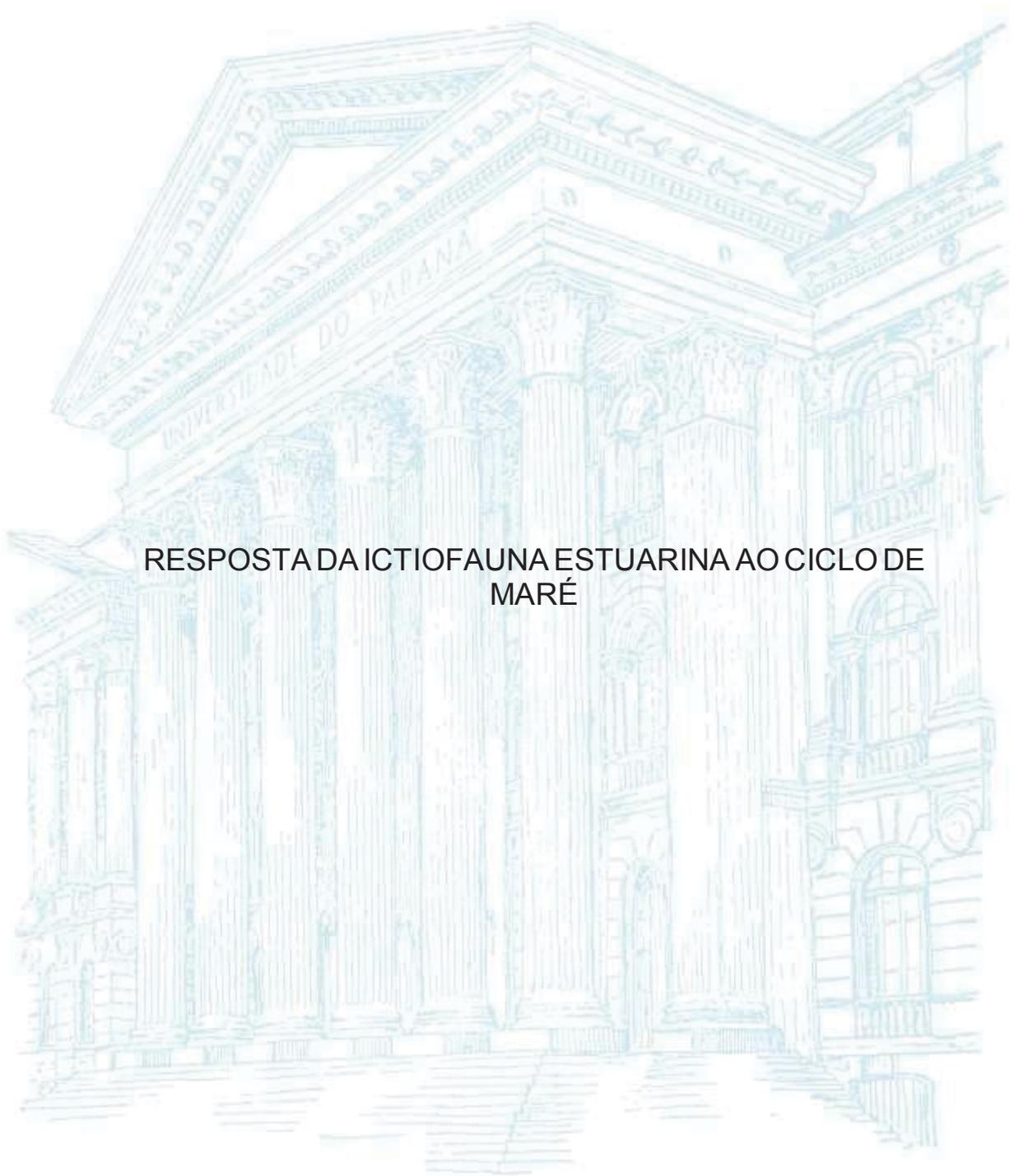


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARIANA HAGEMANN MARTELLO

RESPOSTA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA AO CICLO DE
MARÉ



MARIANA HAGEMANN MARTELLO

RESPOSTA DA ICTIOFAUNA ESTUARINA AO CICLO DE
MARÉ

Dissertação apresentada ao Programa de

Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Setor de
Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná,
como requisito parcial à obtenção do título Mestre em
Ecologia e Conservação.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro.

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas. Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Dulce Maria Bieniara – CRB/9-931)

Martello, Mariana Hagemann
Resposta da ictiofauna estuarina ao ciclo de maré. / Mariana Hagemann Martello. – Curitiba, 2019.
33 p.: il.

Orientador: Luís Fernando Fávaro

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

1. Sazonalidade 2. Marés 3. Peixes estuarinos I. Título II. Fávaro, Luís Fernando III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

CDD (20. ed.) 574.526365



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO - 40001016048P6

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **MARIANA HAGEMANN MARTELLO** intitulada: **Resposta da ictiofauna estuarina ao ciclo de maré**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 26 de Março de 2019.

LUIS FERNANDO FÁVARO

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

JOSÉ AMORIM DOS REIS FILHO

Avaliador Externo (UFBA)

MARIA ELISABETH DE ARAÚJO

Avaliador Externo (UFPE)

ANDRE ANDRIAN PADIAL

Avaliador Interno (UFPR)

AGRADECIMENTOS

Esse estudo é resultado de um esforço coletivo. A todos envolvidos na coleta e triagem dos dados, principalmente Marta, Renan, Thiago, Jéssica e Kamila, meu mais sinceros muito obrigada. Um agradecimento especial ao Renan Paitach por ter me permitido fazer parte de seu sonho, e confiado a mim um bom pedaço dele.

Ao Pedro Pinheiro e novamente ao Renan pelos aprendizados e troca de conhecimento na identificação e triagem dos peixes ao longo de dois intensos anos. Ao André Padial e Marcelo Borges por sempre arrumarem um tempo livre para me auxiliar nas análises.

Meu orientador Dr. Luís Fernando Fávaro, que me acolheu de uma forma que não imaginava ser possível, por ter sido compreensível, paciente e uma fonte inesgotável de conhecimento, seja nas correções ou entre cafés descontraídos. Obrigada por ter feito minha experiência no mestrado a melhor possível, e ter revolucionado esse estudo.

Aos amigos e família que dificilmente irão ler esse trabalho, mas ajudaram de alguma maneira para que ele fosse possível: Dorothea, Moacir, André, Jéssica, Kamila, Daniela, Ramon, Camila, Junior, Arthur e Sanduiche.

À CAPES pela bolsa para realização desse trabalho. Ao projeto Toninhas e demais responsáveis por tornarem esse estudo viável. A equipe de Ictiologia da Univille, da qual tive a honra de fazer parte e que tanto me ensinou. À UFPR e ao programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação por todos os ensinamentos, e onde conheci pessoas incríveis que sempre lembrarei com carinho: Tobias, Simone, Raquel, Angie e tantos outros.

Ao laboratório mais movimentado de todo o meio acadêmico: Laboratório de Reprodução e Comunidade de Peixes (UFPR), por toda a troca de conhecimento, cafés e risadas.

E por fim, Deus, por sempre se manifestar para mim em forma de natureza, mantendo acessa a vontade de compreender e proteger o que tanto me importa. Dizer que sua mão esteve firme na minha ao longo de todo esse processo é pouco... Obrigada Senhor!

RESUMO

O ciclo de maré influencia no comportamento e processos biológicos da assembleia de peixes, como migração, maturação gonadal e desova. Dentro de um ambiente estuarino ele se relaciona principalmente com regulação de salinidade, nível de água e transporte de sedimentos. A maioria dos estudos sobre a resposta da ictiofauna estuarina ao ciclo de maré consideraram apenas dois momentos da maré (enchente e vazante), com pouco detalhamento na resposta ao longo desses momentos, além de se restringirem, geralmente, a ambientes rasos. Visando contribuir com o melhor entendimento da influência da maré na estruturação da assembleia levamos em consideração quatro momentos do ciclo de maré de sizígia (início e final da enchente (Ei, Ef) e início e final da vazante (Vi, Vf)), profundidade (raso e fundo), sazonalidade (inverno e verão) e interação com tamanho de captura. Foi amostrado, no ano de 2014, 95 espécies, totalizando 29177 espécimes em três pontos amostrais no estuário Baía Babitonga, sul do Brasil. Não ocorreu diferença significativa para a riqueza específica quando analisada para os diferentes momentos da maré, sazonalidade e/ou para as diferentes profundidades. Entretanto, a composição de espécies apresentou diferenças significativas sob a influência isolada e/ou associada dos mesmos fatores. Através do modelo linear generalizado (GLM), de regressão gamma, foi evidenciada variação no comprimento total médio da assembleia entre momentos da maré, nas diferentes profundidades e estações, exibindo o seguinte padrão: diminuição no comprimento no Ef, seguido por um aumento no Vi e Vf, diminuindo para o início no próximo ciclo (Ei). Do total de 95 espécies, 50 tinha número suficiente para análise. Destas, 38 espécies (76%) apresentaram efeitos significativos de variação no comprimento corporal em relação a pelo menos um dos fatores avaliados. Os resultados demonstram que o tamanho de captura da assembleia sofre influência do ciclo de maré, respondendo a cada momento distintamente.

ABSTRACT

The tidal cycle influences the behavior and biological processes of fish assembly, such as migration, gonadal maturation, and spawning. Within an estuarine environment it is mainly related to the regulation of salinity, water levels and sediment transport. Most of the studies with regards to the responses of the estuarine ichthyofauna relating to the tidal cycles were evaluated with only two tidal periods and are restricted to shallow environments. In order to contribute to a better understanding of tidal influence in the structuring of the assembly, we evaluated four periods during the spring tidal cycle (the beginning and end of the flood (Ei, Ef) and the beginning and end of the ebb (Vi, Vf)), depth (shallow (<2m) and deep (>5m)), seasonality (winter and summer) and the interaction with catch size. In 2014, 95 species and 29177 specimens were sampled at three sampling points at the Baia Babitonga estuary in southern Brazil. There was no significant difference on the specific variety when analyzed during the different tidal moments, seasonality and/or for the different depths.

However, the species composition presented significant differences under the isolated and/or associated influences of the same factors. Through a gamma regression generalized linear model (GLM), a variation was observed in the average total length of assembly between the tidal moments, at different depths and seasons, thus showing the following pattern: a decrease in the length in Eff, followed by an increase in the Vi and Vf, decreasing again until the beginning of the next cycle (Ei). Of the total of 95 species, 50 had sufficient numbers for analyses. Out of these, 38 had significant effects in the variation of body length in relation to at least one evaluated factor. These results demonstrate that capture size of assembly is influenced by the tidal cycle, distinctly responding to each moment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos de amostragem (P1, P2 e P3), em áreas rasas e profundas, no Estuário Baía da Babitonga, litoral do estado de Santa Catarina, sul do Brasil. 3

Figura 2. Riqueza específica sazonal em diferentes profundidades e em cada momento do ciclo de maré. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante. O número sobre as barras indica o número de espécies (riqueza).9

Figura 3. Variação na composição de espécies em diferentes profundidades no inverno (A) e no verão (B). Relação das espécies indicadoras ($P < 0,05$). 11

Figura 4. Variação sazonal na composição de espécies em área funda (A) e área rasa (B). Relação das espécies indicadoras ($P < 0,05$). 12

Figura 5. Variação do comprimento total médio da assembleia de peixes em diferentes profundidades, relacionados aos diferentes momentos do ciclo de maré no inverno (A) e no verão (B). Resultado obtido pela análise GLM. As barras representam o erro-padrão 14

Figura 6. Relação do comprimento total médio da assembleia de peixes com o comprimento total médio das três espécies mais representativas em número, *C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*, amostradas sazonalmente, somente no ambiente fundo, em cada momento de maré. Para cada espécie, os gráficos A e B apresentam as médias de comprimento total (cm) em cada momento da maré, no inverno e verão, respectivamente. Δ = a média do comprimento total da assembleia no ambiente fundo, \square = a média do comprimento total da assembleia no ambiente raso e \blacktriangle = a média dos comprimentos totais da espécie analisada. Os gráficos C e D demonstram a dispersão dos comprimentos totais dos exemplares, para cada espécie, analisados sazonalmente. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante 17

Figura 7. Relação do comprimento total médio da assembleia de peixes com o comprimento total médio das espécies *S. marina* e *A. brasiliensis*, amostradas sazonalmente, somente no ambiente raso, em cada momento de maré. Para cada espécie, os gráficos A e B apresentam as médias de comprimento total (cm) em cada momento da maré, no inverno e verão, respectivamente. Δ = a média do comprimento total da assembleia no ambiente fundo, \square = a média do comprimento total da assembleia no ambiente raso e \blacksquare = a média dos comprimentos totais da espécie analisada. Os gráficos C e D demonstram a dispersão dos comprimentos totais dos exemplares, para cada espécie, analisados sazonalmente. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante 19

