

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**Uso de habitat e recursos alimentares por *Stellifer
brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae)
na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra
– ES**

Lorena Lopes Almeida

**Vitória, ES
Fevereiro, 2018**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Uso de habitat e recursos alimentares por *Stellifer
brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae)
na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra
- ES**

Lorena Lopes Almeida

**Orientador: Maurício Hostim Silva
Coorientadora: Helen Audrey Pichler**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-
Graduação em Ciências Biológicas (Biologia
Animal) da Universidade Federal do
Espírito Santo como requisito parcial para a
obtenção do grau de Mestre em Biologia
Animal**

**Vitória, ES
Fevereiro, 2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)
Bibliotecária: Silvana Lyra Vicentini Mourrahy – CRB-6 ES-000148/O

A447u Almeida, Lorena Lopes, 1981-
Uso de habitat e recursos alimentares por *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae) na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra-ES / Lorena Lopes Almeida. – 2018.
50 f. : il.

Orientador: Maurício Hostim Silva.

Coorientador: Helen Audrey Pichler.

Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Ecologia espacial. 2. Cadeias alimentares (Ecologia). 3. Dieta. 4. Isótopos estáveis. 5. Hábitos alimentares. 6. Ecologia dos estuários. 7. Conceição da Barra (ES) – Ecologia. I. Silva, Maurício Hostim. II. Pichler, Helen Audrey. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 57

Lorena Lopes Almeida

“Uso de habitat e recursos alimentares por *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae) na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra- ES”

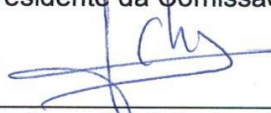
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Humanas e Naturais, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Animal.

Aprovada em 20 de fevereiro de 2018.

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Maurício Hostin Silva (UFES)
Orientador e Presidente da Comissão Examinadora



Prof. Dr. Jean- Christophe Joyeux (UFES)
Examinador interno



Prof. Dr. Igor Emiliano Gomes Pinheiro (FURG)
Examinador externo

Agradecimentos

- Primeiramente agradeço a Deus por permitir que eu chegasse até aqui, dando-me forças e sabedoria para superar os obstáculos;
- À CAPES pela concessão da bolsa;
- À FAPES pelas análises das razões de isótopos estáveis;
- Ao CNPq pelo apoio financeiro referente às saídas de campo;
- Ao CEUNES pelo apoio logístico nas idas à Vitória e nas as saídas de campo;
- Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pela infraestrutura;
- Ao meu orientador Maurício Hostim que proporcionou todos os meios para que esse projeto fosse executado. Obrigada por compartilhar toda sua experiência, valiosos conhecimentos e me ajudar a amadurecer profissionalmente;
- À minha coorientadora Helen Pichler, por estar sempre disposta a compartilhar e ajudar. Obrigada por todo o tempo que dedicou a mim, pelos valiosos ensinamentos e por tornar este trabalho possível, sua ajuda foi essencial. Muito obrigada;
- Ao Humberto, experiente pescador mais conhecido como Doutor, obrigada por compartilhar todos seus conhecimentos e habilidades nas saídas de campo;
- Ao Prof. Anderson pela identificação dos vegetais. Sua contribuição foi fundamental;
- Ao Matheus Freitas pela ajuda na análise de L_{50} e pela paciência todas as vezes que eu o incomodei no Whatsapp e Skype;
- Ao Joelson, obrigada pela ajuda na identificação dos crustáceos. Seus conhecimentos foram valiosos para a realização deste trabalho.;
- Ao professor Eustáquio, ao Emanuel e a toda a equipe do LabPetro, por disponibilizarem a estrutura do laboratório para pesagem do material e por serem tão atenciosos.

- Ao Igor que me introduziu ao Programa RStudio, desmistificando-o, e com toda sua paciência me auxiliou em várias análises estatísticas. Obrigada mil vezes por toda a ajuda;

- À toda minha família, que sempre me apoiou e incentivou. Em especial a minha mãe Dita, que mesmo longe sempre esteve presente em minha vida; ao meu pai, a Kátia e o Brayan, que me aturaram por quase um ano para que eu cursasse todas as disciplinas em Vitória; as minhas irmãs que sempre me apoiaram em todas as minhas decisões; ao meu esposo Diego, por ser o principal responsável por eu chegar onde cheguei e aos meus filhos Fernando e Yandrah pela compreensão e amor incondicional;

- Ao Guilherme agradeço imensamente pela análise de conteúdo estomacal, sem toda sua dedicação esse trabalho não seria possível. Obrigada pela parceria e serenidade, aprendi muito com você durante esse processo;

- À Tâmara, pela parceria durante todo esse processo. Obrigada pelos campos divertidíssimos, pela identificação dos bentos, pela colaboração no processamento das amostras de isótopos.... Sua contribuição foi muito importante;

- A toda a equipe do Laboratório de Ecologia de Peixes Marinhos, vocês são como uma família para mim e a ajuda de todos foi muito importante. Em especial agradeço a Fran e a Thaís por serem minhas parceiras desde o início, aprendi muito com vocês, saudades! Tatá, obrigada também pelo mapa da área de estudo!. Ao Guilherme, Merielle, Bruna, Karina, Tâmara, Paula, Marcelo, obrigada por poder contar e confiar em vocês enquanto eu estava em Vix durante as disciplinas e por todas as vezes que me ajudaram e fizeram companhia até tarde da noite nas triagens. Obrigada a Tainara, Juliana, Carla, Thauanny, Vinício, Manu, Evelin, Lana, Jordan, Henrique, Mariana, e todos os alevinos... cada um de vocês foi muito importante nessa jornada e espero poder retribuir tudo o que fizeram por mim.

SUMÁRIO

1. Introdução	1
2. Objetivos	4
2.1. <i>Objetivo geral</i>	4
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	4
3. Material e métodos	5
3.1. <i>Área de estudo</i>	5
3.2. <i>Amostragem</i>	9
3.2.1. <i>Variáveis ambientais</i>	9
3.2.2. <i>Peixes</i>	10
3.2.3. <i>Presas</i>	10
3.2.4. <i>Matéria orgânica particulada (MOP) e Produtores primários</i>	10
3.3. <i>Processamento das amostras</i>	11
3.3.1. <i>Estrutura populacional</i>	11
3.3.2. <i>Dieta</i>	11
3.3.3. <i>Isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$)</i>	11
3.4. <i>Análise de dados</i>	12
3.4.1. <i>Variáveis ambientais</i>	12
3.4.2. <i>Estrutura populacional</i>	13
3.4.3. <i>Dieta</i>	13
3.4.4. <i>Isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e Nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$)</i>	14
4. Resultados	14
4.1. <i>Variáveis ambientais</i>	14
4.2. <i>Estrutura populacional</i>	16
4.3. <i>Dieta</i>	18
4.4. <i>Isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$)</i>	20
5. Discussão.....	26
6. Conclusões finais.....	32
7. Referências.....	33

Resumo

Este estudo visou descrever os hábitos alimentares e a utilização do habitat por *Stellifer brasiliensis* na Área de Proteção Ambiental (APA) de Conceição da Barra, Espírito Santo. Para tal, foi realizada a análise de conteúdo estomacal associada à análise de isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$). Para avaliar a utilização do habitat, foi analisada a distribuição espaço-temporal da abundância, biomassa e comprimento total (CT, mm) da espécie. A ictiofauna foi amostrada mensalmente com arrastos de fundo em quatro pontos distribuídos em um gradiente de salinidade (P1 maior salinidade, P4 menor salinidade). Para análise de abundância, biomassa e CT de juvenis e adultos, as amostragens ocorreram entre maio/2014 e abril/2017; para a análise de conteúdo estomacal, entre julho/2015 e julho/2016; e para a análise de isótopos estáveis, peixes e presas foram coletados entre março/2016 e março/2017. Produtores primários foram coletados em abril, junho, agosto, setembro e dezembro de 2016 e em junho de 2017. A espécie apresentou maior abundância ($F= 4,586$, $p<0,005$) e biomassa ($F= 7,139$, $p<0,005$) no P4. Os itens alimentares de maior importância para a espécie foram Polychaeta, Thalassinidae e Penaeidae. Para juvenis foram Penaeidae, Euphausiacea e Copepoda e para adultos foram Polychaeta, Thalassinidae e Copepoda. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular de *S. brasiliensis* não apresentaram diferenças significativas entre as estações, os pontos e as fases ontogenéticas. Nos juvenis os valores de $\delta^{13}\text{C}$ variaram entre os pontos de $-17,45\text{‰} \pm 1,35$ a $-25,81\text{‰} \pm 0,67$ e nos adultos de $-18,28\text{‰} \pm 3,09$ a $-23,29\text{‰} \pm 1,37$. Já as médias de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre $12,73\text{‰} \pm 0,95$ a $16,24\text{‰} \pm 0,32$ nos juvenis e $13,83\text{‰} \pm 1,39$ a $16,29\text{‰} \pm 0,68$ nos adultos, indicando que ambas as fases ocupam o mesmo nível trófico. As médias de $\delta^{13}\text{C}$ nos juvenis e adultos no P1 foram similares aos valores de $\delta^{13}\text{C}$ dos crustáceos, indicando que estes são itens consumidos por ambas as fases ontogenéticas. Em todos os pontos amostrais as plantas de metabolismo C_3 mostraram-se importantes fontes de ^{13}C para a espécie, demonstrando a importância do aporte de águas continentais para ambientes costeiros.

Palavras chave: Distribuição espacial, ecologia trófica, dieta, isótopos estáveis, bycatch

Abstract

This study aimed to describe the feeding habits and habitat use by *Stellifer brasiliensis* in the Environmental Protection Area (EPA) of Conceição da Barra, Espírito Santo. For this purpose, analysis of stomach contents associated with the analysis of stable isotopes of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) were performed. To evaluate the species habitat use, the spatial-temporal distribution of abundance, biomass and total length (TL, mm) was evaluated. The ichthyofauna was sampled monthly with bottom trawl net at four areas distributed in a salinity gradient (P1 higher salinity, P4 lower salinity). For the analysis of abundance, biomass and TL of juveniles and adults, the samplings occurred between May/2014 and April/2017; for the analysis of stomach contents between July/2015 and July/2016; and for the analysis of stable isotopes, fish and prey were collected between March/2016 and March/2017. Primary producers were collected in April, June, August, September and December 2016 and in June 2017. The species presented higher abundance ($F=4.586$, $p<0.005$) and biomass ($F=7.139$, $p<0.005$) at P4. The most important food items for the species were Polychaeta, Thalassinidae and Penaeidae. For juveniles were Penaeidae, Euphausiacea and Copepoda and for adults were Polychaeta, Thalassinidae and Copepoda. The $\delta^{13}\text{C}$ values in the muscular tissue of *S. brasiliensis* did not present significant differences between the seasons, areas and the ontogenetic phases. In juveniles $\delta^{13}\text{C}$ values ranged from $-17,45\text{‰} \pm 1,35$ to $-25,81\text{‰} \pm 0,67$ and in adults from $-18,28\text{‰} \pm 3,09$ to $-23,29\text{‰} \pm 1,37$. The mean values of $\delta^{15}\text{N}$ varied between $12.73\text{‰} \pm 0.95$ to $16.24\text{‰} \pm 0.32$ in juveniles and $13.83\text{‰} \pm 1.39$ to $16.29\text{‰} \pm 0.68$ in adults, indicating that both phases occupy the same trophic level. The means of $\delta^{13}\text{C}$ in juveniles and adults in P1 were similar to the $\delta^{13}\text{C}$ values of crustaceans, indicating that these are items consumed by both ontogenetic phases. At all sampling points the C_3 metabolism plants were important sources of ^{13}C for the species, demonstrating the importance of the contribution of continental waters to coastal environments.

Keywords: Spatial distribution, trophic ecology, diet, stable isotopes, bycatch

Uso de habitat e recursos alimentares por *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae) na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra – ES

Lorena Lopes Almeida

Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFES, Brasil

1. Introdução

Entre os animais que habitam os estuários, os peixes estão entre os principais recursos explorados, e estes utilizam os estuários como áreas de alimentação, crescimento, proteção e reprodução. O papel desempenhado por esses organismos é de grande relevância no balanço energético, visto que eles estão envolvidos nos processos de transformação, fluxo e armazenamento de energia em diferentes níveis tróficos (Yáñez-Arancibia et al., 1978; Rodriguez-Romero et al., 1994; Santos, 2001; Oliveira-Silva, 2004; Dolbeth et al., 2008). Desta forma, por desempenhar funções importantes, as comunidades de peixes são frequentemente objeto de estudo para avaliar ou monitorar mudanças em ambientes estuarinos (Castro et al., 2010).

O estudo dos padrões biológicos e da distribuição das espécies é fundamental para que se tenha um entendimento mais detalhado do ecossistema, permitindo assim o desenvolvimento de medidas de conservação e manejo visando a conservação dos estoques.

O gênero *Stellifer* (Oken, 1817), pertencente à família Sciaenidae, normalmente é encontrado em áreas de manguezais (Chaves e Vendel, 1997; Barletta, 2003), bem como em regiões mais internas da plataforma continental (Hofling et al., 1997; Vianna e Almeida, 2005), sendo muito abundante em estuários tropicais e subtropicais do Atlântico Oeste (Barletta et al., 2005, 2008). Este gênero é bem diverso, com 26 espécies descritas (OBIS, 2017), destas, seis ocorrem no litoral brasileiro, dentre as quais, quatro são conhecidas por habitarem o litoral sudeste e sofrerem pressão devido à captura acidental na pesca do camarão (Menezes e Figueiredo, 1980). No Brasil, uma característica marcante da pesca do camarão é a elevada ocorrência de fauna acompanhante “bycatch” de peixes da família Sciaenidae, incluindo as espécies pertencentes ao gênero *Stellifer* (Branco e Verani, 2006; Pinheiro e Martins, 2009; Freire et al., 2009; Bernardes-Junior et al., 2011). A pesca comercial gera impactos não apenas às espécies alvo das pescarias, mas também aos organismos associados e ao ecossistema (Kelleher, 2005). Além disso, impactos diretos sobre a rede trófica e alterações nos padrões de interação entre populações também são observados,

influenciando assim a transferência de energia no ecossistema (Diamond, 2004; Harrington et al., 2005).

Devido à sua grande abundância em ecossistemas estuarinos tropicais, as espécies do gênero *Stellifer* apresentam alto valor ecológico, sendo importante recurso alimentar para espécies de valor comercial (Bittar et al., 2008) e para cetáceos (Di Benedetto et al., 2009; Cremer et al., 2012). Além disso, embora apresente hábito demersal, estas espécies representam recurso importante para aves marinhas (Furness, 1982; Hudson e Furness 1989; Taversi e Vooren, 2010) devido a descartes realizados em pescarias.

A espécie *S. brasiliensis* (Fig. 1) é endêmica da costa brasileira (Haimovici e Klippel, 1999), conhecida como cangoá ou cara dura. Como as demais espécies do gênero, é abundante no bycatch do litoral do Espírito Santo (Pinheiro e Martins, 2009; Freire et al., 2009; Bernardes-Junior et al., 2011) e como tal, é uma espécie potencialmente vulnerável.

