e Miramar (06° 58' 52" S; 34° 50' 02" O), estão localizadas no estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Situam-se adjacentes ao estuário do rio Paraíba, o maior do estado (Figura 1). Possuem 7,9 e 1,44 km de extensão, respectivamente, e estão sob diferentes graus de influência estuarina. A praia de Costinha recebe maior influência de águas estuarinas devido à corrente marinha sudeste que dirige grande parte do deságue do estuário em direção norte (Dominguez, Neves, & Bittencourt, 2016). Miramar, por estar localizada ao sul do estuário, possui maior influência marinha. A região é caracterizada pelo clima do tipo As', tropical com verão seco, com duas estações, uma seca e outra chuvosa (Alvares et al., 2013). O regime de marés dessas praias é semidiurno com amplitude máxima de 2,80 m (Nishida, Nordi, & Alves, 2006). Neste estudo, de acordo com o padrão histórico de chuvas, dividimos os meses amostrados em quatro estações: início

da chuva (IC; março a maio), final da chuva (FC; junho a agosto), início da seca (IS; setembro a novembro), final da seca (FS; dezembro a fevereiro) (Figura S1).

O estuário do Rio Paraíba possui grande importância social e econômica, pois fornece recursos pesqueiros a população que vive em seu entorno (Nishida, Nordi & Alves, 2008). Da mesma forma, ambas as praias representam uma fonte de subsistência para as comunidades de pescadores locais (Capítulo anterior ver pág. 23).

## 2.2. Amostragem

Os espécimes de *S. brasiliensis* foram capturados mensalmente no período de maio de 2014 a abril de 2015 na zona de arrebentação das praias de Miramar e Costinha (licença nº 42541-1) (Figura 1). Além disso, em maio e junho de 2014 foram realizadas coletas semanais de acordo com as fases da lua (crescente, cheia, minguante e nova) na praia de Miramar. A captura dos peixes foi conduzida através de arrastos de praia paralelos à costa, a uma profundidade média de 1,50 m utilizando rede de 15 m de comprimento, 1,8 a 2,2 m de altura e malha de 5 mm entre nós, com uma abertura de rede fixa de 7,5 m. Para padronizar o esforço amostral, em cada praia foram realizadas seis réplicas com duração de 5 minutos cada (Lacerda et al., 2014). As coordenadas das posições iniciais e finais dos arrastos foram registradas com GPS. Após as amostragens os peixes foram conservados em gelo e conduzidos ao laboratório.

Durante as mesmas campanhas de amostragem, valores de subsuperfície de salinidade e temperatura da água (°C) foram mensurados através de refratômetro e termômetro digital, respectivamente, e a turbidez (NTU), estimada com o uso de turbidímetro. Os dados de pluviosidade foram obtidos da estação

meteorológica mais próxima à área de estudo, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (<http://www.inmet.gov.br/portal/>). Para análise sazonal foi utilizado o acumulado de chuvas de cada estação de coleta e para a análise do ciclo lunar foi utilizado o acumulado da semana anterior a cada coleta.

### 2.3 Análise laboratorial

Os indivíduos foram identificados em nível de espécie (Menezes & Figueiredo, 1980; Carpenter, 2002), medidos ( $\pm 0,01$  mm), pesados ( $\pm 0,01$  g). Posteriormente, dissecados e analisados sob microscópio estereoscópico (45x de aumento). Todos os itens alimentares foram identificados em grandes grupos utilizando literatura adequada (Stachowitsch, 1992; Ruppert, Fox & Barnes, 2005; Brusca & Brusca, 2007), contados e pesados ( $\pm 0,0001$  g). Para avaliar mudanças ontogenéticas na dieta da espécie, os peixes foram separados em três diferentes classes de tamanho: juvenil (<55,00 mm), subadulto (55,00-105,17 mm) e adulto (>105,17 mm), seguindo a classificação proposta no capítulo anterior (ver pág. 25).

Os estômagos foram classificados quanto ao grau de repleção obedecendo escala que varia de 0 a 4, sendo 0 = vazio; 1 = estômago com até 25% de conteúdo; 2 = estômago com 25 a 50% de conteúdo; 3 = estômago com 50 a 75% de conteúdo; 4 = estômago cheio com 75 a 100% de conteúdo.

Para verificar quais os itens que mais contribuíram na dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis*, foi aplicado o Índice de Importância Relativa (IRI; Pinkas, Oliphant, & Iverson, 1971) para cada fase ontogenética (juvenil, subadulto e adulto) através da equação  $IRI = \%Fi \times (\% Ni + \% Wi)$ .

Onde %Fi representa a porcentagem de frequência de ocorrência do item i nos estômagos analisados, %Ni expressa a porcentagem do número de vezes que o item i foi identificado nos estômagos em relação ao total de itens encontrados. O %Wi é o peso do item i expresso como uma porcentagem do peso de todos os itens identificados nos estômagos (Hyslop, 1980). Os fragmentos de algas e de itens de origem vegetal, não puderam ser mensurados em %N e, por isso, foram quantificados seguindo a equação do IRI proposta por Azzurro et al. (2007), através da equação  $IRI = \%Fi \times \%Wi$ . Os valores de IRI foram expressos em porcentagem (Cortés, 1997).

Para verificar a existência de sobreposição alimentar entre as diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* em cada hábitat, foi utilizado o índice de Schoener através da equação  $C = 1 - 0,5 \times (\sum |N_{xi} - N_{yi}|)$ , onde  $N_{xi}$  é a proporção média do número de presas i ingeridas pela fase ontogenética x e  $N_{yi}$  é a proporção média do número de presas i ingeridas pela fase ontogenética y (Schoener, 1970). Esse índice varia de 0 a 1, quanto mais próximo de 1, maior a sobreposição alimentar. O valor do índice é geralmente considerado biologicamente significativo quando  $> 0,6$  (Wallace, 1981).

## 2.5 Análises estatísticas

Para determinar variações na ingestão das principais presas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* entre as praias ao longo das estações do ano, foi conduzida a análise three-way ANOVA utilizando os fatores “praia” (dois níveis), “estação” (quatro níveis) e “fase ontogenética” (três níveis) (Zar, 1996). Para determinar variações na ingestão das principais presas pelas fases ontogenéticas ao longo do ciclo lunar foi conduzida a análise two-way ANOVA

utilizando os fatores “ciclo lunar” (quatro níveis) e “fases ontogenéticas” (três níveis) (Zar, 1996). *A priori*, o teste de Levene foi utilizado para verificar a homogeneidade dos dados (Quinn & Keough, 2002). A transformação dos dados foi realizada pelo Box-Cox (Box & Cox, 1964). *A posteriori*, quando diferenças significativas foram detectadas, o teste Bonferroni foi conduzido para detectar quais pares de grupos diferiram entre si (Quinn & Keough, 2002). As análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 10<sup>®</sup>, com nível de significância de 5%.

A influência das variáveis explicativas (pluviosidade, temperatura da água, salinidade e turbidez) na mudança da dieta das diferentes fases de *S. brasiliensis* durante o ciclo sazonal e lunar foi verificada através da análise de ordenação de gradiente direto, utilizando o %IRI das presas mais importantes como variáveis dependentes (Ramos et al., 2014; Dantas, Barletta, & Costa, 2015). Todas as variáveis foram inicialmente verificadas quanto ao comprimento do gradiente com a análise de correspondência destendenciada (DCA). Como uma resposta linear foi detectada com o DCA (<3), a análise de redundância (RDA) foi utilizada para determinar as relações entre as variáveis bióticas e abióticas. Antes das análises os dados foram transformados pela raiz quadrada. O teste de permutação de Monte Carlo foi realizado para determinar quais eixos e variáveis ambientais foram significativas (ter Braak & Smilauer, 2002; Leps & Smilauer, 2003). Essas análises foram realizadas utilizando o software CANOCO for Windows 4.5 em um nível de significância de 5%. Presas raras (% IRI <4) foram excluídas de todas as análises para garantir robustez.

### 3. Resultados

Foram analisados 498 estômagos (142 juvenis, 274 subadultos e 81 adultos). Destes, 44 estavam vazios (1 juvenil, 24 subadultos e 19 adultos). Um total de 21 itens alimentares foram identificados. A dieta consistiu principalmente de Gammaridea, Calanoida, mÍsis (larva) e outros Brachyura (caranguejos).

A presença de itens não alimentares (microplásticos) também foi notada no conteúdo estomacal das três fases ontogenéticas. A maior ocorrência de fragmentos plásticos foi observada em adultos (14%) seguida por subadultos (11%) e juvenis (10%). Sedimentos (grãos de areia) ocorreram no conteúdo estomacal das três fases apenas na praia de Miramar, representando 0,02% da contribuição total em peso para juvenis, 2,23% para subadultos e 0,85% para adultos. Microplásticos e sedimento não foram considerados presas e excluídos das análises posteriores.

#### 3.1. Ciclo sazonal

Dos 21 itens identificados, 18 ocorreram em Costinha e todos eles em Miramar. A importância desses itens variou de acordo com as fases ontogenéticas (Tabela 1). Os estômagos com maior quantidade de presa foram observados em Costinha ( $n = 62$ ; 53%), enquanto que a maior quantidade de estômagos vazios foi encontrada em Miramar ( $n = 23$ ; 11%). Em ambas as praias a maior proporção de estômagos cheios ocorreu principalmente no final da seca e início da chuva (Figura 2).