Figura 8. Relação do comprimento total médio da assembleia de peixes com o comprimento total médio das espécies *S. testudineus*, *C. arenaceus* e *L. laevigatus*, amostradas sazonalmente para os ambientes raso e fundo, em

cada momento de maré. Para cada espécie, os gráficos A e B apresentam as médias de comprimento total (cm) em cada momento da maré, no inverno e verão, respectivamente. Δ = a média do comprimento total da assembleia no ambiente fundo, \square = a média do comprimento total da assembleia no ambiente raso, \blacktriangle = a média dos comprimentos totais da espécie analisada no fundo e \blacksquare = a média dos comprimentos totais da espécie analisada no ambiente raso. Os gráficos C e D demonstram a dispersão dos comprimentos totais dos exemplares, para cada espécie, analisados sazonalmente. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Amostragens realizadas no Inverno e no Verão nos diferentes momentos de maré: início da enchente (Ei), final da enchente (Ef), início da vazante (Vi) e final da vazante (Vf). As letras AB representam as duas redes utilizadas no primeiro dia, em cada profundidade e CD as redes utilizadas no segundo dia de coleta 4
- Tabela 2.** Lista de espécies coletadas sazonalmente, contendo a frequência absoluta amostrada por profundidade e comprimento total (Ct) mínimo e máximo (cm). *= Somente um espécime coletado.....6
- Tabela 3.** Influência da sazonalidade, profundidade, momentos da maré e interações entre os fatores na composição de espécies de peixes. Testado pela Permanova, G.L. = graus de liberdade. * = valor de p significativo ($< 0,05$). 9
- Tabela 4.** Relação entre sazonalidade, profundidade e momentos da maré com o comprimento total médio da assembleia de peixes. Teste ANOVA, * = valor de p significativo ($< 0,05$)..... 13
- Tabela 5.** Resultados da GLM, onde Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept), no fundo, na estação de Inverno. * = valor de p significativo ($< 0,05$). 13
- Tabela 6.** Variação sazonal do comprimento total médio (cm) da assembleia de peixes para as diferentes profundidades, relacionados aos diferentes momentos do ciclo de maré: início da enchente (Ei), final da enchente (Ef), início da vazante (Vi) e final da vazante (Vf). Resultado obtido pela análise GLM.... 15
- Tabela 7.** Resultados da GLM para as três espécies mais representativas em número (*C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*), onde Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept) no fundo, na estação de Inverno. * = valor de p significativo ($< 0,05$)..... 16
- Tabela 8.** Resultados da GLM para as espécies *S. marina* e *A. brasiliensis*, presentes apenas no raso. Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept) no fundo, no inverno. * = valor de p significativo ($< 0,05$). 19
- Tabela 9.** Resultados da GLM para as espécies *S. testudineus*, *C. arenaceus* e *L. laevigatus*, presentes nos ambientes raso e fundo. Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept) no fundo, no inverno, para cada espécie. * = valor de p significativo ($< 0,05$).21

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	2
Área de estudo	2
Obtenção do material biológico	2
Análise dos dados.....	4
RESULTADOS.....	5
DISCUSSÃO	23
CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS.....	27

INTRODUÇÃO

Uma das variações cíclicas mais importantes dentro de um ambiente estuarino é o ciclo de maré (Cordell, 1974; Godefroid *et al.* 2003). Decorrente da força gravitacional atribuída ao sol e a lua e exercida sobre a terra, a maré influencia a salinidade e o nível de água no estuário de acordo com os momentos de seu ciclo, contribuindo também para a renovação das águas e o transporte de matéria em suspensão entre profundidade, como larvas e nutrientes, (Edgar & Shaw, 1995, Rozas & Odum, 1988; Cattrijsse *et al.* 1994; Wolaski *et al.* 2004; Brauwere *et al.*, 2011), além de influenciar processos biológicos como migração, maturação gonadal e desova em peixes (Bos *et al.* 2012; Takemura *et al.* 2004, 2010).

Estudos sobre a relação entre ictiofauna estuarina e ciclo de maré são comuns em ambientes entre-marés e profundidades rasas (<5m), apontando respostas na assembleia de peixes, principalmente em riqueza e abundância (Morrison, *et al.* 2002; Reis-Filho, *et al.* 2011; 2016, Godefroid, *et al.* 2003; Ross *et al.* 1987; Gibson *et al.* 1996; Ribeiro *et al.* 2006). Entretanto, poucos estudos consideram o que ocorre ao longo de vários momentos da maré (Kneib & Wagner, 1994; Ellis & Bell, 2008; Reis-Filho, *et al.* 2016), ou em profundidades maiores.

Este trabalho objetiva contribuir para um melhor entendimento sobre a influência do ciclo de maré de sizígia na estrutura de assembleia de peixes estuarinos, em diferentes profundidades e em estações sazonais distintas. Levamos em consideração para a realização deste estudo: três pontos amostrais (P1, P2 e P3), o comprimento total dos exemplares das diferentes espécies capturadas, quatro momentos do ciclo de maré (início e final da enchente e início e final da vazante), duas profundidades distintas (raso e fundo) e duas estações sazonais (verão e inverno).

As hipóteses a serem testadas são: 1- assembleia de peixes de áreas rasas responde de maneira diferente da assembleia de águas profundas, em relação ao ciclo de maré; 2- há diferenças sazonais na estrutura das assembleias de peixes em áreas rasas e profundas, de acordo com os momentos da maré; 3- a diferença no comprimento dos espécimes em relação à variação do ciclo de maré.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estudo foi realizado no estuário Baía Babitonga, litoral do estado de Santa Catarina (26°02'-26°28'S e 48°28'-48°50'W), região subtropical do Brasil. O estuário conta com superfície de 130 km² e profundidade média de 6 metros (IBAMA, 1998), apresentando uma extensa cobertura de manguezal, principalmente nas suas porções mais interiores. O clima da região é do tipo subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e um inverno mais seco (Peel *et al.* 2007). Possui um regime semidiurno de micromarés, onde ocorrem dois ciclos de maré completos por dia atingindo amplitude média de 0,84m em períodos de quadratura e máxima de 1,9m nos períodos de sizígia (DHN, 2007).

Obtenção do material biológico

As amostragens foram efetuadas na maré de sizígia, no verão e no inverno de 2014, em profundidades rasas (até 2m) e profundas (variando entre 4 e 12m) de três pontos amostrais (P1, P2 e P3) e em momentos distintos do ciclo de maré. Em relação aos pontos amostrais (Fig. 1), o ponto P1, localizado próximo da desembocadura do estuário, compreende uma área pouca urbanizada com a presença de manguezal, enquanto os pontos P2 e P3, localizados na porção mediana do estuário apresentam-se, respectivamente, pouco urbanizado com área de manguezal e altamente urbanizado com ausência de mangue. As amostragens ocorreram em quatro momentos do ciclo de maré: início da enchente (Ei), final da enchente (Ef), início da vazante (Vi) e final da vazante (Vf).

De acordo com Ellis & Bells (2008), as coletas revelam o que estava presente no momento da captura, não permitindo informar o real número de espécies e de indivíduos presentes no ambiente ao longo de cada momento da maré. Para tentar minimizar este efeito da captura, as coletas foram realizadas em dois dias consecutivos, para cada estação, obedecendo aos critérios de utilizar os mesmos locais, os mesmos momentos da maré e as mesmas profundidades. As coletas de áreas rasas e profundas foram realizadas simultaneamente em cada ponto amostral. Assim, um total de quatro coletas, duas no verão e duas no inverno, foi realizado em cada ponto amostral (Licença N° 38114-1 SISBIO).

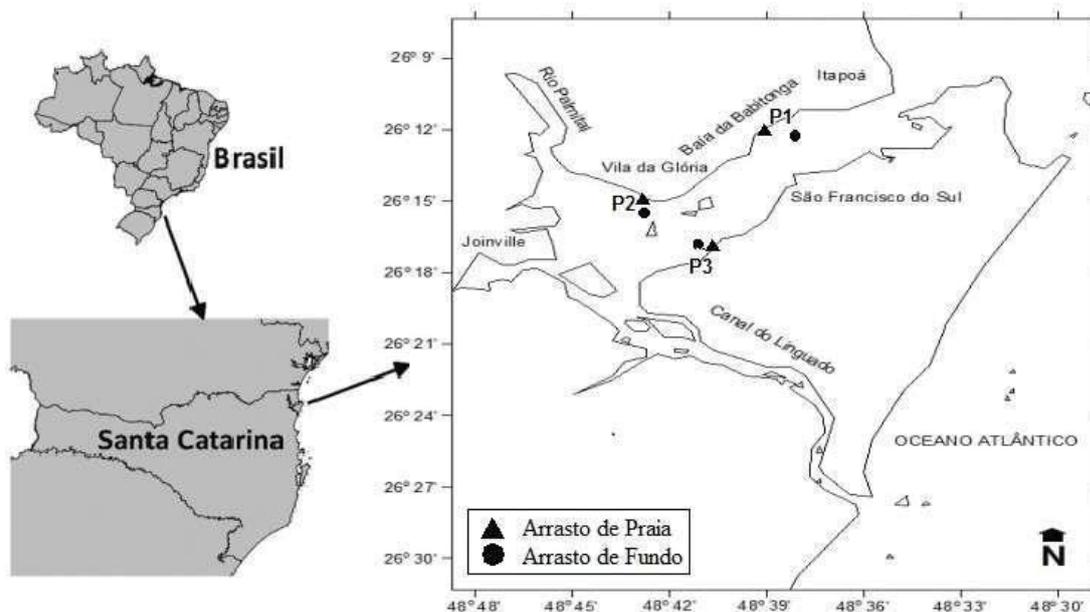


Figura 1- Pontos de amostragem (P1, P2 e P3), em áreas rasas e profundas, no Estuário Baía da Babitonga, litoral do estado de Santa Catarina, sul do Brasil.

As amostragens foram simultâneas em ambientes rasos e profundos de cada ponto amostral. Para a obtenção dos peixes em áreas rasas foram utilizadas duas redes de arrasto de praia (70m de comprimento x 2m de altura, com malha de 1,5cm entrenós) e para a captura dos peixes de áreas profundas utilizamos duas redes de arrasto de fundo, com sacos independentes, (6m de abertura entre as portas, com malha de 1,5cm). A duração de cada arrasto (áreas rasas e profundas) foi de 5 minutos, na direção da corrente. Ambas as metodologias são de uso comum na região estudada.

Os dados das duas redes de cada petrecho foram compilados para obter uma melhor representação do ponto amostral, permitindo a obtenção de resultados seguros, a partir das análises estatísticas utilizadas. Os indivíduos coletados foram identificados no nível específico, com o uso de chaves de identificação (Figueiredo & Menezes, 1978, 1980, 2000; Menezes & Figueiredo, 1980, 1985). Posteriormente, para cada amostra, 30 indivíduos de cada espécie tiveram registrados os dados de comprimento total (cm), os quais foram utilizados nas análises estatísticas deste estudo. Devido à quantidade de espécimes capturadas, nas amostras com mais de 30 indivíduos de uma mesma espécie o excedente foi apenas contabilizado para caracterização da abundância total.

Devido a condições desfavoráveis do tempo, não foi possível realizar amostragens em alguns dias e em alguns momentos de maré, durante as estações de inverno e verão, de acordo com a Tab. 1.

Tabela 1. Amostragens realizadas no Inverno e no Verão nos diferentes momentos de maré: início da enchente (Ei), final da enchente (Ef), início da vazante (Vi) e final da vazante (Vf). As letras AB representam as duas redes utilizadas no primeiro dia, em cada profundidade e CD as redes utilizadas no segundo dia de coleta.

Estação	Inverno				Verão			
	Momentos da maré							
Local/ profundidade	Ei	Ef	Vi	Vf	Ei	Ef	Vi	Vf
P1/ Raso	ABCD	AB -	-	- CD	ABCD	ABCD	ABCD	-
P1/Fundo	ABCD	AB -	AB -	- CD	ABCD	ABCD	ABCD	-
P2/ Fundo	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	- CD
P2/ Raso	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	- CD
P3/ Fundo	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	- CD
P3/Raso	AB -	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	ABCD	- CD

Análise dos dados

O teste de qui-quadrado foi utilizado para verificar diferenças significativas na riqueza específica entre os momentos de maré, comparando separadamente por estações e profundidades diferentes.

Diferenças na composição da assembleia entre os pontos amostrais foram analisados por ANOVA. Entretanto, as diferenças na composição da assembleia entre estações, profundidades, e momentos do ciclo de maré foram testadas por Análise de Variância Multivariada Permutacional (Permanova) (Anderson 2001), sendo os fatores testados de forma interativa, considerando independência entre as unidades amostrais. Quando as diferenças foram significativas, estas foram visualizadas por uma Análise de Coordenadas Principais (PCoA) (Gower 1966).

Para a realização da Permanova e do PCoA foram utilizadas as dissimilaridades de Bray-Curtis, aplicadas nos dados de abundância. Para caracterizar as diferenças, quando existentes, foi utilizada uma análise de espécies indicadoras (IndVal) (Dufrene e Legendre, 1997), confirmando como indicadoras somente as espécies com valor indicador maior do que o esperado ao acaso (999 permutações).