Trabalhos a respeito da ecologia e biologia desta espécie foram realizados na costa brasileira, e.g. Pombo et al. (2012) em um trabalho de biologia populacional em São Paulo sugeriram uma estratificação por classes de tamanho, indicando a importância da baía de Caraguatatuba para o desenvolvimento da espécie; Sabinson et al. (2015) encontraram uma alta sobreposição na dieta de *S. brasiliensis* e *S. rastrifer* em Santa Catarina, todavia, foi observada uma variação sazonal no consumo dos itens alimentares, diminuindo a competição entre as espécies; Frehse et al. (2015) através do estudo de ecologia alimentar e partição de recursos no Paraná e Santa Catarina encontraram crustáceos pelágicos e bentônicos como principal item alimentar para a espécie, além disso, também foi observado sobreposição dos itens alimentares entre *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*, todavia, mudanças na alimentação relacionadas a morfologia, ontogenia e comportamento das duas espécies foram estratégias utilizadas para reduzir a competição e permitir a coexistência das duas espécies; O mesmo foi observado por Dantas et al. (2015) no estuário do rio Goiana, entretanto, a preferência e a proporção no consumo de presas específicas entre as estações minimizaram sobreposição de nichos e aumentaram a eficiência na predação, além disso, o estudo evidenciou a importância da área de estudo como berçário e área de alimentação para indivíduos juvenis.

Quanto à dieta, a espécie é geralmente classificada como zoobentívora ou zooplantívora, consumindo principalmente microcrustáceos, invertebrados bentônicos e peixes (Carpenter, 2002; Barletta e Babler, 2007, Dantas et al., 2015).



Foto: Rafael Coelho

Fig. 1. Exemplar de *Stellifer brasiliensis* capturado no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra - ES

Em seu estudo, Pauly et al., (1998) constataram que o nível trófico das pescarias vem diminuindo drasticamente devido a sobreexploração de espécies topo de cadeia pela pescaria industrial. Como resultado, as pescarias precisam focar em espécies de peixes em níveis tróficos progressivamente decrescentes, até que todo sistema seja impactado e as pescarias entrem em colapso.

A espécie *S. brasiliensis* apesar de não apresentar valor econômico, apresenta alta taxa de captura na pesca do camarão (Pinheiro e Martins, 2009; Freire et al., 2009; Bernardes-Junior et al., 2011). Devido a seu hábito alimentar predador e grande abundância, esta espécie apresenta relevante papel ecológico nos ecossistemas onde é encontrada, portanto, sua remoção afetará negativamente a teia trófica onde habita.

Através da análise de conteúdo estomacal é possível inferir sobre os processos de interação dentro das comunidades. Porém, existe o agravante de que a identificação de itens alimentares em avançado estágio de decomposição possa ser muito imprecisa (Martinelli et al., 2009). Além disso, os resultados obtidos com esse método refletem apenas a dieta ingerida pelo animal, uma vez que diferenças metabólicas de acordo com a espécie fazem com que apenas parte do que é ingerido seja assimilado (Manetta e Benedito-Cecilio, 2003). Desta forma, apenas com a análise de conteúdo estomacal, é difícil inferir o quão importante os recursos alimentares disponíveis são relevantes para a manutenção dos estoques das espécies (Oliveira, 2003).

Ao longo de décadas, vem sendo empregada a análise de isótopos estáveis para tornar mais robusta a compreensão dos fluxos energéticos nas redes tróficas. Nessa metodologia, são utilizados os isótopos 12 e 13 do carbono (representado por $\delta^{13}\text{C}$) e os isótopos 14 e 15 do nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$), onde o primeiro indica a fonte de alimento e o segundo, o estrato trófico ocupado pelo indivíduo (Peterson e Fry, 1987; Layman et al., 2007; Abrantes e Sheaves, 2009; Naman et al., 2016). Sabendo que a composição isotópica do animal é alterada em reflexo da mudança na dieta, e que os produtores possuem assinatura isotópica conhecida de carbono, pode-se inferir a fonte de alimento do animal, através do valor de fracionamento de $\delta^{13}\text{C}$ ao longo da cadeia alimentar que

varia de 0‰ a 1‰, (Peterson e Fry, 1987). Por outro lado, há o aumento em torno de 3‰ a 5‰ nos valores de $\delta^{15}\text{N}$ em cada estrato trófico (Peterson e Fry, 1987), possibilitando identificar o nível trófico dos organismos estudados. Outro aspecto importante é o fato de que alimentos de diferentes origens, apresentarão diferentes assinaturas de $\delta^{13}\text{C}$, visto que a composição isotópica de redes tróficas marinhas geralmente apresenta valores mais enriquecidos em ^{13}C do que ambientes estuarinos onde grande parte da MOP é proveniente de plantas terrestres de ciclo fotossintético C_3 (Hobson 1999). Desta forma, torna-se possível o rastreamento da origem do local utilizado previamente para alimentação (Hobson, 1999). Sendo assim, a utilização da análise de conteúdo estomacal, concomitante à análise de isótopos estáveis, torna possível uma compreensão mais ampla da estrutura da teia alimentar e da dinâmica do fluxo de energia (Winemiller et al., 2007).

Diante deste contexto, o estudo da utilização do habitat das populações de *S. brasiliensis*, assim como da sua dieta, é essencial para contribuir com o conhecimento da ecologia das espécies, além de fornecer subsídios para a conservação das condições naturais que sustentam os recursos pesqueiros. Assim, este estudo pretende descrever a distribuição espacial e temporal e a utilização do recurso alimentar por *S. brasiliensis*, bem como a origem deste recurso, caracterizando a utilização do habitat no estuário do rio São Mateus e da área costeira adjacente em Conceição da Barra/ES.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Caracterizar a dieta, a origem e a utilização dos recursos alimentares de *S. brasiliensis* na Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra, no norte do Espírito Santo.

2.2. Objetivos específicos

- descrever a estrutura em tamanho, biomassa e abundância da espécie, bem como seus padrões de variação espacial e temporal;
- descrever a dieta de *S. brasiliensis*, bem como suas variações espaciais e temporais, nas áreas amostradas;
- determinar a origem do alimento (alimento proveniente do estuário *versus* proveniente da plataforma interna) utilizado por esta espécie, através da análise dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$);
- determinar sua posição na rede trófica, através da análise dos isótopos estáveis de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$).

3. Material e métodos

3.1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no canal do estuário do rio São Mateus, pertencente à Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra (Fig. 2). A bacia do rio São Mateus compreende aproximadamente 13482km². O rio São Mateus é formado pela confluência dos rios Cotaxé e Cricaré, que nascem em Minas Gerais. No município de São Mateus, ocorre o encontro desses dois rios, dando assim o nome de rio São Mateus (Silva et al., 2005). O estuário do rio São Mateus apresenta vegetação de manguezal, ocupando aproximadamente 11km² da região estuarina. A área apresenta o regime micromareal, com marés semidiurnas variando entre 0,1 e 1,5 m e médias de 0,8 m (Diretoria de Hidrografia e Navegação, Ministério da Marinha). O período chuvoso vai de setembro a janeiro e a precipitação média anual é de 1200 mm (<http://www.incaper.es.gov.br/>).

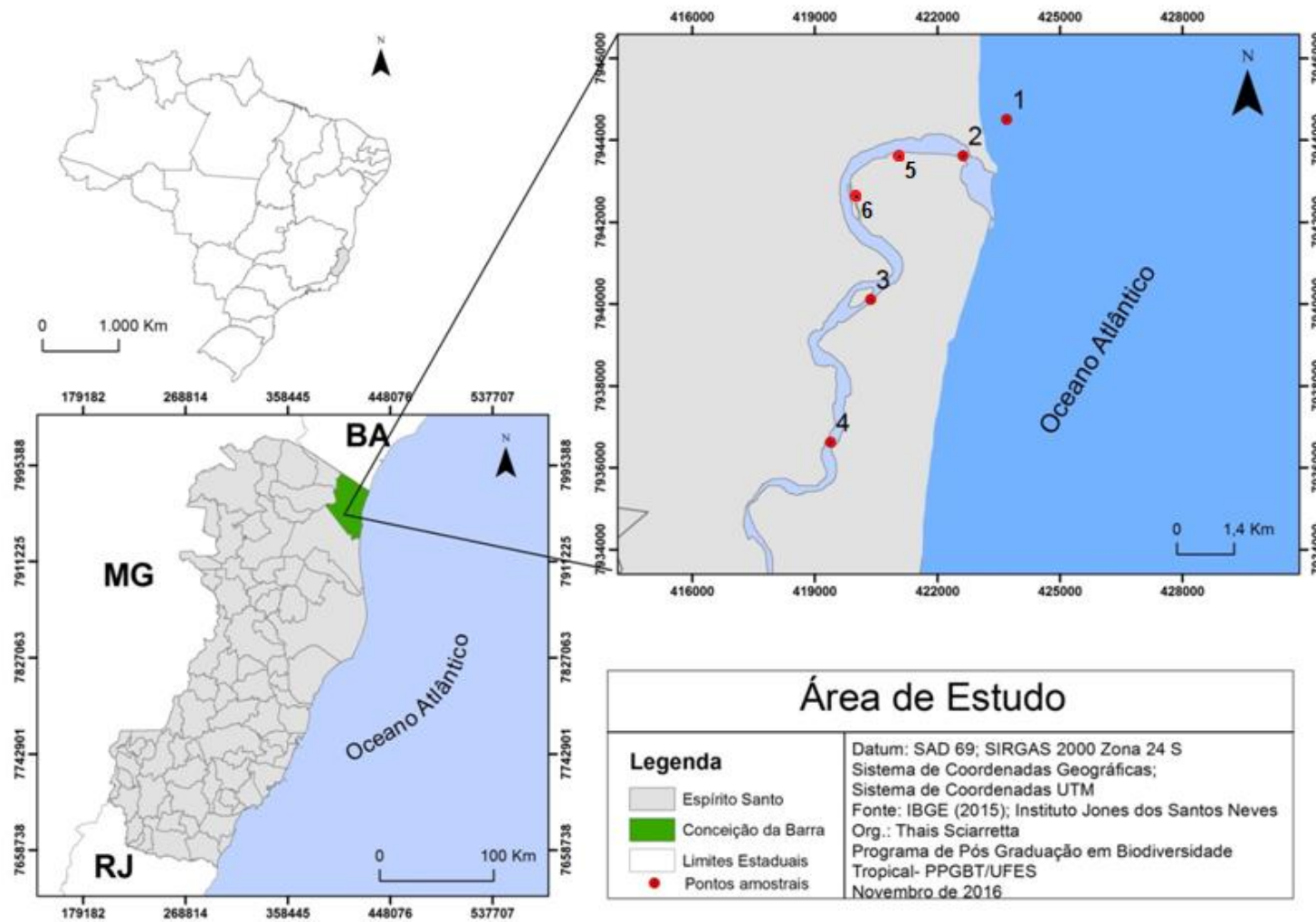


Fig. 2. Estuário do Rio São Mateus em Conceição da Barra- ES e os pontos amostrais

Os peixes foram coletados em quatro pontos, sendo que os domínios foram definidos em uma avaliação prévia ao longo da área de estudo durante a baixa mar de quadratura em maio de 2014, levando-se em consideração a salinidade, a vegetação nas margens e estudos anteriores. O **ponto 1** (P1) (Fig. 3a) encontra-se sobre a plataforma continental rasa (S 18°35.552' W 039°43.368') e está localizado ao norte do estuário do rio São Mateus a cerca de 600 metros da linha da costa. A região apresenta planícies costeiras estreitas com contribuição de aportes fluviais, é limitada pelos tabuleiros da Formação Barreiras e está associada a praias dissipativas e intermediárias, com dunas frontais (Albino et al., 2006). Nessa região foram construídos cinco molhes, devido a um acentuado processo de erosão, que acarretou na destruição de edificações e encurtamento do pontal. O **ponto 2** (P2) fica na área interna próximo à desembocadura do rio (S 18°35.715' W 039°44.206'). As espécies de plantas dominantes na área mais próxima a foz (estuário inferior) são *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, sendo que a primeira domina o bosque de franja e a segunda ocorre na região mais interna (Silva et al., 2005) (Fig. 3b). Na margem direita (Fig. 3c) há intensa ocupação humana, e devido à falta de saneamento básico, o lançamento de efluentes domésticos é feito diretamente no rio, além disso, é comum a acumulação de lixo nos manguezais e o corte de vegetação nativa para lenha ou ocupação irregular da área (Silva et al., 2005; Vale et al., 2012). O **ponto 3** (P3) (Fig. 3d) é caracterizado por uma área mediana (S 18°37.710'W 039°45.346'), com domínio dos setores polihalino e mesohalino na maioria do tempo. Este ponto localiza-se entre a porção média e superior do estuário do rio São Mateus a aproximadamente 7 km da foz. A região apresenta vegetação típica de mangue, com predominância de *Laguncularia racemosa* (Silva et al, 2005; Bernini et al, 2006). Por fim, o **ponto 4** (P4) (Fig. 3e) é a área mais interna de amostragem (S 18° 39.546'W 039.45.894'), com domínio do setor oligohalino na maioria do tempo. Este ponto é o mais à montante, a aproximadamente 12 km da foz. Nesta região pode-se verificar intensa ocupação humana, cultivo de monoculturas como coco e a prática de pesca (Silva et al, 2005). Neste ponto a densidade de vegetação de mangue diminui gradualmente nas margens, dando lugar a vegetação de água doce, como por exemplo, as espécies *Typha domingensis* (espécie nativa) e *Cocos nucifera*, (espécie exótica) vulgarmente conhecidas como taboa e coco, respectivamente.



Fig. 3. Pontos amostrais no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra, (a) Ponto 1, (b) Margem esquerda do ponto 2, (c) Margem direita do ponto 2, (d) Ponto 3 e (e) Ponto 4

Devido a impossibilidade de coleta de presas no canal do estuário, estas foram coletadas em duas áreas determinadas como pontos 5 e 6. Para a seleção das áreas de coleta das presas, levou-se em consideração a existência de planícies estuarinas com presença de vegetação de manguezal. O **ponto 5** (P5) (S 18°35.813' W 39°44.970') apresenta planície arenosa, composta por grãos finos, a vegetação de mangue é constituída por *Rhizophora mangle* dominando o bosque, *Laguncularia racemosa* na região mais interna (Silva et al., 2005) e pequenas formações de *Spartina densiflora* nos bancos de areia na área externa ao manguezal (Fig. 4a). O **ponto 6** (P6) (S 18°36.394' W 39°45.521'), encontra-se em uma área um pouco mais interna do estuário em relação ao P5 e apresenta planície estuarina de grãos finos. O bosque é formado por *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, com pequenas formações de *Spartina densiflora* nos bancos de areia na área externa ao manguezal (Fig. 4b).