De forma geral, juvenis consumiram principalmente Calanoida e Gammaridea. Ao alcançar a fase de subadulto houve uma redução no consumo

de Calanoida, e Gammaridea passou a ser a presa principal. Os adultos consumiram predominantemente Gammaridea (Figura 3a).

### **3.1.1 Variações espaciais e sazonais na dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis***

As variações ontogenéticas na ingestão dos itens alimentares mais importantes na dieta da espécie foram influenciadas pelas praias e estações do ano nas quais os indivíduos foram capturados.

A contribuição em peso de Calanoida foi influenciada pelas praias ( $p < 0,05$ ) e fase ontogenética ( $p < 0,05$ ), enquanto que a contribuição em número foi influenciada pelas interações (praia v. estação) e (praia v. fase ontogenética), a maior ingestão média desse item foi observada em juvenis no final da chuva em Miramar (Tabela 2; Tabela S1).

Houve interação significativa (praia v. estação) ( $p < 0,05$ ) na ingestão de Isopoda em relação a contribuição em peso e número, sendo seu maior consumo médio observado em adultos no final da seca em Miramar (Tabela 2; Tabela S1).

Foram identificadas interações significativas (praia v. estação v. fase ontogenética) ( $p < 0,05$ ) na ingestão de Gammaridea em relação a contribuição em peso e número, sendo o maior consumo médio desse item observado em adultos no final da seca em Costinha (Tabela 2; Tabela S1).

Interações significativas na ingestão de mÍsis (larva) em relação a contribuição em peso e número foram observadas (praia v. estação v. fase ontogenética) ( $p < 0,05$ ), sendo seu maior consumo médio por subadultos no final da chuva em Costinha (Tabela 2; Tabela S1).

Interações significativas em relação a contribuição em peso (praia v. estação v. fase ontogenética) ( $p < 0,05$ ) foram observadas na ingestão de Polychaeta, Tanaidacea e Bivalvia. Na contribuição em número houve interações significativas (praia v. estação) ( $p < 0,05$ ) na ingestão de Polychaeta e na ingestão de Tanaidacea (praia v. fase ontogenética) ( $p < 0,05$ ). O consumo de Bivalvia foi influenciado pelo fator praia ( $p < 0,05$ ). Esses itens não foram muito comuns na dieta das três fases, mas tiveram um pico pontual de ingestão por subadultos no final da seca em Costinha, juvenis no final da chuva em Costinha, adultos no final da seca em Miramar, respectivamente (Tabela 2; Tabela S1).

A ingestão de Cyclopoida e Ostracoda, itens que também não foram muito comuns, foi influenciada pelos fatores praia ( $p < 0,05$ ) e fase ontogenética ( $p < 0,05$ ) em relação à contribuição em número. A maior ingestão de Cyclopoida foi observada em juvenis no início da chuva em Miramar e a maior ingestão média de Ostracoda foi observada em adultos no final da chuva em Costinha e final da seca em Miramar (Tabela 2; Tabela S1). A ingestão de Brachyura e Caprellidea não diferiu ( $p > 0,05$ ) entre os fatores testados.

### **3.1.2 Influência das variáveis ambientais na ingestão dos itens alimentares por *S. brasiliensis***

A RDA explicou em seu primeiro eixo 17,4% da variação na relação entre os itens mais consumidos pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* e as variáveis explicativas e foi negativamente correlacionado com a turbidez ( $p < 0,05$ ) e a salinidade. O segundo eixo explicou 8,1% da variação e foi negativamente relacionado com a temperatura (Tabela 3; Figura 4a).

Os itens Isopoda e Calanoida foram associados a habitats menos turvos e de maior temperatura de ambas as praias e foram principalmente relacionados com juvenis e subadultos. Brachyura também foi associado a habitats menos turvos, mas de menor temperatura como o final da chuva em Miramar e foi relacionado com a ingestão por adultos. Tanaidacea, mÍsis, Bivalvia e Polychaeta foram associados com habitats turvos, com menor temperatura e maior salinidade e foram relacionados com juvenis e subadultos. Gammaridea e material vegetal também estavam associados com habitats mais turvos, mas de maior temperatura e foram relacionados com o consumo por subadultos e adultos (Figura 4a).

### **3.1.3 Sobreposição entre a dieta das diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis***

A sobreposição alimentar foi em geral alta em ambas as praias e estações, principalmente entre juvenis e subadultos. Em Costinha houve sobreposição entre juvenis e subadultos no início da seca, final da seca e início da chuva. No final da chuva houve sobreposição entre adultos e subadultos. Em Miramar ocorreu sobreposição entre juvenis e subadultos no final da seca, início da chuva e final da chuva, no início da seca não foi observada sobreposição nessa praia (Tabela 4). Gammaridea e Calanoida foram as presas que contribuíram com a ocorrência de sobreposição alimentar entre as fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* (Tabela 4).

## 3.2 Ciclo Lunar

### 3.2.1 Composição e variação ontogenética da dieta

Dos 19 itens identificados 11 ocorreram na lua crescente, 13 na lua cheia, 18 na lua minguante e 16 na lua nova (Tabela 5). Os estômagos com maior quantidade de presa foram observados na lua cheia e crescente, enquanto que a maior quantidade de estômagos vazios foi encontrada na lua minguante (Figura 5).

Assim como na análise sazonal, foi observado, de forma geral, maior ingestão de Calanoida e Gammaridea por juvenis e à medida que foram crescendo, o consumo de Calanoida diminuiu e eles passaram a consumir principalmente Gammaridea (Figura 3b).

### 3.2.2 Influência lunar na dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis*

A ingestão das presas mais importantes na dieta da espécie foi significativamente diferente ao longo do ciclo lunar.

Foi observada influência lunar ( $p < 0,05$ ) e ontogenética ( $p < 0,05$ ) na ingestão de Calanoida quanto a contribuição em peso e número, sendo o maior consumo médio observado por juvenis na lua minguante (Tabela 2).

Houve diferenças entre fases ontogenéticas ( $p < 0,05$ ) na ingestão de Brachyura em relação a contribuição em peso. A contribuição em número foi influenciada pela interação (lua v. fase ontogenética). Seu maior consumo médio observado em adultos na lua crescente (Tabela 2).

Influência da lua ( $p < 0,05$ ) e fases ontogenéticas ( $p < 0,05$ ) foram observadas no consumo de Gammaridea em relação a contribuição em peso e

número. A maior ingestão média desse item foi observada em adultos na lua nova (Tabela 2).

A ingestão de Cyclopoida e mÍsis (larva), itens pouco comuns, em relação a contribuição em peso foi influenciada, respectivamente, pelos fatores fases ontogenéticas e lua. A maior ingestão média de Cyclopoida foi observada em juvenis na lua crescente. Enquanto que a maior ingestão média de mÍsis (larva) foi observada em juvenis na lua cheia (Tabela 2). A ingestão de Isopoda não diferiu ( $p > 0,05$ ) entre os fatores testados.

### **3.2.3 Influência das variáveis ambientais na ingestão dos itens alimentares por *S. brasiliensis***

A RDA explicou em seu primeiro eixo 40,8% da variação na relação entre os itens mais consumidos pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* e as variáveis explicativas e foi correlacionado negativamente com a salinidade ( $p < 0,05$ ) e positivamente com a turbidez. O segundo eixo explicou apenas 3,1% da variação e foi negativamente relacionado com a temperatura (Tabela 3; Figura 4b).

Calanoida foi associado a habitats turvos e de maior temperatura e relacionado com a ingestão por juvenis e subadultos. Brachyura foi associado a habitats turvos de menor salinidade e relacionado com o consumo por adultos. Gammaridea foi associado com habitats menos turvos e de maior salinidade e relacionado com as três fases ontogenéticas (Figura 4b).

### 3.2.4 Sobreposição entre a dieta das diferentes fases de *S. brasiliensis*

Sobreposição alimentar foi observada em todas as fases da lua. Entre juvenis e subadultos houve sobreposição nas luas crescente, cheia e minguante. Subadultos e adultos apresentaram sobreposição nas luas cheia e nova. Já entre adultos e juvenis a sobreposição foi observada na lua cheia (Tabela 4).

## 4. Discussão

*Stellifer brasiliensis* consumiu principalmente crustáceos, presas muito frequentes na dieta do gênero (Chaves & Vendel, 1998; Frehse et al., 2015; Dantas, Barletta, & Costa, 2015) e de outros peixes que utilizam as zonas de arrebentação como áreas de alimentação (Inoue, Suda, & Sano et al., 2005). Dentre os crustáceos, Gammaridea e Calanoida foram os mais consumidos. Variações na guilda alimentar da espécie foram observadas à medida que a espécie mudou de fase ontogenética. A dieta de juvenis foi composta principalmente por presas zooplanctônicas e a dos subadultos e adultos por presas bentônicas o que a classifica como zooplanctívora e zoobentívora (Elliott et al., 2007).