Para a verificação da relação do comprimento dos peixes com a dinâmica do ciclo de maré, os comprimentos médios dos peixes capturados (espécies agrupadas) foram comparados entre os momentos de maré para cada profundidade e cada estação do ano. Nesse caso, as médias foram testadas por uma Análise de Variância Unifatorial (ANOVA). Posteriormente, realizamos uma regressão com um modelo linear generalizado (GLM), assumindo distribuição gamma para o comprimento dos peixes. Foram avaliados três fatores (momento da maré, profundidade e estação) para analisar as possíveis interações com o comprimento médio de captura da assembleia. Do total de 95 espécies capturadas, 50 apresentaram número suficiente para análise. O critério para escolha das variáveis preditoras se baseou em seleção *stepwise*, com eliminação progressiva das interações e variáveis menos significativas até que fossem encontradas as combinações de fatores que melhor explicassem a variação na variável resposta (comprimento dos espécimes). O mesmo procedimento também foi aplicado para cada uma das 95 espécies separadamente, caso houvesse um número amostral maior do que 10 indivíduos por espécie e amostragem em ao menos dois fatores diferentes. Para a análise dos dados não foram consideradas diferenças de micro-habitats e nem a influência de fatores abióticos.

RESULTADOS

Foram identificados 95 espécies, distribuídas em 33 famílias e 14 ordens, totalizando 29.177 indivíduos coletados. A espécie mais abundante foi *Cathorops spixii*, com 11.413 indivíduos coletados (39,11% da amostra total, com 4829 indivíduos no inverno e 6584 no verão), seguido por *Stellifer brasiliensis* com 4.386 espécimes (15,03% da amostra total, 4300 indivíduos no inverno e 86 no verão) e *Stellifer rastrifer* com 3.424 indivíduos coletados (11,73% do total sendo 255 no inverno e 3199 no verão). Essas três espécies juntas representam 65,88% da abundância total amostrada. A obtenção de peixes em áreas rasas representou menor riqueza (49 espécies) e abundância (3.508 indivíduos) quando comparada a obtenção de peixes em áreas profundas, onde foram registrados 77 espécies e 25.669 indivíduos (Tab. 2).

Tabela 2. Lista de espécies coletadas sazonalmente, contendo a frequência absoluta amostrada por profundidade e comprimento total (Ct) mínimo e máximo (cm). *= Somente um espécime coletado.

Espécies	Inverno		Verão		Ct mim.- máx.
	Fundo	Raso	Fundo	Raso	
<i>Achirus declivis</i>	7	-	-	-	5,5 - 19,2
<i>Achirus lineatus</i>	15	-	70	-	6,0 - 17,8
<i>Albula vulpes</i>	-	-	-	2	12,9 - 14,2
<i>Anchoa filifera</i>	3	8	22	13	12,4 - 19,9
<i>Anchoa januaria</i>	2	-	11	7	11,0 - 18,4
<i>Anchovia clupeioides</i>	-	3	4	1	7,3 - 16,5
<i>Anchoviella brevirostris</i>	2	-	-	-	14,2 - 16,0
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	-	-	1	-	9,3*
<i>Aspistor luniscutis</i>	15	-	50	-	12,0 - 35,0
<i>Atherinella brasiliensis</i>	-	290	-	327	6,7 - 39,7
<i>Bathygobius soporator</i>	-	-	-	1	11,0*
<i>Catathyridium garmani</i>	1	-	-	-	10,7*
<i>Cathorops spixii</i>	4829	-	6584	-	6,0 - 20,3
<i>Centropomus parallelus</i>	-	-	1	1	12,87 - 37,2
<i>Cetengraulis edentulus</i>	6	24	4	-	12,0 - 19,5
<i>Chaetodipterus faber</i>	46	1	16	1	3,8 - 36,0
<i>Chilomycterus spinosus</i>	4	-	5	14	3,0 - 41,0
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	386	-	682	-	5,5 - 15
<i>Citharichthys arenaceus</i>	112	54	129	16	5,5 - 22,8
<i>Citharichthys spilopterus</i>	47	66	17	1	3,1 - 17,5
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	-	-	-	1	11,4*
<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i>	-	-	1	-	12,2*
<i>Cynoscion acoupa</i>	65	-	1	-	7,2 - 29,5
<i>Cynoscion guatucupa</i>	14	-	-	-	18,6 - 28,7
<i>Cynoscion jamaicensis</i>	20	-	93	-	6,0 - 24,8
<i>Cynoscion leiarchus</i>	127	-	185	2	4,8 - 25,5
<i>Cynoscion microlepidotus</i>	-	-	1	-	11,0*
<i>Dasyatis guttata</i>	1	-	1	-	97,5 - 142,0
<i>Diapterus auratus</i>	-	3	-	-	8,5 - 9,3
<i>Diapterus olisthostomus</i>	-	-	1	-	7,8*
<i>Diapterus rhombeus</i>	-	73	4	11	9,3 - 15,8
<i>Diplectrum formosum</i>	-	-	1	-	16,3*
<i>Diplectrum radiale</i>	25	-	7	-	10,5 - 20,0
<i>Engraulis anchoita</i>	-	-	3	-	8,8 - 11,0
<i>Etropus crossotus</i>	10	-	53	3	4,9 - 13,9
<i>Eucinostomus argenteus</i>	8	245	-	1	8,7 - 18,9
<i>Eucinostomus gula</i>	45	73	5	10	9,0 - 14,0
<i>Eucinostomus melanopterus</i>	-	-	4	30	10,0 - 18,7
<i>Genidens barbatus</i>	-	-	1	-	30,1*

continuação

Espécies	Inverno		Verão		Ct mim.- máx.
	Fundo	Raso	Fundo	Raso	
<i>Genidens genidens</i>	153	-	339	-	10,8 - 36,4
<i>Genyatremus luteus</i>	4	-	11	-	6,4 - 16,1
<i>Gobionellus oceanicus</i>	5	2	-	2	7,6 - 30,1
<i>Gymnura altavela</i>	-	-	2	-	27,5 - 30,2
<i>Hemicaranx amblyrhynchus</i>	6	-	-	-	5,5 - 14,5
<i>Hippocampus reidi</i>	-	-	-	2	8,0 - 10,2
<i>Isopisthus parvipinnis</i>	18	-	4	-	10,5 - 20,5
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	3	1	24	10	6,5 - 16,0
<i>Larimus breviceps</i>	245	-	11	-	4,3 - 18,4
<i>Lutjanus synagris</i>	-	-	1	-	17,8*
<i>Lycengraulis grossidens</i>	3	105	9	2	11,3 - 19,0
<i>Menticirrhus americanus</i>	63	1	106	9	5,7 - 38,4
<i>Menticirrhus littoralis</i>	-	-	6	-	9,5 - 11,2
<i>Micropogonias furnieri</i>	24	1	604	21	6,4 - 32,5
<i>Mugil curema</i>	-	15	-	15	6,7 - 20,0
<i>Mugil curvidens</i>	-	2	-	-	13,3 - 18,0
<i>Mugil gaimardianus</i>	-	-	-	1	15,5 *
<i>Mugil liza</i>	-	4	-	3	11,5 - 30,5
<i>Mugil platanus</i>	-	34	-	10	11,0 - 47,3
<i>Narcine brasiliensis</i>	1	-	-	-	35,0*
<i>Notarius grandicassis</i>	1	-	-	-	17,4 *
<i>Oligoplites saliens</i>	1	90	58	352	9,5 - 43,8
<i>Oligoplites saurus</i>	-	-	2	58	11,4 - 26,7
<i>Ophioscion punctatissimus</i>	-	-	22	-	6,0 - 13,8
<i>Orthopristis ruber</i>	-	-	2	-	23,0 - 28,2
<i>Paralichthys orbignyanus</i>	2	-	-	-	17,5 - 19,5
<i>Paralonchurus brasiliensis</i>	186	-	79	3	7,3 - 20,0
<i>Pellona harroweri</i>	6	-	630	1	4,0 - 15,6
<i>Peprilus paru</i>	-	-	12	-	7,1 - 9,5
<i>Pogonias cromis</i>	-	-	-	1	13,4*
<i>Pomadasys corvinaeformis</i>	-	1	-	-	13,2 *
<i>Prionotus nudigula</i>	-	-	11	-	4,5 - 7,1
<i>Prionotus punctatus</i>	19	-	140	-	4,0 - 14,1
<i>Rhinobatos horkelii</i>	-	-	4	-	20,1 - 63,7
<i>Rhinobatos percellens</i>	3	-	3	-	44,4 - 63,5
<i>Saurida caribbaea</i>	-	-	-	1	9,8*
<i>Scomberomorus cavalla</i>	1	-	-	2	14,2 - 24,0
<i>Selene setapinnis</i>	-	-	43	-	3,3 - 13,0
<i>Selene vomer</i>	8	1	56	44	3,0 - 14,0
<i>Sphoeroides greeleyi</i>	-	2	1	-	9,1 - 12,3
<i>Sphoeroides spengleri</i>	118	891	120	385	10,1 - 18,0
<i>Sphoeroides testudineus</i>	247	27	270	74	4,7 - 57,1

continuação

Espécies	Inverno		Verão		Ct mim.- máx.
	Fundo	Raso	Fundo	Raso	
<i>Sphoeroides tyleri</i>	-	-	-	1	9*
<i>Stellifer brasiliensis</i>	4300	-	86	-	7 - 19,8
<i>Stellifer rastrifer</i>	225	-	3199	-	4,5 - 18
<i>Stellifer stellifer</i>	27	-	135	-	9 - 14,5
<i>Stephanolepis hispidus</i>	-	-	2	-	5,5 - 8,4
<i>Strongylura marina</i>	-	17	-	11	36,5 - 61,5
<i>Strongylura timucu</i>	-	2	-	3	8,4 - 45,5
<i>Syacium micrurum</i>	1	-	-	-	12,8*
<i>Symphurus tessellatus</i>	117	-	123	-	2,5 - 17,8
<i>Synodus foetens</i>	1	-	-	-	31,5*
<i>Trachinotus carolinus</i>	-	-	-	18	6,0 - 11,2
<i>Trachinotus falcatus</i>	-	-	4	6	5,1 - 11,6
<i>Trichiurus lepturus</i>	1	-	10	1	27,1 - 74,0,1
<i>Zapteryx brevirostris</i>	-	-	1	-	32,9*

A variação da composição da assembleia de peixes entre os pontos amostrais (Anova) não foi significativa ($p=0,073$), de modo que as análises realizadas desconsideraram os pontos.

O verão apresentou maior riqueza e abundância (82 espécies e 15.565 indivíduos) quando comparado com o inverno (65 espécies e 13.612 indivíduos). Quando relacionados os momentos do ciclo de maré com as estações foi verificado que no verão, as maiores riquezas em áreas rasas ocorreram no final da enchente (32 espécies) enquanto em áreas profundas a maior riqueza foi registrada no final da enchente e no início da vazante (ambas com 45 espécies). No inverno, a maior riqueza em áreas rasas foi registrada no final de enchente (22 espécies), enquanto nas áreas profundas, a maior riqueza ocorreu no início da enchente e no início da vazante (ambas com 36 espécies) (Fig. 2).

O teste de qui-quadrado não apontou diferenças significativas na riqueza específica entre os momentos de maré ($p=0.6938$), ou quando comparado separadamente por estações ($p=0.7208$) e profundidades diferentes ($p=0.2151$).

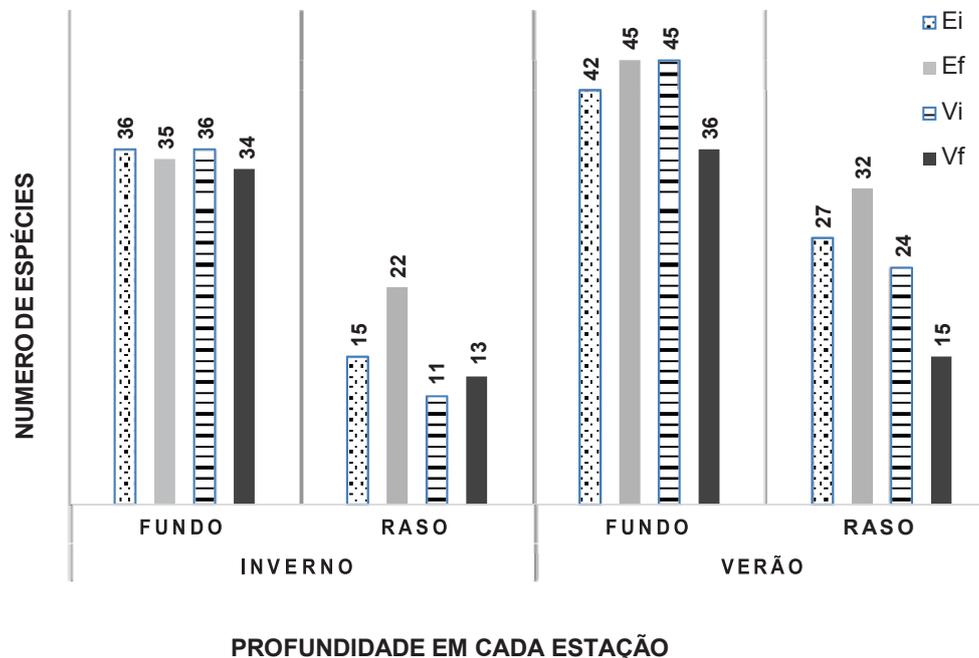


Figura 2. Riqueza específica sazonal em diferentes profundidades e em cada momento do ciclo de maré. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante. O número sobre as barras indica o número de espécies (riqueza).

