



UFRJ



JUAN JORGE GOMES DE SALES

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO SIRI-CANDEIA *Achelous spinimanus*
(LATREILLE, 1819) NA BAÍA DE GUANABARA, RIO DE JANEIRO, EM UM
PERÍODO DE OITO ANOS (2011 - 2018)**

Rio de Janeiro

2022

JUAN JORGE GOMES DE SALES

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO SIRI-CANDEIA *Achelous spinimanus*
(LATREILLE, 1819) NA BAÍA DE GUANABARA, RIO DE JANEIRO, EM UM
PERÍODO DE OITO ANOS (2011 - 2018)**

Monografia apresentada ao Departamento de
Biologia Marinha como requisito para a
obtenção do Diploma de Bacharel em Ciências
Biológicas - Biologia Marinha – Instituto de
Biologia - UFRJ

Trabalho realizado no Laboratório de
Benthos, Departamento de Biologia
Marinha, Instituto de biologia, UFRJ

Orientadora:

Prof.^a. Helena Passeri Lavrado

Sales, Juan Jorge Gomes de

Estrutura populacional do siri-candeia *Achelous spinimanus* (Latreille 1819) (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, em um período de oito anos (2011-2018) / Juan Jorge Gomes de Sales. – Rio de Janeiro: UFRJ / Instituto de Biologia, 2022.

xii, 42 f.: il.; 30 cm.

Orientadora: Helena Passeri Lavrado

Monografia (bacharelado) – UFRJ/Instituto de Biologia, 2022.

Referências bibliográficas: f. 36 - 42

1. Baía. 2. Baía de Guanabara. 3. Estuário. 4. Brachyura. 5. Estrutura populacional. 6. *Achelous spinimanus*. 7. Biologia Marinha. I. Lavrado, Helena Passeri. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia. III. Título.

Lista de Figuras

Figura 1 - Indivíduo da espécie <i>Achelous spinimanus</i> . Escala: 10 cm (Foto: Rafael B. Moura)	2
Figura 2 - Áreas de coleta na Baía de Guanabara, RJ.....	6
Figura 3 - Embarcação de pesca, traineira "Dona Dulce"	8
Figura 4 - <i>Achelous spinimanus</i> . Vista dorsal, indicando medida de Largura da Carapaça sem espinho	10
Figura 5 - Médias anuais (\pm erro padrão) da pluviosidade (mm) para a Ilha do Governador, Rio de Janeiro.	12
Figura 6 - Médias anuais (\pm erro padrão) da temperatura de fundo para o Canal Central e o Fundão, na Baía de Guanabara.....	13
Figura 7 - Médias anuais (\pm erro padrão) da salinidade de fundo para o Canal Central e o Fundão, na Baía de Guanabara	14
Figura 8 - Médias anuais (\pm erro padrão) da CPUE (número de indivíduos por 30 min. Arrasto) na Baía de Guanabara, entre 2011 e 2018.....	16
Figura 9 - Variação temporal e espacial da CPUE (Indivíduos/30 minutos de arrasto) em log (\pm erro padrão)) por períodos do ano, de <i>Achelous spinimanus</i> durante oito anos, no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara	17
Figura 10 - Valores médios de CPUE em log (\pm erro padrão) de machos e fêmeas de <i>Achelous spinimanus</i> ao longo de oito anos por período no Canal Central, Baía de Guanabara	18
Figura 11 - Valores médios de CPUE em log (\pm erro padrão) de machos e fêmeas de <i>Achelous spinimanus</i> ao longo de oito anos por período no Fundão Baía de Guanabara	18
Figura 12 - Porcentagem de fêmeasovígeras em relação ao total de fêmeas de <i>Achelous spinimanus</i> na Baía de Guanabara, em oito anos.....	20
Figura 13 - Proporção do total de adultos da espécie <i>Achelous spinimanus</i> em oito anos no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara	21
Figura 14 - Proporção do totalde juvenis da espécie <i>Achelous spinimanus</i> em oito anos no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara	21
Figura 15 - Porcentagem de juvenis da espécie <i>Achelous spinimanus</i> em oito anos na Baía de Guanabara	22

Figura 16 - Distribuição de frequência das classes de tamanho de indivíduos da espécie <i>Achelous spinimanus</i> em oito anos no Canal Central, na Baía de Guanabara	23
Figura 17 - Distribuição de frequência das classes de tamanho da espécie <i>Achelous spinimanus</i> em oito anos no Fundão, na Baía de Guanabara	23
Figura 18 - Largura da carapaça (LC) média (\pm erro padrão) entre os sexos da espécie <i>Achelous spinimanus</i> em oito anos no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara	24
Figura 19 - Peso médio (\pm erro padrão) de indivíduos de <i>Achelous spinimanus</i> em dois locais, na Baía de Guanabara	25
Figura 20 - Variação temporal no tamanho médio (\pm erro padrão) de machos e fêmeas da espécie <i>Achelous spinimanus</i> no Canal Central, na Baía de Guanabara	26
Figura 21 - Variação temporal no tamanho médio (\pm erro padrão) de machos e fêmeas da espécie <i>Achelous spinimanus</i> no Fundão, na Baía de Guanabara	26
Figura 22 - Relação do peso (g) com a largura da carapaça (mm) em machos da espécie <i>Achelous spinimanus</i> na Baía de Guanabara	27
Figura 23 - Relação do peso (g) com a largura da carapaça (mm) em fêmeas da espécie <i>Achelous spinimanus</i> na Baía de Guanabara	27

Lista de tabelas

Tabela 1 - Estatística descritiva dos dados ambientais obtidos em campo e <i>test-t</i> entre o Canal Central e o Fundão, na Baía de Guanabara, em oito anos (2011-2018)	12
Tabela 2 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x anos) dos valores de temperatura da água de fundo na Baía de Guanabara SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média.....	13
Tabela 3 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x anos) dos valores de salinidade da água de fundo na Baía de Guanabara. SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média	14
Tabela 4 - Total e média (\pm desvio padrão) de indivíduos por sexo e estágio de desenvolvimento no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara, em oito anos (2011-2018)	15
Tabela 5 - ANOVA hierárquica da abundância de <i>Achelous spinimanus</i> aninhado aos períodos seco ou chuvoso, na Baía de Guanabara	17
Tabela 6 - Razão sexual de <i>Achelous spinimanus</i> entre os anos de estudo e estágio de desenvolvimento, na Baía de Guanabara. Valores de qui-quadrado em negrito são estatisticamente significativos ($p < 0,05$)	19
Tabela 7 - - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x sexo) dos valores da largura da carapaça (LC), em milímetros, de <i>A. spinimanus</i> , na Baía de Guanabara	24
Tabela 8 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x sexo) dos valores de peso (g) de <i>A. spinimanus</i> , na Baía de Guanabara.....	25
Tabela 9 - Resultado da regressão múltipla entre a abundância e os dados ambientais do Canal Central e do Fundão, na Baía de Guanabara	28
Tabela 10 - Comparação de parâmetros populacionais de <i>Achelous spinimanus</i> ao longo da costa sudeste-sul brasileira	34

Sumário

Resumo	xi
Abstract	xii
1. Introdução	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Material e métodos	4
3.1. Área de estudo.....	4
3.2. Amostragem.....	7
3.3. Laboratório	9
4. Análise de dados	9
5. Resultados	11
5.1. Dados ambientais	11
5.2. Dados biológicos.....	14
5.2.1. Abundância total.....	14
5.2.2. Razão Sexual	18
5.2.3. Estágio de desenvolvimento.....	20
5.3. Relação da abundância com as variáveis ambientais.....	27
6. Discussão	28
7. Conclusões	35
8. Referências	35

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar, aos meus pais, João Sales e Rosana Talhas por toda força, amparo e base que me proporcionaram durante meu sonho e minha jornada na graduação, sem deixar faltar nada, mesmo que com dificuldades.

À minha avó Maria Augusta T. Gomes, com somente ensino fundamental, por acreditar na educação e me incentivar a ir tão longe. Ao meu tio Marcus Vinicius por me levar pela primeira vez em uma biblioteca, aos 5 anos. Ao meu falecido avô Alvacir Gomes, por toda sua vida e história.