A importância dos principais itens foi diferente entre as fases ontogenéticas em ambas as análises temporais (ciclo sazonal e lunar) em cada praia. Variações ontogenéticas também foram observadas na dieta das espécies congêneres *S. rastrifer* (Jordan, 1889) e *S. stellifer* (Bloch, 1790) (Chaves & Vendel 1998; Frehse et al., 2015; Sabinson et al., 2015). Mudanças espaciais e temporais em diferentes escalas (ciclo sazonal, ciclo diário e lunar) no hábito alimentar de espécies tropicais que utilizam as zonas de arrebentação são

comuns (Beyst; Cattrijsse; & Mees, 1999; Krumme et al., 2008; Esposito et al., 2014).

Os peixes podem mudar de hábito alimentar ao longo das fases ontogenéticas do ciclo de vida (Ramos et al., 2014; Dantas, Barletta, & Costa, 2015; Ferreira et al., 2016). Em Costinha, subadultos e adultos apresentaram hábito zoobentívoro consumindo principalmente Gammaridea, assim como juvenis durante o início e o final da seca. Durante o início da chuva juvenis consumiram Calanoida e Gamaridea em quantidades semelhantes e no final da chuva apresentaram hábito zooplanctívoro ingerindo principalmente Tanaidacea e mÍsis (larva). Em Miramar, juvenis apresentaram hábito zooplanctívoro, consumindo principalmente Calanoida. Subadultos na estação seca também foram considerados zooplanctÍvoros, entretanto no início e final da seca consumiram presas que vivem próximas ao substrato como ForaminÍfera, Gammaridea e Polychaeta, sendo classificados como zoobentÍvoros, assim como os adultos em todas as estações. A mudança de guilda trÓfica foi observada em estudos anteriores com essa e outras espÉcies no vizinho estuário do Rio Gioana-PE (Dantas, Barletta, & Costa, 2015; Ramos et al., 2014).

Durante as luas das marés de sizÍgia, juvenis e subadultos mostraram hábito alimentar zoobentívoro, consumindo predominantemente Gammaridea, enquanto que nas marés de quadratura, zooplanctÍvoros, consumindo principalmente Calanoida. Adultos durante todas as fases da lua foram considerados zoobentÍvoros por se alimentarem principalmente de Gammaridea, Bachyura e Isopoda. As fases da lua influenciam o padrão de uso do habitat pelos peixes alterando suas preferências alimentares de acordo com a disponibilidade de presas (Lima & Barletta, 2016), sendo as marés de sizÍgia

provavelmente o principal fator de variações de curto prazo na alimentação de peixes na zona de arrebentação (Krumme et al, 2008).

A composição da dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* apresentou algumas similaridades, mostrando uma possível sobreposição alimentar e competição intraespecífica principalmente entre juvenis e subadultos ao longo das estações em ambas as praias, bem como, durante as fases da lua. A sobreposição envolveu a ingestão de presas que são geralmente abundantes nas zonas de arrebentação de praias arenosas, como Gammaridea e Calanoida (Esposito et al., 2014). Estes resultados sugerem uma utilização oportunista pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* dos recursos alimentares disponíveis nas praias estudadas.

*S. brasiliensis* utilizou as zonas de arrebentação de ambas as praias como área de alimentação durante as estações do ano, apesar de ser mais abundante em Miramar por preferir suas águas menos turvas (Capítulo 1 ver pág. 31), bem como, da praia de Miramar durante as fases da lua. A maior quantidade de estômagos cheios observados no final da seca e início da chuva nas duas praias e durante a lua cheia na praia de Miramar pode estar relacionado à disponibilidade e abundância de presas (Esposito et al., 2014). O efeito das fases da lua na atividade alimentar não foi visível apenas em *S. brasiliensis*, mas também foi observado para outras espécies estuarinas e costeiras como *Sciades herzbergii* (Bloch, 1794) (Krumme et al., 2008) e *Anableps anableps* (Linnaeus, 1758) (Brenner & Krumme, 2007).

A ingestão de microplásticos por espécies estuarinas e costeiras é uma preocupação crescente (Bellas et al., 2016) que tem sido registrada em todo o mundo (Barnes et al., 2009; Romeo et al., 2015; van Sebille et al., 2015; Peters

et al., 2017). Este material é, em sua maioria, resultante da fragmentação e degradação de plásticos maiores descartados de forma incorreta pelo homem (Cole et al., 2011). Devido a seu pequeno tamanho (<5 mm) (Arthur, Backer & Bamford, 2009), os microplásticos têm o potencial de entrar na cadeia alimentar por serem facilmente ingeridos por peixes e invertebrados marinhos (Setälä, Norkko & Lehtiniemi, 2016; Vendel et al., 2017). A ingestão desses fragmentos pode ocasionar diversos efeitos negativos como, danos físicos, mudanças comportamentais, bem como, desregulações endócrinas (Wright, Thompson & Galloway, 2013; Gall & Thompson, 2015).

## 5. Conclusões

Este estudo fornece novas informações sobre o hábito alimentar de *S. brasiliensis*, trazendo resultados de uma escala de tempo que ainda não havia sido testada para a espécie e, além disso, enfatiza a importância das zonas de arrebenção de praias tropicais como áreas de alimentação e berçário. Ao longo do seu ciclo de vida *S. brasiliensis* apresenta mudanças, regidas por variações espaciais e temporais (ciclos sazonal e lunar), em sua guilda alimentar, passando de uma preferência alimentar por presas zooplânctívoras na fase juvenil para zoobentívoras na fase de subadulto e adulto. A ingestão de lixo plástico por *S. brasiliensis* reflete o impacto antrópico sofrido por essas praias, bem como, a influência do poluído estuário do Rio Paraíba nesses locais e enfatiza a necessidade de uma melhor gestão dessas áreas de berçário para que o ciclo de vida dessa, e de outras espécies de peixes, não seja afetado negativamente com o descarte incorreto de resíduos plásticos.

## **Agradecimentos**

Agradecemos ao Grupo de Ecologia de Ecossistemas Marinhos (GEEM) do IFPB-Cabedelo pela ajuda na amostragem e triagem dos peixes. A.L.A.A agradece a bolsa de mestrado concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

## **3. Conclusões gerais**

A distribuição de *S. brasiliensis* foi influenciada por escalas de tempo maiores, enquanto que a dieta mudou em ambas escalas temporais testadas (ciclo sazonal e lunar). As diferenças entre as praias também provocaram mudanças no uso do habitat e consequentemente no hábito alimentar da espécie. A variação na distribuição de *S. brasiliensis* foi regida pela turbidez, já que a espécie parece preferir habitats menos turvos e, por isso, sua abundância foi predominantemente maior em Miramar.

As zonas de arrebentação das praias de Costinha e Miramar são importantes durante grande parte do ciclo de vida de *S. brasiliensis*. Apesar da espécie ter sido mais abundante em Miramar, ela utiliza a zona de arrebentação de ambas as praias como berçários e locais de alimentação.

A dieta de *S. brasiliensis* foi constituída principalmente por crustáceos bentônicos e planctônicos. Variações na guilda alimentar foram observadas à medida que a espécie mudou de fase ontogenética, passando de um comportamento alimentar zooplantívoro na fase juvenil para zoobentívoro na fase subadulto e adulto. A ocorrência de microplásticos nos estômagos das três fases ontogenéticas enfatiza a necessidade de uma gestão mais eficiente dessas áreas de berçários de grande importância para essa e várias outras espécies que as utilizam.

## **Referências**

AKIN, S. et al. Fish assemblage structure of Koycegiz Lagoon–Estuary, Turkey: Spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, n. 4, p. 671-684, 2005.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

- ALVES, V. E. N. et al. Do different degrees of human activity affect the diet of Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis*? **Journal of fish biology**, v. 89, n. 2, p. 1239-1257, 2016.
- ARÉVALO-FRÍAS, W.; MENDOZA-CARRANZA, M. Influence of temporal and spatial factors on abundance and richness of fish early stages in shallow tropical estuaries. **Environmental biology of fishes**, v. 98, n. 3, p. 891-904, 2015.
- ARTHUR, C.; BAKER, J. E.; BAMFORD, H. A. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris, September 9-11, 2008, University of Washington Tacoma, Tacoma, WA, USA. 2009.
- AZZURRO, E. et al. Resource partitioning among early colonizing *Siganus luridus* and native herbivorous fish in the Mediterranean: an integrated study based on gut-content analysis and stable isotope signatures. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 87, n. 4, p. 991-998, 2007.
- BARNES, D. K. A. et al. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1985-1998, 2009.
- BECK, M. W. et al. The identification, conservation, and management of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates: **AIBS Bulletin**, v. 51, n. 8, p. 633-641, 2001.
- BELLAS, J. et al. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. **Marine pollution bulletin**, v. 109, n. 1, p. 55-60, 2016.
- BEYST, B.; CATTRISSE, A.; MEES, J. Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf zone of a sandy beach. **Journal of Fish Biology**, v. 55, n. 6, p. 1171-1186, 1999.
- BEYST, B.; HOSTENS, K.; MEES, J. Factors influencing fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation. **Journal of Sea Research**, v. 46, n. 3-4, p. 281-294, 2001.
- BEYST, B.; HOSTENS, K.; MEES, J. Factors influencing the spatial variation in fish and macrocrustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 82, n. 2, p. 181-187, 2002.