Fig. 4. Pontos amostrais no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra, (a) Ponto 5 e (b) Ponto 6

3.2. Amostragem

3.2.1. Variáveis ambientais

Mensalmente, entre maio de 2014 e abril de 2017, no início de cada arrasto foram mensuradas as variáveis ambientais (temperatura e salinidade) da água de superfície e de fundo. A água de fundo foi coletada com garrafa de Van Dorn, o registro da salinidade foi realizado através de um refratômetro portátil e a temperatura foi mensurada através de um termômetro. Os dados de pluviosidade (mm) foram obtidos da estação meteorológica do Instituto Capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural – INCAPER, situada em São Mateus (<http://www.incaper.es.gov.br>) para

que fosse possível avaliar a influência de chuvas nas características hidrográficas do rio, especialmente a salinidade.

3.2.2. Peixes

As coletas de peixes foram realizadas mensalmente e todos os organismos foram coletados sob a licença do sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) n° 14258-1. Para a análise de abundância, biomassa e comprimento total (CT), estas ocorreram no período de maio de 2014 a abril de 2017; para a análise de conteúdo estomacal, de julho de 2015 a julho de 2016; e para a análise de isótopos estáveis, de março de 2016 a março de 2017.

Em cada ponto na baixa mar de quadratura foram realizados três arrastos de 5 minutos com uma rede de arrasto de fundo com portas de 15 m, conhecida localmente como rede tipo “balão”, rotineiramente usada na pesca de camarão. A boca da rede mede 3 m de diâmetro e a malha no corpo e no ensacador com 3 e 2,5cm, respectivamente, medida esticada entre nós opostos. Nos pontos internos do estuário os arrastos foram realizados na parte mais funda (canal do rio).

No campo, todos os peixes capturados foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados quanto ao mês, ano, ponto de coleta e arrasto, sendo cada arrasto uma amostra. Em seguida, todo o material foi armazenado em uma caixa de poliestireno com gelo e transportado até o laboratório. Alguns exemplares de *S. brasiliensis* foram tombados na Coleção Zoológica Norte Capixaba (CZNC).

3.2.3. Presas

De acordo com os itens alimentares encontrados no conteúdo estomacal e na literatura disponível (Pombo, 2010; Pombo et al. 2013; Frehse et al., 2015, Dantas et al., 2015; Sabinson et al., 2015) foram coletadas mensalmente as potenciais presas (poliquetas, crustáceos bentônicos, moluscos e MOP). As presas coletadas no canal foram capturadas durante os arrastos de fundo juntamente com os peixes e as presas coletadas nas margens foram capturadas de abril de 2016 a março de 2017 em maré de sizígia, nas áreas de manguezal, *Spartina* e sem vegetação. Para a coleta dos pequenos invertebrados nas margens, o sedimento foi coletado através de cores e peneirado em malhas de 300, 500 e 1000 µm, enquanto os organismos maiores foram coletados manualmente.

3.2.4. Matéria orgânica particulada (MOP) e Produtores primários

Para a amostragem da matéria orgânica particulada (MOP), a água de fundo e superfície do local foi coletada tanto durante as amostragens mensais do canal do

estuário, quanto durante as coletas mensais das presas. No campo, a água foi armazenada em garrafas plásticas e transportada para o laboratório.

As coletas de material vegetal foram realizadas nos meses de abril, junho, agosto, setembro e dezembro de 2016 e em junho de 2017, onde foram coletados todos os vegetais possíveis, tanto aqueles da porção límnic do estuário quanto aqueles com maior influência marinha. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenados em uma caixa de poliestireno com gelo e transportados até o laboratório.

3.3. *Processamento das amostras*

3.3.1. *Estrutura populacional*

No laboratório, todos os peixes foram identificados em nível de espécie através de Barletta & Corrêa (1992) e Figueiredo & Menezes (1980) e exemplares das espécies foram tombados na Coleção Zoológica Norte Capixaba (CZNC). Todos os exemplares foram pesados (g) e tiveram registrados seus comprimentos total (CT em mm) e padrão (CP em mm).

3.3.2. *Dieta*

Os peixes foram triados imediatamente após a coleta, sendo removidos os estômagos antes do congelamento. Após a remoção, os estômagos (108 juvenis e 205 adultos) foram fixados em formaldeído 10% por 24h. Após, foram conservados em álcool 70% até a triagem do seu conteúdo para a identificação dos itens alimentares. Sob microscópio estereoscópico, os itens ingeridos foram identificados até o menor nível taxonômico possível e para tal, foi utilizada bibliografia especializada (Brusca e Brusca, 2007; Ruppert e Barnes, 2005) e consulta a especialistas.

3.3.3. *Isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$)*

Para as análises de isótopos dos **peixes**, foi retirada de cada exemplar uma pequena amostra de tecido muscular (do lado esquerdo, logo abaixo da nadadeira dorsal). As amostras foram armazenadas em envelopes de alumínio e mantidas em freezer (-20°C) até a secagem. As **presas** foram mantidas em aquário com água filtrada coletada no local de captura, por um período de 24 horas para que o trato digestivo fosse esvaziado, em seguida, as amostras foram armazenadas em envelopes de alumínio e mantidas em freezer (-20°C) até a secagem. Quanto ao **MOP**, a água foi filtrada em peneira de 63µm para remoção de partículas maiores e de zooplâncton. Após esse procedimento, 100 mL foram separados e filtrados em filtros de fibra de vidro, previamente submetidos à combustão a 450°C durante três horas para que fosse removido qualquer resíduo de matéria orgânica que pudesse influenciar as análises.

Após a filtragem, os filtros foram acondicionados em envelopes de alumínio e mantidos em freezer (-20°C) até a secagem. Os **vegetais** foram mantidos em freezer (-20°C) logo após a coleta, até que fossem identificadas todas as espécies com o auxílio de um especialista. Após o descongelamento os vegetais foram identificados, lavados em água corrente e depois em água destilada. Partes das folhas foram cortadas em pedaços pequenos que foram acondicionados em envelopes de alumínio e mantidos em freezer (-20°C) até a secagem.

As amostras de tecido muscular dos peixes e das presas, bem como as de MOP e material vegetal, foram secas em estufa (80°C, por 48 horas). O material foi macerado com um pistilo e almofariz para que se transformasse em um pó fino e homogêneo. Em seguida o pó obtido foi armazenado em envelopes de papel alumínio, fechados e acondicionados em sacos plásticos com sílica gel, para evitar umidade. Posteriormente, as amostras foram pesadas no com o auxílio de uma balança de precisão de 0,001 mg, no Laboratório de Instrumentação do LabPetro e colocadas em cápsulas de estanho. As amostras foram enviadas à França, onde ocorreu o processamento em um analisador de elementos CHN (Flash 2000, Thermo Scientific, Milan, Italy), conectado a um espectrômetro de massa de fluxo contínuo de isótopos (Delta V Plus com uma interface Conflo IV, Thermo Scientific, Bremen, Germany), para a mensuração dos isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$). Os materiais de referência para calibração foram, USGS-24, IAEA-CH6, IAEA-600 para $\delta^{13}\text{C}$ e IAEA-N2, IAEA-NO-3, IAEA-600 para $\delta^{15}\text{N}$. Os padrões internos utilizados foram %C, %N, $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$: Acetanilide (Thermo Scientific) e peptone (Sigma-Aldrich). A precisão analítica foi de <0.15‰ (Thermo Scientific specifications) para $\delta^{13}\text{C}$ e <0.15‰ (Thermo Scientific specifications) para $\delta^{15}\text{N}$. Os resultados foram expressos em notação δ de acordo com os padrões internacionais (Vienna Pee Dee Belemnite para $\delta^{13}\text{C}$ e N_2 no ar para $\delta^{15}\text{N}$) seguindo a fórmula: $\delta^{13}\text{C}$ ou $\delta^{15}\text{N} = [(R_{\text{amostra}} / R_{\text{padrão}}) - 1] \times 103$, onde R é $^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ ou $^{15}\text{N} / ^{14}\text{N}$, respectivamente. Os resultados foram expressos em partes por mil (‰) e representados em um gráfico de dispersão.

3.4. *Análise de dados*

3.4.1. *Variáveis ambientais*

Para as análises estatísticas os meses foram agrupados nas quatro estações do ano: verão (janeiro a março), outono (abril a junho), inverno (julho a setembro) e primavera (outubro a dezembro). Para comparação das variáveis ambientais amostradas no fundo e na superfície, foi aplicado o teste t de Student (Zar, 1996). Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$ em todos os casos) entre os valores de superfície e fundo de temperatura ($t = 1,7903$) e salinidade ($t = 1,7811$). Sendo assim, para ambas

a variáveis, foi calculada a média de entre os valores de fundo e superfície. A fim de verificar a existência de diferenças significativas entre os valores médios (por arrasto) de temperatura, salinidade, entre as estações, os pontos e a interação estação x ponto, os valores foram transformados em $\log(x+1)$ e em seguida, os valores foram submetidos à PERMANOVA bifatorial no programa PRIMER 6 + PERMANOVA, usando 9999 randomizações e considerando os fatores estações, pontos e fases como aleatórios. Quando diferenças significativas foram observadas, foi aplicado o teste *a posteriori* par a par (*pair-wise*) utilizando-se $p < 0,05$ como nível de significância (Anderson, 2008).

3.4.2. Estrutura populacional

Os peixes foram divididos em duas fases ontogenéticas, de acordo com as classes de tamanho (juvenil e adulto). Para separar os juvenis dos adultos foi utilizado o comprimento de primeira maturação L_{50} (Vazzoler, 1996), onde 50% da população está apta a se reproduzir foi calculado através do modelo de regressão logística no programa R. Os indivíduos com comprimento total entre 23 mm a 87 mm foram considerados juvenis, enquanto os indivíduos com comprimento total entre 88 mm a 200 mm foram considerados adultos.

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os valores médios (por arrasto) de abundância, biomassa e CT entre as estações, os pontos e a interação estação x ponto, os valores também foram submetidos à PERMANOVA.

3.4.3. Dieta

Para análise da dieta foram utilizados os seguintes cálculos: **Frequência de Ocorrência (%FO)**, que indica a presença de itens encontrados por estômago analisado, permitindo informações qualitativas sobre a dieta (Zavala-Camin, 1996); **Peso (%P)**, que permite estimar a participação de cada item na dieta, através da relação entre o peso do item alimentar e o peso total dos itens nos estômagos (Hynes, 1951; Hyslop, 1980); e **Índice de Importância Alimentar (IA_i)** que engloba a Frequência de Ocorrência em porcentagem (%FO) e o peso (%P) (Kawakami e Vazzoler, 1980). Tais métodos foram calculados através das equações:

$$\%FO = (F_i/F_t) * 100$$

Em que, F_i é o número de estômagos contendo o item i e F_t é o número total de estômagos, estando estes cheios ou vazios.

$$\%P = (P_i/P_t) * 100$$

Em que, P_i é o peso do item alimentar i e P_t é o peso total dos itens nos estômagos.

$$IA_i = \frac{(\%FO * \%P)}{\sum(\%FO * \%P)}$$

Em que, %FO é a frequência de ocorrência do item na amostra expressa em porcentagem, e %P é o peso de cada item alimentar em relação ao peso total dos itens encontrados em todos os estômagos, expresso em porcentagem.

Para melhor visualização dos itens de maior IA_i, os itens com menos de um por cento (1%) de IA_i, sendo eles, Fibra Vegetal, Mollusca n.i., Gastropoda, Bivalvia, Partes de Crustacea, Zoea, Brachyura, Isopoda, Ostracoda, Larva de inseto, Trichoptera, Echinodermata, Osteichthyes, Escama, Fio de nylon e M.O.D., foram agrupados em uma única categoria denominada “outros”.

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os itens alimentares e os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre as estações, os pontos e as fases ontogenéticas, bem como na interação estação x ponto x fase, os valores de %P foram transformados e em seguida, os valores também foram submetidos à PERMANOVA.

3.4.4. *Isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e Nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$)*

Com intuito de identificar potenciais mudanças tróficas ao longo da ontogenia, os dados foram testados quanto à normalidade aplicando-se o teste de Shapiro-Wilk (Zar, 2010), como as distribuições não foram normais, foi aplicado o teste de Correlação de Spearman (Field, 2000) no programa R-Studio, a fim de analisar as variações de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ em relação ao tamanho dos peixes. Para melhor visualização dos valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ dos produtores, presas e peixes, os valores foram plotados em um gráfico de dispersão para que fosse possível verificar o nível trófico dos organismos.

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre as estações, os pontos e as fases ontogenéticas, bem como na interação estação x ponto x fase, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ também foram submetidos à PERMANOVA.

4. Resultados

4.1. *Variáveis ambientais*

As estações do período de estudo apresentaram valores de precipitação aproximados aos valores médios de precipitação das estações dos anos de 2007 a 2014, com exceção ao intervalo entre o inverno de 2015 e o inverno de 2016 que foi marcado por extrema seca. Neste período, os valores médios de precipitação ficaram abaixo de 40 mm, com exceção ao verão de 2016, onde houve precipitação superior a 140 mm devido a fortes chuvas no mês de janeiro (365,3 mm) (Fig. 5a).

As variáveis ambientais temperatura e salinidade variaram significativamente (Tab. 1) entre os pontos e estações, bem como entre a interação estação x ponto. Os

valores médios de temperatura mais altos foram observados no verão de 2015 (29,5°C) e os mais baixos no inverno de 2016 (24,8°C) (Fig. 5b). Foi possível observar uma tendência do aumento das médias de temperatura da parte externa do estuário (P1 = 26,7°C) para a parte interna (P4 = 28,3°C). As médias de salinidade variaram entre 0 (P4) e 38,8 (P1) (Fig. 5c). Os valores médios mais altos foram observados no inverno de 2016 (31,8) e os valores mais baixos no inverno de 2014 (14,9), tais valores apresentaram tendência a diminuir do P1 (35,2) ao P4 (7,3), demonstrando assim o gradiente de salinidade esperado ao longo da área estudada.