À toda minha família, em especial aos que me deram mais apoio durante a trajetória, minha tia Janice Trigo, Viviane Tavares e Glória Talhas, meu tio Robson França, à minha prima Isadora Talhas e meu primo Rafael.

Aos meus amigos da EPSJV e da vida, Adriana Oliveira, Murillo Henrique e Suzanne Cristinne que comemoraram juntos meu ingresso na faculdade e permanecem comigo até hoje, em especial a Rafaela Barbosa por eu sempre poder contar e estar ali nos momentos mais difíceis e Letícia Guariento, por desde 2012 temos essa conexão inexplicável e que me ajuda e fortalece a continuar qualquer obstáculo da minha vida. E aos que encheram minha caminhada com risadas, carinho, festas, experiências e o mais importante, de vida: Angelina Caruso, Melissa Vieira, Ingrid Diniz, Giovana Pezella, Fernanda Faria, Marina Pellegrini, Sophia Melo, Raphaella Argolo, Gabriela Brito, Rhuan Paulo Figueiredo, Mariane de Souza, Manuela Amaral, Junior Reis (Eli), Clara Freire, Gabrielle Celina. Especialmente agradeço a Samara Kister, Alana Passareli, Gustavo Sant'Anna e Rafael Castro, por todo companheirismo e a Bárbara Pickler, pelos desesperos, pelas horas difíceis, pela perseverança e pelas vitórias que vieram e virão. Sem vocês essa caminhada seria muito mais difícil. Foram anos de muitas trocas e de muito amor. Em forma de agradecimento deixo meu sentimento eternizado neste trabalho.

Às minhas duas turmas 2016.2 e 2018.1, por toda amizade e a todos que do Centro Acadêmico de Biologia que tive conexão, me fizeram crescer absurdamente como ser humano e biólogo.

Aos meus amigos que a vida me deu ao longo desses 5 anos, Rodrigo Ferreira, Carlos Eduardo, Roberto, Daniel Amorim, David Andrews e Tales do Couto,

momentos de diversão e descontração da faculdade com vocês foram importantíssimos, além do grande apoio por parte de todos.

E em especial agradeço imensamente à minha orientadora Helena Passeri Lavrado pela oportunidade em ser seu estagiário, por confiar e me fazer um profissional responsável, tendo também grande parcela em meu crescimento pessoal. Entrei no laboratório sem saber mexer no Excel e hoje saio importando dados do Excel e testando estatisticamente em programas complicados.

A todos do Laboratório de Benthos e ex-Benthos, aqueles que juntos realizamos saídas de campo memoráveis para a coleta de material: Arthur Torres, Mariana Menezes, Camila Puga e principalmente Jerônimo e aos pescadores Adilson e Paulinho. Aos grandes aprendizados no laboratório com Maria Cecilia Moraes, Rafael Moura, Wilson, Karina, Luana, Adriana, Thiago Couto, Isabella e Prof^a Andrea Junqueira, podem contar que meu dia a dia no Lab. sempre foram cheios de aprendizados e conhecimentos, em todos os aspectos, e todos contribuíram bastante.

Ao Programa Ecológico de Longa Duração (PELD-Guanabara), financiado pelo CNPq (Programa PELD processos 558083/2009-9, 403809/2012-6, 441373/2016-0; Programa Baías, proc. 441215/2017-3) e FAPERJ (Temáticos proc. 441215/2017-3 e PELD – proc. E-26/111.584/2014) e ao Prof. Jean Louis Valentin, coordenador geral, pela oportunidade de atuar como profissional na área e por garantir a realização deste trabalho. E à UFRJ pela concessão da bolsa de iniciação científica PIBIC/CNPq durante meus três anos no Laboratório de Benthos.

Resumo

Conhecido como siri-candeia, o crustáceo *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) é um dos decápodes pertencente à família Portunidae. Comumente é encontrado em locais com sedimentos mais grossos, a partir da zona entre-marés até 90 metros de profundidade, ao longo do oceano Atlântico Ocidental, indo de Nova Jersey (EUA) ao Rio Grande do Sul, no Brasil. Na costa fluminense, esta espécie também é encontrada na Baía de Guanabara (BG), a qual é um dos sistemas estuarinos mais importantes do estado do Rio de Janeiro e área do presente estudo. O principal objetivo foi acompanhar as variações temporais da população de *A. spinimanus*, na baía ao longo de oito anos, em relação à estrutura de tamanho, razão sexual e recrutamento desta espécie e relacionar essas variações com os principais fatores abióticos (temperatura, salinidade e pluviosidade). Arrastos mensais foram realizados em dois locais da Baía de Guanabara, no Canal Central (CC) e no Fundão (FUN), de janeiro de 2011 até dezembro de 2018. Em cada uma dessas áreas, foram realizados três arrastos, com duração de 30 minutos cada. Os indivíduos foram sexados, medidos (largura de carapaça) e pesados. Ambientalmente, os dois locais se apresentaram diferentes entre si. Foram coletados 4642 indivíduos, sendo 3486 no CC e 1156 no FUN. O CC, local mais profundo (~24m), apresentou maiores salinidades e menores temperaturas de água de fundo, tendo maiores abundâncias em períodos chuvosos, enquanto o FUN (~6m), se caracterizou por maiores temperaturas e menores salinidades de água de fundo, tendo mais indivíduos em períodos secos. As fêmeas predominaram no CC (2F:1M), enquanto houve desvio para os machos no FUN (0,7F:M), houve um aumento na proporção de fêmeas em relação a machos na baía ao longo do tempo, principalmente em 2016, em função do grande número de fêmeas ovíferas no canal (4F:1M). Os juvenis apareceram com maior abundância no FUN quando comparado ao CC, ocorrendo, na maioria das vezes, nos períodos secos. Indivíduos do CC foram maiores e mais pesados que os do FUN, sendo que os machos foram ligeiramente maiores que as fêmeas em ambos os locais. Houve também aumento nas densidades populacionais dessa espécie em relação à década passada sinalizando uma mudança temporal na baía que deve ser melhor investigada. Os resultados nos mostraram uma sazonalidade marcante deste siri na baía, devido ao seu ciclo de vida, onde maiores abundâncias de adultos em fase reprodutiva ocorrem em períodos chuvosos no Canal Central e o recrutamento ocorre em maior intensidade no período seco subsequente em áreas mais rasas. corroborando com outros estudos para a costa sudeste. Além disso, a pluviosidade e eventos como *El Niño* podem estar relacionados às variações interanuais encontradas.

Abstract

Known as “siri-candeia”, the crustacean *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) is one of the decapods belonging to the Portunidae family. It is commonly found in places with coarser sediments, from the intertidal zone down to 90 meters deep, along the Western Atlantic Ocean, from New Jersey (USA) to Rio Grande do Sul, Brazil. On the coast of Rio de Janeiro, this species is also found in Guanabara Bay (BG), which is one of the most important estuarine systems in the state and the area of the present study. The main objective was to monitor the temporal variations of the *A. spinimanus* population in the bay over eight years, in relation to the size structure, sex ratio and recruitment of this species and relating these changes with the main abiotic factors (temperature, salinity and rainfall). Monthly trawls were carried out in two locations in Guanabara Bay, in the Central Channel (CC) and Fundão (FUN), from January 2011 to December 2018. In each of these areas, three trawls were performed, lasting 30 minutes each. The individuals were sexed, measured (carapace width) and weighed. Environmentally, the two sites were different from each other. A total of 4,642 individuals were collected, 3,486 in CC and 1,156 in FUN. The CC, a deeper site (~24 m deep), showed higher salinities and lower bottom water temperatures, with higher abundances in rainy periods, while FUN site (~6m deep) was characterized by higher temperatures and lower bottom water salinities, having more individuals in dry periods. The females predominated in CC (2F:1M), while there was deviation for males in FUN (0.7F:M). There was an increase in the proportion of females in relation to males in the bay over time, mainly in 2016, due to the large number of ovigerous females in the CC (4F:1M). The juveniles appeared with greater abundance in FUN when compared to the CC, occurring, in most cases, in the dry periods. Individuals from CC site were larger and heavier than those caught at FUN site, and the males were slightly larger than the females in both sites. There was also an increase in the amount of this species compared to the past decade signaling a temporal change in the bay that should be better investigated. The results show us a marked seasonality of this swimming crab in the bay, due to its life cycle, where higher abundances of adults in reproductive phase occur in rainy periods in the Central Channel and recruitment occurs in greater intensity in the subsequent dry period in shallower areas. corroborating other studies for the southeast coast. In addition, rainfall and events such as *El Niño* may be related to the interannual variations found.