- BITTAR, V. T.; CASTELLO, B. F. L.; DI BENEDITTO, A. P. M. Hábito alimentar do peixe-espada adulto, *Trichiurus lepturus*, na costa norte do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 2, p. 83-90, 2008.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society B**, v. 26, n. 211–252, 1964.
- BRANCO, J. O.; FREITAS JÚNIOR, F.; CHRISTOFFERSEN, M. L. Bycatch fauna of seabob shrimp trawl fisheries from Santa Catarina State, southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 15, n. 2, 2015.
- BRANCO, J. O.; VERANI, J. R. Quali-quantitative analysis of sea-bob-shrimp's ichthyofauna bycatch, at Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 381-391, 2006.
- BRENNER, M.; KRUMME, U. Tidal migration and patterns in feeding of the four-eyed fish *Anableps anableps* L. in a north Brazilian mangrove. **Journal of fish biology**, v. 70, n. 2, p. 406-427, 2007.
- BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2ª edição. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, 2005.
- CARPENTER, K.E. (Ed.). **FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes**. Rome: FAO, 2002.
- CHAVES, P. T. C.; VENDEL, A. L. Feeding habits of *Stellifer rastrifer* (perciformes, Sciaenidae) at Guaratuba mangrove, Parana, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 41, n. 4, p. 423-428, 1998.
- CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. **Primer v6: User Manual/Tutorial**. Primer-E, Plymouth, 2006.
- COLE, M. et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011.
- CORTÉS, E. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 54, n. 726–738, 1997.
- DANTAS, D. V.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F. Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. **Journal of Fish Biology**, v. 86, n. 2, p. 707-733, 2015.

- DANTAS, N. C. F. M. et al. Diel Variations and Ecological Aspects in Fish Assemblages of a Sandy Beach in the Semi-Arid Region of Northeast Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 59, 2016.
- DEFEO, O. et al. Threats to sandy beach ecosystems: a review. **Estuarine, coastal and shelf science**, v. 81, n. 1, p. 1-12, 2009.
- DOMINGUEZ, J. M. L.; NEVES, S. M.; BITTENCOURT, C. S. P. Sandy Beaches of the State of Paraíba: The Importance of Geological Heritage. (In): SHORT, A. D.; KLEIN, A. H. F. (Eds.), **Brazilian Beach Systems**. Coastal Research Library, p. 231-250, 2016.
- ELLIOTT, M. et al. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. **Fish and Fisheries**, v. 8, n. 3, p. 241-268, 2007.
- ESPOSITO, V. et al. Diet and prey selectivity of the red mullet, *Mullus barbatus* (Pisces: Mullidae), from the southern Tyrrhenian Sea: the role of the surf zone as a feeding ground. **Marine Biology Research**, v. 10, n. 2, p. 167-178, 2014.
- FAVERO, J. M. D.; DIAS, J. F. Juvenile fish use of the shallow zone of beaches of the Cananéia-Iguape coastal system, southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 63, n. 2, p. 103-114, 2015.
- FAVERO, J. M. D.; DIAS, J. F. Spatio-temporal variation in surf zone fish communities at Ilha do Cardoso State Park, São Paulo, Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 41, n. 2, 2013.
- FERREIRA, G. V. B. et al. Plastic debris contamination in the life cycle of Acoupa weakfish (*Cynoscion acoupa*) in a tropical estuary. **ICES Journal of Marine Science**, v. 73, n. 10, p. 2695-2707, 2016.
- FISHER, L.G.; PEREIRA, L. E. D.; VIEIRA, P. J. **Peixes estuarinos e costeiros**. 2 ed. Rio grande, 2011.
- FREHSE, F. A. et al. Feeding ecology and resource sharing patterns between *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889) and *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes: Sciaenidae) along the coasts of Paraná and Santa Catarina, Brazil. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 3, p. 479-486, 2015.
- GALL, S. C.; THOMPSON, R. C. The impact of debris on marine life. **Marine pollution bulletin**, v. 92, n. 1-2, p. 170-179, 2015.

HYSLOP, E. J. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v. 17, p. 411–429, 1980.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=sobre\\_inmet](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=sobre_inmet) (Consultado em: 03/07/2018).

INOUE, T.; SUDA, Y.; SANO, M. Food habits of fishes in the surf zone of a sandy beach at Sanrimatsubara, Fukuoka Prefecture, Japan. **Ichthyological Research**, v. 52, n. 1, p. 9-14, 2005.

KING, J. R.; MCFARLANE, G. A. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. **Fisheries Management and Ecology**, v. 10, n. 4, p. 249-264, 2003.

KRUMME, U. et al. Tidal, diel and lunar patterns in intertidal and subtidal mangrove creek fish assemblages from southwest Thailand. **Environmental Biology of Fishes**, v. 98, n. 6, p. 1671-1693, 2015.

KRUMME, U.; BRENNER, M.; SAINT-PAUL, U. Spring-neap cycle as a major driver of temporal variations in feeding of intertidal fishes: evidence from the sea catfish *Sciades herzbergii* (Ariidae) of equatorial west Atlantic mangrove creeks. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 367, n. 2, p. 91-99, 2008.

LACERDA, C. H. F.; BARLETTA, M.; DANTAS, D. V. Temporal patterns in the intertidal faunal community at the mouth of a tropical estuary. **Journal of fish biology**, v. 85, n. 5, p. 1571-1602, 2014.

LAYMAN, C. A. Fish assemblage structure of the shallow ocean surf-zone on the eastern shore of Virginia Barrier Islands. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 51, n. 2, p. 201-213, 2000.

LEITÃO, R. et al. Feeding ecology, population structure and distribution of *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838) and *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770) in a temperate estuary, Portugal. **Estuarine, Coastal and shelf science**, v. 66, n. 1-2, p. 231-239, 2006.

LEPS, J.; SMILAUER, P. **Multivariate analysis of ecological data using CANOCO**. Cambridge: Cambridge University Press, 2003.

LEWIS, D. S.; FONTOURA, N. F. Maturity and growth of *Paralonchurus brasiliensis* females in southern Brazil (Teleostei, Perciformes, Sciaenidae). **Journal of Applied Ichthyology**, v. 21, n. 2, p. 94-100, 2005.

LIMA, A. R. A.; BARLETTA, M. Lunar influence on prey availability, diet shifts and niche overlap between Engraulidae larvae in tropical mangrove creeks. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 4, p. 2133-2152, 2016.

MARCELINO, R. L.; SASSI, R.; CORDEIRO, T. A.; COSTA, C. F. Uma abordagem sócio-econômica e sócio-ambiental dos pescadores artesanais e outros usuários ribeirinhos do estuário do rio Paraíba do Norte, Estado da Paraíba, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 33, p.183-197, 2005.

MARCENIUK, A. P. et al. The ichthyofauna (Teleostei) of the Rio Caeté estuary, northeast Pará, Brazil, with a species identification key from northern Brazilian coast. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 12, n. 1, p. 31-79, 2017.

MARIN JARRIN, J. R. et al. Spatio-temporal variability of the surf-zone fauna of two Ecuadorian sandy beaches. **Marine and Freshwater Research**, v. 67, n. 5, p. 566-577, 2015.

MARIN JARRIN, J. R. et al. Surf zone fauna of Ecuadorian sandy beaches: Spatial and temporal patterns. **Journal of sea research**, v. 120, p. 41-49, 2017.

MARIN JARRIN, J. R.; MILLER, J. A. Spatial variability of the surf zone fish and macroinvertebrate community within dissipative sandy beaches in Oregon, USA. **Marine ecology**, v. 37, n. 5, p. 1027-1035, 2015.

MARTINHO, F. et al. The use of nursery areas by juvenile fish in a temperate estuary, Portugal. **Hydrobiologia**, v. 587, n. 1, p. 281-290, 2007.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A.C. **The Ecology of Sandy Shores** (2<sup>a</sup> ed.). Burlington, USA: Elsevier, 2006.

MENEZES, N. A., FIGUEIREDO, J. L. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: IV Teleostei**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.

MENEZES, N. A.; BUCKUP, P. A.; FIGUEIREDO, J. L.; MOURA, R. L. **Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 2003.

MPA – Ministério da Pesca e Aquicultura. Boletim estatístico da pesca e aquicultura 2011.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. Aspectos socioeconômicos dos catadores de moluscos do litoral paraibano, Nordeste do Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 207-215 2008.

NISHIDA, A. K.; NORDI, N.; ALVES, R. R. N. The lunar-tide cycle viewed by crustacean and mollusc gatherers in the State of Paraíba, Northeast Brazil and their influence in collection attitudes. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2006.

NUNES, C. R. R.; ROSA, R. S. Composição e distribuição da ictiofauna acompanhante em arrastos de camarão na costa da Paraíba, Brasil. **Tropical Oceanography**, v. 26, n. 2, p. 67-83 1998.

OBIS. Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Disponível em: <http://www.obis.org> (Consultado em 22/12/2018).

OLDS, A. D. et al. The ecology of fish in the surf zones of ocean beaches: A global review. **Fish and Fisheries**, v. 19, n. 1, p. 78-89, 2017.

PESSANHA, A. L. M.; ARAÚJO, F. G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, n. 5-6, p. 817-828, 2003.