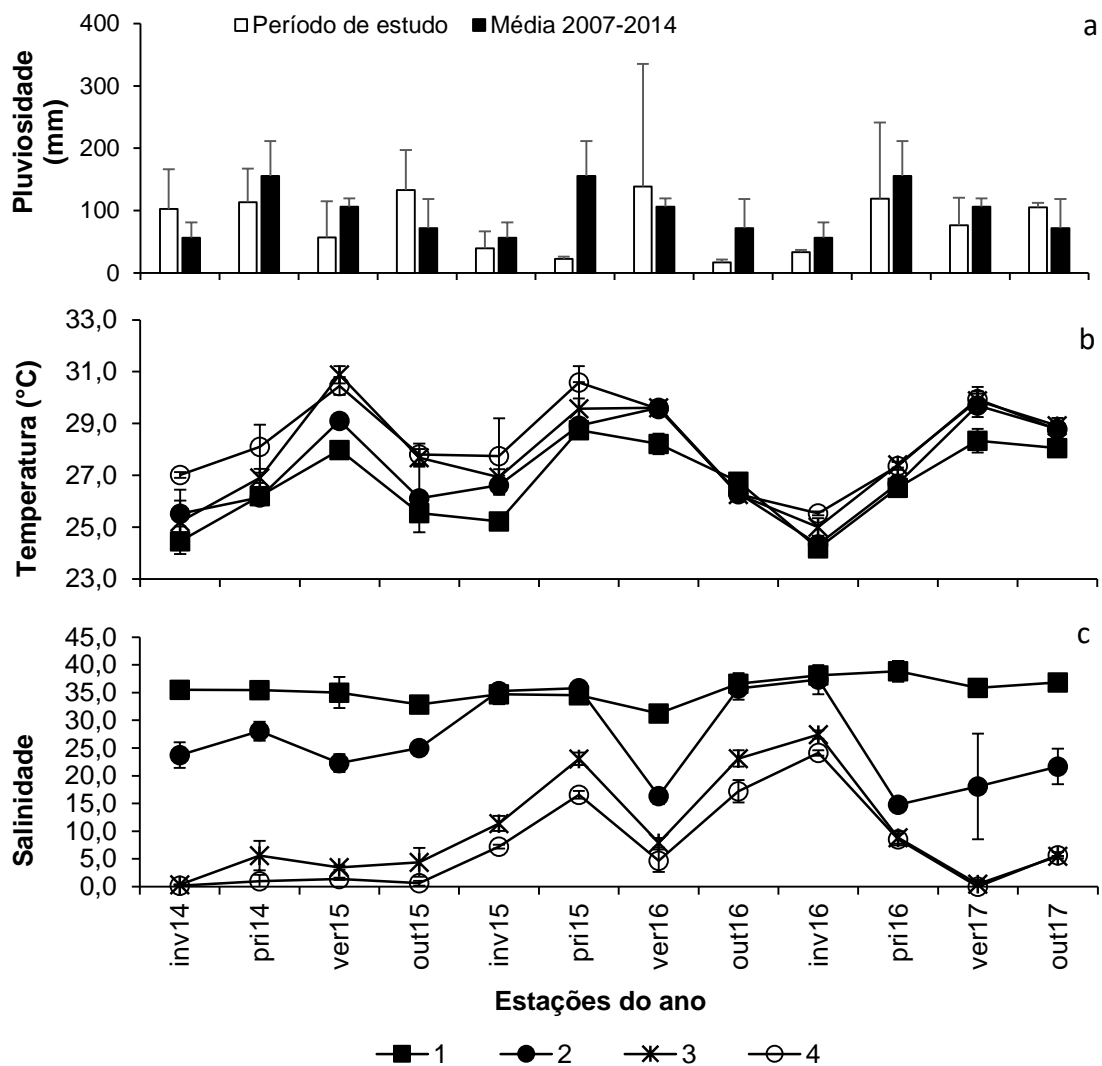


Fig. 5. Valores médios (\pm desvio padrão) das variáveis ambientais coletadas na área de estudo entre o inverno de 2014 e o outono de 2017, (a) Pluviosidade por estação do ano e (b) Temperatura e (c) salinidade (n=400) por ponto e estação

Tab. 1. Valores de PERMANOVA (Pseudo-F) utilizando a distância Euclidiana para análises de variações espacial, temporal e espaço-temporal de salinidade (n=400) e temperatura (n=144) em Conceição da Barra (ES), entre o inverno de 2014 e o outono de 2017

	Estação			Ponto			Estação x Ponto		
	GL	Pseudo-F	P	GL	Pseudo-F	P	GL	Pseudo-F	P
Temperatura (°C)	11	40,395	**	3	19,993	**	33	3,756	**
Salinidade		3,411	*		21,254	**		29,951	**

* p<0,005; **p<0,001

4.2. Estrutura populacional

Durante o período de amostragem (maio de 2014 a abril de 2017) foram capturados 5357 indivíduos de *S. brasiliensis* no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra. Foram realizados 429 arrastos e *S. brasiliensis* esteve presente em 45,45% destes, com biomassa total de 76,605 kg do total de biomassa capturada para toda ictiofauna (571,77 kg). Os comprimentos mínimos e máximos foram 23 mm e 200 mm, respectivamente.

Foi constatado que as médias de abundância, comprimento total e biomassa não apresentaram diferenças significativas (p>0,05) entre as estações, no entanto, entre os pontos e a interação estação x ponto foram observadas diferenças significativas nos três fatores analisados (Tab. 2). A espécie apresentou maior abundância e biomassa no P4, com 3411 indivíduos capturados e 40,26 kg, seguido do P2 com 808 indivíduos capturados e 19,19 kg, P3 com 738 indivíduos capturados e 13,34 kg e P1 com 400 indivíduos capturados e 3,80 kg (Fig. 6). Em relação a biomassa média por indivíduo, o P1 apresentou os menores valores (9,50 g), seguido pelo P4 (11,80 g), P3 (18,08 g) e o P2 com os maiores valores (23,76 g). Quanto ao CT, o P1 diferiu dos demais pontos, apresentando menor média de CT (85,42 mm), seguido do P4 (98,38 mm), P3 (110,89 mm) e P2 (124,98 mm) com a maior média. O período de recrutamento foi observado no P4, no outono de 2015, entretanto, este padrão não foi observado no outono de 2016 e 2017 (Fig. 6).

Tab. 2. Valores de PERMANOVA (Pseudo-F) com base na similaridade de Bray-Curtis para análises de variações espacial, temporal e espaço-temporal de Abundância, Biomassa e Comprimento Total de *S. brasiliensis* (n=5357) em Conceição da Barra (ES), entre o outono de 2014 e o outono de 2017

	Estações			Pontos			Estações x Pontos		
	GL	Pseudo-F	P	GL	Pseudo-F	P	GL	Pseudo-F	P
Abundância		1,8	NS		4,586	*		2,245	**
Biomassa	12	1,724	NS	3	7,139	*	24	1,644	*
Comprimento total		1,732	NS		5,575	**		2,753	**

*p<0.005; **p<0,001

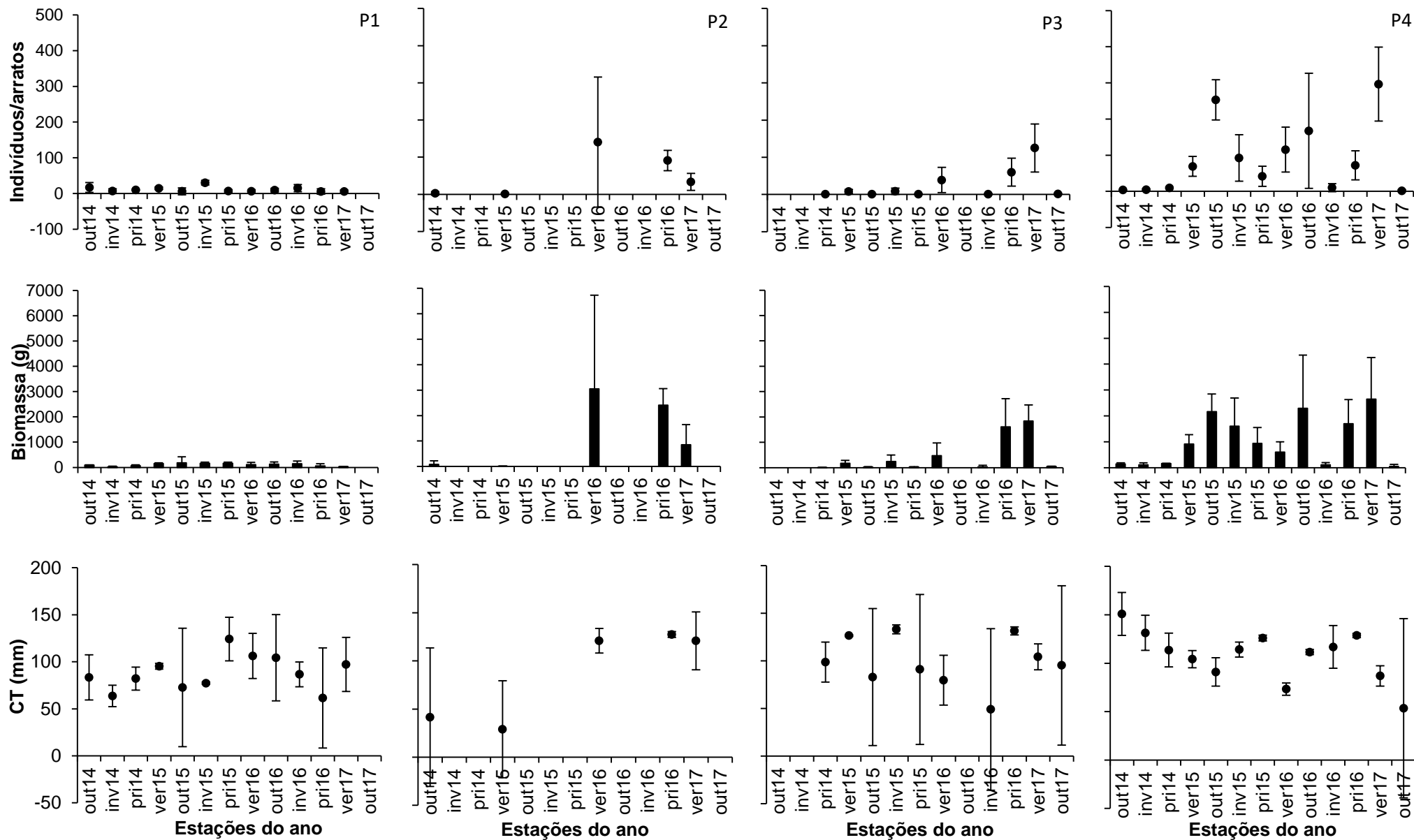


Fig. 6. Média (\pm desvio padrão) por arrasto da Abundância (n), da Biomassa (g), e do Comprimento total (mm) de *S. brasiliensis* em cada estação do ano nos pontos 1 (n=400), 2 (n=808), 3 (n=738) e 4 (n=3411) entre o outono de 2014 e o outono de 2017 no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra

4.3. Dieta

Foram analisados 358 estômagos de *S. brasiliensis* e 140 estavam vazios. Do total de estômagos analisados, 108 pertenciam a indivíduos juvenis (54 vazios) e 250 pertenciam a indivíduos adultos (86 vazios) (Tab. 3). Analisando a dieta da espécie como um todo, 24 itens alimentares foram identificados. Os itens com maiores valores de FO% foram Polychaeta (26,26), Copepoda (16,76), Euphausiacea (6,98), Ostracoda (6,70) e Penaeidae (4,47) (Tab. 3). Os itens com maiores %P foram Thalassinidae (51,04), Polychaeta (13,32), Anomura (11,80), Penaeidae (8,19) e Euphausiacea (3,40) (Tab. 3). O item que representou maior %IA_i foi Polychaeta (59,38) seguido de Thalassinidae (19,37), Penaeidae (6,61) e Copepoda (5,49) (Tab. 3, Fig. 7).

Ao analisar a dieta dos indivíduos juvenis, 12 itens alimentares foram identificados. Os itens com maiores valores de FO% foram Copepoda (22,22), Cladocera (13,39) e Penaeidae (9,26). Os itens com maiores %P foram Penaeidae (46,93), Euphausiacea (28,10) e Copepoda (8,73). O item com maior valor de %IA_i foi Penaeidae (45,58), seguido por Euphausiacea (24,56) e Copepoda (20,35) (Tab. 3, Fig. 7). Entre os indivíduos adultos, 23 itens alimentares foram identificados. Os itens com maiores valores de FO% foram Polychaeta (34,00), Copepoda (14,40) e Euphausiacea (6,40). Os itens com maiores %P foram Thalassinidae (55,09), Polychaeta (14,15) e Anomura (12,11). O item com maior valor de %IA_i foi Polychaeta (65,28), seguido de Thalassinidae (23,92) e Copepoda (2,71) (Tab. 3, Fig. 7).

Os valores de biomassa dos itens alimentares não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as estações, os pontos, as fases ontogenéticas e as interações.

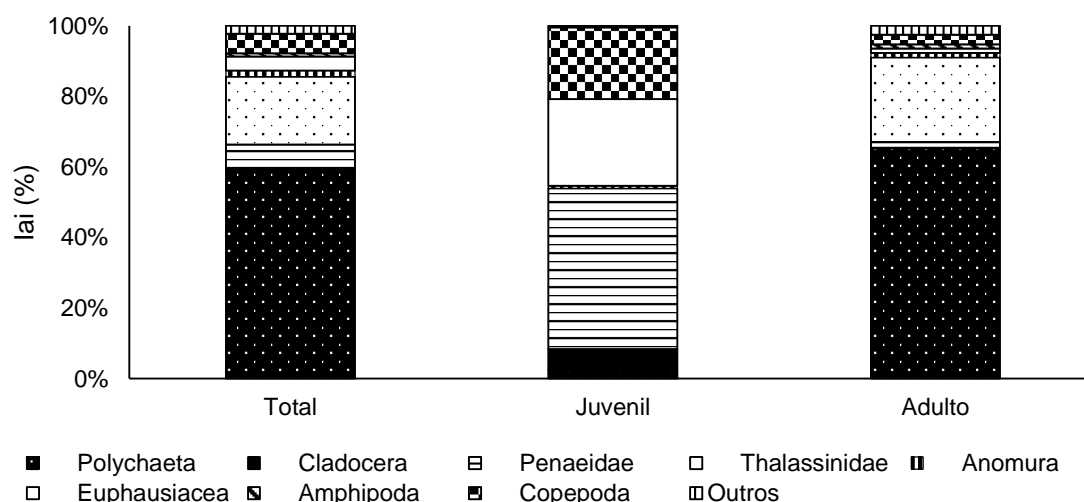


Fig. 7. Índice de Importância Alimentar (IA_i) dos principais itens identificados nos estômagos de *S. brasiliensis* (n total = 217, juvenil = 54 e adulto = 164). A categoria outros se refere ao agrupamento dos itens cujo IA_i foi menor que 1%

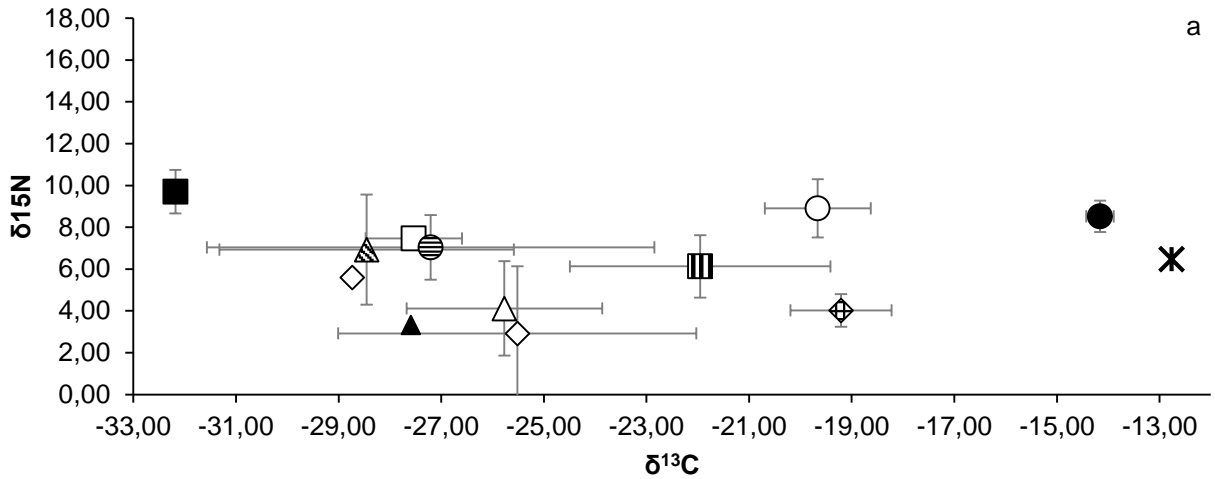
Tab. 3. Itens alimentares encontrados nos conteúdos estomacais de *S. brasiliensis* coletados no estuário do rio São Mateus, com suas respectivas Frequência de Ocorrência (%FO), Frequência em Peso (%P), e Índice de importância Alimentar (IA_i) entre julho de 2015 a junho de 2016. Legenda: ni= item não identificado