A composição de espécies, na área estuarina analisada, apresentou diferenças significativas sob a influência isolada das estações (Verão e Inverno), das profundidades (Raso e Fundo) e também da associação das mesmas variáveis (Tab. 3).

Tabela 3. Influência da sazonalidade, profundidade, momentos da maré e interações entre os fatores na composição de espécies de peixes. Testado pela Permanova, G.L. = graus de liberdade. * = valor de p significativo ($< 0,05$).

	G.L.	F	R ²	P
Estação (E)	1	2.8268	0.047	0.012*
Profundidade (P)	1	16.403	0.272	0.001*
Maré (M)	3	0.654	0.032	0.936
E*P	1	2.547	0.042	0.020*
E*M	3	1.018	0.051	0.396
P*M	3	0.617	0.031	0.960
E*P*M	3	0.894	0.044	0.615

A variação na composição das espécies entre as estações foi determinada pela participação de 23 espécies indicadoras no inverno (18 espécies em área profunda e 5 espécies em área rasa) e 25 espécies indicadoras no verão (20 espécies em área profunda e 5 espécies em área rasa) (Fig. 3A e 3B, respectivamente). Dentro dessas espécies encontradas, quatro espécies apareceram como indicadoras para ambas as estações no ambiente raso (*A. brasiliensis*, *O. saliens*, *S. spengleri* e *S. marina*), e 13 espécies apareceram para ambas as estações no ambiente fundo (*A. lineatus*, *C. spixii*, *C. chrysurus*, *C. jamaicensis*, *C. leiarchus*, *G. genidens*, *M. americanus*, *P. brasiliensis*, *P. punctatus*, *S. testudineus*, *S. rastrifer*, *S. stellifer* e *S. tessellatus*).

Analisando sazonalmente a composição de espécies testada entre as profundidades, no ambiente fundo não foram evidenciadas espécies indicadoras, enquanto a diferença observada na composição da assembleia na área rasa foi determinada pela participação de 25 espécies indicadoras (20 espécies no inverno e 5 espécies no verão) (Fig. 4A e 4B).

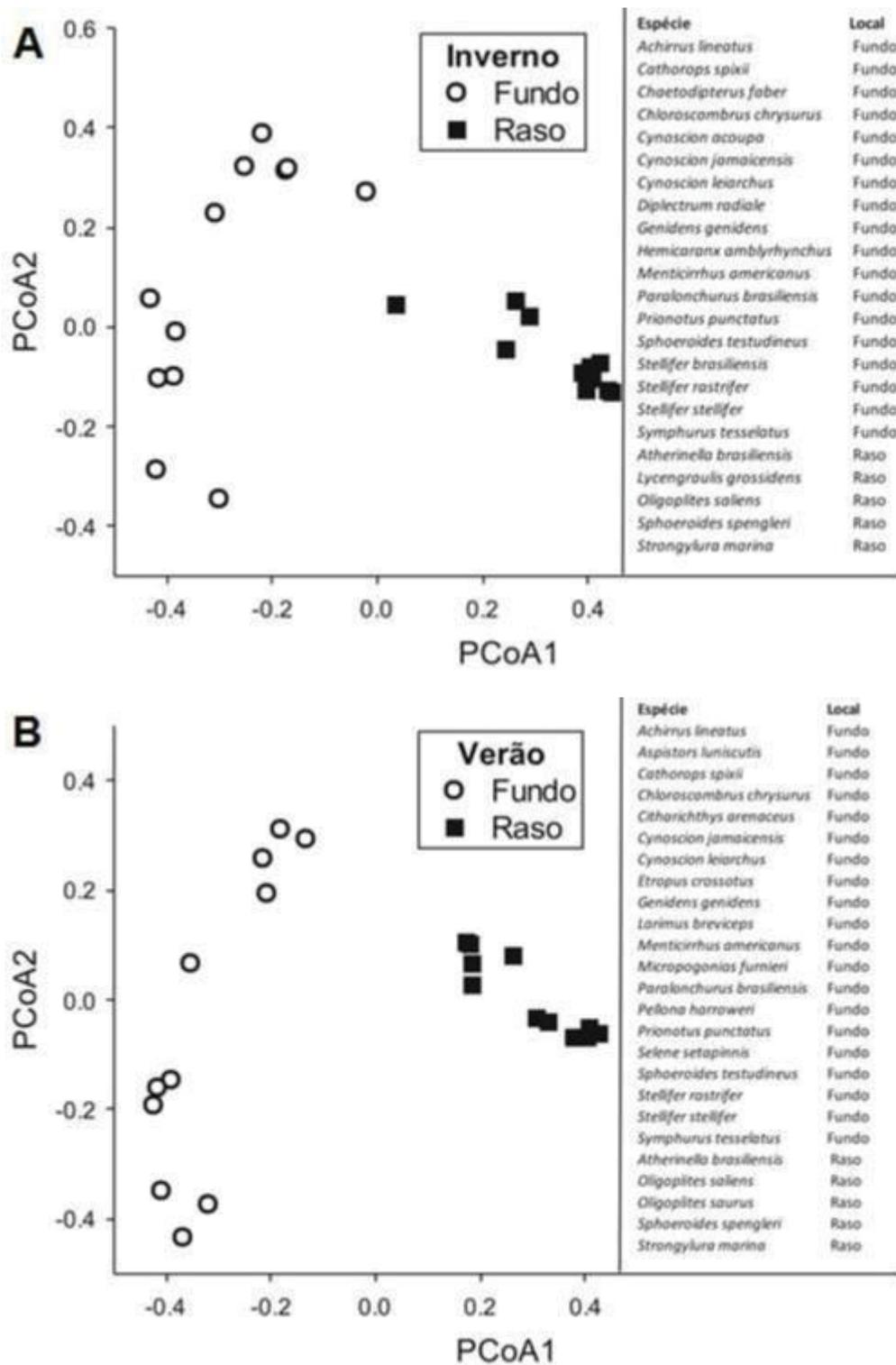


Figura 3. Variação na composição de espécies em diferentes profundidades no inverno (A) e no verão (B). Relação das espécies indicadoras ($P < 0,05$).

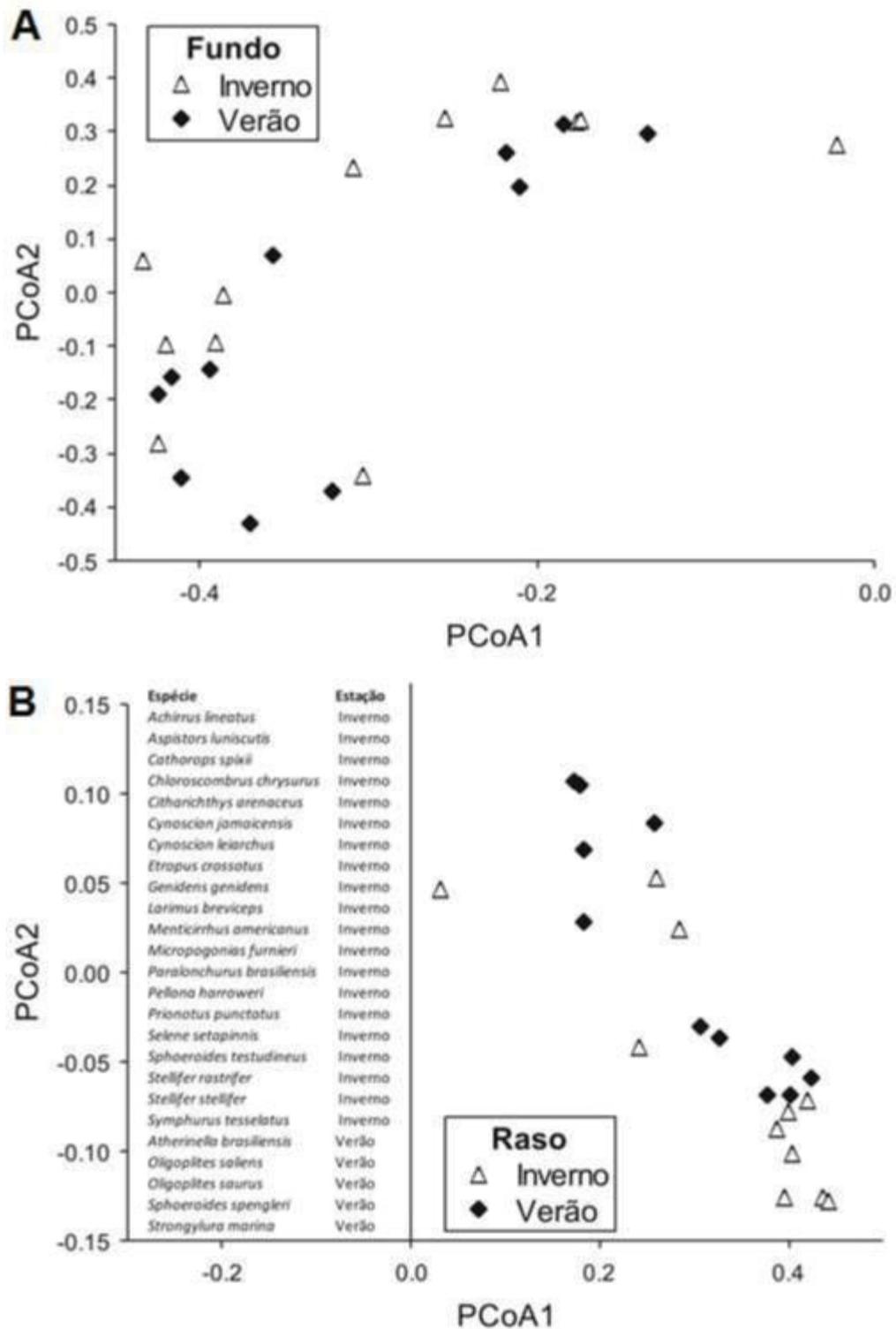


Figura 4. Variação sazonal na composição de espécies em área funda (A) e área rasa (B). Relação das espécies indicadoras ($P < 0,05$).

Em relação ao tamanho médio de captura da assembleia de peixes, testados através da ANOVA, foram observadas variações significativas entre os diferentes momentos da maré (Tab. 4) tanto considerando profundidades e estações, separadamente ou em conjunto.

Tabela 4. Relação entre sazonalidade, profundidade e momentos da maré com o comprimento total médio da assembleia de peixes. Teste ANOVA, * = valor de p significativo ($< 0,05$).

Estação do ano	Profundidade	F	P
Inverno + Verão	Raso	9,48	$< 0,001^*$
Inverno + Verão	Fundo	54,7	$< 0,001^*$
Inverno	Raso	4,28	$= 0,005^*$
Inverno	Fundo	38,3	$< 0,001^*$
Verão	Raso	4,87	$= 0,002^*$
Verão	Fundo	21,1	$< 0,001^*$

O modelo linear generalizado (GLM) de regressão gamma detectou variações significativas entre todos os momentos da maré, nas diferentes profundidades e estações (Tab. 5). Quando o valor de p não foi significativo, interpreta-se que o tamanho médio de captura não variou em relação ao primeiro momento (Ei no fundo durante o inverno). Quando o valor de p foi significativo, a análise mostra diferença em relação ao primeiro momento.

Tabela 5. Resultados da GLM, onde Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept), no fundo, na estação de Inverno. * = valor de p significativo ($< 0,05$).

Fator	Ct (Estimate)	Std. Error	t value	p
Ei	12,98	0,0086	295,67	$>0,001^*$
Ef	0,93	0,0096	-6,78	$>0,001^*$
Vi	0,99	0,0101	-0,72	0,4659
Vf	1,04	0,0117	3,36	$>0,001^*$
Raso	0,91	0,0118	-7,15	$>0,001^*$
Estação Verão	0,94	0,0086	-6,73	$>0,001^*$
Raso: Verão	1,17	0,0171	9,32	$>0,001^*$

A assembleia de peixes apresentou um padrão de variação quando relacionado o comprimento dos espécimes aos diferentes momentos do ciclo de maré. O mesmo padrão foi observado entre as diferentes profundidades e estações

(Fig. 5). Entretanto, a média de comprimento entre profundidades variou sazonalmente. No inverno o comprimento médio na assembleia de peixes observado na profundidade rasa foi menor que a média de comprimento da assembleia na área funda, enquanto no verão o comprimento médio no raso foi maior do que a assembleia da área funda (Tab. 6).