PETERS, C. A. et al. Foraging preferences influence microplastic ingestion by six marine fish species from the Texas Gulf Coast. **Marine pollution bulletin**, v. 124, n. 1, p. 82-88, 2017.

PINKAS, L.; OLIPHANT, M. S.; IVERSON, I. L. K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. **Fishery Bulletin**, v.152, p. 1–105, 1971.

POMBO, M.; DENADAI, M. R.; TURRA, A. Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in Caraguatatuba Bay, northern coast of São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 3, p. 271-282, 2012.

POMBO, M.; DENADAI, M. R.; TURRA, A. Seasonality, dietary overlap and the role of taxonomic resolution in the study of the diet of three congeneric fishes from a tropical bay. **PLoS one**, v. 8, n. 2, p. e56107, 2013.

POSSATTO, F. E. et al. Spatiotemporal variation among demersal ichthyofauna in a subtropical estuary bordering World Heritage-listed and marine protected areas: implications for resource management. **Marine and Freshwater Research**, v. 68, n. 4, p. 703-717, 2016.

QUINN, G. R.; KEOUGH, M. J. **Experimental Design and Data Analysis for Biologists**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

RAMOS, J. A. A. et al. Influence of moon phase on fish assemblages in estuarine mangrove tidal creeks. **Journal of Fish Biology**, v. 78, n. 1, p. 344-354, 2011.

RAMOS, J. A. A. et al. Seasonal and spatial ontogenetic movements of Gerreidae in a Brazilian tropical estuarine ecocline and its application for nursery habitat conservation. **Journal of fish biology**, v. 89, n. 1, p. 696-712, 2016.

RAMOS, J. A. A. et al. Trophic niche and habitat shifts of sympatric Gerreidae. **Journal of Fish Biology**, v. 85, n. 5, p. 1446-1469, 2014.

RAMOS, J. A. A.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F. Ingestion of nylon threads by Gerreidae while using a tropical estuary as foraging grounds. **Aquatic Biology**, v. 17, n. 1, p. 29-34, 2012.

RODRIGUES-FILHO, J. L. et al. The influence of population structure and reproductive aspects of the genus *Stellifer* (Oken, 1817) on the abundance of species on the southern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 4, p. 991-1002, 2011.

ROMEO, T. et al. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. **Marine pollution bulletin**, v. 95, n. 1, p. 358-361, 2015.

RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. 7ª Edição. **São Paulo: Roca**, 2005.

SABINSON, L. M. et al. Feeding habits of the congeneric species *Stellifer rastrifer* and *Stellifer brasiliensis* (Acanthopterygii: Sciaenidae) co-occurring in the coast of the state of Santa Catarina, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 2, p. 423-430, 2015.

SÁNCHEZ-HERNÁNDEZ, J. et al. Causes and consequences of ontogenetic dietary shifts: a global synthesis using fish models. **Biological Reviews**, v. 94, p. 539-554, 2018.

SANTANA, F. M. S. et al. The influence of seasonality on fish life stages and residence in surf zones: a case of study in a tropical region. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 3, p. 181-192, 2013.

SCHMIDT, T. C. S.; DIAS, J. F. Pattern of distribution and environmental influences on the Scienidae community of the Southeastern Brazilian coast. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 60, n. 2, p. 233-243, 2012.

SCHOENER, T. W. Nonsynchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. **Ecology**, v. 51, n. 3, p. 408-418, 1970.

SELLESLAGH, J.; AMARA, R. Environmental factors structuring fish composition and assemblages in a small macrotidal estuary (eastern English Channel). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 79, n. 3, p. 507-517, 2008.

SELLESLAGH, J.; AMARA, R. Temporal variations in abundance and species composition of fish and epibenthic crustaceans of an intertidal zone: Environmental factor influence. **Cybiurn**, v. 31, n. 2, p. 155-162, 2007.

SETÄLÄ, O.; NORKKO, J.; LEHTINIEMI, M. Feeding type affects microplastic ingestion in a coastal invertebrate community. **Marine pollution bulletin**, v. 102, n. 1, p. 95-101, 2016.

SPARRE, P.; VENEMA, S. C. Introduction to tropical fish stock assessment, part 1 - Manual. **FAO Technical Paper**, v. 360 n.1, p. 333-342, 1998.

STACHOWITSCH, M. et al. **The invertebrates: an illustrated glossary**. Wiley-Liss, Inc., 1992.

TER BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. **CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.5)**. Ithaca, NY: Microcomputer Power, 2002.

UTNE-PALM, A. C. Visual feeding of fish in a turbid environment: physical and behavioural aspects. **Marine and Freshwater Behaviour and Physiology**, v. 35, n. 1-2, p. 111-128, 2002.

VAN SEBILLE, E. et al. A global inventory of small floating plastic debris. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 12, p. 124006, 2015.

VAZZOLER, A.E.A.M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá: EDUEM/CNPq/NUPELIA, 1996.

VENDEL, A. L. et al. Widespread microplastic ingestion by fish assemblages in tropical estuaries subjected to anthropogenic pressures. **Marine pollution bulletin**, v. 117, n. 1-2, p. 448-455, 2017.

WALLACE JR, R. K. An assessment of diet-overlap indexes. **Transactions of the American Fisheries Society**, v. 110, n. 1, p. 72-76, 1981.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. **Environmental pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**, 2nd edn. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 1996.

## Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de localização da desembocadura do estuário do Rio Paraíba.

Os retângulos indicam a praia de Costinha ao norte e a praia de Miramar ao sul

Figura 2: Proporção de estômagos cheios e vazios durante as estações do ano nas praias de Costinha e Miramar.

Figura 3: Composição geral da dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* nas duas escalas de tempo testadas: ciclo sazonal e lunar.

Figura 4: Análise Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais (vetores pretos) e a ingestão das principais presas pelas diferentes fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* (juvenil, subadulto e adulto) (vetores cinzas) durante os ciclos sazonal (a) e lunar (b). Os números entre parênteses indicam a porcentagem da variação explicada por cada eixo. Gam – Gammaridea, M. veg – Material vegetal, Cyclo – Cyclopoida, Cala – Calanoida, Iso – Isopoda, Brac – Brachyura, Fora – Foraminifera, Capre – Caprellidea, Poly – Polychaeta, Ost – Ostracoda, Biv – Bivalvia, Tana – Tanaidacea, mis – larva mÍsis; Sal – salinidade; Pluv – pluviosidade; Temp – temperatura; Turb - turbidez.

Figura 5: Proporção de estômagos cheios e vazios durante as fases da lua na praia de Miramar.

### **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Índice de Importância Alimentar (%IRI) das presas consumidas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* com seu respectivo peso (%W), número (%N) e frequência (%F).

Tabela 2: Resultado da ANOVA com os valores de peso e número das presas ingeridas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar. Diferenças significativas foram consideradas quando  $p < 0,05$ . Letras com a mesma formatação indicam grupos homogêneos.

Tabela 3: Resultado da Análise de Redundância (RDA) entre as variáveis ambientais e a ingestão das principais presas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar.

Tabela 4: Resultado do Índice de Schoener (sobreposição alimentar) entre as fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* durante os ciclos sazonal e lunar.

Tabela 5: Índice de Importância Alimentar (%IRI) das presas consumidas pelas fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* com seu respectivo peso (%W), número (%N) e frequência (%F).