1. Introdução

Os crustáceos bentônicos destacam-se por sua grande diversidade morfológica (Martin & Davis, 2001), sendo amplamente distribuídos e abundantes nos oceanos (Serejo *et al.*, 2006), e possuem um importante papel biológico e ecológico no ambiente, devido a sua atividade de bioturbação, ressuspensão do sedimento e oxigenando-o, na ciclagem de nutrientes, e também reintroduzindo matéria orgânica na cadeia alimentar, afetando indiretamente a abundância de outras espécies por esses e outros fatores (Ribeiro, 2009, Sturdivant *et al.*, 2012). Além disso, podem ser utilizados como bioindicadores de massas de água para delimitar regiões biogeográficas marinhas (Taisoun, 1973).

Sabe-se que os invertebrados decápodes, presentes no subfilo Crustacea, apresentam um ciclo de vida relativamente complexo, sendo vulneráveis às mudanças físicas e químicas em seu habitat durante seu ciclo de vida (Engel & Thayer, 1998). A infraordem Brachyura, o maior grupo dentro desta ordem, agrupa os crustáceos como os caranguejos e siris e exibe uma grande variação de tamanho, indo de poucos milímetros a formas gigantes, atingindo até 4 metros de envergadura (ex.: caranguejo-aranha japonês, Serejo *et al.*, 2007). Dentre esses animais, a família Portunidae possui 21 espécies registradas no Brasil, denominadas vulgarmente de siris, e que são facilmente caracterizadas pelo dactilo da quinta pata achatada dorso ventralmente, modificada para natação (Pinheiro *et al.*, 2016). São considerados ecologicamente importantes e constituem uma fonte de alimento em grande parte das águas costeiras e estuarinas (Mantelatto & Fransozo, 1999).

Conhecido como siri-candeia, o crustáceo *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) é um dos decápodes desta família (Figura 1). Esta espécie é comumente encontrada em locais com sedimentos mais grossos, como areia e cascalho conchífero. Anteriormente denominado *Portunus spinimanus* Latreille, 1819, sua filogenia sofreu alteração baseada em um estudo molecular de Mantelatto e colaboradores (2009).



Figura 1 - Indivíduo da espécie *Achelous spinimanus*. Escala: 10 cm (Foto: Rafael B. Moura)

Este portunídeo tem sua distribuição em águas salobras de canais e baías, e não tolera baixas concentrações de oxigênio dissolvido na água (Lavrado *et al.*, 2000, Pinheiro *et al.*, 2016). É também encontrado a partir da zona entre-marés até 90 metros de profundidade, ao longo do oceano Atlântico Ocidental, indo de Nova Jersey (EUA) ao Rio Grande do Sul, no Brasil (Melo, 1996). Na costa brasileira, esta espécie é encontrada também na Baía de Guanabara (Lavrado *et al.*, 2000; Lavrado & Keunecke, 2012), a qual é um dos sistemas estuarinos mais importantes do estado do Rio de Janeiro e área do presente estudo. Entre os crustáceos decápodes, pelo menos 15 espécies de camarões e siris têm relevância econômica na baía (Lavrado *et al.*, 2018) e muitas delas utilizam a baía para fins de reprodução e recrutamento. (Lavrado *et al.*, 2017, Carvalho, 2018, Torres, 2019, Menezes, 2021).

Achelous spinimanus (Latreille 1819) é considerado um dos siris de maior preferência ao consumo humano devido ao seu tamanho e sabor de sua carne, comparado a outros portunídeos comercializáveis (Santos *et al.*, 1995). Na Baía de Guanabara, a pesca de arrasto direcionada ao camarão é uma das principais atividades pesqueiras locais e uma boa parte da chamada fauna acompanhante ("by-

catch") é constituída por portunídeos, onde muitas vezes são descartados (Garcia, 2022). Esta espécie é uma das mais abundantes na baía, principalmente na região intermediária e na entrada, e há evidências que utiliza este estuário para crescimento e durante o seu período reprodutivo (Lavrado *et al.*, 2000, Rodrigues, 2007, Rodrigues, 2011&Garcia, 2022).

A fim de acompanhar temporalmente a assembleia de crustáceos decápodes demersais, incluindo *A. spinimanus*, o Projeto Ecológico de Longa Duração da Baía de Guanabara (PELD-Guanabara), iniciado em 2011, monitora a estrutura das populações dessas espécies que utilizam a Baía de Guanabara ao longo do tempo, gerando uma série temporal que permita avaliar padrões sazonais e interanuais assim como entender que fatores ambientais podem ser determinantes dessas variações. Com isso, o presente estudo, envolvendo o acompanhamento da população de *A. spinimanus* na baía, contribuirá com dados para a compreensão do funcionamento deste ecossistema, além de fornecer subsídios para o planejamento do manejo e gestão da espécie em questão.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Acompanhar as variações de parâmetros populacionais da espécie de siri *Achelous spinimanus*, na Baía de Guanabara, ao longo de oito anos de estudo (2011 - 2018).

2.2. Objetivos específicos

Determinar se há variação temporal e espacial significativa da abundância, do tamanho corporal, razão sexual e recrutamento de *A. spinimanus*

Relacionar as variações da abundância de *A. spinimanus* com os principais fatores abióticos em ambientes estuarinos, como temperatura, salinidade e pluviosidade.

3. Material e métodos

3.1. Área de estudo

Localizada no centro da região metropolitana do Rio de Janeiro, a Baía de Guanabara é um estuário tropical e apresenta grande importância econômica, social e ambiental para a região. É internacionalmente conhecida e protegida desde 2012 pela Organização das Nações Unidas (ONU), como patrimônio da humanidade e foi palco para os Jogos Olímpicos no Rio, em 2016 (Alencar, 2016). Segundo a Constituição Estadual do Rio de Janeiro, a Baía de Guanabara é definida como uma Área de Proteção Permanente (APP) e possui relevante interesse ecológico, cuja utilização depende de prévia autorização dos órgãos competentes, preservados seus atributos essenciais (Rio de Janeiro, 1989).

Para melhor gestão hídrica, o Estado do Rio de Janeiro é dividido em nove macrorregiões. A Baía da Guanabara, está incluída na Região Hidrográfica V, que engloba os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti e Nilópolis e parte dos municípios de Maricá, Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro. A quantidade de municípios demonstra a complexidade da gestão da região, que compreende aproximadamente 8,6 milhões de habitantes e diversas entidades governamentais dos poderes federal, estadual e municipal (Oliveira *et al.*, 2018).

Possui, aproximadamente, uma área de 384 km², sendo 328 km² de espelho d'água e com características particulares, tendo a capacidade de renovar 50% de suas águas, em 12 dias. Apresenta em sua entrada, regime de maré semi-diurno, com variação da maré de 0,7 m (com o máximo na maré de sizígia em 1,1 m e o mínimo na maré de quadratura de 0,3 m). influenciando diariamente a flutuabilidade de fatores abióticos e na sua renovação, com água limpa, mais fria e salina do oceano entrando em maré enchente, e havendo saída do volume de água que entrou, somado à descarga de água doce da bacia fluvial e parte da poluição lançada no ambiente, na maré vazante. (Amador, 1997, Pataro et al, 2018).

Anualmente é visto uma variação na pluviosidade, com duas estações bem distintas: um período seco, abrangendo as estações de outono e inverno, com média

mensal em torno de 50mm e outro chuvoso, incluindo as estações primavera e verão, com média mensal de cerca de 100mm. Durante o período chuvoso, principalmente no verão, o aumento do aporte de água doce pluvial, e fluvial aumenta o gradiente de estratificação da coluna d'água da baía (com água menos salobra na superfície de origem continental sobre uma água mais salina de origem costeira), enquanto no período seco, principalmente no inverno, a coluna de água se apresenta mais homogênea (Alencar, 2016; Pataro *et al.*, 2018).