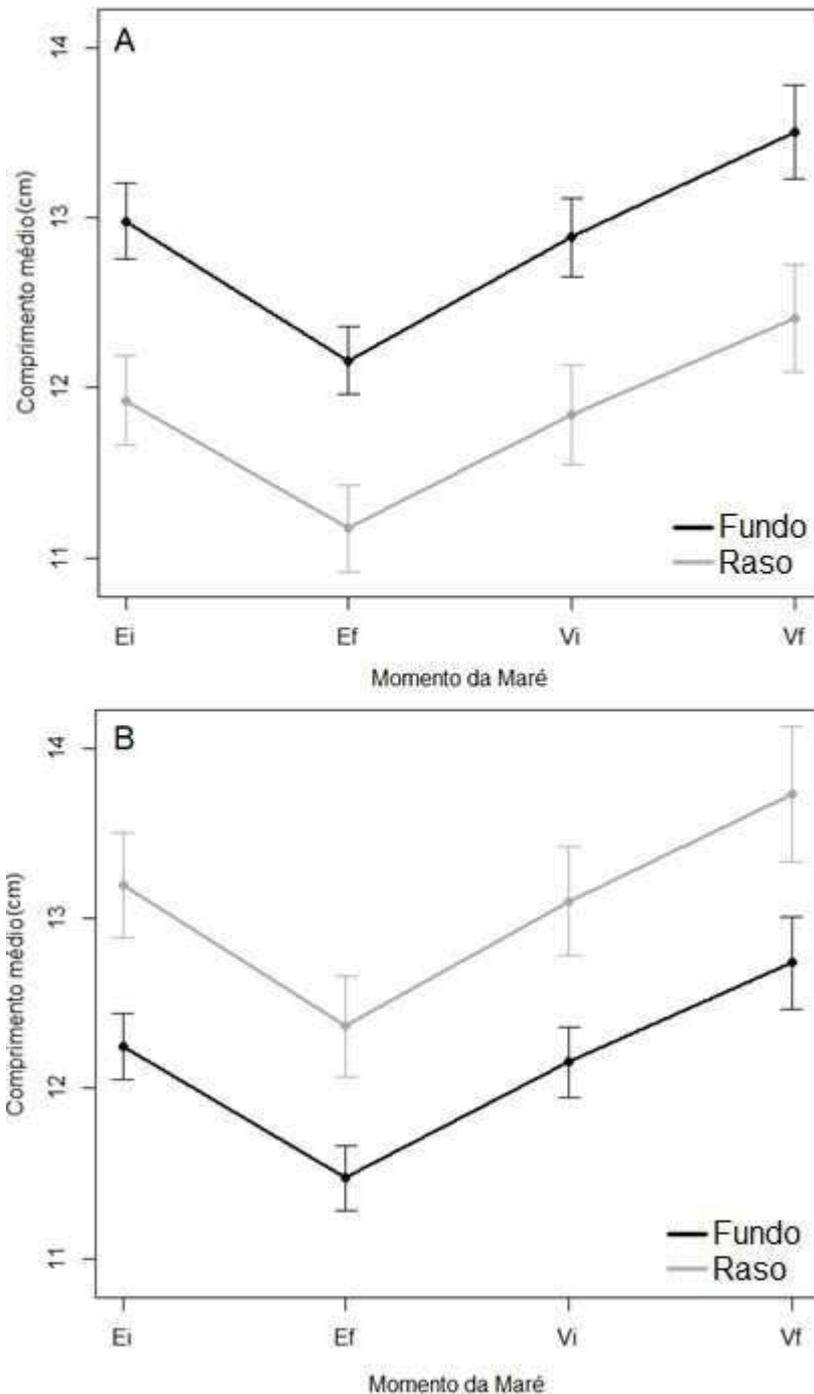


Figura 5. Variação do comprimento total médio da assembleia de peixes em diferentes profundidades, relacionados aos diferentes momentos do ciclo de maré no inverno (A) e no verão (B). Resultado obtido pela análise GLM. As barras representam o erro-padrão.

Tabela 6. Variação sazonal do comprimento total médio (cm) da assembleia de peixes para as diferentes profundidades, relacionados aos diferentes momentos do ciclo de maré: início da enchente (Ei), final da enchente (Ef), início da vazante (Vi) e final da vazante (Vf). Resultado obtido pela análise GLM.

Estação	Profundidade	comprimento total médio (cm)			
		Ei	Ef	Vi	Vf
Verão	Fundo	12,25	11,47	12,25	12,74
	Raso	13,20	12,36	13,10	13,73
Inverno	Fundo	12,98	12,16	12,88	13,50
	Raso	11,92	11,17	11,83	12,41

Nossos resultados demonstraram diferenças significativas do comprimento total dos peixes da assembleia em relação aos distintos momentos de maré, entretanto, o padrão de variação observado para a assembleia pode ser diferente do observado separadamente para diferentes populações.

Do total de 95 espécies capturadas neste estudo, 50 espécies apresentaram número suficiente para análise do GLM e destas, apenas 38 mostraram diferenças significativas na relação do comprimento do corpo com pelo menos um dos fatores avaliados (sazonalidade, profundidade, momentos da maré). Dentre as 38 espécies que apresentaram diferenças significativas nas análises, oito foram selecionadas para a realização de análise mais detalhada. Assim, foram avaliadas as três espécies mais representativas em número (*C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*), as quais ocorreram somente no fundo. Ainda foram selecionadas duas espécies que ocorreram apenas no raso (*A. brasiliensis* e *S. marina*) e três espécies que ocorreram nas duas profundidades analisadas (*S. testudineus*, *C. arenaceus* e *L. laevigatus*).

A análise realizada pelo GLM para as espécies mais abundantes, registradas no fundo em ambas as estações, demonstrou que as populações de *C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer* apresentam pequenas variações durante os momentos de maré, quando relacionadas com o padrão observado para a assembleia (Fig. 6).

A população de *C. spixii* não apresentou diferença sazonal significativa, entretanto mostrou diferença significativa do comprimento total em relação a todos

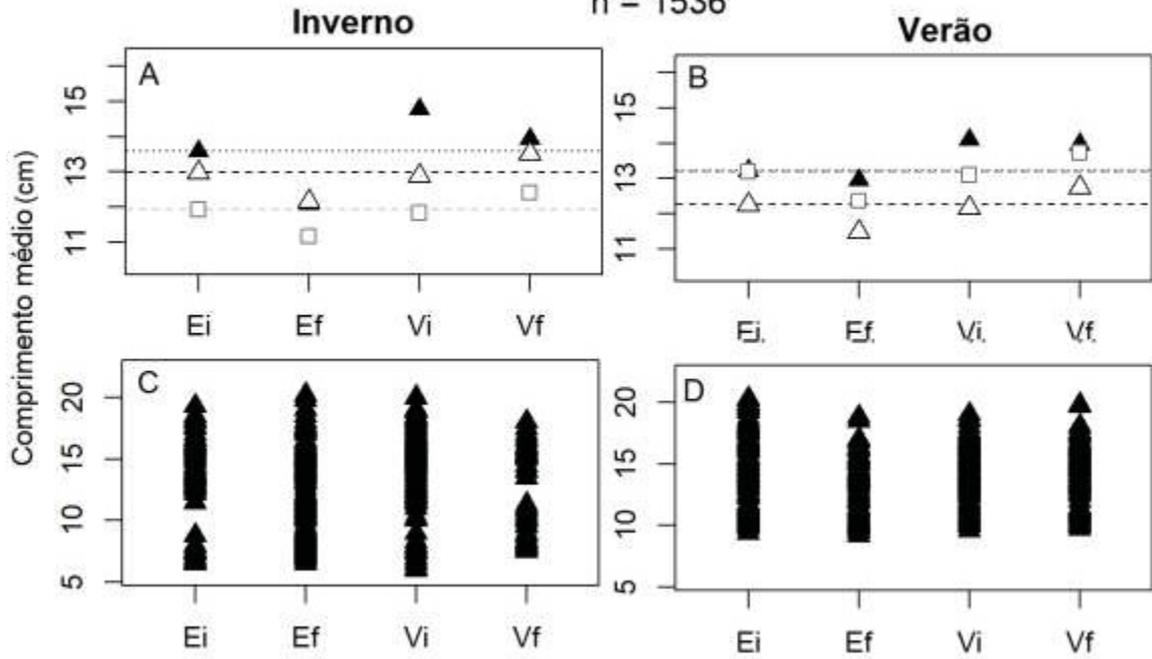
os momentos da maré (Tab. 7). O final da vazante, principalmente no inverno, difere do padrão observado para a assembleia (Fig. 6). As duas espécies analisadas do gênero *Stellifer* apresentaram diferenças sazonais significativas. Para *S. brasiliensis* diferenças significativas do comprimento total ocorreram em diferentes momentos da maré (Tab. 7). Diferença em relação ao padrão observado para a assembleia foi evidenciado no momento Vf durante o inverno, através da análise gráfica. A não obtenção de espécimes nos momentos Ef e Vf durante o verão impossibilitou a comparação com o padrão observado para a assembleia (Fig.6). A resposta em comprimento médio para a população de *S. rastrifer* foi significativa para diferentes momentos de maré (Tab. 7). Quando comparados, graficamente, com o padrão observado para a assembleia de peixes é evidenciada diferença no momento Vi no inverno e no verão (Fig. 6).

Tabela 7. Resultados da GLM para as três espécies mais representativas em número (*C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*), onde Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept) no fundo, na estação de Inverno. * = valor de *p* significativo (< 0,05).

Espécie	Momento da Maré	Cp (Estimate)	p
<i>Cathorops spixii</i>	Ei	13,35	>0.001*
	Ef	0,91	>0.001*
	Vi	1,08	>0.001*
	Vf	1,04	0,0113*
	Verão	0,99	0,6621
<i>Stellifer brasiliensis</i>	Ei	11,87	>0.001*
	Ef	0,92	>0.001*
	Vi	1,02	0,0714
	Vf	0,96	0,0019*
	Verão	0,92	>0.001*
<i>Stellifer rastrifer</i>	Ei	11,46	>0.001*
	Ef	0,88	>0.001*
	Vi	0,9	>0.001*
	Vf	1	0,3609
	Verão	1,07	>0.001*