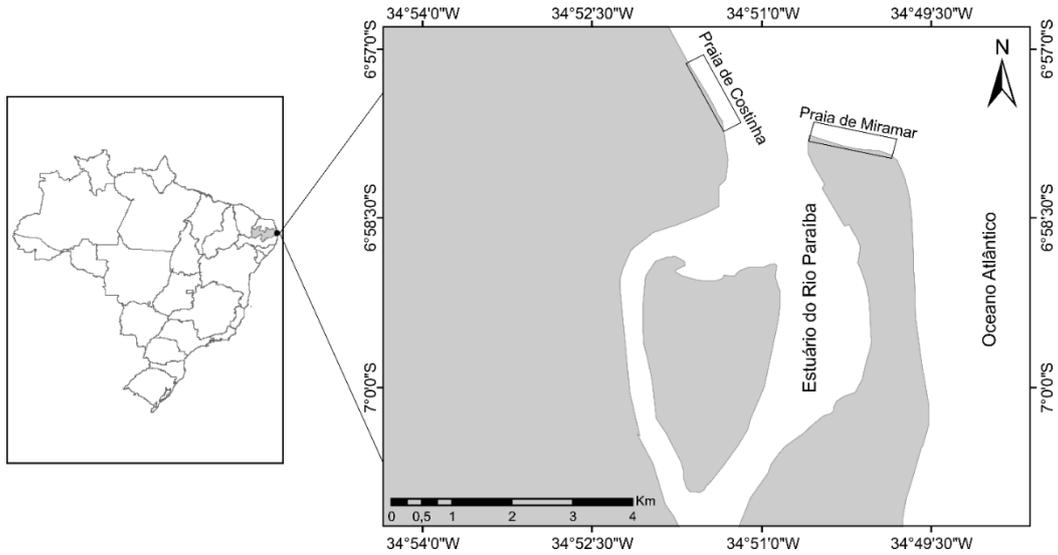


Figura 1

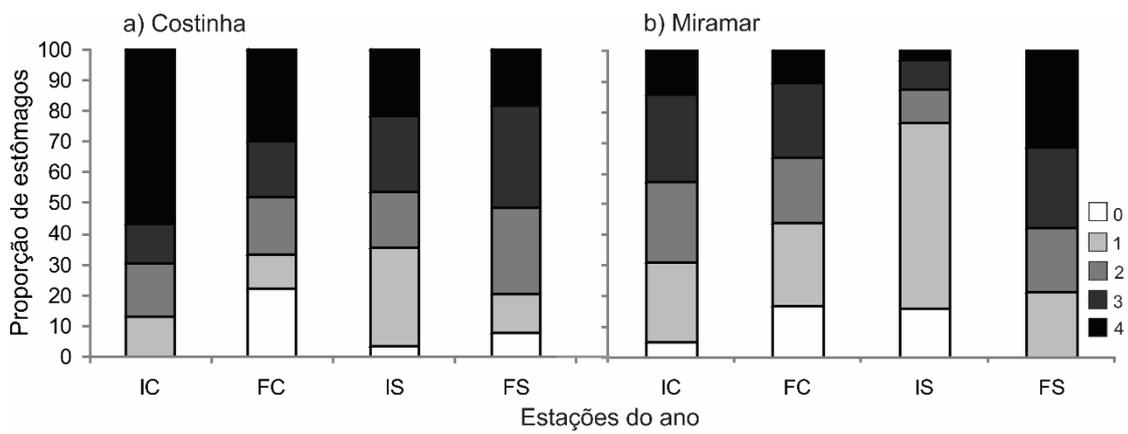


Figura 2

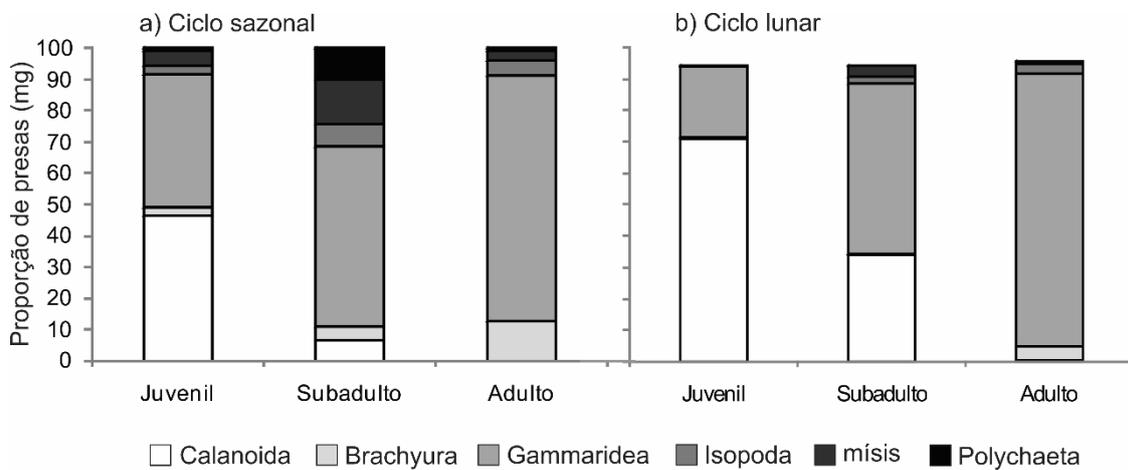


Figura 3

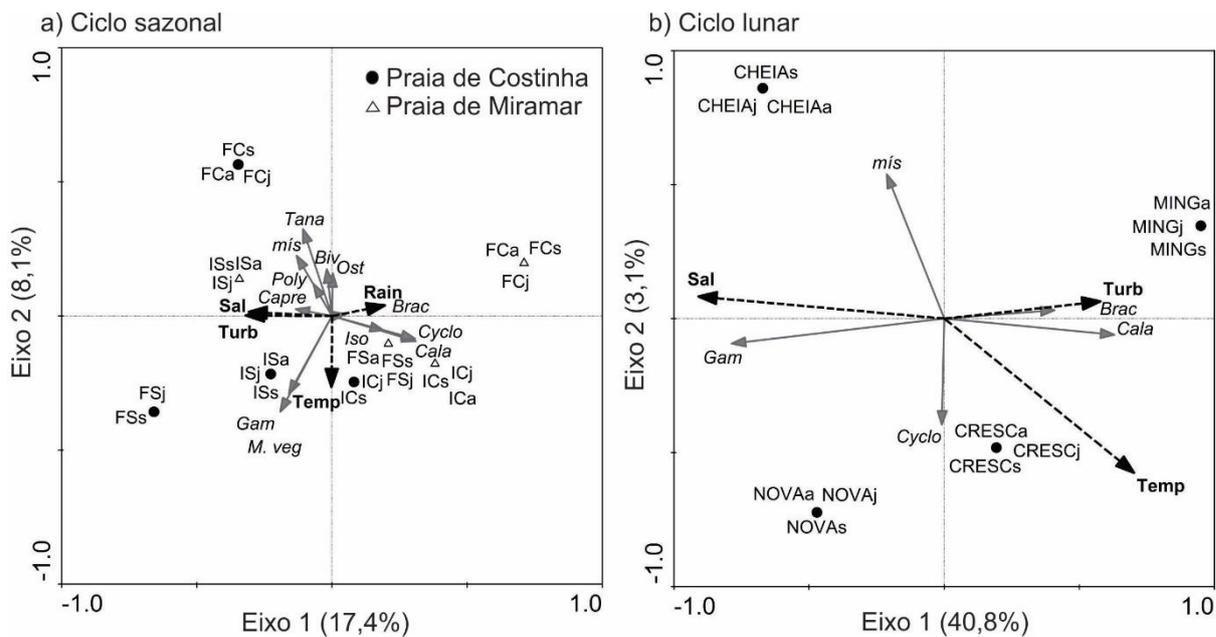


Figura 4

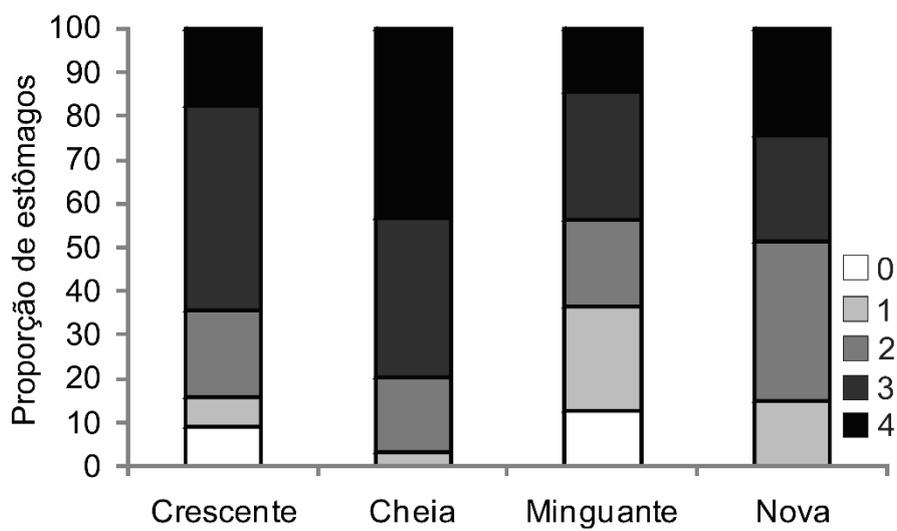


Figura 5

Tabela 1

Itens alimentares	Juvenil				Subadulto				Adulto			
	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI
<b>Foraminifera</b>	8,33	0,56	0,01	0,05	13,11	2,48	0,62	0,62	22,22	5,96	<0,01	1,98
<b>Polychaeta</b>	4,76	0,08	0,73	0,04	11,48	0,59	9,04	1,68	3,70	0,16	0,53	0,04
<b>Brachyura</b>	5,95	0,12	2,11	0,13	7,65	0,24	4,00	0,49	22,22	0,97	12,23	4,38
<b>Calanoida</b>	63,10	79,45	39,33	71,42	32,24	63,17	5,89	33,91	14,81	1,61	<0,01	0,36
<b>Caprellidea</b>	4,76	0,10	0,01	<0,01	2,73	0,23	0,20	0,02	3,70	0,16	0,23	0,02
<b>Cyclopoida</b>	27,38	7,57	2,42	2,61	12,57	3,80	0,54	0,83	-	-	-	-
<b>Cumacea</b>	21,43	0,62	0,22	0,17	10,38	0,43	0,06	0,08	11,11	0,81	0,08	0,15
<b>Gammaridea</b>	50,00	10,50	36,01	22,16	46,45	23,86	52,67	54,14	37,04	82,29	74,98	87,00
<b>Harpacticoida</b>	3,57	0,08	0,01	<0,01	2,19	0,09	<0,01	<0,01	-	-	-	-
<b>Isopoda</b>	17,86	0,42	2,41	0,48	20,22	1,32	6,31	2,35	29,63	2,42	4,31	2,98
<b>Megalopa</b>	2,38	0,04	<0,01	<0,01	1,09	0,03	0,18	<0,01	-	-	-	-
<b>mísis (larva)</b>	4,76	0,10	3,97	0,18	15,85	1,33	13,19	3,51	14,81	1,45	3,25	1,04
<b>Ostracoda</b>	4,76	0,08	0,01	<0,01	18,58	1,37	0,68	0,58	14,81	2,58	0,18	0,61
<b>Tanaidacea</b>	4,76	0,24	0,57	0,04	3,83	0,17	0,03	0,01	3,70	0,16	0,01	0,01
<b>zoea (larva)</b>	-	-	-	-	1,09	0,03	0,02	<0,01	-	-	-	-
<b>Bivalvia</b>	1,19	0,02	0,44	0,01	6,01	0,49	0,36	0,08	14,81	0,64	0,92	0,35
<b>Gastropoda</b>	-	-	-	-	2,73	0,21	0,11	0,01	3,70	0,16	0,14	0,02
<b>fragmento de teleósteo</b>	1,19	0,02	1,40	0,02	3,28	0,16	0,07	0,01	3,70	0,64	0,16	0,04
<b>Bryozoa</b>	1,19	0,00	0,07	<0,01	2,19	0,00	<0,01	<0,01	3,70	0,00	<0,01	<0,01
<b>macroalga</b>	2,38	0,00	0,40	0,01	9,29	0,00	0,66	0,09	29,63	0,00	0,52	0,23
<b>material vegetal</b>	32,14	0,00	2,22	0,68	27,87	0,00	1,23	0,52	25,93	0,00	0,65	0,25
<b>material digerido</b>	27,38	0,00	7,64	1,99	19,67	0,00	3,37	1,01	22,22	0,00	1,34	0,45
<b>sedimento</b>	2,38	0,00	<0,01	<0,01	3,83	0,00	0,75	0,04	14,81	0,00	0,46	0,10