Espacialmente, a Baía de Guanabara apresenta diferentes níveis de qualidade ambiental e tipos de sedimentos, refletindo as condições hidrodinâmicas locais. Baseando-se na análise da comunidade planctônica e de fatores abióticos como maré, temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, fosfato, nitrito, amônia e clorofila-a, Mayr *et al.* (1989) dividiram a baía em cinco regiões diferentes, com as áreas mais internas, pouco hidrodinâmicas, apresentando grãos de sedimento mais finos em relação às áreas da entrada, a qual se beneficia das correntes e marés e tem sedimentos mais arenosos (Amador, 1997).

Em relação aos locais de estudo (Figura 2), estes possuem características distintas, onde o Canal Central, principal caminho da circulação de águas da baía, sofre influência costeira e possui a melhor qualidade ambiental deste estuário, apresentando sedimento arenoso, de areia média a muito fina, devido a hidrodinâmica local. Já a área do Fundão se encontra numa região bastante impactada, recebendo grande aporte de esgoto doméstico e industrial, com salinidades mais baixas, maior porcentagem de matéria orgânica e sedimentos mais finos e lamosos, tais como silte-argila (Rodrigues, 2007; Paranhos & Andrade, 2012; Pataro *et al.*, 2018).

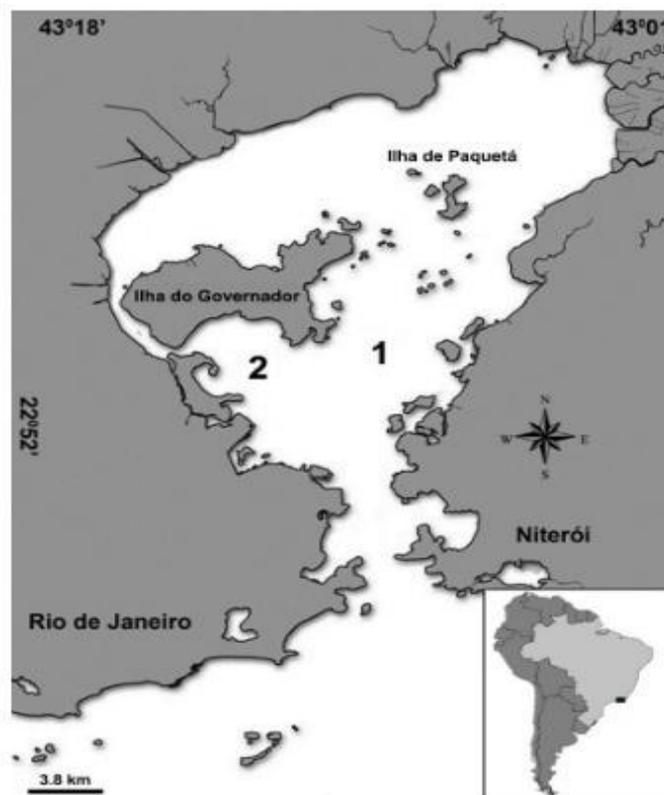


Figura 2 - Áreas de coleta na Baía de Guanabara, RJ. 1 - Canal Central 2- Fundão. (Modificado de Moraes & Lavrado, 2017)

Estando também sob influência indireta das águas de ressurgência costeira, anualmente, entre os meses chuvosos de novembro a março, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), uma massa de água fria e com maior salinidade, emerge de regiões de maior profundidade para a região de plataforma, por ação dos ventos Nordeste, com maior intensidade em Cabo Frio, e pode chegar a adentrar na Baía de Guanabara (Valentin *et al.*, 2001). A penetração dessa massa d'água pode influenciar desta forma, na composição e distribuição das espécies marinhas e estuarinas durante esse período, determinando variações temporais sazonais e até mesmo interanuais.

A Baía de Guanabara, apresenta um histórico de degradação ambiental, que está longe de terminar, em função das inúmeras fontes de poluição como os diversos despejos de contaminantes, que incluem desde efluentes domésticos (coliformes fecais) até dejetos industriais (hidrocarbonetos, metais pesados e sólidos em suspensão). Essas fontes, juntamente com os aterros constantes e as atividades econômicas sem controle e fiscalização (pesca de arrasto, atividades portuárias,

navegação, entre outras), acabam por colocar em risco tanto a biota quanto a população humana que a utilizam para diversos fins (Fistarol *et al.*, 2015).

Em 2019, o INEA, em seu relatório, classificou a maioria das águas dos seus rios como impróprias para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessários tratamentos mais avançados. Em contrapartida, na região nordeste da baía, nos limites e proximidades da Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim, com seus 90 km² de mangue, não houve indícios de contaminação fecal em suas águas, comprovando a importância das áreas de preservação ambiental não somente para vegetação terrestre e para a biota, mas também para a qualidade das águas da baía (Carreira *et al.*, 2018; Fistarol & Tenenbaum, 2018).

Apesar dos constantes lançamentos de esgotos e resíduos industriais sem tratamento, derrames de petróleo e lavagem de petroleiros, a Baía de Guanabara não deve ser generalizada como totalmente poluída, pois dependendo da área, o nível de comprometimento é diferente. Além disso, ainda surpreende pela diversidade biológica que ainda abriga (Fistarol & Tenenbaum, 2018; Menezes, 2021). No caso dos decápodes, por exemplo, a maior riqueza concentra-se próximo à entrada da baía, enquanto a maior abundância geralmente encontra-se na região do Canal Central, entre a Ilha do Governador, São Gonçalo e a Ponte Rio-Niterói. (Lavrado *et al.*, 2000; Lavrado & Keunecke, 2012).

Em uma tentativa de melhorar as condições ambientais da Baía, foi realizado recentemente um leilão para conceder serviços de saneamento, de distribuição da água e esgotamento sanitário da capital e outros 33 municípios fluminenses à iniciativa privada. Estão previstos mais de R\$ 30 bilhões em investimentos ao longo de 35 anos de concessão. A gestão e produção da água seguirão sob responsabilidade do estado (MMA 2021) e com isso espera-se, para o futuro, uma melhora na qualidade das águas da baía, assim como para a diversidade da biota local.

3.2. Amostragem

Arrastos mensais foram realizados em dois locais da Baía de Guanabara, no Canal Central e no Fundão (Figura 2), de janeiro de 2011 até dezembro de 2018. A

escolha das duas áreas para monitoramento foi feita baseando-se em estudos anteriores pela presença deste siri em áreas mais rasas, como o Fundão e pelo Canal Central ser rota migratória de diversas espécies na BG (Lavrado *et al.*, 2000, Rodrigues, 2007). Essas áreas possuem condições abióticas distintas, alta abundância de siris e camarões, e abrigam tanto adultos como juvenis de *A. spinimanus* (Rodrigues, 2007). Em cada uma dessas áreas, foram realizados três arrastos, com duração de 30 minutos cada. As coletas foram autorizadas pela licença SISBIO número 27126.

A coleta foi realizada, utilizando-se um barco de arrasto de popa com 9,5 m de comprimento, 2,85 m de largura de popa e peso médio de 30 kg para cada porta (Figura 3). A rede de fundo utilizada possui aproximadamente 15m de comprimento e malha de 20 mm no ensacador. Os arrastos foram lineares, com a velocidade média do barco de aproximadamente 2 nós.



Figura 3 - Embarcação de pesca, traineira "Dona Dulce", utilizada nas coletas. (Foto: Mariana Menezes, 2017)

Ao início e término dos arrastos foram coletados dados ambientais e as áreas foram georreferenciadas através da utilização de um GPS. Em cada arrasto, foi aferida a profundidade com um ecosonda portátil e a água de fundo foi coletada, utilizando-se a garrafa Van Dorn, para a verificação de temperatura (termômetro de mercúrio) e salinidade (refratômetro óptico) da água de fundo.

Os dados pluviométricos mensais foram obtidos por meio da média dos Acumulados Mensais de chuvas produzidos pelo Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro (Alerta Rio, 2021). Foram utilizados os valores em milímetros (mm) da

estação pluviométrica localizada na Ilha do Governador, por ser a área mais próxima das áreas de coleta.

No final de cada arrasto, todos os exemplares coletados foram separados em sacos plásticos, devidamente etiquetados em grandes grupos taxonômicos e acondicionados em caixas térmicas com gelo para análise posterior em laboratório.