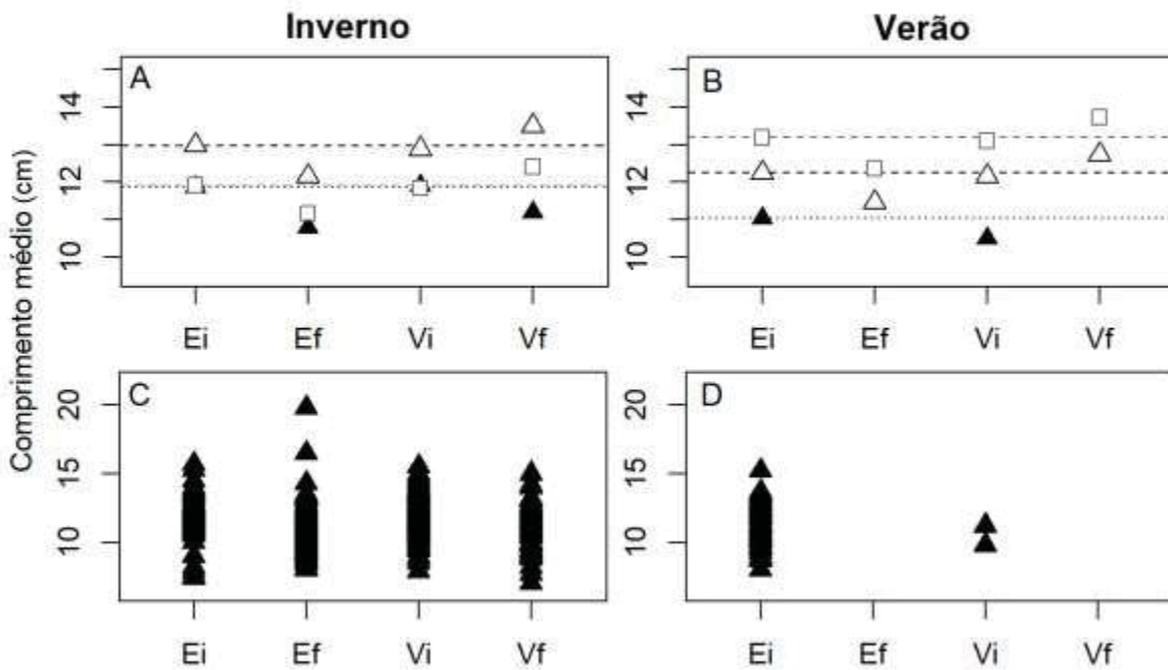
Cathorops spixii

n = 1536



Stellifer brasiliensis

n = 943



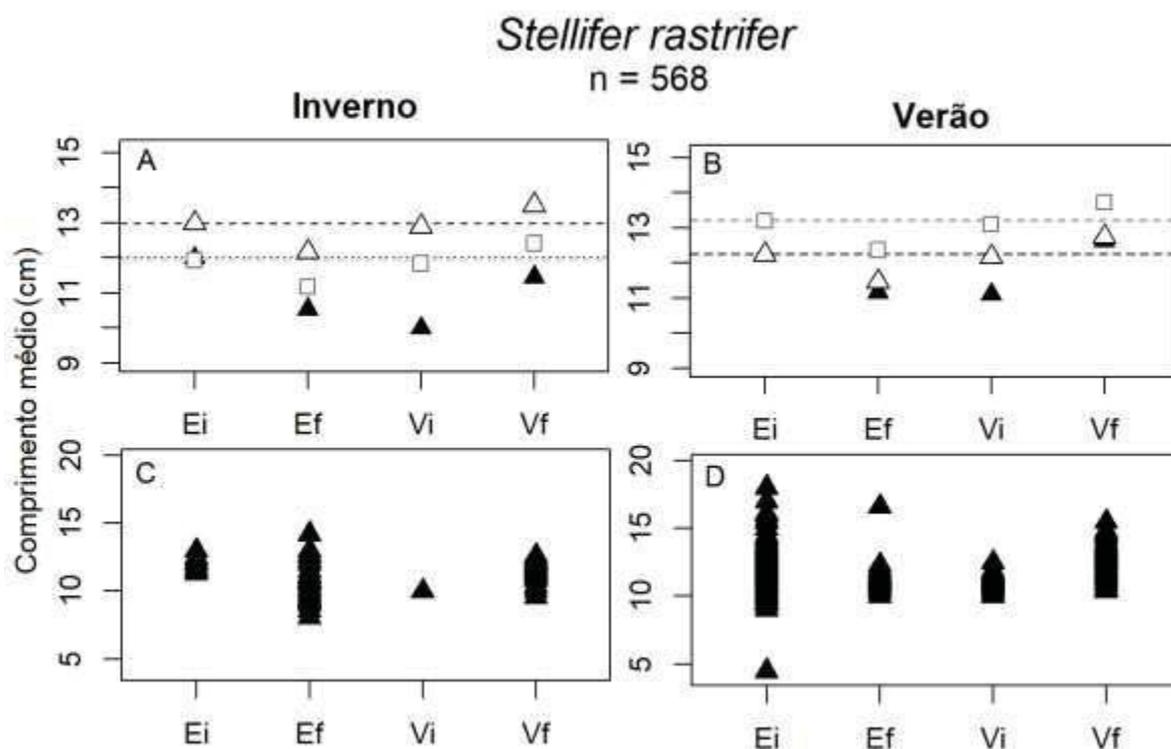


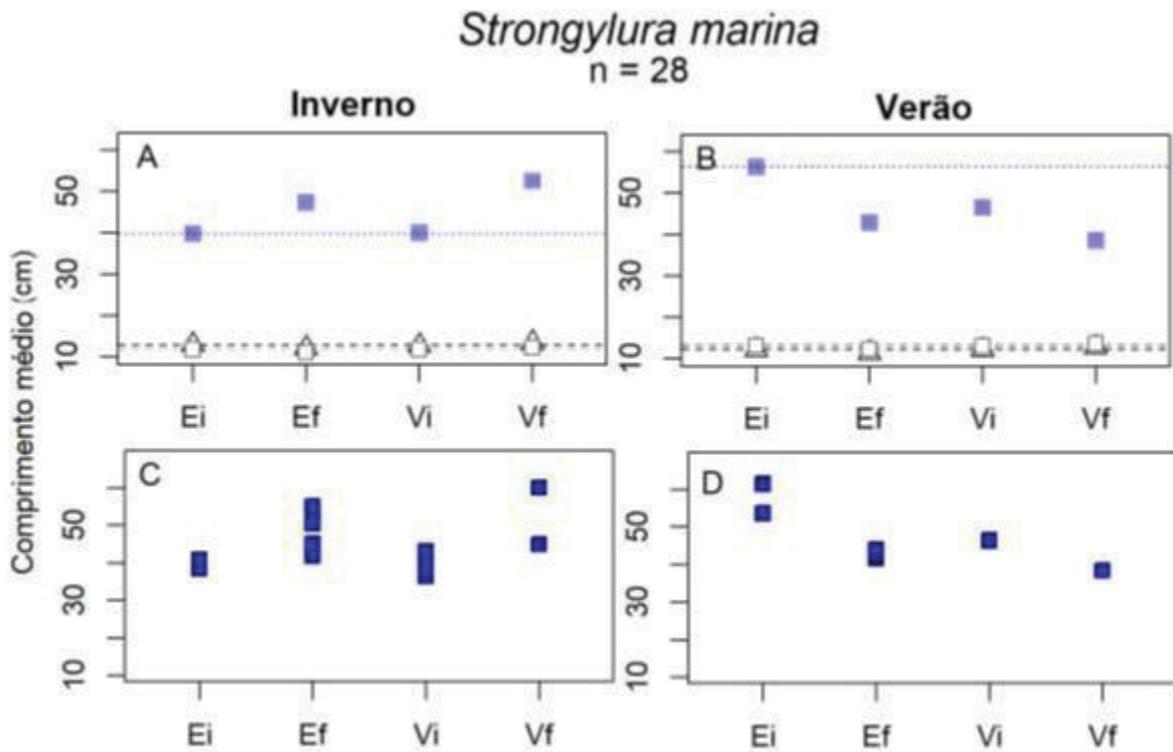
Figura 6. Relação do comprimento total médio da assembleia de peixes com o comprimento total médio das três espécies mais representativas em número, *C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*, amostradas sazonalmente, somente no ambiente fundo, em cada momento de maré. Para cada espécie, os gráficos A e B apresentam as médias de comprimento total (cm) em cada momento da maré, no inverno e verão, respectivamente. Δ = a média do comprimento total da assembleia no ambiente fundo, \square = a média do comprimento total da assembleia no ambiente raso e \blacktriangle = a média dos comprimentos totais da espécie analisada. Os gráficos C e D demonstram a dispersão dos comprimentos totais dos exemplares, para cada espécie, analisados sazonalmente. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante.

A análise realizada pelo GLM para as duas espécies presentes apenas no ambiente raso, demonstraram variações no comprimento de captura entre os diferentes momentos de maré (Tab. 8). Apenas a resposta de comprimento de *A. brasiliensis* sofreu influência da sazonalidade, variando significativamente entre estações (Tab. 8).

Quando comparadas com o padrão da resposta em comprimento da assembleia, *S. marina* respondeu de forma distinta no momento Ef no inverno, e no Vf no verão, enquanto *A. brasiliensis* apresentou diferença no momento Vi no inverno, e no Ef no verão.

Tabela 8. Resultados da GLM para as espécies *S. marina* e *A. brasiliensis*, presentes apenas no raso. Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept) no fundo, no inverno. * = valor de p significativo ($< 0,05$).

Espécie	Momento da Maré	Cp (Estimate)	p
<i>Strongylura marina</i>	Ei	49,24	>0.001*
	Ef	0,9	0,1733
	Vi	0,82	0,0221*
	Vf	0,96	0,7437
	Verão	1,012	0,8194
<i>Atherinella brasiliensis</i>	Ei	13,76	>0.001*
	Ef	0,99	0,6035
	Vi	0,99	0,5082
	Vf	1,06	>0.001*
	Verão	1,05	>0.001*



Atherinella brasiliensis

n = 476

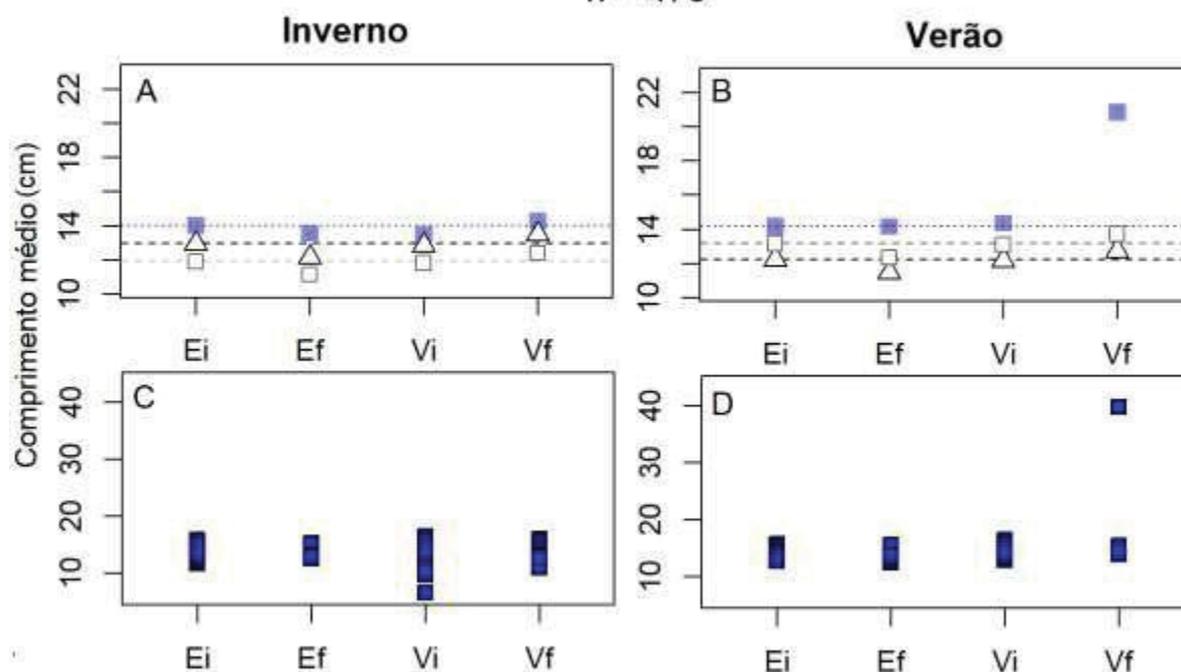


Figura 7. Relação do comprimento total médio da assembleia de peixes com o comprimento total médio das espécies *S. marina* e *A. brasiliensis*, amostradas

sazonalmente, somente no ambiente raso, em cada momento de maré. Para cada espécie, os gráficos A e B apresentam as médias de comprimento total (cm) em cada momento da maré, no inverno e verão, respectivamente. Δ = a média do comprimento total da assembleia no ambiente fundo, \square = a média do comprimento total da assembleia no ambiente raso e \blacksquare = a média dos comprimentos totais da espécie analisada. Os gráficos C e D demonstram a dispersão dos comprimentos totais dos exemplares, para cada espécie, analisados sazonalmente. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante.

Analisando a resposta em comprimento médio das três espécies presentes em ambas as profundidades amostradas, todas registraram variação entre os diferentes momentos da maré. A espécie *L. laevigatus*, entretanto, foi a única que não sofreu influência da sazonalidade (Tab. 9).

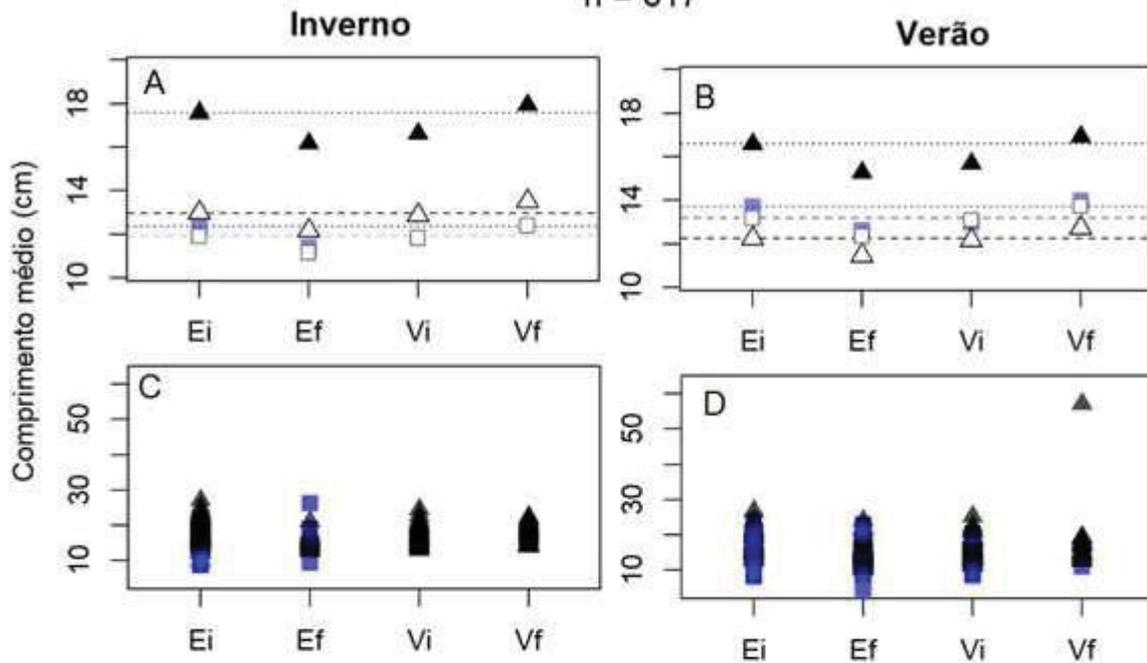
O padrão de resposta em comprimento observado em *S. testudineus* refletiu o padrão observado na assembleia, em todos os momentos amostrados, independente da profundidade e sazonalidade. A não obtenção de espécimes nos momentos Vi e Vf, durante o inverno, impossibilitou a comparação com o padrão observado para a assembleia (Fig.8), porém, entre os momentos possíveis de análise (Ei e Ef) a resposta da espécie também refletiu o observado para a assembleia (Fig.8).