Tabela 2

Variáveis	Praia (1)	Estação (2)	Fase ontogenética (3)	Interação (1x2x3)
<b>Ciclo sazonal</b>				
<b>%W</b>				
Polychaeta	NS	NS	<i>Adu Juv Sub</i>	1x2x3
Brachyura	NS	NS	NS	NS
Calanoida	NS	NS	<i>Juv Sub Adu</i>	NS
Caprellidea	NS	NS	NS	NS
Cyclopoida	NS	NS	NS	NS
Gammaridea	NS	NS	NS	1x2x3
Isopoda	NS	NS	NS	1X2
mísis (larva)	<b>C M</b>	<b>IS FS IC FC</b>	<i>Juv Sub Adu</i>	1x2x3
Ostracoda	NS	NS	NS	NS
Tanaidacea	<b>C M</b>	<b>IS FC FS IC</b>	<i>Juv Sub Adu</i>	1x2x3
Bivalvia	<b>C M</b>	<b>FS IS FC IC</b>	<i>Juv Sub Adu</i>	1x2x3
material vegetal	NS	NS	NS	1X2
<b>%N</b>				
Polychaeta	NS	NS	<i>Adu Juv Sub</i>	1x2
Brachyura	NS	NS	NS	NS
Calanoida	<b>C M</b>	<b>FC IC IS FS</b>	<i>Adu Sub Juv</i>	1x2/1x3
Caprellidea	NS	NS	NS	NS
Cyclopoida	NS	NS	<i>Adu Sub Juv</i>	NS
Gammaridea	<b>C M</b>	<b>IC FC FS IS</b>	<i>Adu Juv Sub</i>	1x2x3
Isopoda	<b>C M</b>	<b>FC IS IC FS</b>	<i>Adu Juv Sub</i>	1x2
mísis (larva)	NS	NS	<i>Juv Adu Sub</i>	1x2x3
Ostracoda	<b>C M</b>	NS	<i>Juv Adu Sub</i>	NS
Tanaidacea	<b>C M</b>	NS	NS	1x3
Bivalvia	<b>C M</b>	NS	NS	NS
material vegetal	NS	NS	NS	NS
<b>Ciclo lunar</b>				
	<b>Lua (1)</b>	<b>Fase ontogenética (2)</b>	<b>Interação (1x2)</b>	
<b>%W</b>				
Calanoida	<b>Ch No Cr Mi</b>	<i>Juv Sub Adu</i>	NS	
mísis (larva)	NS	NS	NS	
Brachyura	NS	<i>Juv Sub Adu</i>	NS	
Cyclopoida	NS	NS	NS	
Gammaridea	<b>Ch No Cr Mi</b>	<i>Juv Sub Adu</i>	1x2	
Isopoda	NS	NS	NS	
<b>%N</b>				
Calanoida	NS	NS	1x2	
mísis (larva)	<b>No Cr Mi Ch</b>	NS	NS	
Brachyura	NS	NS	1x2	

---

Cyclopoida	NS	<i>Adu</i> <b>Sub</b> <i>Juv</i>	NS
Gammaridea	Mi <b>Cr</b> <i>No</i> <i>Ch</i>	<i>Juv</i> <b>Sub</b> <i>Adu</i>	NS
Isopoda	NS	NS	NS

---

Tabela 3

	<b>Eixo 1</b>	<b>Eixo 2</b>	<b>Eixo 3</b>	<b>Eixo 4</b>	<b>P valor</b>
<b>Ciclo Sazonal</b>					
Autovalores	0,174	0,081	0,009	0	
Correlação espécie-ambiente	0,665	0,554	0,434	0,277	
Variância percentual cumulativa dos dados de espécie	17,4	25,5	26,3	26,8	
Variância percentual cumulativa da relação espécie-ambiente	64,8	94,9	98,1	100,0	
Temperatura (°C)	-0,0025	-0,5162	0,1419	-0,0428	>0,05
Salinidade	-0,4916	0,0309	0,2742	-0,0624	>0,05
Turbidez (NTU)	-0,5082	0,0047	0,0761	0,1719	<b>&lt;0,05</b>
Pluviosidade (mm)	0,3134	0,077	0,2671	0,1705	>0,05
<b>Ciclo lunar</b>					
Autovalores	0,408	0,031	0,014	0,462	
Correlação espécie-ambiente	0,756	0,682	0,719	0	
Variância percentual cumulativa dos dados de espécie	40,8	43,9	45,3	91,5	
Variância percentual cumulativa da relação espécie-ambiente	90,1	96,9	100,0	0,0	
Temperatura (°C)	0,5315	-0,3925	0,3009	0,0000	>0,05
Salinidade	-0,6879	0,0566	0,2925	0,0000	<b>&lt;0,05</b>
Turbidez (NTU)	0,4375	0,0439	-0,5845	0,0000	>0,05

Tabela 4

<b>Ciclo sazonal</b>	<b>Fase ontogenética</b>	<b>Índice de Schoener</b>	<b>Principal presa compartilhada</b>
<b>Costinha</b>			
Início da seca	Juvenil x Subadulto	0,86	Gammaridea
Final da seca	Juvenil x Subadulto	0,80	Gammaridea
Início da chuva	Juvenil x Subadulto	0,68	Gammaridea e Calanoida
Final da chuva	Subadulto x Adulto	0,89	Gammaridea
<b>Miramar</b>			
Final da seca	Juvenil x Subadulto	0,94	Gammaridea e Calanoida
Início da chuva	Juvenil x Subadulto	0,77	Calanoida
Final da chuva	Juvenil x Subadulto	0,94	Calanoida
<b>Ciclo lunar</b>			
Crescente	Juvenil x Subadulto	0,85	Gammaridea e Calanoida
Cheia	Juvenil x Subadulto	0,80	Gammaridea
Cheia	Subadulto x Adulto	0,90	Gammaridea
Cheia	Adulto x Juvenil	0,75	Gammaridea
Minguante	Juvenil x Subadulto	0,95	Calanoida
Nova	Subadulto x Adulto	0,77	Gammaridea

Tabela 5

Presas	Fase ontogenética	Crescente				Cheia				Minguante				Nova			
		%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI	%F	%N	%W	%IRI
<b>Foraminifera</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	5,56	0,04	0,01	<0,01	6,25	0,77	0,01	0,04
	Sub	5,26	0,14	<0,01	0,01	-	-	-	-	11,11	0,87	0,01	0,10	5,26	0,44	<0,01	0,02
	Adu	-	-	-	-	18,18	1,66	<0,01	0,16	27,27	8,13	<0,01	4,60	33,33	7,38	<0,01	1,34
<b>Polychaeta</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sub	21,05	1,29	2,99	0,66	18,18	1,06	0,70	0,17	5,56	0,04	1,55	0,09	-	-	-	-
	Adu	28,57	5,33	2,18	1,44	-	-	-	-	9,09	0,63	1,48	0,40	16,67	0,21	0,01	0,02
<b>Brachyura</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	5,56	0,04	0,46	0,02	-	-	-	-
	Sub	10,53	0,29	1,62	0,15	27,27	2,12	1,94	0,60	5,56	0,04	2,39	0,14	-	-	-	-
	Adu	57,14	5,33	38,60	16,83	9,09	0,15	1,28	0,07	27,27	1,88	29,36	17,67	-	-	-	-
<b>Calanoida</b>	Juv	86,67	80,02	43,52	70,06	62,50	9,68	0,12	3,95	83,33	95,55	77,27	93,99	50,00	27,31	2,39	12,93
	Sub	63,16	65,23	7,06	33,22	-	-	-	-	61,11	91,11	42,64	82,73	15,79	9,41	0,14	1,04
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	18,18	1,25	<0,01	0,47	-	-	-	-
<b>Caprellidea</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sub	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,67	0,21	0,07	0,03
<b>Cyclopoida</b>	Juv	33,33	10,57	3,77	3,13	37,50	4,03	0,03	0,98	50,00	3,53	1,61	1,68	62,50	35,00	2,33	20,31
	Sub	26,32	10,20	1,10	2,16	-	-	-	-	22,22	5,59	2,65	1,85	15,79	7,88	0,13	0,87
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Cumacea</b>	Juv	6,67	0,06	0,46	0,02	-	-	-	-	16,67	0,13	0,46	0,06	6,25	0,38	0,09	0,03
	Sub	-	-	-	-	-	-	-	-	5,56	0,04	0,17	0,01	-	-	-	-
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	18,18	2,50	0,22	1,03	-	-	-	-