3.3. Laboratório

No laboratório, os siris foram mantidos em um freezer (-20 °C) até a hora da triagem, quando então foram separados em nível de espécie, sexados em macho e fêmeas em relação à largura do abdômen e, quando juvenis, também eram observados os gonópodos e gonóporos. Já o estágio de desenvolvimento era verificado pela aderência do abdômen ao tórax e, quando aderidos, os indivíduos eram considerados juvenis. Todos os indivíduos foram pesados com uma balança digital (precisão de 0,01 g). No caso das fêmeas ovígeras, as ovas eram retiradas antes da pesagem. Os indivíduos foram medidos quanto à largura da carapaça sem espinho (LC), sendo uma medida padrão para Portunidae, visto que o espinho lateral pode se encontrar frequentemente quebrado em algum indivíduo (Figura 4). Todos os indivíduos foram medidos com um paquímetro digital (precisão 0,01 mm).

4. Análise de dados

Para os dados ambientais, foram realizados *test-t Student* para comparação das médias das variáveis ambientais entre os dois locais e Análise das Variâncias (ANOVA) unifatorial entre os anos para a pluviosidade. No caso das variações temporais, foi realizada uma ANOVA hierárquica entre anos e períodos (aninhados nos anos) e uma ANOVA bifatorial entre ano e local. Para fins dessas análises temporais, os meses foram agrupados em dois períodos do ano: Chuvoso (novembro - abril) e Seco (outubro - maio). Os dados de pluviosidade foram obtidos através do site ALERTA-RIO: <http://www.sistema-alerta-rio.com.br/dados-meteorologicos/download/dados-pluviometricos/>.

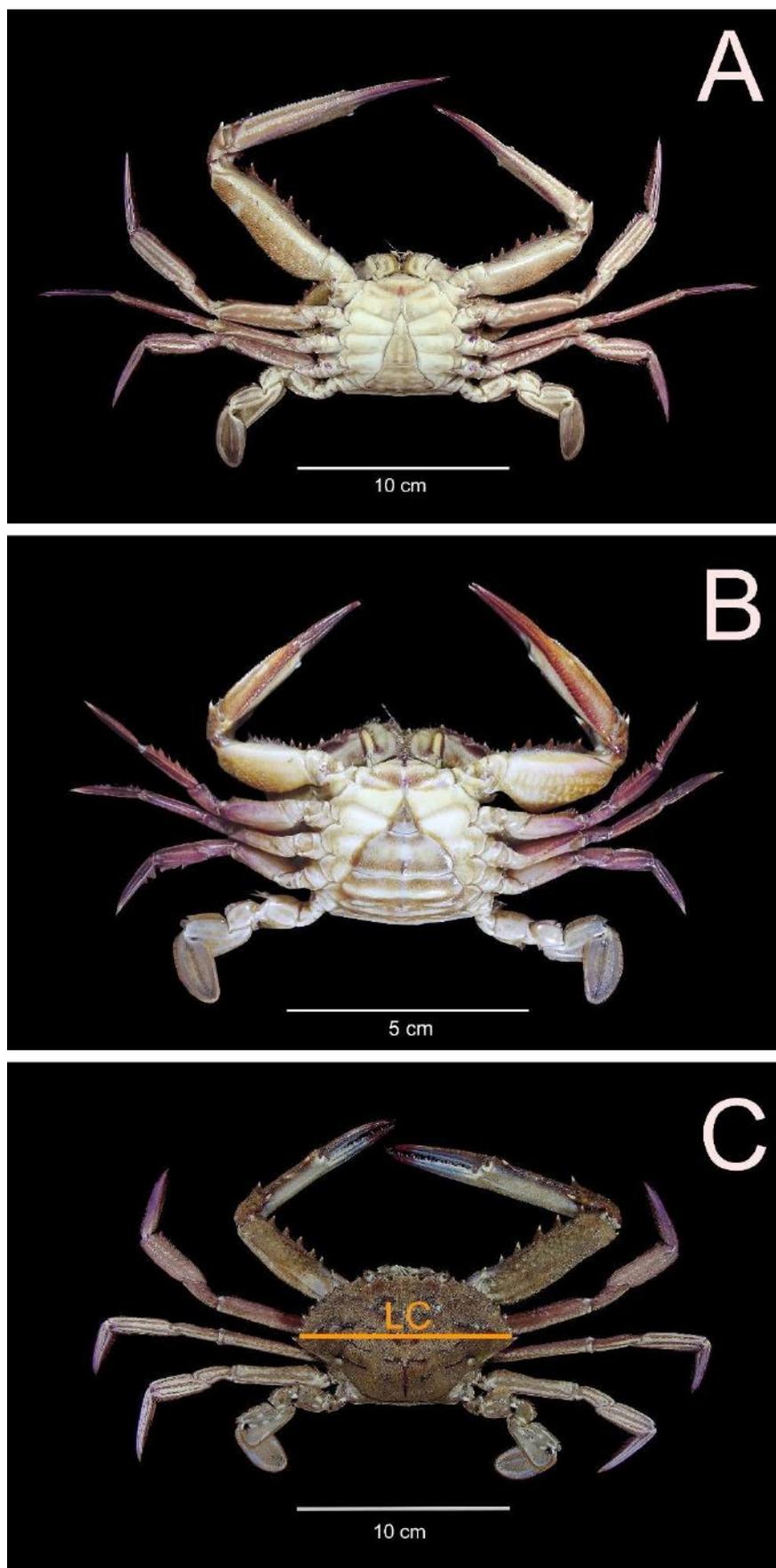


Figura 4 - *Achelous spinimanus*. Vista dorsal, indicando medida de Largura da Carapaça sem espinhos (A). macho – vista ventral(B) e fêmea – vista ventral (C). (Fotos: Rafael Moura)

Em relação aos dados biológicos, os valores de abundância do siri-candeia foram expressos em CPUE -Captura por Unidade de Esforço (n° ind./30 minutos de arrasto) e também transformados em $\log(x+1)$, quando necessário, nos testes estatísticos para atender a normalidade e homogeneidade das variâncias. Para verificação da variação interanual considerando a baía como um todo, foi realizada uma ANOVA bifatorial. Também foi realizada uma ANOVA hierárquica entre os anos e períodos (aninhados nos anos) para verificar diferenças sazonais e interanuais em cada local em separado. A razão sexual foi testada quanto à razão teórica de 1F:1M usando-se o teste do qui-quadrado (χ^2). Também foram testadas as diferenças de tamanho médio (LC) e peso médio da espécie entre sexos e entre locais através de ANOVA bifatorial. Posteriormente às análises de variâncias, foram feitos testes par-a-par *a posteriori*. E regressões não lineares foram feitas entre o peso e LC para verificação de existência ou não de alometria ($\text{Peso} = a.LC^b$), onde “b” é o coeficiente linear e “a” interceptação (fator de condição). O ajuste foi avaliado pelo coeficiente de determinação (R^2).

Por fim, para se verificar a relação entre os dados de abundância com as variáveis ambientais analisadas (temperatura, salinidade e pluviosidade) foi realizada uma regressão múltipla com os dados de abundância transformados em $\log(x+1)$.

Todas as análises foram feitas no *Statistica for Windows* versão 10 e o nível de significância utilizado em todos os testes foi de 0,05.

5. Resultados

5.1. Dados ambientais

A pluviosidade média anual na Baía de Guanabara (Figura 5) apresentaram dois picos de média nos anos de 2013 e 2016, sendo os anos mais chuvosos do período analisado. Já o ano de 2014 foi o mais seco entre os oito anos analisados, seguido de 2017. Houve diferença significativa somente entre os períodos ($F = 10,23$, $p < 0,05$).