Itens	Total			Juvenil			Adulto		
	%FO	%P	%Ia _i	%FO	%P	%Ia _i	%FO	%P	%Ia _i
Produtores									
Fibra Vegetal	1,4	0,22	0,05	-	-	-	2	0,24	0,06
Consumidores									
Filo Mollusca									
Mollusca n.i.	2,79	0,79	0,38	-	-	-	4	0,85	0,46
Gastropoda	0,28	0,05	0	-	-	-	0,4	0,06	0
Bivalvia	0,28	0,08	0	-	-	-	0,4	0,09	0
Filo Annelida									
Polychaeta	26,26	13,32	59,38	8,33	2,81	2,45	34	14,15	65,28
Filo Arthropoda									
Partes Crustacea	3,35	0,56	0,32	3,7	0,34	0,13	3,2	0,58	0,25
Zoea	0,56	0,03	0	0,93	0,02	0	0,4	0,03	0
Cladocera	6,42	0,53	0,58	13,89	4,03	5,87	3,2	0,26	0,11
Penaeidae	4,47	8,19	6,61	9,26	46,93	45,58	2,4	5,12	1,67
Thalassinidae	2,23	51,04	19,37	-	-	-	3,2	55,09	23,92
Anomura	0,84	11,8	1,68	0,93	7,95	0,77	0,8	12,11	1,31
Brachyura	0,84	2,51	0,36	-	-	-	1,2	2,71	0,44
Euphausiacea	6,98	3,4	4,03	8,33	28,1	24,56	6,4	1,45	1,26
Amphipoda	3,63	1,53	0,94	-	-	-	5,2	1,65	1,16
Isopoda	2,51	1,34	0,57	-	-	-	3,6	1,44	0,7
Copepoda	16,76	1,93	5,49	22,22	8,73	20,35	14,4	1,39	2,71
Ostracoda	6,7	0,15	0,17	-	-	-	9,6	0,16	0,20
Larva de inseto	3,35	0,25	0,14	1,85	0,13	0,02	4	0,26	0,14
Trichoptera	0,28	0,28	0,01	-	-	-	0,4	0,3	0,02
Filo Echinodermata									
Echinodermata n.i.	0,28	0,43	0,02	-	-	-	0,4	0,47	0,03
Filo Chordata									
Osteichthyes	0,56	1,21	0,11	-	-	-	0,8	1,3	0,14
Escama	0,84	0,04	0,01	0,93	0	0	0,8	0,05	0
Material n.i.									
Fio de nylon	0,28	0,01	0	0,93	0,08	0,01	-	-	-
MOD	3,07	0,31	0,16	2,78	0,89	0,26	3,2	0,26	0,11
Total de estômagos		358			108			250	
Estômagos vazios		140			54			86	
Total de itens		24			12			23	

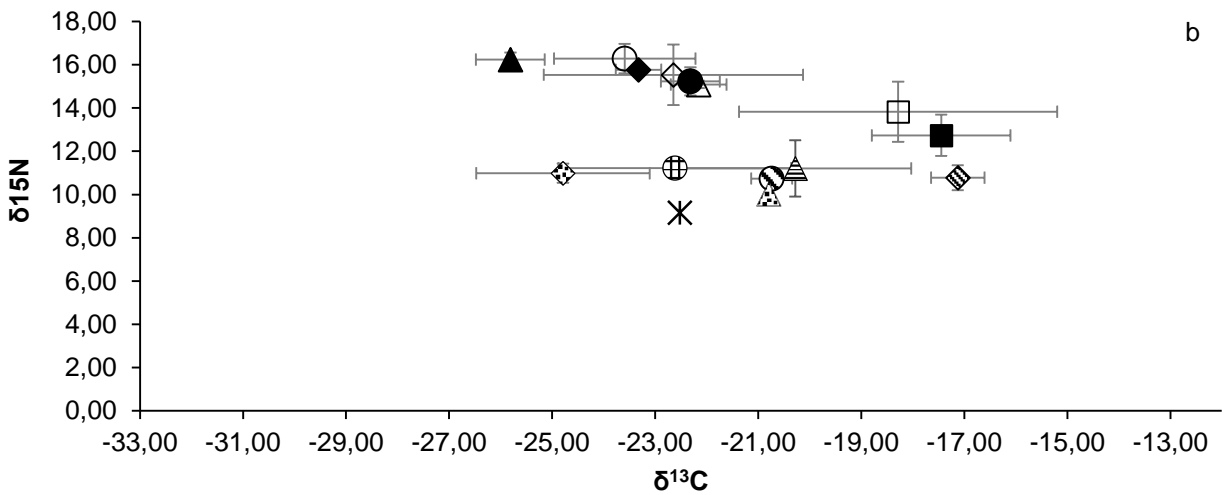
4.4. Isótopos estáveis de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$)

Foram analisadas 62 amostras de produtores primários, incluindo MOP e detrito (Fig. 8a, Tab. 4 e 6), 108 amostras de potenciais presas (Fig. 8b, Tab. 4 e 6) e 92 amostras de *S. brasiliensis* (Fig. 8b, Tab. 4). Houve pouca variação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ para grande parte das presas analisadas (Fig. 8b). As médias de $\delta^{15}\text{N}$ foram similares nos indivíduos juvenis e adultos e, este resultado indica que ambas as fases ocupam o mesmo nível trófico (Fig. 8b). As médias de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular de *S. brasiliensis* variaram de $-17,45\text{‰} \pm 1,35$ a $-25,81\text{‰} \pm 0,67$ nos indivíduos juvenis e $-18,28\text{‰} \pm 3,09$ a $-23,29\text{‰} \pm 1,37$ nos adultos. As médias de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre $12,73\text{‰} \pm 0,95$ a $16,24\text{‰} \pm 0,32$ nos juvenis e $13,83\text{‰} \pm 1,39$ a $16,29\text{‰} \pm 0,68$ nos adultos (Tab. 4, Fig. 8b).

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular de *S. brasiliensis* foram similares entre as estações, os pontos e as fases ontogenéticas, entretanto, diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas na interação estação x ponto x fase (Tab. 5). O teste *pair-wise* demonstrou que tais diferenças foram observadas entre os indivíduos juvenis no inverno de 2016 (Fig. 9c) entre P1 ($-17,37\text{‰} \pm 0,32$) e P4 ($-23,58\text{‰} \pm 0,32$), e na primavera de 2016 (Fig. 9d), onde o P1 ($-16,97\text{‰} \pm 0,13$) foi significativamente diferente do P2 ($-23,98\text{‰} \pm 2,08$) e P3 ($-22,32\text{‰} \pm 0,57$), estando os valores do P1 sempre enriquecidos em $\delta^{13}\text{C}$ do que os pontos mais internos do estuário. Diferenças também foram observadas ($p < 0,05$) entre os indivíduos juvenis, sendo os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da primavera ($-20,71\text{‰} \pm 0,15$) de 2016 (Fig. 9d) diferentes dos valores do verão (Fig. 9a) ($-17,27\text{‰} \pm 0,09$) e inverno (Fig. 9c) ($-18,45\text{‰} \pm 2,47$) de 2016. Os adultos também apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nos valores de $\delta^{13}\text{C}$, sendo o outono ($-19,83\text{‰} \pm 3,27$) de 2016 (Fig. 9b) diferente da primavera ($-20,71\text{‰} \pm 0,15$) de 2016 (Fig. 9d) e do verão ($-24,62\text{‰} \pm 1,60$) de 2017 (Fig. 9e), que por sua vez, apresentou valores diferentes do outono ($-22,96\text{‰} \pm 1,28$) de 2017 (Fig. 9f). Quando comparadas, as fases juvenil ($-18,45\text{‰} \pm 2,47$) e adulto ($-20,77\text{‰} \pm 3,46$) apresentaram diferenças apenas no inverno de 2016 (Fig. 9c), com os indivíduos juvenis com valores de $\delta^{13}\text{C}$ menos negativos do que os indivíduos adultos.



- *Rhizoclonium riparium* (2)
- ✱ *Cyperus ligularis* (1)
- *Rhizophora mangle* (3)
- ◇ MOP1 (6)
- △ MOP4 (10)
- *Bostrychia tenella* (2)
- ▲ *Poaceae* (1)
- ◇ *Laguncularia racemosa* (1)
- MOP2 (10)
- △ *Cocos nucifera* (2)
- *Spartina densiflora* (2)
- ◇ Detrito (8)
- ⊖ MOP3 (10)



- ⊖ *Capitella capitata* (12)
- ✱ *Heteromastus filiformis* (1)
- ◇ *Alitta succinea* (7)
- ⊙ *Alpheus verrilli* (1)
- ◇ *Xiphopenaeus kroyeri* (17)
- △ *Callinectes ornatus* (4)
- △ *Chtamalus bisinuatus* (1)
- *S. brasiliensis* J1 (24)
- *S. brasiliensis* A1 (7)
- ▲ *S. brasiliensis* J2 (3)
- △ *S. brasiliensis* A2 (3)
- *S. brasiliensis* J3 (3)
- *S. brasiliensis* A3 (17)
- ◆ *S. brasiliensis* J4 (7)
- ◇ *S. brasiliensis* A4 (28)

Fig. 8. Valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ (\pm desvio padrão) de (a) Produtores primários e (b) *S. brasiliensis* e principais potenciais presas capturadas no estuário do rio São Mateus entre março de 2016 e março de 2017. Os números entre parênteses após os nomes das espécies representam o número de amostras analisadas. (Legenda: MOP= Matéria Orgânica Particulada; os números após MOP representam os pontos de coleta; *S. brasiliensis*= *Stellifer brasiliensis*, J= juvenis, A= adultos e os números após as fases representam os pontos de coleta)

Tab. 4. Valores médios (\pm desvio padrão) de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e Nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) de produtores, presas e *S. brasiliensis*, nos quatro pontos amostrais do estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra (ES), entre o verão de 2016 e o verão de 2017

	n	P1		P2		P3		P4	
		$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Produtores									
MOP	36	-19,21 \pm 0,99	4,03 \pm 0,78	-21,95 \pm 2,54	6,13 \pm 1,49	-27,21 \pm 4,36	7,04 \pm 1,54	-28,45 \pm 2,87	6,93 \pm 2,63
Divisão Tracheophyta									
<i>Cocos nucifera</i>	2	-	-	-	-	-	-	-25,77 \pm 1,91	4,12 \pm 2,26
<i>Cyperus ligularis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-12,77	6,48
Poaceae	1	-	-	-	-	-27,59	3,33	-	-
Presas									
Filo Mollusca									
<i>Lolliguncula brevis</i>	2	-17,65 \pm 0,00	13,14 \pm 0,12	-	-	-	-	-	-
Filo Arthropoda									
<i>Xyphopenaeus kroyeri</i>	17	-17,13 \pm 0,52	10,78 \pm 0,58	-	-	-	-	-	-
Alpheidae	3	-19,92 \pm 1,60	10,71 \pm 1,53	-	-	-	-	-	-
Brachyura	1	-17,65	13,05	-	-	-	-	-	-
Peixes									
Filo Chordata									
<i>Stellifer brasiliensis</i>									
Juvenil	37	-17,45 \pm 1,35	12,73 \pm 0,95	-25,81 \pm 0,67	16,24 \pm 0,32	-22,32 \pm 0,57	15,23 \pm 0,65	-23,32 \pm 0,44	15,77 \pm 0,26
Adulto	55	-18,28 \pm 3,09	13,83 \pm 1,39	-22,15 \pm 0,54	15,09 \pm 0,17	-23,29 \pm 1,37	16,29 \pm 0,68	-22,64 \pm 2,52	15,53 \pm 1,40

Tab. 5. Valores de PERMANOVA (Pseudo-F) com base na similaridade de Bray-Curtis para análises de variações espacial, temporal e espaço-temporal dos valores de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e Nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) encontrados no tecido muscular de *S. brasiliensis* (n=92) capturados no estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra (ES), entre o verão de 2016 e o verão de 2017

	Estação		Ponto		Fase		Est x Ponto		Est x Fase		Ponto x Fase		Est x Ponto x Fase	
	Pseudo-F	P	Pseudo-F	P	Pseudo-F	P	Pseudo-F	P	Pseudo-F	P	Pseudo-F	P	Pseudo-F	P
$\delta^{13}\text{C}$	1,44	NS	3,3	NS	1,6	NS	0,79	NS	0,26	NS	0,97	NS	4,59	*
$\delta^{15}\text{N}$	3,54	**	17,79	**	2,06	NS	8,22	**	1,76	NS	2,74	*	0,89	NS