Para as espécies *C.arenaceus* e *L. laevigatus*, o único momento que apresentou uma resposta distinta do observado para a assembléia foi o Ef. Entretanto, a obtenção de poucos espécimes de *L. laevigatus* durante o inverno impossibilitou a comparação com o padrão observado para a assembleia (Fig.8),

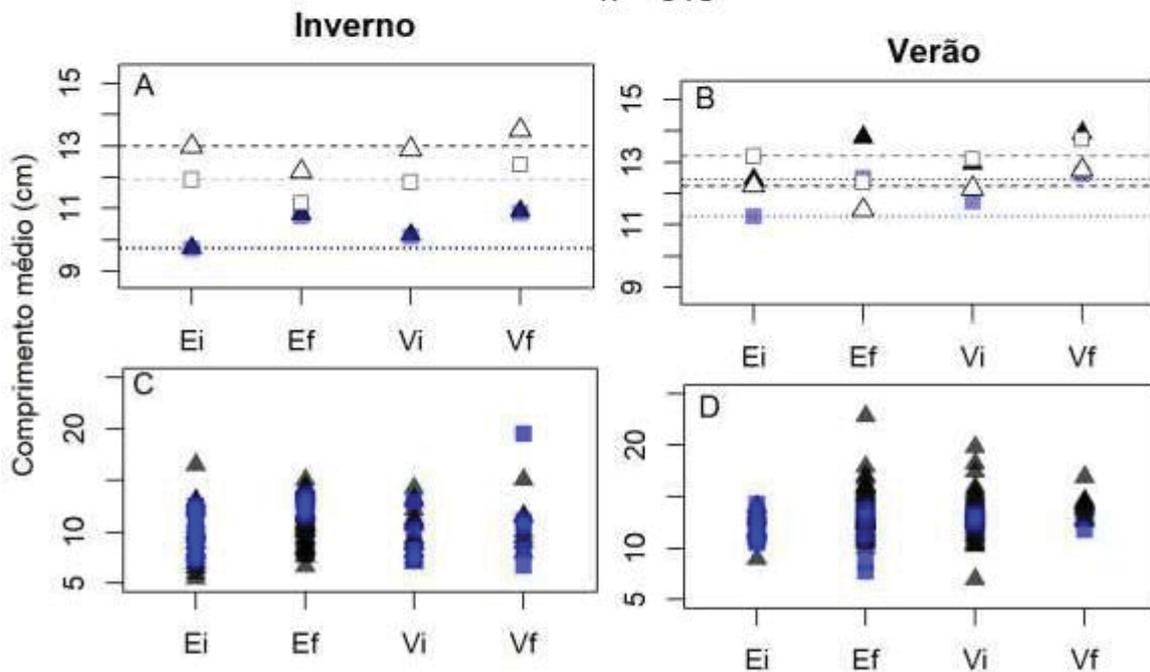
Tabela 9. Resultados da GLM para as espécies *S. testudineus*, *C. arenaceus* e *L. laevigatus*, presentes nos ambientes raso e fundo. Ct se refere ao valor estimado da média da distribuição dos comprimentos totais (cm) com base na interação com o momento Ei (Intercept) no fundo, no inverno, para cada espécie. * = valor de *p* significativo (< 0,05).

Espécie	Momento da Maré	Cp (Estimate)	p
<i>Sphoeroides testudineus</i>	Ei	17,63	>0.001*
	Ef	0,84	>0.001*
	Vi	0,91	0,0002*
	Vf	1	0,9962
	Raso	0,71	>0.001*
	Verão	0,94	0,0117*
	Verão:Raso	1,17	0,0046*
	<i>Citharichthys arenaceus</i>	Ei	9,74
Ef		1,1	0,0003*
Vi		1,04	0,2086
Vf		1,11	0,0096*
Verão		1,28	>0.001*
Raso		0,99	0,8523
Verão:Raso		0,91	0,1147
<i>Lagocephalus laevigatus</i>	Ei	8,29	>0.001*
	Ef	1,26	0,0075*
	Vi	1,1	0,1819
	Vf	1,24	0,0247*
	Verão	1,02	0,859
	Raso	1,43	0,0546
Verão:Raso	1,04	0,8211	

Sphoeroides testudineus
n = 617



Citharichthys arenaceus
n = 313



Lagocephalus laevigatus

n = 38

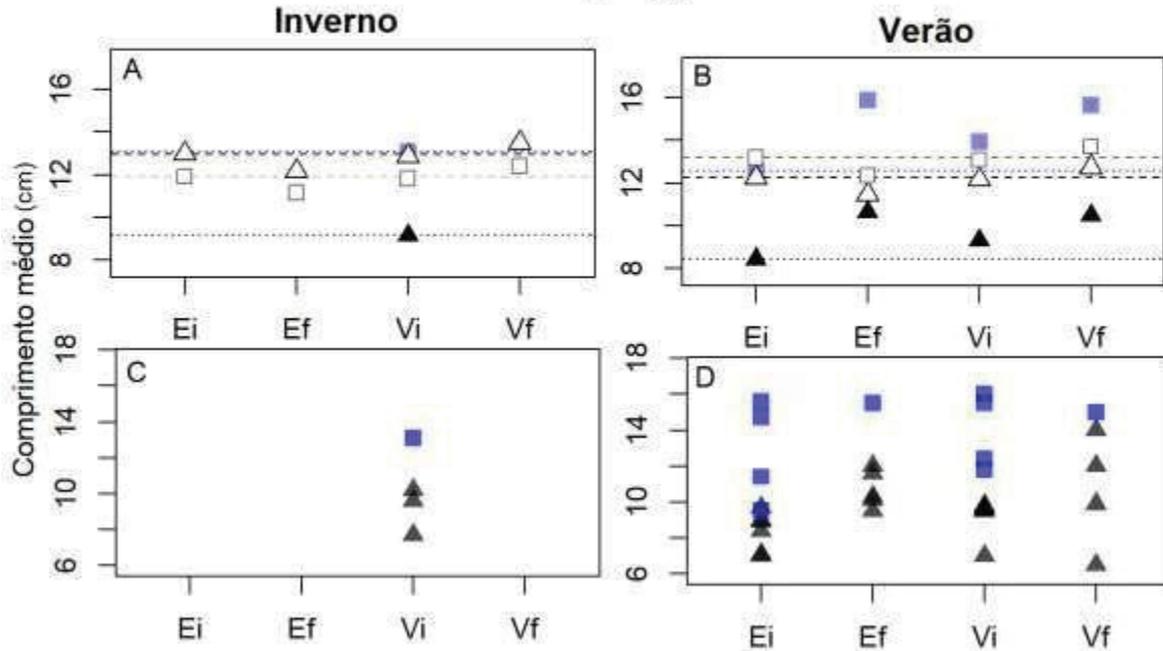


Figura 8. Relação do comprimento total médio da assembleia de peixes com o comprimento total médio das espécies *S. testudineus*, *C. arenaceus* e *L. laevigatus*, amostradas sazonalmente para os ambientes raso e fundo, em cada momento de maré. Para cada espécie, os gráficos A e B apresentam as médias de comprimento total (cm) em cada momento da maré, no inverno e verão, respectivamente. Δ = a média do comprimento total da assembleia no ambiente fundo, \square = a média do comprimento total da assembleia no ambiente raso, \blacktriangle = a média dos comprimentos totais da espécie analisada no fundo e \blacksquare = a média dos comprimentos totais da espécie analisada no ambiente raso. Os gráficos C e D demonstram a dispersão dos comprimentos totais dos exemplares, para cada espécie, analisados sazonalmente. Ei = início da enchente, Ef = final da enchente, Vi = início da vazante e Vf = final da vazante.

DISCUSSÃO

O total de 95 taxa amostrado no estuário analisado corrobora com a alta riqueza específica registrada na literatura (Vilar *et al.*, 2011), ressaltando a importância deste ambiente como área prioritária de conservação para a manutenção da diversidade de peixes (Vilar, C. *et al.* 2011) e para ser utilizado como modelo na verificação da influência da maré sobre a ictiofauna estuarina.

Apesar da alta riqueza específica, foi verificada neste estudo a dominância por poucas espécies, sendo esta uma característica comum em ambientes estuarinos (Cabral *et al.* 2001; Akin *et al.* 2005; Maes *et al.* 2005; Elliott *et al.* 2007,

Selleslagh, *et al.* 2009). As três espécies mais representativas em número, neste estudo, foram *C. spixii*, *S. brasiliensis* e *S. rastrifer*, consideradas comuns em ambientes estuarinos no sul do Brasil (Barletta, 1999; Godefroid *et al.* 2004; Barletta *et al.* 2008) e ainda, corroborando os resultados obtidos em outros estudos no mesmo estuário (Vilar *et al.*, 2011; Cremer *et al.* 2006).

Os resultados obtidos na composição da comunidade em relação às diferenças sazonais, com variação significativa na composição e maior abundância no verão, foram também registrados na literatura (Hagan & Able, 2003; Cremer *et al.*, 2006). A variação sazonal deve-se ao uso do estuário por espécies migradoras, as quais influenciam sazonalmente na estruturação da assembleia de peixes. Ainda, a variação sazonal se relaciona com o ciclo de vida das espécies presentes, refletindo na utilização do habitat e, se relacionando com os processos de forrageio, reprodução e migração (Potter *et al.* 1986; Thiel & Potter, 2001; Methven *et al.* 2001; Cardoso *et al.* 2011; Kellnreitner *et al.* 2012).

A maioria dos estudos realizados para investigar a influência da maré na ictiofauna utilizaram somente dois momentos de maré, enchente e vazante, e preferencialmente, foram analisados os ambientes rasos. Assim, os resultados apresentados no nosso estudo são mais detalhados por analisar quatro momentos da maré em diferentes profundidades.

Apesar de não ter apresentado influência na riqueza específica ou na composição da assembleia, o ciclo de maré apresentou relação com o comprimento médio total dos espécimes coletados. A resposta em comprimento médio da assembleia observado neste estudo mostrou influência da interação entre profundidade e sazonalidade, onde o observado para o inverno foram maiores comprimentos dos espécimes capturados no fundo, enquanto no verão ocorreu a captura de maiores exemplares no raso, independente do momento da maré. Essa variação do maior comprimento médio de captura entre profundidades divergiu do esperado para profundidades rasas em ambientes estuarinos (Vance *et al.* 1996; Whitfield, 2017), onde é mais comum a presença de indivíduos menores no raso do que em áreas profundas, padrão atribuído principalmente com a vulnerabilidade desses indivíduos à predação em áreas mais profundas (Vance *et al.* 1996). De acordo com Cardoso *et al.* (2011) e Kellnreitner *et al.* (2012) o registro de exemplares maiores na área raso durante o verão, registrado neste estudo, pode estar relacionado com as diferenças sazonais na composição da assembleia, tendo

sido influenciada dentre outros fatores, pela presença de espécies migradoras influenciando a estruturação da assembleia de peixes local.

O comprimento médio total da assembleia variou entre os diferentes momentos do ciclo de maré, entretanto, o mesmo padrão de variação foi mantido para as diferentes estações e profundidades. O padrão de variação observado do comprimento médio dos espécimes em ambientes rasos foi distinto dos registros encontrados na literatura. Em estudos que analisaram somente os momentos de cheia e enchente, indivíduos de maiores comprimentos foram capturados na enchente e os de menores comprimentos na vazante (Ross *et al.* 1987; Rangely & Kramer, 1995; Gibson *et al.* 1996; Godefroid *et al.* 2003). O estudo realizado por Reis-Filho *et al.* (2016) registrou maiores indivíduos capturados no final da enchente e no início da vazante. Kneib & Wagner (1994) relacionam a resposta em comprimento ao ciclo de maré em ambientes rasos com a distância a ser percorrida e com o tamanho do espécime, onde indivíduos maiores se deslocam com maior eficiência e rapidez do que os indivíduos menores. Portanto, indivíduos maiores alcançariam a área inundada pelo aumento da maré, antes que os indivíduos menores (Kneib & Wagner, 1994), justificando o maior tamanho de captura encontrado durante a enchente. A diferença observada nos momentos de maré em relação ao comprimento dos espécimes, nos vários estudos, pode ser um reflexo das diferenças entre metodologias utilizadas (Ellis & Bell, 2008), das diferentes profundidades analisadas e ainda da geomorfologia do ambiente estudado.

A maioria das espécies analisadas separadamente neste estudo, quanto a influência da maré em relação ao comprimento, apresentaram um padrão de variação diferente daquele obtido para a assembleia de peixes, diferindo em pelo menos um momento de maré. Nosso resultado corrobora que espécies diferentes tendem a responder de maneira distinta ao ciclo de maré (Gibson, 2003; Kneib & Wagner, 1994), principalmente, devido a capacidades locomotivas distintas e preferências por profundidades diferentes (Gibson, 2003).

O padrão de resposta em comprimento médio para a assembleia, observados em ambientes rasos (< 2m), são atribuídos pela busca por recursos (como abrigo e alimento), que se tornam momentaneamente disponíveis com o aumento do nível de água, decorrente da maré enchente (Kneib & Wagner, 1994; Godefroid *et al.* 2003; Krumme *et al.* 2004). Entretanto, o mesmo padrão foi observado em ambientes

profundos (de 4 a 12m), o que sugere que a resposta não se relaciona apenas ao uso imediato e pontual dos recursos da zona entre-marés.