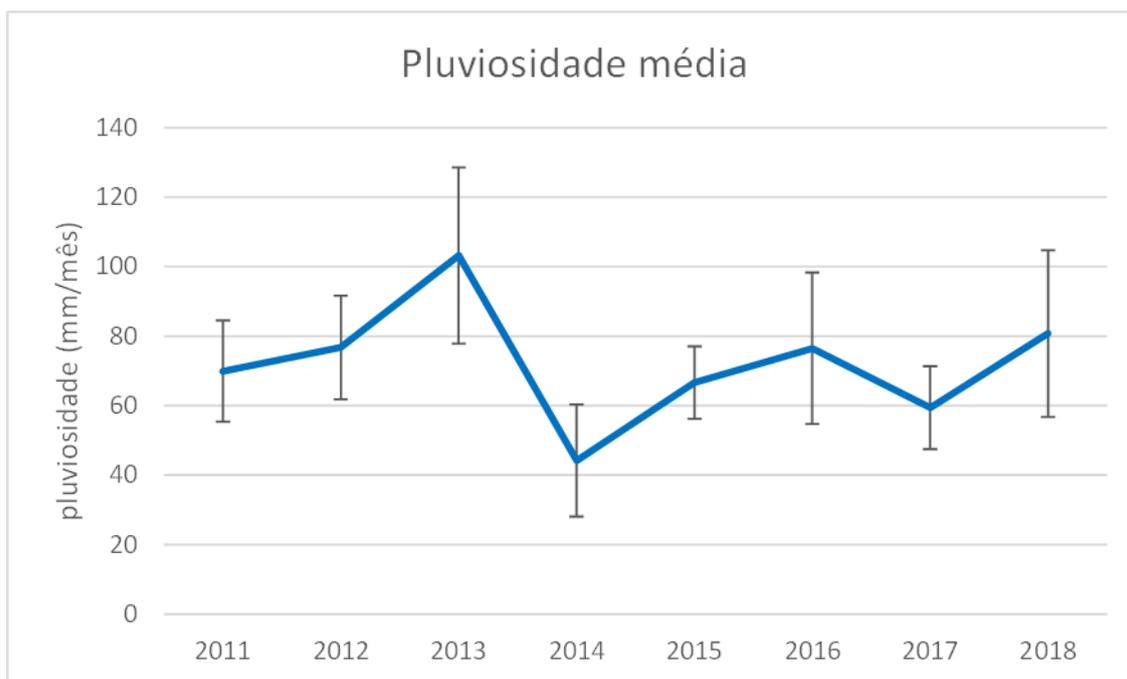


Figura 5 - Médias anuais (\pm erro padrão) da pluviosidade (mm) para a Ilha do Governador, Rio de Janeiro. (Dados: Alerta-Rio)

Em termos espaciais, o Canal Central (CC) é um local que se caracterizou por ter uma profundidade maior (cerca de 24m) e sua água de fundo apresentou temperaturas médias menores e maiores salinidades (Tabela 1). Já a área denominada Fundão (FUN) se caracterizou por ser mais rasa (5-6m) e com a água de fundo tendo sua temperatura mais alta e salinidade menor. (teste t, $p < 0,0001$).

Tabela 1 - Estatística descritiva dos dados ambientais obtidos em campo e *test-t* entre o Canal Central e o Fundão, na Baía de Guanabara, em oito anos (2011-2018)

Canal Central (n = 93)	Temperatura (°C)	Salinidade (PSU)	Profundidade (m)
Média	21,6	34,3	24,2
Desvio padrão	2,0	2,0	1,3
Mín. - máx.	17,1 – 27,0	28,0 – 38,0	21,0 – 27,0
Fundão (n = 92)	Temperatura (°C)	Salinidade (PSU)	Profundidade (m)
Média	23,1	32,9	5,7
Desvio padrão	2,0	2,3	0,5
Mín. - máx.	18,3 - 27,3	27,0 – 37,0	4,0 - 6,0
Test t (p)	0,0004	0,0008	p<0,0001

Em termos temporais, os anos de 2013 e 2018 foram significativamente mais quentes no Canal Central e Fundão (Figura 6, Tabela 2). As menores médias de temperatura ocorreram em 2014, também nas duas áreas. Em relação à salinidade, a maior média foi registrada em 2014 para os dois locais, sendo diferente de todos os anos (Figura 7, Tabela 3). Já as menores salinidades, ocorreram em 2012, 2013 e 2016, principalmente no Fundão.

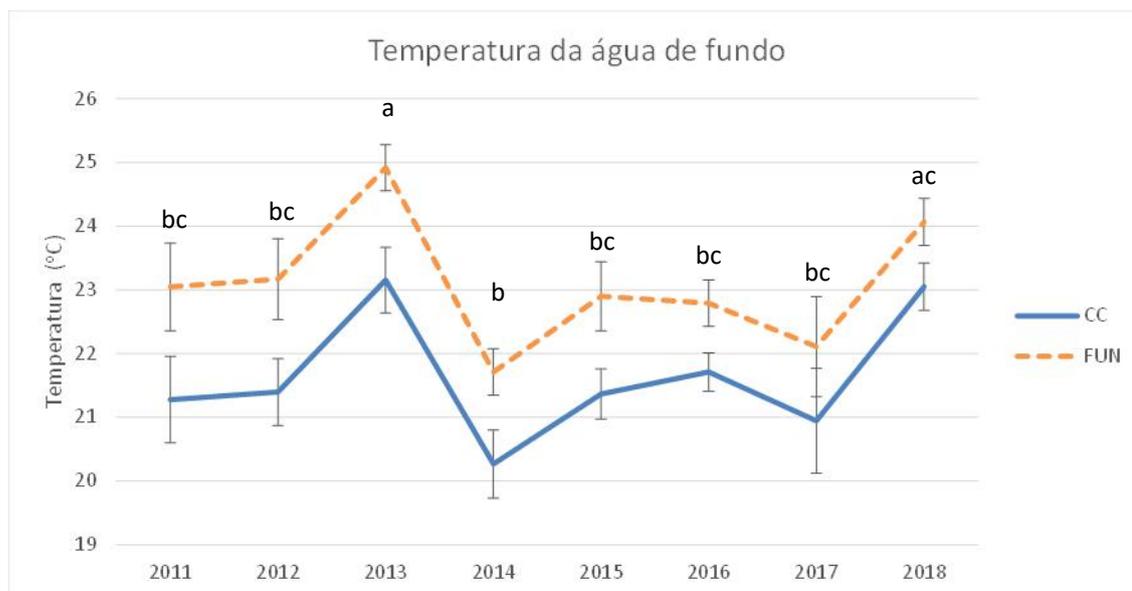


Figura 6 - - Médias anuais (\pm erro padrão) da temperatura de fundo para o Canal Central e o Fundão, na Baía de Guanabara. Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes entre os anos ($p < 0,0001$)

Tabela 2 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x anos) dos valores de temperatura da água de fundo na Baía de Guanabara SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média

	SQ	GL	QM	F	p
Local:	98,5681	1	98,5681	29,35	<0,0001
Ano:	159,233	7	22,7476	6,775	<0,0001
Interação	4,0197	7	0,574243	0,171	0,9907
Erro:	560,753	167	3,3578		
Total:	820,523	182			

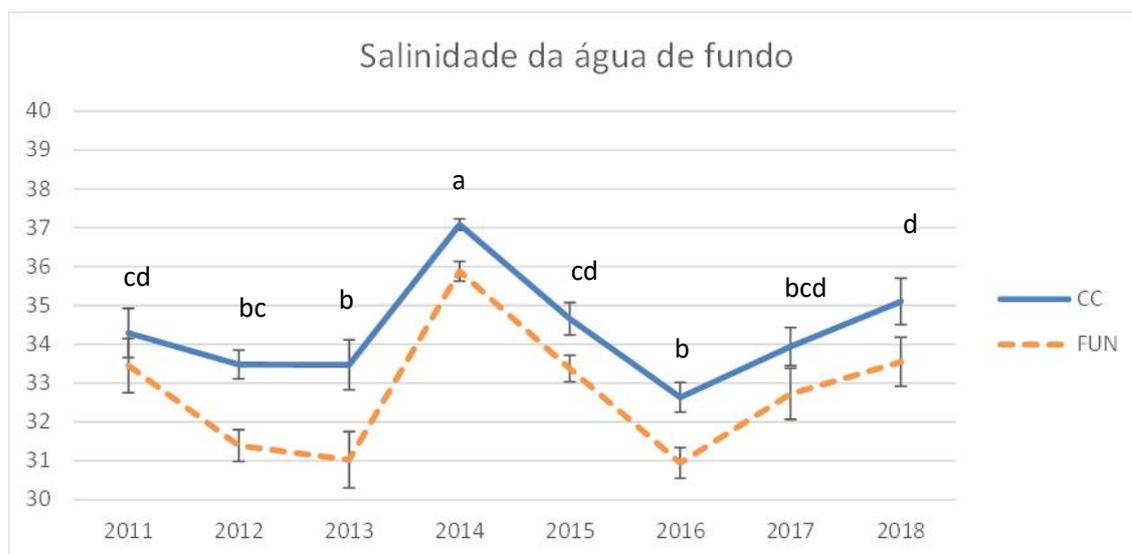


Figura 7 - Médias anuais (\pm erro padrão) da salinidade de fundo para o Canal Central e o Fundão, na Baía de Guanabara. Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes entre os anos ($p < 0,0001$)

Tabela 3 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x anos) dos valores de salinidade da água de fundo na Baía de Guanabara. SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média

	SQ	GL	QM	F	p
Local:	112,71	1	112,71	36,82	< 0,0001
Ano:	363,86	7	51,98	16,98	< 0,0001
Interação:	11,360	7	1,62	0,53	0,8108
Erro	511,18	167	3,06		
Total:	994,47	182			

5.2. Dados biológicos

5.2.1. Abundância total

Um total de 4.642 indivíduos foram coletado ao longo de oito anos na Baía de Guanabara (BG), em 551 arrastos mensais (média geral de 8,4 ind./arrasto), sendo 1.814 machos (203 juvenis e 1.611 adultos) e 2.828 fêmeas (393 juvenis e 2.435 adultas) das quais 1.013 eram ovígeras.