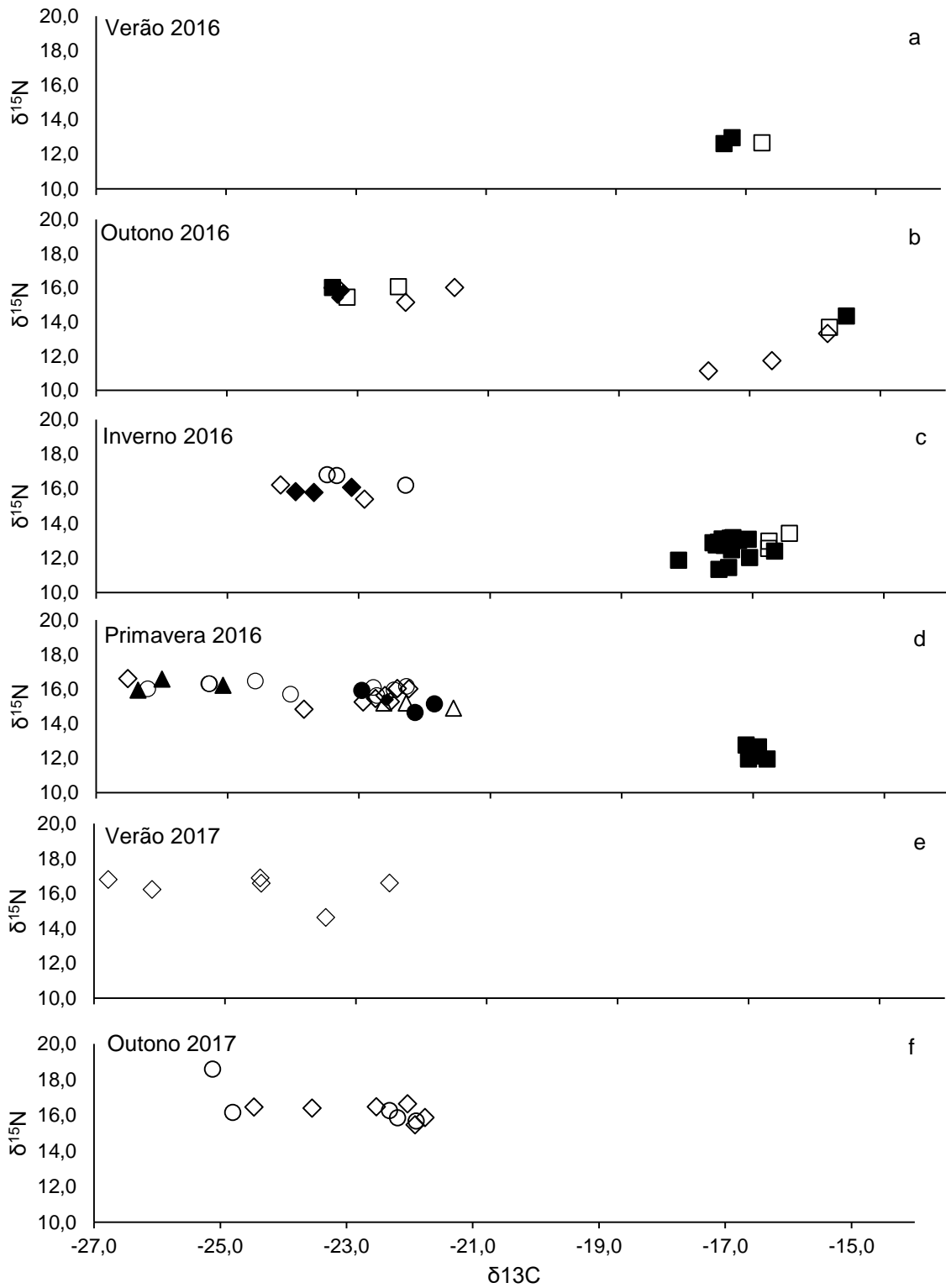


Fig. 9. Valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de *Stellifer brasiliensis* (n=92). (Legenda: formas preenchidas= juvenis; formas brancas= adultos; quadrados= P1; triângulos= P2; círculos= P3; e losangos= P4)

Os valores médios de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ apresentaram correlação com os comprimentos totais dos peixes, no entanto, a correlação de $\delta^{13}\text{C}$ foi fraca e negativa ($r = -0,38$, $n = 92$, $p < 0,001$), enquanto a correlação de $\delta^{15}\text{N}$ foi moderada e positiva ($r = 0,55$, $n=92$, $p < 0,001$).

As médias de $\delta^{15}\text{N}$ não diferiram entre as fases ontogenéticas juvenil e adulto (Tab. 5), o que também foi indicado pela análise da dieta, onde foi observado que ambas as fases predam no mesmo nível trófico (Tab. 3, Fig. 7), entretanto, tais médias diferiram em relação aos pontos, com o P1 ($12,98\text{‰} \pm 1,14$) apresentando valores mais baixos em relação ao P2 ($15,66\text{‰} \pm 0,67$), P3 ($16,13\text{‰} \pm 0,77$) e P4 ($15,58\text{‰} \pm 1,25$).

No P1, crustáceos foram os itens mais consumidos, tanto por juvenis quanto por adultos. Penaeidae foi item alimentar de maior IA_i na dieta dos juvenis (Tab. 3), tal fato foi corroborado pela análise de $\delta^{13}\text{C}$, visto que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular dos juvenis ($-17,45\text{‰} \pm 1,35$) no P1 foram similares aos valores de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular de crustáceos da família Penaeidae ($-17,17\text{‰} \pm 0,52$) capturados no P1 (Tab. 4).

Tab. 6. Valores médios (\pm desvio padrão) de Carbono ($\delta^{13}\text{C}$) e Nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) encontrados nos produtores e presas amostrados nos pontos 5 e 6 do estuário do rio São Mateus em Conceição da Barra (ES), entre o outono de 2016 e o verão de 2017

	n	Ponto 5		Ponto 6	
		$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
Produtores					
MOP	5	-23,24 \pm 2,56	7,17 \pm 0,97	-	-
Detrito	7	-26,53 \pm 2,86	3,46 \pm 3,52	-19,33	2,71
Divisão Chlorophyta					
<i>Rhizoclonium riparium</i>	2	-	-	-19,66 \pm 1,03	8,91 \pm 1,39
Divisão Rhodophyta					
<i>Bostrychia tenella</i>	2	-32,15	10,44	-32,22	8,97
Divisão Tracheophyta					
<i>Spartina densiflora</i>	2	-14,35	9,06	-13,97	7,99
<i>Rhizophora mangle</i>	3	-28,07 \pm 0,18	7,24 \pm 0,50	-26,46	7,92
<i>Laguncularia racemosa</i>	1	-	-	-28,74	5,59
Consumidores					
Filo Mollusca					
<i>Littorina angulifera</i>	4	-21,29 \pm 4,76	4,41 \pm 6,08	-22,18 \pm 0,78	5,57 \pm 0,00
<i>Littorina lineata</i>	6	-24,12 \pm 1,28	2,22 \pm 0,64	-23,35 \pm 1,02	7,05 \pm 1,66
<i>Melampus coffea</i>	5	-22,62	4,14	-22,56 \pm 0,65	7,39 \pm 0,64
<i>Crassostrea rhizophorae</i>	8	-20,64 \pm 1,10	8,65 \pm 0,44	-	-
<i>Anodontites trapesialis</i>	6	-	-	-23,58 \pm 0,59	9,60 \pm 0,57
<i>Tagelus plebeius</i>	8	-21,83 \pm 0,35	8,62 \pm 0,65	-21,31 \pm 0,00	9,78 \pm 1,76
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	1	-	-	-20,55	9,30
Filo Annelida					
<i>Capitella capitata</i>	12	-15,91	10,25	-23,23 \pm 0,85	11,31 \pm 0,33
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	-	-	-22,52	9,17
<i>Alitta succinea</i>	7	-23,15 \pm 0,04	1,41 \pm 0,30	-25,45 \pm 1,54	10,81 \pm 0,39
Filo Arthropoda					
<i>Alpheus verrilli</i>	4	-	-	-20,74 \pm 0,40	10,74 \pm 0,14
<i>Callinectes ornatos</i>	4	-	-	-20,28 \pm 2,25	11,21 \pm 1,30
<i>Aratus pisonii</i>	1	-21,98	8,07	-	-
<i>Uca leptodactyla</i>	6	-14,97 \pm 0,88	8,72 \pm 0,31	-15,31 \pm 0,00	9,07 \pm 0,41
<i>Ucides cordatus</i>	5	-	-	-23,61 \pm 0,00	8,24 \pm 1,94
<i>Goniopsis cruentata</i>	4	-18,90 \pm 0,52	9,89 \pm 0,99	-	-
<i>Chtamalus bisinuatus</i>	1	-20,79	10,02	-	-
<i>Euraphia rhizophorae</i>	2	-18,95 \pm 0,37	10,18 \pm ,00	-	-

5. Discussão

As variações sazonais dos parâmetros ambientais podem influenciar significativamente a composição e estrutura de peixes estuarinos, bem como seus padrões de ocorrência, recrutamento, distribuição, alimentação e reprodução (Blaber 2000; Harrison e Whitfield, 2006; Dantas et al., 2013). Durante o período de seca o aporte de águas continentais foi reduzido. Dessa forma, a água salgada adentrou o rio quilômetros acima, fazendo com que este ficasse extremamente salgado. O P4, que é o ponto mais à montante e apresenta grande influência de água doce em sua flora e fauna, apresentou níveis de salinidade elevados, afetando a distribuição de inúmeros organismos e causando a morte de inúmeras plantas de água doce e organismos sésseis. A influência dos níveis de pluviosidade na produtividade dos estuários já foi investigada em diversos trabalhos (Kitheka et al., 1996; Begon, 2006) e é um importante fator influenciando o fitoplâncton, que constitui o principal componente dentre os produtores primários em sistemas aquáticos marinhos (Parizzi et al., 2013).

A temperatura e a salinidade variaram espacial e sazonalmente. Um gradiente decrescente de salinidade foi claramente observado no sentido montante, onde o P4, que é mais influenciado por aporte de águas continentais apresentou valores menores de salinidade. Os menores valores de salinidade registrados foram observados nas estações mais quentes (verão e primavera) que apresentam maiores taxas de pluviosidade. A temperatura, apresentou uma tendência inversa à salinidade, onde valores mais altos foram observados nos pontos mais internos da área de estudo.

Embora variações sazonais dos parâmetros ambientais de salinidade e temperatura da água possam influenciar espacial e temporalmente a distribuição e abundância das assembleias de peixes estuarinos (Barletta et al., 2005; Harrison e Whitfield, 2006), no presente estudo, a abundância, biomassa e CT de *S. brasiliensis* não foram afetadas pela sazonalidade, uma vez que não houve diferenças entre esses fatores e as estações durante o período de estudo. Entretanto, entre os pontos de amostragem, os três fatores apresentaram diferenças significativas, mostrando que tais áreas apresentam características diferentes e são importantes mecanismos que afetam a distribuição desta espécie.

No geral, flutuações no CT indicam a forma com que uma espécie usa determinada área ao longo do tempo. No estuário do rio São Mateus, *S. brasiliensis* demonstrou que a ocupação dos pontos não é aleatória. Neste estudo, o P1, que fica na zona de surfe, apresentou os menores valores para abundância, biomassa e CT. Em um estudo realizado na praia arenosa de Sanrimatsubara, Japão, Inoue et al. (2007),

observaram que 93% da ictiofauna capturada era representada por peixes juvenis, tal fato pode estar relacionado com as características do local, pois tal região apresenta habitats hostis (Defeo e McLachlan, 2005), devido a fatores como a hidrodinâmica marinha e energia de ondas. Maiores valores de CT foram no P4 no inverno e no outono (período seco). A entrada de indivíduos maiores nas áreas mais internas do estuário durante o período de seca já foi observada em trabalhos anteriores (Camargo e Isaac, 2005; Figueiredo-Fonseca e Lobão de Souza, 2006). Este fato poder ser explicado, uma vez que a redução do aporte de águas continentais leva ao aumento da salinidade, consequentemente reduzindo o stress fisiológico de indivíduos maiores que são menos tolerantes a salinidades mais baixas (Almeida e Branco, 2002; Souza e Chaves, 2007). As variações de comprimento entre as estações não apresentaram diferenças durante o período de estudo, isso sugere que a espécie usa a área de forma semelhante entre as estações. Pode-se observar no P4 que no outono de 2014 e 2015 as médias de biomassa apresentaram padrões inversos às médias de CT, ou seja, quando as médias de biomassa aumentaram, as médias de CT diminuíram. Estes resultados, indicam que este tenha sido o período de recrutamento, visto que o aumento de biomassa e redução de CT simultaneamente, indicam a grande quantidade de indivíduos juvenis na área. Todavia, este processo não foi observado no outono de 2016 e 2017, tal fato pode estar relacionados com as baixas médias de pluviosidade neste período. A pluviosidade apresenta papel importante para a estrutura populacional (Barletta et al., 2003), visto que períodos chuvosos aumentam a descarga continental, trazendo mais nutrientes para os estuários, além de diminuir a predação devido ao aumento da turbidez (Blaber e Blaber, 1980), propiciando o crescimento dos juvenis. A espécie foi muito mais abundante no P4, local de menor influência de salinidade, durante todo o período de amostragem, principalmente no outono de 2015 e 2016 e no verão de 2017, após períodos de chuva. Este resultado não corrobora com o estudo realizado por Barletta et al. (2005), onde foi observado que com o aumento da salinidade, as espécies marinhas tendem a se deslocar para locais onde a salinidade seja mais estável.

A ictiofauna estuarina é geralmente composta por espécies de pequeno porte, ou indivíduos juvenis de espécies de grande porte (Blaber et al., 1995), o que também foi observado no estuário do rio São Mateus, onde a maioria das espécies capturadas eram de pequeno porte. Sciaenidae foi uma das famílias de maior representatividade na área de estudo com o artefato de pesca utilizado. No geral, estudos de *bycatch* reportam a elevada ocorrência de peixes da família Sciaenidae, incluindo as espécies pertencentes ao gênero *Stellifer* (Branco e Verani, 2006; Pinheiro e Martins, 2009; Freire et al., 2009; Bernardes-Junior et al., 2011). De acordo com os valores de abundância e biomassa total da ictiofauna, *S. brasiliensis* pode ser considerada de grande valor ecológico,

controlando inúmeros organismos de níveis tróficos inferiores, como microcrustáceos, invertebrados bentônicos e peixes (Carpenter, 2002; Barletta e Babler, 2007, Dantas et al., 2015) devido sua alimentação. Além disso, esta espécie também exerce influência sobre organismos de níveis tróficos superiores, como peixes, aves e mamíferos marinhos (Bittar et al., 2008; Di Benedictto et al., 2009; Taversi e Vooren, 2010; Cremer et al., 2012) pois serve de alimento para estes. Desta forma, a remoção de *S. brasiliensis* ou a redução de sua população poderá acarretar em um descontrole de toda teia trófica encontrada na área de estudo. Tal fato faz com que seja importante a realização de normas que controlem a pressão da pesca sobre esta espécie, mesmo não sendo considerada de valor comercial.

Estudos de análise de dieta de peixes entre diferentes fases ontogenéticas e em diferentes áreas providenciam informações importantes que podem auxiliar na compreensão da utilização do habitat e das guildas tróficas das espécies de peixes, sendo uma importante ferramenta para planos de gerenciamento e conservação (Barletta e Blaber, 2007; Dantas et al., 2013). Neste estudo, *S. brasiliensis* alimentou-se principalmente de invertebrados, sendo eles bentônicos ou planctônicos, o que a classifica como carnívora com hábito alimentar zooplânctofágico e zoobentofágico, corroborando com estudos anteriores (Pombo et al., 2013; Frehse et al., 2015; Dantas et al., 2015).

Durante a análise de conteúdo estomacal houve uma grande quantidade de estômagos vazios e itens em avançado estado de decomposição, tal fato também foi registrado para *S. brasiliensis* por Pombo et al. (2013) e Frehse et al. (2015) que sugeriram que este resultado pode estar relacionado ao hábito alimentar demersal, ou eficientes taxas de digestão da espécie. Entretanto, o grande número de estômagos vazios também pode ter sido influenciado pelo intervalo entre a coleta dos peixes e a fixação dos estômagos em laboratório. Para reduzir os processos metabólicos durante as amostragens, os peixes eram mantidos no gelo até que os estômagos fossem fixados em formol, no entanto, até que os estômagos fossem fixados, as enzimas encontradas no suco gástrico continuavam a digerir os conteúdos estomacais, mesmo que lentamente.