O fato do padrão ter se mantido o mesmo em diferentes profundidades (e sazonalidades) sugere que os mesmos processos possam estar atuando no comportamento de resposta em comprimento observado nos peixes. Tendo em vista que muitos dos recursos da zona entre-marés são transportados para outras áreas e profundidades do estuário com o fluxo decorrente da maré (Siegle, *et al.* 2009), é possível que hábitos alimentares e forrageio tenham maior importância na resposta em comprimento da assembleia do que, por exemplo, a busca de abrigo por indivíduos menores.

Conclusão

Dentro das características de maré do estuário estudado (regime semi-diurno de micro-marés), e sob influência da maré de sizígia, o ciclo de maré não influenciou na riqueza específica ou na composição da assembleia, mesmo quando analisado em diferentes profundidades ou estações.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que o comprimento de captura da assembleia sofre influência do ciclo de maré, tendo respondido a cada momento de forma distinta, com a diminuição no comprimento médio do início ao final da enchente, seguido por um aumento no comprimento médio no início da vazante, se acentuando no final da vazante. Posteriormente, ocorre uma redução do comprimento no início do ciclo de maré seguinte. O padrão de variação de comprimento ao longo dos distintos momentos do ciclo de maré, observado para a assembleia, difere quando comparado com o padrão individual das espécies.

Os resultados apresentados contribuem para um melhor entendimento da influência do ciclo de maré na reestruturação da assembleia de peixes estuarinos, relacionando assim a dinâmica da assembleia com a hidrodinâmica local.

REFERÊNCIAS

AKIN, S., BUHAN, E., WINEMILLER, K.O., YILMAZ, H. Fish assemblage structure of Koycegiz lagoon-estuary, Turkey: spatial and temporal distribution patterns in relation to environmental variation. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, v.64, p.671-684, 2005.

ANDERSON, M.J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, v.26, p.32-46, 2001.

BARLETTA, M. Seasonal changes of density, biomass and species composition of fishes in different habitats of the Caeté estuary (Northern Brazilian coast - east Amazon). *Zentrum für Marine Tropenökologie - ZMT*, v.7, p.115, 1999.

BARLETTA, M., AMARAL, C.S., CORRÊA, M.F.M., GUEBERT, F., DANTAS, D.V., LORENZI, L. & SAINT-PAUL, U. Factors affecting seasonal variations in demersal fish assemblages at an ecocline a tropical-subtropical estuary. **Jour. Fish. Biol.** v.73, p.1314-1336, 2008.

BRAUWERE, A., BRYE, B., BLAISE, S., DELEERSNIJDER, E. Residence time, exposure time and connectivity in the Scheldt Estuary. **Journal of Marine Systems**, v.84, p.85-95, 2011.

CABRAL, H., COSTA, M.J. Abundance, feeding ecology and growth of 0-group sea bass, *Dicentrarchus labrax*, within the nursery areas of the Tagus estuary. **Journal of Marine Biological Association of the UK** v.81, p.679-682, 2001.

CARDOSO, I., FRANÇA, S., PESSANHA PAIS, M., HENRIQUES, S., CANCELA DA FONSECA, L., CABRAL, H. Fish assemblages of small estuaries of the Portuguese coast: A functional Approach- **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 93, p.40-46, 2011.

CATTRIJSE, A., MAKAWAIA, E.S., DANKWA, H.R.M. HAMERLYNCK, O. &

HEMMINGA, M.A. Nekton communities of an intertidal creek of a European estuarine backish marsh. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, Oldendorf, v. 109, p.195-208, 1994.

CORDELL. The Lunar-Tide Fishing Cycle in Northeastern Brazil. **Ethnology**, Vol. 13, No. 4, p. 379-392, 1974.

CREMER, M.J., MORALES, P.R.D. & OLIVEIRA, T.M.N. de (orgs.). Diagnóstico ambiental da Baía da Babitonga. Editora UNIVILLE, Joinville. 256p, 2006.

DAY, J.W., HALL, C.A.S., KEMP, W.M. & YANEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. John Wiley & Sons, Inc., (eds). New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, p.558, 1989.

DHN. Diretoria De Hidrografia e Navegação Tábua das marés – Porto de São Francisco do Sul/SC. Banco nacional de dados oceanográficos. Disponível em: <http://www.mar.mil.br>. Acesso em: 14/02/2019.

DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecol. Monogr.**, v.67, ed.3, p.345-366, 1997.

EDGAR, G.J. & SHAW, C. The production and trophic ecology of shallow-water fish assemblages in southern Australia III: General relationships between sediments, seagrasses, invertebrates and fishes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v.194, p.107-131. 1995.

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

ELLIS WL & BELL SS. Tidal influence on a fringing mangrove intertidal fish community as observed by in situ video recording: implication for studies of tidally migrating nekton. **Mar Prog Ecol Ser** v.370:207–219, 2008.

FIGUEIREDO, I.L. & MENEZES, N.A. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei. São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, 1980.

FIGUEIREDO, I.L. & MENEZES, N.A. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. VI. Teleostei. São Paulo, Museu de Zoologia, Univ. São Paulo, 2000.

FIGUEIREDO, I.L. & MENEZES, N.A. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. 11. Teleostei. São Paulo, Museu de Zoologia, Univ. São Paulo, 1978.

GIBSON, R.N. Go with the flow: tidal migration in marine animals. In: Jones MB et al. (eds) Migrations and dispersal of marine organisms. Proceedings of the 37th European Marine Biology Symposium held in Reykjavik, Iceland, 5-9 August 2002, **Hydrobiologia**, v.503: p.153-161, 2003.

GIBSON, R.N.; ROBB, L.; BURROWS, M.T.; ANSELL, A.D. Tidal, diel and longer term changes in the distribution of fishes on a Scottish Sandy beach. The **Marine Ecology Progress Series**, v. 130, p.1-17, 1996.

GODEFROID, R.S. ; SPACH, H.L.; CESAR SANTOS; MACLAREN,G. & SCHWARZ JR, R. Mudanças temporais na abundância e diversidade da fauna de peixes do infralitoral raso de uma praia, sul do Brasil Iheringia, **Sér. Zool.**, Porto Alegre, v.94, p.95-104, 2004

GODEFROID, R.S., SPACH,H.L., SCHWARZ Jr., R., QUEIROZ,G., OLIVEIRA NETO.,J. Efeito da lua e da maré na captura de peixes em uma planície de maré da baía de paranaguá, Paraná, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.29, p.47-55, 2003.

GOWER, J.C. Some distance properties of latent root and vector methods used in multivariate analysis. **Biometrika** v.53, p.325-338, 1966.

HAGAN, S.M. & ABLE, K.W. Seasonal changes of the pelagic fish assemblage in a temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 56, Issue 1, p.15-29, 2003.

IBAMA. Proteção e controle de ecossistemas costeiros - Manguezal da Baía da Babitonga, Coleção Meio Ambiente, Série Estudos da Pesca nº 25. Editora do IBAMA. Brasília (DF), 1998.

KELLNREITNER, F., POCKBERGER,M., ASMUS,H. Seasonal variation of assemblage and feeding guild structure of fish species in a boreal tidal basin. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 108, p.97-108, 2012.

KNEIB, R.T. & WAGNER, S.L. Nekton use of vegetated marsh habitats at different stages of tidal inundation. **Marine Ecology Progress Series**, v. 106, n. 3 p. 227-238, 1994.

KRUMME U., LIANG T.H. Tidal induced changes in a copepod dominated zooplankton community in a macrotidal mangrove channel in northern Brazil. **Zool. Stud.** v.43, ed.2, p.405-415, 2004.

MAES, J., STEVENS, M., OLLEVIER, F. The composition and community structure of the ichthyofauna of the upper Scheldt estuary: synthesis of a 10-year data collection (1991–2001). **Journal of Applied Ichthyology** v.21, p.86-93, 2005.

MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4), São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, p.105,1985.

MENEZES, N.A. & FIGUEIREDO, J.L. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). São Paulo, Museu de Zoologia da Universidade de São

Paulo, p.96, 1980.

METHVEN D.A., HAEDRICH R.L., ROSE G.A. The fish assemblage of a newfoundland estuary: diel, monthly and annual variation. **Est Coast Shelf Science**, v. 52, p.669-687, 2001.

MORRISON, M.A., FRANCIS, M.P., HARTILL, B.W., PARKINSON, D.M. Diurnal and Tidal Variation in the Abundance of the Fish Fauna of a Temperate Tidal Mudflat. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, p.793-807, 2002.

PEEL, C.M., FINLAYSON & MCMAHON, T.A. Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633-1644, 2007.

POTTER, I.C., CLARIDGE, P.N., WARWICK, R.M. Consistency of seasonal changes in an estuarine fish assemblage. **Marine Ecology Progress Series**. v. 32, n. 2/3 p. 217-228, 1986.

RANGELEY, R.W. & KRAMER, D.L. Tidal effects on habitat selection and aggregation by juvenile pollock *Pollachius virens* in the rocky intertidal zone. **Marine ecology progress Series**, v.126, p.19-29, 1995.

REIS-FILHO, J.A., BARROS, F., NUNES, J.A. Moon and tide effects on fish capture in a tropical tidal flat. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.91, ed.3, p.735-743, 2011.

REIS-FILHO, J.A., GIARRIZZO, T. & BARROS, F. Tidal migration and cross-habitat movements of fish assemblage within a mangrove ecotone, **Marine Biology**, v.163:111, 2016.

RIBEIRO, J., BENTES, L., COELHO, CONÇALVES, J.M.S., LINO, P.G.M

ONTEIRO, P., ERZINI, K. Seasonal, tidal and diurnal changes in fish assemblages in the Ria Formosa lagoon (Portugal). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v.67, p.461-474, 2006.

ROSS, S.T., MCMICHAEL, R.H., RUPLE, D.L. Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a Gulf of Mexico surf zone. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 25, n. 4, p.391-412, 1987.

ROZAS, L.P. & ODUM, W.E. Occupation of submerged aquatic vegetation by fishes: testing the roles of food and refuge. **Oecologia**, v.77, Issue 1, p.101-106, 1988.

SELLESLAGH, J., AMARA, R., LAFFARGUE, P., LESOURD, S., LEPAGE, M., GIRARDIN, M. Fish composition and assemblage structure in three Eastern English Channel macrotidal estuaries: a comparison with other French estuaries. **Estuarine, Coastal Shelf Sci.**, v. 81, n. 2, p. 149-159, 2009.

SIEGLE, E., SCHETTINI, C.A.F., KLEIN, A.H.F., TOLDO, E.E. Hydrodynamics and suspended sediment transport in the Camboriú estuary – Brasil: Pre Jetty Conditions. **Brazilian Journal Oceanography**, v.57, ed.2, pg. 123-135, 2009.

SMITH, T.M. & HINDELL, J.S. Assessing effects of diel period, gear selectivity and predation on patterns of microhabitat use by fish in a mangrove dominated system in SE Australia. **Mar Ecol Prog Ser**, v.294, p. 257-270, 2005.

TAKEMURA, A., RAHMAN, M.S., NAKAMURA, S., PARK, Y.J., TAKANO, K. Lunar cycles and reproductive activity in reef fishes with particular attention to rabbitfishes. **Fish and Fisheries**, v.5, n.4, p.317-328, 2004.

TAKEMURA, A., RAHMAN, M.S., PARK, Y.J. External and internal controls of lunar-related reproductive rhythms in fishes. **Special Issue: Reproductive Physiology of Fishes**, v.76, p.7-26, 2010.

THIEL, R. & POTTER, I.C. The ichthyofauna of the Elbe Estuary: an analysis in space and time. **Marine Biology**, v.138, p.603–616, 2001.

VANCE, D.J., HAYWOOD, M.D.E., HEALES, D.S., KENYON, R.A., LONERAGAN, N.R., PENDREY, R.C. How far do prawns and fish move into mangroves? Distribution of juvenile banana prawns *Penaeus merguensis* and fish in a tropical mangrove forest in northern Australia. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v.131, p.115-124, 1996.

VIEIRA, J.P. & MUSICK, J.A. Fish fauna composition in warm-temperate and tropical estuaries of western Atlantic. **Revista Atlântica**, Rio Grande. v. 16, p.31-53, 1994.

VILAR, C., SPACH, H.L., SANTOS, L.O. Fish fauna of Baía da Babitonga (southern Brazil), with remarks on species abundance, ontogenic stage and conservation. **Zootaxa**, v.2734, p.40-52, 2011.

WATSON, J.W., EPPERLY, S.P., SHAH, A.K., FOSTER, D.G. Fishing methods to reduce sea turtle mortality associated with pelagic longlines. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, v.62, p.965- 981, 2005.

WHITFIELD, A.K. The role of seagrass meadows, mangrove forests, salt marshes and reed beds as nursery areas and food sources for fishes in estuaries. **Rev Fish Biol Fisheries** v.27, p.75–110, 2017.

WOLANSKI, E., BOORMAN, L.A., CHICHARO, L., LANGLOIS-SALIOU, E., LARA, R., PLATER, A.J., UNCLES, R.J., ZALEWSKI, M. Ecohydrology as a new tool for sustainable management of estuaries and coastal waters. **Wetlands Management and Ecology** v.12, p.235-276, 2004.