	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Bryozoa</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	5,56	0,00	0,21	0,01	-	-	-	-
	Sub	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,33	0,00	0,20	0,04
<b>macroalga</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,50	-	1,71	0,19
	Sub	10,53	-	0,04	<0,01	9,09	-	0,02	<0,01	5,56	-	0,13	0,01	5,26	-	0,02	<0,01
	Adu	42,86	-	1,08	0,31	45,45	-	0,47	0,11	36,36	-	1,13	0,85	83,33	-	0,15	0,07
<b>material vegetal</b>	Juv	6,67	-	0,10	<0,01	-	-	-	-	5,56	-	0,01	<0,01	-	-	-	-
	Sub	-	-	-	-	27,27	-	0,28	0,04	11,11	-	0,34	0,04	5,26	-	0,36	0,01
	Adu	42,86	-	0,43	0,12	45,45	-	0,30	0,07	27,27	-	1,05	0,59	83,33	-	1,03	0,47
<b>material digerido</b>	Juv	6,67	-	1,98	0,09	-	-	-	-	44,44	-	13,56	3,93	50,00	-	34,34	14,95
	Sub	15,79	-	4,68	0,54	-	-	-	-	27,78	-	9,20	2,59	21,05	-	4,32	0,63
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	18,18	-	1,77	0,67	-	-	-	-
<b>sedimento</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sub	-	-	-	-	-	-	-	-	11,11	-	3,28	0,37	-	-	-	-
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-	9,09	-	0,75	0,14	-	-	-	-

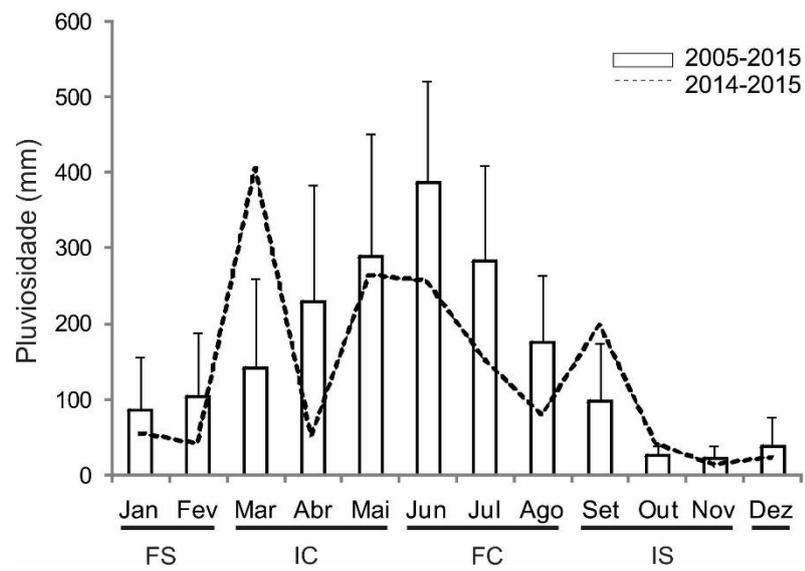
**Apêndice B**

Figura S1: Precipitação média histórica mensal registrada entre 2005 e 2015 e acumulado de chuvas durante o período de coleta (2014-2015).

Tabela S1: Composição da dieta das fases ontogenéticas de *S. brasiliensis* expressa pelo %IRI em cada estação nas praias de Costinha e Miramar.

Presas	Fase ontogenética	COSTINHA				MIRAMAR			
		FC	IS	FS	IC	FC	IS	FS	IC
Foraminifera	Juv	-	-	-	-	0,03	4,66	-	0,03
	Sub	-	-	-	-	2,87	40,85	-	0,11
	Adu	-	-	-	-	31,31	33,49	-	-
Polychaeta	Juv	-	-	-	-	-	0,42	0,40	0,23
	Sub	2,32	0,13	2,78	-	1,44	12,18	1,24	0,14
	Adu	-	-	-	-	0,66	-	-	-
Brachyura	Juv	3,47	-	2,30	-	0,02	1,18	-	-
	Sub	-	3,43	-	0,26	0,74	-	0,06	1,33
	Adu	0,36	31,57	-	-	27,19	-	-	0,91
Calanoida	Juv	-	1,95	0,04	53,30	94,77	59,86	56,22	66,74
	Sub	0,06	0,44	0,39	22,30	75,69	6,14	44,94	45,78
	Adu	-	-	-	-	0,90	-	3,53	0,16
Caprellidea	Juv	-	-	0,04	0,01	-	-	-	-
	Sub	-	-	0,67	-	-	0,02	0,04	-
	Adu	-	-	-	-	-	17,64	-	-
Cumacea	Juv	-	0,49	0,31	0,08	0,08	3,40	-	0,01
	Sub	-	-	1,64	-	0,02	1,66	0,01	-
	Adu	-	-	-	-	3,55	-	-	-
Cyclopoida	Juv	-	-	0,04	0,04	1,36	1,89	0,03	14,03
	Sub	-	0,63	0,02	0,01	3,68	1,20	0,47	1,64
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-
Gammaridea	Juv	-	94,18	87,20	45,17	0,96	6,86	43,00	10,57
	Sub	70,30	82,99	92,13	73,90	1,37	8,88	50,72	9,79
	Adu	98,53	11,81	-	-	7,69	-	93,94	91,38
Harpacticoida	Juv	-	-	-	-	<0,01	0,18	-	0,01
	Sub	-	-	-	-	<0,01	0,09	-	0,03
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-
Isopoda	Juv	-	-	0,46	0,68	0,07	0,84	0,02	3,06
	Sub	0,12	0,08	0,36	1,88	8,18	1,61	0,89	27,76
	Adu	-	-	-	-	17,26	-	2,02	3,16
Megalopa	Juv	-	-	-	0,01	-	-	0,02	-
	Sub	-	-	0,17	-	-	-	-	-
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-
mísis (larva)	Juv	23,97	-	-	-	0,01	4,46	-	-
	Sub	26,48	9,57	0,45	0,08	0,53	0,26	1,39	0,11
	Adu	-	45,16	-	-	1,86	-	-	3,00
Ostracoda	Juv	-	-	-	-	<0,01	0,09	0,07	-
	Sub	0,12	-	0,08	-	0,55	15,78	0,15	3,54
	Adu	0,31	-	-	-	2,60	3,75	0,50	-
Tanaidacea	Juv	72,54	-	-	-	<0,01	-	-	-
	Sub	0,24	0,01	0,35	0,03	-	-	-	-

	Adu	-	-	-	-	-	-	-	0,16
<b>zoea (larva)</b>	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sub	-	-	-	-	0,01	0,04	-	-
	Adu	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Bryozoa</b>	Juv	-	-	-	-	0,01	-	-	-
	Sub	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	-	-
	Adu	<0,01	-	-	-	-	-	-	-
<b>fragmento de teleósteo</b>	Juv	-	-	-	-	0,13	-	-	-
	Sub	0,24	-	-	0,04	-	0,11	0,01	-
<b>macroalga</b>	Adu	0,50	-	-	-	-	-	-	-
	Juv	-	-	-	0,15	-	<0,01	-	-
	Sub	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	0,26	0,72	0,06	0,11
<b>material vegetal</b>	Adu	0,06	-	-	-	0,44	-	<0,01	0,44
	Juv	0,01	2,64	8,60	0,57	<0,01	2,02	0,01	0,27
	Sub	0,03	2,50	0,47	0,79	0,10	<0,01	<0,01	0,25
<b>sedimento</b>	Adu	0,05	11,45	-	-	0,52	-	-	0,15
	Juv	-	-	-	-	-	0,02	-	-
	Sub	-	-	-	-	0,42	0,64	-	0,83
<b>material digerido</b>	Adu	-	-	-	-	0,46	21,57	-	-
	Juv	-	0,73	1,01	-	2,56	13,01	0,24	5,06
	Sub	-	0,23	0,38	0,72	3,97	5,14	<0,01	8,45
<b>Bivalvia</b>	Adu	-	-	-	-	1,41	17,05	-	0,63
	Juv	-	-	-	-	-	1,09	-	-
	Sub	-	-	0,02	-	0,06	4,48	0,01	0,12
<b>Gastropoda</b>	Adu	-	-	-	-	4,15	6,50	-	-
	Juv	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sub	-	-	0,09	-	0,11	0,19	-	-
	Adu	0,18	-	-	-	-	-	-	-