Um dos principais fatores que influenciam a seleção de presas por peixes é sua disponibilidade no ambiente. No geral, peixes estuarinos tendem a mudar os itens alimentares de acordo sua fase ontogenética, sendo que algumas espécies mudam até mesmo de guilda trófica ao longo de suas vidas (Elliot et al., 2007). Mudanças na dieta podem estar relacionadas a diferentes fatores, dentre eles, estão as mudanças espaciais, temporais, ontogenéticas, morfológicas, comportamentais, além da disponibilidade de alimento. Mudanças comportamentais e morfológicas entre as

diferentes fases ontogenéticas podem influenciar na captura das presas, uma vez que durante seu desenvolvimento e crescimento, suas opções de presas vão aumentando de acordo com o tamanho do aparelho bucal (Labropoulou e Eleftheriou, 1997; Zavala-Camim, 1996), permitindo que peixes maiores se alimentem de presas maiores.

Neste estudo, a diferença no número de itens ficou evidente entre as fases ontogenéticas, visto que 24 itens alimentares foram identificados como presa de *S. brasiliensis*, sendo que os indivíduos adultos consumiram 23 itens, enquanto os indivíduos juvenis consumiram apenas 12 itens. Tal resultado também pode ter sido influenciado pela quantidade de estômagos analisados em cada fase, pois 70% destes pertenciam a indivíduos adultos.

A dieta de *S. brasiliensis* já foi amplamente estudada na costa brasileira, Hofling et al. (1997) encontraram Mysida e Osteichthyes como principais itens na dieta no complexo estuarino-lagunar de Canaéia; Magalhães (1993) identificou Sergestidae e peixes como principais itens de indivíduos capturados como bycatch em Ubatuba, São Paulo; Pombo et al. (2013) encontraram Mysida, Copepoda e Decapoda como principais itens consumidos na Baía de Caraguatatuba; Frehse et al. (2015) encontraram fragmentos de crustáceos, matéria orgânica digerida e Polychaeta como itens mais frequentes nas costas do Paraná e Santa Catarina.

Muitos dos itens encontrados nos estudos anteriores não ocorreram neste estudo, ou quando ocorreram, não apresentaram alto IA_i, com exceção dos resultados obtidos por Pombo et al. (2013) e Frehse et al. (2015). Os principais itens registrados no presente trabalho foram Polychaeta, Thalassinidae, Penaeidae, Euphausiacea e Copepoda. Embora muitos dos itens consumidos por juvenis também sejam consumidos por adultos, os indivíduos juvenis apresentam uma dieta mais especializada. Tal fato não corrobora com o estudo realizado por Dantas et al., (2015), que reporta a sobreposição de dieta entre as fases ontogenéticas. No geral, é esperado que exista uma mudança na dieta ao longo do desenvolvimento ontogenético, visto que esta pode ser uma estratégia que minimiza a competição intraespecífica entre os indivíduos.

Muitos estudos têm utilizado os isótopos de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) associados aos de nitrogênio ($\delta^{15}\text{N}$) a fim de desvendar cadeias alimentares em ambientes aquáticos (Fry, 1991; Bunn et al., 2003, Manetta et al., 2003, Pereyra et al., 2016, Abrantes e Sheaves, 2009). Tal ferramenta tem a vantagem de representar o que foi assimilado pelo animal, ao invés do que foi ingerido. Todavia, uma combinação de fatores pode tornar complexa a análise de isótopos estáveis de organismos estuarinos, visto que os ambientes estuarinos geralmente apresentam uma variedade de produtores com diferentes composições isotópicas em áreas muito próximas (Abrantes e Sheaves, 2009). Os

valores isotópicos dos consumidores podem ser influenciados por dois fatores: um deles é o consumo exclusivo de determinado item, fazendo com que a assinatura isotópica do consumidor seja uma reflexão da fonte alimentar; ou o consumo de uma variedade de itens, onde a combinação das assinaturas isotópicas dessas fontes será similar a assinatura isotópica do consumidor (Abrantes e Sheaves, 2009). Dessa forma, é difícil determinar se a composição isotópica de uma espécie reflete uma dieta especializada ou uma dieta variada.

É esperado que haja uma alteração na fonte de alimento ao longo do desenvolvimento ontogenético (Elliot et al., 2007). Em um estudo desenvolvido por Pereyra et al. (2016) por exemplo, indivíduos juvenis e adultos de bagres *Genidens genidens* e *G. barbuis* apresentaram assinaturas isotópicas de ^{13}C e ^{15}N diferentes para as fases juvenil e adulto. No presente estudo, durante as análises de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ no tecido muscular de *S. brasiliensis* esse padrão não foi observado. Este resultado reforça o observado na análise de conteúdo estomacal, pois, mesmo com a incorporação de novos itens alimentares na dieta da espécie ao longo do desenvolvimento ontogenético, indivíduos adultos continuam a se alimentar de itens que compõem a dieta de indivíduos juvenis. Dessa forma, com ambas as fases predando no mesmo nível trófico, as assinaturas isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ entre juvenis e adultos também apresentaram valores aproximados.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular de *S. brasiliensis* foram mais depletados nos pontos mais internos do estuário. Tais resultados sugerem que nessas regiões a espécie se alimenta de organismos dependentes de fontes de carbono muito depletadas em ^{13}C , como por exemplo, as plantas C_3 encontradas em áreas de manguezais como *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. As plantas terrestres apresentam uma diferenciação nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ (Bender, 1968), que surgem durante o processo de fotossíntese. As plantas C_3 apresentam valores de $\delta^{13}\text{C}$ mais baixos (aproximadamente -28 ‰) do que as plantas C_4 (aproximadamente -13 ‰) (O'Leary, 1988; Ehleringer e Cerling, 2001). Entretanto, no presente estudo, houveram indivíduos com valores discrepantes de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$. Indivíduos capturados no P4 apresentaram assinaturas isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ com valores similares aos indivíduos coletados no P1 e indivíduos no P1 apresentaram assinaturas isotópicas similares aos indivíduos nos pontos mais internos e de influência de vegetação de manguezal. Isso pode estar relacionado a capacidade de mobilidade dos animais (Wetherbee et al., 2004), atividade que pode dificultar a interpretação das assinaturas isotópicas, visto que, tais resultados sugerem uma migração recente para a área.

A não existência de diferenças nos valores de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular de *S. brasiliensis* entre as estações e pontos pode estar relacionado com o fato do ano de

2016 ter sido atípico, visto que foi um período de intensa seca (77,0 mm/mês), com exceção dos máximos de pluviosidade acumulada em janeiro (365,3 mm) e novembro (260,3 mm). A falta de chuva, reduziu o aporte de águas continentais que no geral, levam grande quantidade de fontes depletadas de ^{13}C das áreas de manguezal para a área marinha. Dessa forma, é possível afirmar que a pluviosidade é um importante fator que influencia não só a distribuição dos organismos na área de estudo, mas também as fontes de ^{13}C disponíveis na região.

Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ de *S. brasiliensis* no P1 foram similares aos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das presas *Xyphopenaeus kroyeri* (P1) e Alpheidae (P6). Os valores indicam um enriquecimento próximo de 1‰ em $\delta^{13}\text{C}$ e 2-3‰ em $\delta^{15}\text{N}$ em *S. brasiliensis* em comparação as presas. Estes resultados sugerem que a espécie tenha se alimentado destes itens, obtendo valores aproximados aos valores de enriquecimento trófico geralmente aceitos (1,0‰ para $\delta^{13}\text{C}$ e 2-4‰ para $\delta^{15}\text{N}$), corroborando a análise de conteúdo estomacal. O fato de presas pertencentes a família Penaeidae, serem itens importantes na dieta desta espécie reforça sua vulnerabilidade à captura acidental na pesca do camarão.

Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ variaram entre os pontos, e o P1 apresentou menores valores do que as áreas internas do estuário. Locais com grande atividade antrópica como estuários tendem a apresentar níveis mais elevados deste isótopo (Spano et al., 2014), além disso, a capacidade de dispersão de $\delta^{15}\text{N}$ no ambiente marinho é muito maior do que em ambientes estuarinos. As médias de $\delta^{15}\text{N}$ não diferiram entre as fases ontogenéticas, sugerindo que ambas as fases se alimentam no mesmo nível trófico, o que corrobora com a análise de conteúdo estomacal onde os mesmos itens eram encontrados nos estômagos de ambas as fases ontogenéticas.

Embora não tenham sido constatadas diferenças significativas entre os valores de $\delta^{13}\text{C}$ de juvenis e adultos, o resultado da correlação entre o CT e $\delta^{13}\text{C}$ indicou que a medida que o peixe cresce, o valor de $\delta^{13}\text{C}$ no tecido muscular diminui, e os peixes refletem valores mais depletados em ^{13}C . Isso sugere que os indivíduos juvenis mais dependentes de fontes mais enriquecidas de ^{13}C , provavelmente de origem marinha, migram para as áreas mais internas do estuário, e ao longo de seu desenvolvimento, passam a depender mais de fontes e ^{13}C mais depletadas, provenientes das áreas de manguezal (Tanaka et al., 2011), com indivíduos maiores apresentando valores mais depletados de $\delta^{13}\text{C}$. Este resultado também corrobora com a distribuição de CT dos indivíduos na área de estudo, visto que os menores valores de CT foram observados na área marinha (P1). O resultado da correlação do CT com o $\delta^{15}\text{N}$, indicou que a medida que o peixe cresce, o valor de ^{15}N no tecido muscular aumenta, este fato é geralmente relacionado a mudança de nível trófico, embora os resultados deste estudo sugiram que

estas variações de $\delta^{15}\text{N}$ não sejam significativas entre as fases ontogenéticas para esta espécie.

Apesar de ser necessário obter informações mais detalhadas em relação as mudanças espaciais e temporais dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ e $\delta^{15}\text{N}$ das presas de *S. brasiliensis*, este trabalho é pioneiro na região e os resultados alcançados são importantes para uma melhor compreensão da estrutura trófica encontrada na área de estudo e mostra a importância da conservação de áreas de manguezal, por serem habitat e áreas de alimentação para inúmeras espécies de peixes, bem como de suas presas.

6. Conclusões finais

- *S. brasiliensis* foi mais abundante na área com menor influência marinha e o período de recrutamento foi influenciado pela falta de chuvas, indicando que a pluviosidade é um fator importante para a biologia desta espécie;
- A dieta foi constituída principalmente de invertebrados bentônicos e planctônicos, classificando a espécie como carnívora com hábito alimentar zooplânctofágico e zoobentofágico e ambas as fases ontogenéticas ocupam o mesmo nível trófico.
- Plantas de metabolismo C_3 mostraram-se importantes fontes de ^{13}C para a espécie em todos os pontos amostrais, todavia, quando o volume de chuvas diminuiu, a fonte de ^{13}C no sofreu alterações;
- Os valores de $\delta^{15}\text{N}$ mais elevados nas áreas internas do estuário, em comparação à plataforma continental sugerem mudança de nível trófico ou influência antrópica, necessitando assim de estudos mais direcionados para melhor investigação.

7. Referências

- Abrantes, K., Sheaves, M., 2009. Food web structure in a near-pristine mangrove area of the Australian Wet Tropics. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 82, 597-607.
- Almeida, L.R., Branco, J.O., 2002. Aspectos biológicos de *Stellifer stellifer* na pesca artesanal do camarão sete barbas, Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revta. Brasil. Zool.* 19, 601-610.
- Anderson. M.J., Gorley, R.N., Clarke K. R., 2008. PERMANOVA + for PRIMER: guide to software and statistical methods. Plymouth: PRIMER-E.
- Barletta, M., Corrêa, M.M.F., 1992. Guia para identificação de peixes na costa do Brasil.
- Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., Hubold, G., 2003. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 256, 217-228.
- Barletta, M., Barletta-Bergan, A., Saint-Paul, U., Hubold, G., 2005. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *J. Fish Biol.* 66, 1–28.
- Barletta M, Blaber S.J.M., 2007. Comparison of fish assemblage and guilds in tropical habitats of the Embley (Indo-West Pacific) and Caeté (Western Atlantic) estuaries. *Bull. Mar. Sci.* 80, 647-680.
- Barletta, M., Amaral, C.S., Correa, M.F.M., Guebert, F., Dantas, D.V., Lorenzi, L., Saint-Paul, U., 2008. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline in a tropical\subtropical estuary. *J. Fish Biol.* 73, 1315–1336.
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L., 2006. *Ecology - from individuals to ecosystems.* Blackwell Publishing, Oxford.
- Bender, M., 1968. Mass spectrometric studies of carbon 13 variations in corn and other grasses. *Radiocarbon* 10:468–472.

- Bernardes-Junior, J.J., Rodrigues-Filho, J.L., Branco, J.O., Verani, J.R., 2011. Spatiotemporal variations of the ichthyofaunal structure accompanying the seabob shrimp, *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae), fishery in important fishery areas of the Santa Catarina shore, Brazil. *Zoologia (Curitiba)* 28, 151–164.
- Bernini, E., Silva, M.A., Carmo, T.M.S., Cuzzuol, G.R.F., 2006. Composição de folhas das espécies do manguezal do estuário do rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. *Ver. Bras. Bot.* 29, 689-699.
- Bittar, V.T., Castello, B.F.L., Di Benedetto, A.P.M., 2008. Hábito alimentar do peixe-espada adulto, *Trichiurus lepturus*, na costa norte do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. *Biotemas* 21, 83–90.
- Blaber, S.J. M., Brewer, D.T., Salini, J.P., 1995. Fish communities and the nursery role of the shallow inshore waters of a tropical bay in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 40, 177-193.
- Blaber, S.J.M., 2000. *Tropical Estuarine Fishes: Ecology, Exploitation and Conservation*. Blackwell Science, Oxford.
- Blaber, S.J.M., Blaber, T.G., 1980. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. *J. Fish Biol.* 17, 143-162.
- Branco, J.O., Verani, J.R., 2006. Quali-quantitative analysis of seabob-shrimp's ichthyofauna bycatch, at Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina. *Rev. Bras. Zool.* 23, 381–391.
- Brusca, R.C., Brusca, G.J., 2007. *Invertebrados. Segunda edição*. Editora Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro.
- Bugoni, L., McGill, R.A.R., Furness, R.W., 2010. The importance of pelagic longline fisheries discards for a seabird community determined through stable isotope analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 391, 190-200.
- Bunn, S.E., Davies, P.M., Winning, M., 2003. Sources of organic carbon supporting the food web of an arid zone floodplain river. *Freshw. Biol.* 48, 1-17.

- Camargo, M., Isaac, V.J., 2005. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caeté Estuary, Northern Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 53, 13-21.
- Carpenter, K.E., 2002. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication N° 5. Rome, FAO. 1375-2127.
- Castro, A.C.L., Castro, K.D.D., Porto, H.L.R., 2010. Distribuição da assembleia de peixes na área de influência de uma indústria de alumínio na Ilha de São Luís – MA. *Arq. Cien. Mar.* 43, 71 – 78.
- Chaves P.T.C., Vendel, A.L. 1997. Reprodução de *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 14, 81-89.
- Coelho, J.A.P., Lopes, R.G., Severino-Rodrigues, E., Puzzi, A., 1987. Aspectos biológicos e pesqueiros do Sciaenidae *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945), presente na pesca artesanal dirigida ao camarão sete-barbas (São Paulo, Brasil). *Bol. Inst. Pesca* 14, 1-10.
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Naeem, S., Limburg, K., Paruelo, J., O'Neill, R.V., Raskin, R., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Cremer M.J., Pinheiro, P.C., Simões-Lopes, P.C., 2012. Prey consumed by Guiana dolphin *Sotalia guianensis* (Cetacea, Delphinidae) and franciscana dolphin *Pontoporia blainvillei* (Cetacea, Pontoporiidae) in an estuarine environment in southern Brazil. *Iheringia (Série Zoologia)* 102, 131-137.
- Dantas, D.V., Barletta, M., Ramos, J.D.A.A., Lima, A.R.A., Da Costa, M.F., 2013. Seasonal diet shifts and overlap between two sympatric catfishes in an estuarine nursery. *Estuar. Coast.* 36, 237-256.
- Dantas, D.V., Barletta, M., Costa, M.F. 2015. Feeding ecology and seasonal diet overlap between *Stellifer brasiliensis* and *Stellifer stellifer* in a tropical estuarine ecocline. *J. Fish Biol.*,86, 707–733.

- Defeo, O., McLachlan, A., 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 295, 1-20.
- Di Benedetto, A.P.M., Santos, M.V.B., Junior, M.V.V., 2009. Comparison between the diet of two dolphins from south-eastern Brazil: proximate-composition and caloric value of prey species. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 89, 903–905.
- Diamond, S.L., 2004. Bycatch quota in the Gulf of Mexico shrimp trawl fishery: can they work? *Rev. Fish Biol. Fish.* 14, 207-237.
- Dolbeth, M., Martinho, F., Leitão, R., Cabral, H., Pardal, M.A., 2008. Feeding patterns of the dominant benthic and demersal fish community in a temperate estuary. *J. Fish Biol.* 72, 2500-2517.
- Ehleringer, J.R., Cerling T.E., 2001. C₃ and C₄ photosynthesis. In H.A. Mooney and J. Canadell (eds.), *Encyclopedia of Global Environmental Change*, Vol. II. John Wiley and Sons, New York, pp. 186–190.
- Elliott, M., Whitfield, A.K., Potter, I.C., Blaber, S.J.M., Cyrus, D.P., Nordlie, F.G., Harrison, T.D., 2007. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish Fish.* 8, 241–268.
- Figueiredo, J.L., Menezes, N., 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da USP.
- Figueiredo-Fonseca, A., Lobão De Souza, R.A., 2006. Relações morfométricas de algumas espécies de peixes da fauna acompanhante capturada nas pescarias artesanais do camarão em região estuarina do rio Taperaçu (Bragança-PA-Brasil). *Bol. Téc. Cient. Cepnor* 6, 79-87.
- Field, A., 2000. *Discovering statistics using SPSS for Windows*. Sage Publications, London, p 496. Garcia, A. M. & J. P. Vieira, 1997. Abundância e diversidade da assembléia de peixes dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia marítima* L., no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica* 19:161-181.
- Frehse, F.A., Vaoduga, M.O., Corrêa, M.F.M., Pinheiro P.C., Vitule, J.R.S., 2015. Feeding ecology and resource sharing patterns between *Stellifer rastriifer* (Jordan,

- 1889) and *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes: Sciaenidae) along the coasts of Parana´ and Santa Catarina, Brazil. J. Appl. Ichthyol. 31, 479–486.
- Freire, K.M.F, Rocha, G.R.A., Souza, I.L., 2009. Length-Weight relationships for fishes caught by shrimp trawl in southern Bahia, Brazil. J. Appl. Ichthyol. 25, 356-357.
- Fry, B., 1991. Stable isotope diagrams of freshwater food webs. Ecology 72, 2293-2297.
- Furness, R.W., 1982. Competition between fisheries and seabird communities. Adv. Mar. Biol. 20, 225-307.
- Giannini, R., Paiva Filho, AM., 1995. Distribuição temporal, espacial e bioecologia do Cangoá, *Stellifer brasiliensis* (Teleostei:Sciaenidae), na Baía de Santos, São Paulo, Brasil. Arq. Cien. Mar. 29, 5-15.
- Haimovici, M., Klippel, S., 1999. Diagnóstico da Biodiversidade dos Peixes Teleósteos Demersais Marinhos e Estuarinos do Brasil. PROBIO/Fundação Universidade Federal de Rio Grande, Rio Grande.
- Harrington, J.M., Myers, R.A., Rosemberg, A.A., 2005. Wasted fishery resources: discarded by-catch in the USA. Fish Fish. 6, 350-361.
- Harrison, T.D., Whitfield, A.K., 2006. Temperature and salinity as primary determinants influencing the biogeography of fishes in South African estuaries. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Estuar. Coast. Shelf Sci. 66, 335-345.
- Hobson, K.A., 1999. Tracing origins and migration of wildlife using stable isotopes: a review. Oecologia 120, 314-326.
- Hoffling, J.C., Ferreira, L.I., Ribeiro-Neto, F.B., Paiva-Filho, A.M., Martinho, L.R., Donzeli, V.P., 1997. Alimentação de peixes da família Sciaenidae do complexo estuarino-lagunar de Cananéia, SP, Brasil. Bioikos 11, 7-21.
- Hudson, A.V., Furness, R.W., 1989. The behaviour of seabirds foraging at fishing boats around Shetland. Ibis 131, 225-237.

- Hynes, H.B.N., 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19:36-57.
- Hyslop, E., 1980. Stomach contents analysis: a review of methods and their application. *J. Fish Biol.* 17, 411-429.
- INCAPER, 2015. Instituto Capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011/2013-Planejamento e programação de ações.
- Inoue, T., Suda, Y., Sono, M., 2008. Surf zone fishes in an exposed sandy beach at Sanrimatsubara, Japan: does fish assemblage structure differ among microhabitats? *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 77, 1–11.
- Kawakami, E., Vazzoler, G., 1980. Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Bol. Inst. Oceanogr.* 29, 205-207.
- Kelleher, K., 2005. Discards in the world's marine fisheries: An update. *FAO Fisheries Technical Paper*, 470. FAO, Rome.
- Kitheka, J.U., Ohowa, B.O., Mwashote, B.M., Shimbira, W.S., Mwaluma J.M., Kazungu, J., 1996. Water-circulation dynamics, water column nutrients and plankton productivity in a wellflushed tropical bay in Kenya. *Journ. Sea. Res.* 35, 257-268.
- Labropoulou, M., Eleftheriou, A., 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish Biol.* 50, 324-340.
- Layman, C.A., Arrington, D.A., Montana, C., Post, D.M., 2007. Can stable isotope ratios provide for community-wide measures of trophic structure? *Ecology* 88, 42–48.
- Lima, A.R.A., Barletta, M., Costa, M.F., 2015. Seasonal distribution and interactions between plankton and microplastics in a tropical estuary. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 161, 93-107.

- Magalhães, S.B.C., 1993. Reprodução e alimentação das espécies do gênero *Stellifer* (Perciformes, Sciaenidae) na região de Ubatuba – Litoral Norte do Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual Paulista.
- Manetta, G.I., Benedito-Cecilio, E., 2003. Aplicação da técnica de isótopos estáveis na estimativa da taxa de turnover em estudos ecológicos: uma síntese. *Acta Sci., Biol. Sci.* 25, 121-129.
- Manetta, G.I., Benedito-Cecilio, E., Martinelli, L., 2003. Carbon Sources and Trophic position of the main species of fishes of Baía River, Paraná River Floodplain, Brazil. *Braz. J. Biol.* 63, 283-290.
- Martinelli, L.A., Ometto, J.P.H.B., Ferraz, E.S., Victoria, R.L., Camargo, P.B., Moreira, M.Z., 2009. Desvendando Questões Ambientais com Isótopos Estáveis. Oficina de Textos, São Paulo, 144.
- Menezes, N. A.; Figueiredo, J. L., 1980: Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil – IV. Teleostei (3). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Naman, S.M., Greene, C.M., Rice, C.A., Chamberlin, J., Conway-Cranos, L., Cordell, J. R., Rhodes, L.D., 2016. Stable isotope-based trophic structure of pelagic fish and jellyfish across natural and anthropogenic landscape gradients in a fjord estuary. *Ecology and Evolution*, 6(22), 8159–8173.
- O’Leary, M.H., 1988. Carbon isotopes in photosynthesis. *BioScience* 38:328–336.
- OBIS, 2017. Global biodiversity indices from the Ocean Biogeographic Information System. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Web. <http://www.iobis.org> (Consultado em 13/12/2017).
- Odum, E.P., 1983. *Basic Ecology*. Saunders College Publishing, Holt-Saunders, Japan.
- Oliveira, A.C.B., 2003. Isótopos estáveis de C e N como indicadores qualitativos e quantitativo da dieta do tambaqui (*Colossoma macropomum*) da Amazônia Central. Tese Doutorado – Centro de energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 86p.: il.

- Oliveira-Silva, J.T., 2004. Ictiofauna das praias de Cabuçú: Uma análise comparativa de comunidades de peixes na Baía de Todos os Santos. Dissertação (Ecologia e Biomonitoramento) - Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento, Salvador, 92 f.
- Parizzi, R.A., Souza-Conceição, J.M., Lorenzi, L., Mira, G.A.D.F., Oortman, M.S., Conorath, G., Bierger, E., 2013. Variação sazonal do fitoplâncton e parâmetros ambientais no Canal do Rio Palmital, Baía da Babitonga, Sul do Brasil. *Cien. Nat.* 35, 41–53.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres Jr., F., 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279, 860-863.
- Peterson, B.J., Fry, B., 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 18, 293-320.
- Pereyra, P.E.R., Mont'Alverne, R., Garcia, A.M., 2016. Carbon primary sources and estuarine habitat use by two congeneric ariid catfishes in a subtropical coastal lagoon. *ZOOLOGIA* 33, e20150075.
- Pinheiro, H.T., Martins, A.S., 2009. Estudo comparativo da captura artesanal do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante em duas áreas de pesca do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca* 35, 215-225.
- Pombo, M., Denadai, M.R., Turra, A., 2012. Population biology of *Stellifer rastrifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in Caraguatatuba bay, northern coast of São Paulo, Brazil. *Braz. J. Oceanogr.* 60, 271–282.
- Pombo, M., 2010. Biologia populacional e dieta de *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889), *S. stellifer* (Bloch, 1790) e *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae) na Enseada de Caraguatatuba (SP). Dissertação, São Paulo, Universidade de São Paulo Instituto Oceanográfico.
- Pombo, M., Denadai, M.R., Turra, A., 2013. 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* 8, e56107.

- Ramos, J.A.A., Barletta, M., Dantas, D.V., Lima, A.R.A., Costa, M.F., 2014. Trophic niche and habitat shifts of sympatric Gerreidae. *J. Fish Biol.* 85, 1446-1469.
- Rodriguez-Romero, J., Abitia-Cárdenas, L.A., Galván-Magaña, F., Cháves-Ramos, H., 1994. Composición, abundancia y riqueza específica de la ictiofauna de Bahía Concepción, Baja California sur, México. *Cien. Mar.* 20, 321-350.
- Ruppert, E.E., Fox, R.S., Barnes, R.D., 2005. *Zoología dos invertebrados*. 7ª Ed.
- Sabinson, L.M., Rodrigues-Filho, J.L., Peret, A.C., Branco, J.O., Verani, JR., 2015. 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. *Braz. J. Biol.* 75, 423-430.
- Santos, F.L.B., 2001. Levantamento da ictiofauna do estuário do rio Formoso (Pernambuco, Brasil) através da pesca de camboa. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Silva, M.A.B., Bernini, E., Carmo, T.M.S., 2005. Características estruturais de bosques de mangue do estuário do rio São Mateus, ES, Brasil. *Acta Bot. Bras.* 19, 465-471.
- Souza, L.M., Chaves, P.T., 2007. Reproductive activity of fish (Teleostei) and closed season to shrimp trawling off the northern coast of Santa Catarina Brazil. *Rev. Bras. Zool.* 24, 1113–1121.
- Spano, S., Belem, A.L., Doria, R.N., Zucchi, M.R., Souza, J.R.B., Costa, A.B., Lentini, C.A.D., Azevedo, A.E.G., 2014. Aplicação de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio e relações C/N como indicadores de fontes de matéria orgânica no complexo estuarino de Nova Viçosa- Caravelas, sul da Bahia, Brasil. *Braz. J. Geol.* 44, 13-21.
- Tanaka, K., Hanamura, Y., Chong, V.C., Watanabe, S., Man, A., Kassim, F.M., Kodama, M., Ichikawa, T., 2011. Stable isotope analysis reveals ontogenetic migration and the importance of a large mangrove estuary as a feeding ground for juvenile John's snapper *Lutjanus johnii*. *Fish. Sci.* 77, 809–816.

- Traversi G.S., Vooren, C.M., 2010. Interactions between seabirds and the trawl fishery in coastal waters of southern Brazil in summer. *Ver. Bras. Ornitol.* 18, 183–193.
- Vale, C.C., Dell’Orto-E-Silva, E., Wanderley, T.C., 2012. Monitoramento de um trecho do bosque de mangue situado na foz do rio São Mateus, Conceição da Barra (ES) entre os anos de 1970 e 2011. *Rev. GeoNorte, Edição Especial 1*, 208-220.
- Vazzoler, A.E.A. De M. 1996. *Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática*. Co-edição EDUEM/CNPq e NUPELIA, 169p.
- Vianna, Almeida, T., 2005. Bonny fish bycatch in the Southern Brazil Pink Shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) Fishery. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 48, 611-623.
- Wetherbee, B.M., Holland, K.N., Meyer, C.G., Lowe, C.G., 2004. Use of a marine reserve in Kaneohe Bay, Hawaii by the giant trevally, *Caranx ignobilis*. *Fish. Res.* 67, 253–263.
- Winemiller, K.O., Akin, S. & Zeug, S.C., 2007. Production sources and food web structure of a temperate tidal estuary: integration of dietary and stable isotope data. *Marine Ecology Progress Series* 343: 63-76.
- Yañez-Arancibia, A., 1978. Taxonomia, ecologia y estructura de las comunidades de peces em las lagunas costeras con bocas efimeras del Pacífico de Mexico. *Plub. Esp. Centro Cienc. Del Mar y Limnol., Univ. Nal. Auton. Mexico* 2, 1-306.
- Zar, J.H., 1996. *Biostatistical analysis*. Third editions Prentice-Hall International Editions, New Jersey.
- Zar, J.H., 2010. *Biostatistical Analysis*. 5th Edition, Prentice-Hall/Pearson, Upper Saddle River, xiii, 944 p.
- Zavala-Camin L.A., 1996. *Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes*. EDUEM/Editora da Universidade Estadual de Maringá. Maringá (Paraná), Brasil.