No Canal Central foram coletadas mais fêmeas (2.328) em relação aos machos (1.158). Enquanto no Fundão, foram encontrados mais machos (656) do que fêmeas (483), tendo sido encontradas apenas 17 fêmeas ovígeras neste local. Considerando

o estágio de desenvolvimento, foram encontrados mais adultos (4.046) que juvenis (596) para a Baía de Guanabara, como um todo. Para o Fundão, os juvenis foram mais abundantes (408) em relação ao Canal Central (188)(Tabela 4).

Em termos espaciais, houve significativamente mais indivíduos no Canal Central, com média mensal de 37,8 indivíduos/arrasto, comparado ao Fundão, com média mensal de 12,5 indivíduos/arrasto ($t = 1,66$, $p < 0,05$).

Tabela 4 - Total e média (\pm desvio padrão) de indivíduos por sexo e estágio de desenvolvimento no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara, em oito anos (2011-2018)

	CC		FUN		BG	
	Total	Média (\pm DP)	Total	Média (\pm DP)	Total	Média (\pm DP)
Machos	1158	12,5 \pm 23,3	656	7,1 \pm 11,8	1814	19,7 \pm 24,7
Fêmeas não ovígeras	1332	14,4 \pm 42,0	483	5,2 \pm 10,0	1815	19,7 \pm 42,5
Fêmeas ovígeras	996	10,8 \pm 78,9	17	0,1 \pm 0,8	1013	11,0 \pm 79,5
Adultos	3298	35,8 \pm 136,9	748	8,1 \pm 16,3	4046	21,9 \pm 76,6
Jovens	188	2,0 \pm 4,5	408	4,4 \pm 7,3	596	3,2 \pm 5,9
Total	3486	37,8 \pm 139,1	1156	12,5 \pm 21,3	4642	50,4 \pm 139,8

Já em termos anuais, as maiores capturas médias ocorreram em 2016 considerando a baía como um todo, sendo estatisticamente diferente do ano de 2011. Este ano também foi diferente de 2015 ($F = 3,564$, $p = 0,002$) (Figura 8).

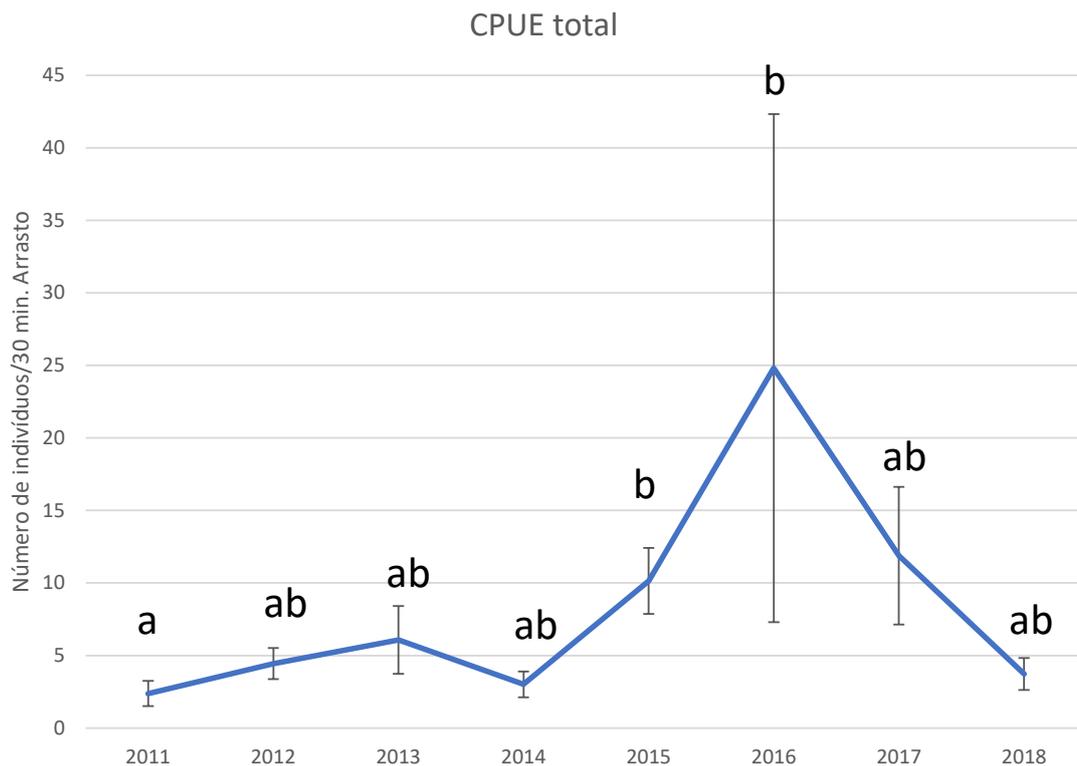


Figura 8 - Médias anuais (\pm erro padrão) da CPUE (número de indivíduos por 30 min. Arrasto) na Baía de Guanabara, entre 2011 e 2018. Letras diferentes indicam médias estatisticamente diferentes entre os anos ($p < 0,0001$)

Por outro lado, considerando cada local em separado, as variações anuais não foram significativas, sendo somente detectada variações significativas intra-aneais, indicando uma forte sazonalidade, principalmente no Canal Central (Tabela 5), com picos ocorrendo nos períodos chuvosos, enquanto no Fundão, isto ocorreu geralmente nos períodos mais secos (Figura 9).

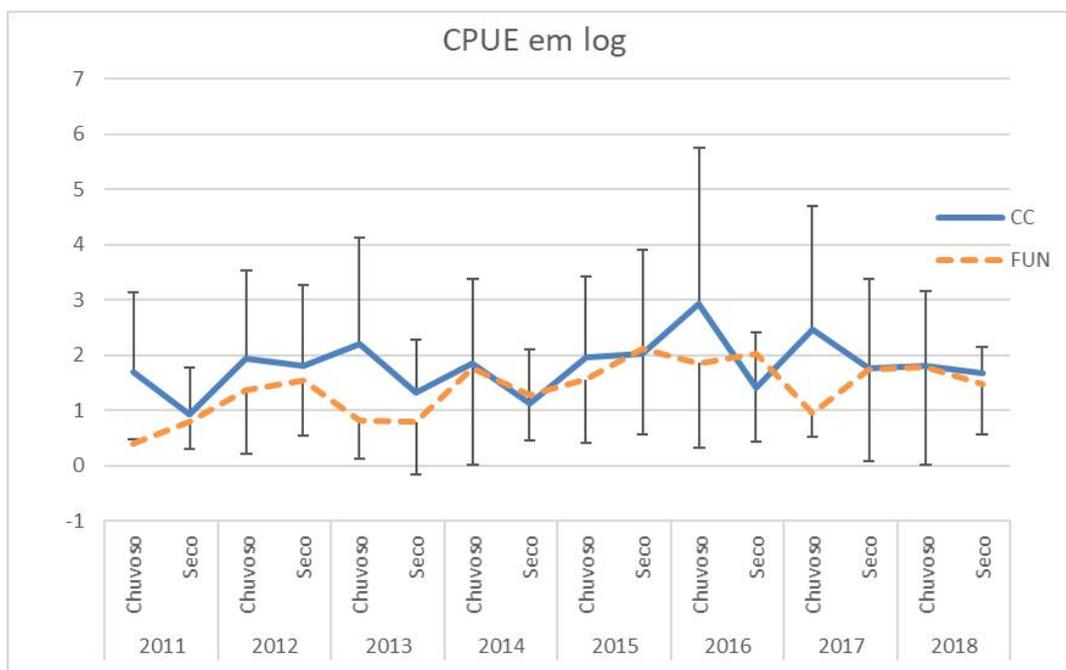


Figura 9 - Variação temporal e espacial da CPUE (Indivíduos/30 minutos de arrasto) em log (\pm erro padrão) por períodos do ano, de *Achelous spinimanus* durante oito anos, no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara

Tabela 5 - ANOVA hierárquica da abundância de *Achelous spinimanus* aninhado aos períodos seco ou chuvoso, na Baía de Guanabara. SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média

CC (log)	SQ	GL	QM	F	p
Ano:	4,356	7	0,622	0,512	0,823
Período(Ano):	9,725	8	1,216	3,518	0,002
Erro	26,259	76	0,346		
Total:	40,340	91			
FUN (log)	SQ	GL	QM	F	p
Ano:	6,856	7	0,979	1,894	0,082
Período(Ano):	4,137	8	0,517	1,962	0,063
Erro	20,035	76	0,264		
Total:	31,028	91			

Ambos os sexos, no Canal Central, apresentaram maiores abundâncias em períodos chuvosos, principalmente nos anos de 2016 e 2017 (Figura 10). Já no Fundão, os maiores valores ocorreram no período seco dos anos 2015 e 2016, com comportamento semelhante entre os sexos (Figura 11).

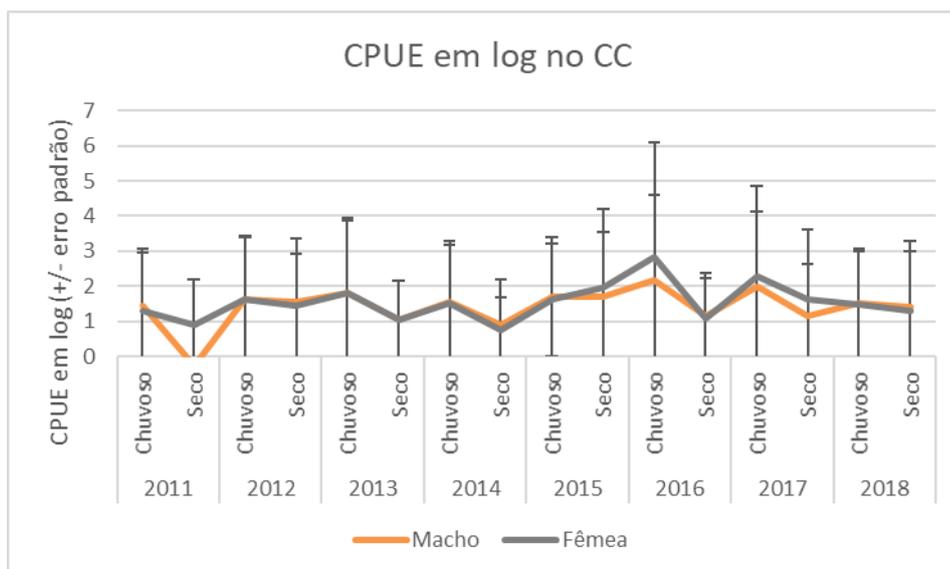


Figura 10 - Valores médios de CPUE em log (\pm erro padrão) de machos e fêmeas de *Achelous spinimanus* ao longo de oito anos por período no Canal Central, Baía de Guanabara

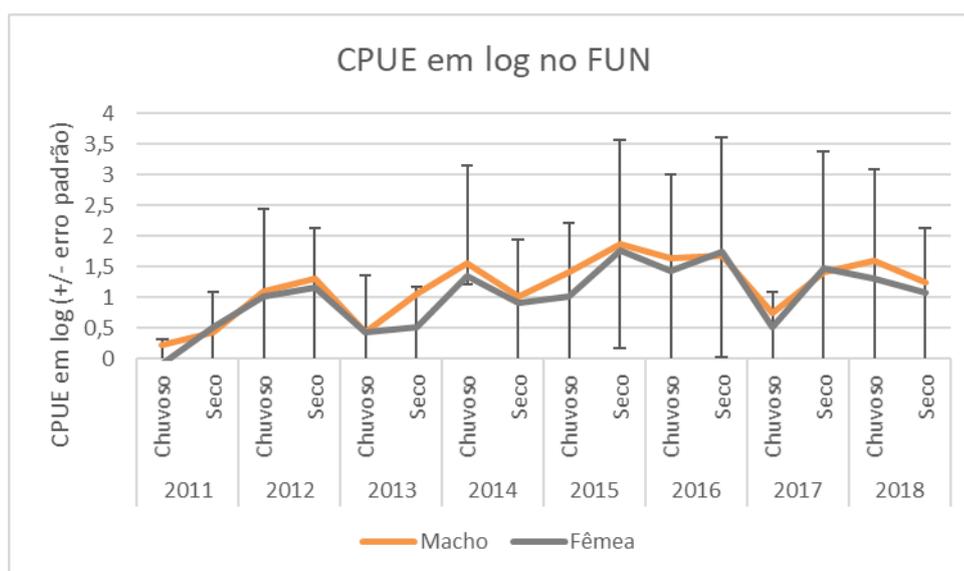


Figura 11 - Valores médios de CPUE em log (\pm erro padrão) de machos e fêmeas de *Achelous spinimanus* ao longo de oito anos por período no Fundão Baía de Guanabara

5.2.2. Razão Sexual

Considerando todo o período analisado (oito anos), a proporção sexual (fêmeas:macho), foi de 1,5F:1M ($\chi^2 = 221,50$, $p < 0,05$). No Canal Central, a razão foi maior, 2F:1M ($\chi^2 = 392,69$, $p < 0,05$), muito em função dos anos de 2016 e 2017, quando

chegou a ter quatro vezes mais fêmeas do que machos em 2016 (Tabela 6). No Fundão, a razão sexual geral obtida foi de 0,7F:1M ($\chi^2 = 21,05$, $p < 0,05$), principalmente devido ao desvio para machos nos anos de 2013, 2014 e 2015, com quase o dobro em relação às fêmeas (Tabela 6)

Tabela 6 - Razão sexual de *Achelous spinimanus* entre os anos de estudo e estágio de desenvolvimento, na Baía de Guanabara. Valores de qui-quadrado em negrito são estatisticamente significativos ($p < 0,05$)

BG	M:F	F:M	χ^2
2011	1,04	0,97	NS
2012	1,15	0,87	NS
2013	1,21	0,83	3,85
2014	1,28	0,78	NS
2015	1,12	0,9	NS
2016	0,3	3,32	516,01
2017	0,57	1,75	58,41
2018	1,29	0,78	NS
Estágio de desenvolvimento	M:F	F:M	χ^2
Adulto	0,74	1,34	90,76
Juvenil	0,52	1,94	60,57

CC	M:F	F:M	χ^2
2011	1,02	0,98	NS
2012	1,09	0,92	NS
2013	1,01	0,99	NS
2014	1,08	0,93	NS
2015	0,85	1,18	NS
2016	0,25	4,07	573,89
2017	0,45	2,23	87,58
2018	1,3	0,77	NS
Estágio de desenvolvimento	M:F	F:M	χ^2
Adulto	0,50	2,01	370,90
Juvenil	0,49	2,03	21,79

FUN	M:F	F:M	χ^2
2011	1,08	0,93	NS
2012	1,41	0,71	NS
2013	1,91	0,52	12,5
2014	1,69	0,59	5,63
2015	1,48	0,67	13,61
2016	0,9	1,12	NS
2017	1,2	0,84	NS
2018	1,25	0,8	NS

Estágio de desenvolvimento	M:F	F:M	χ^2
Adulto	2,21	0,45	106,32
Juvenil	0,53	1,89	38,91

Em relação às fêmeas ovígeras (FO), foram coletados 1.013 indivíduos, sendo 996 no Canal Central e somente 17 no Fundão. Houve um pico excepcional de fêmeas ovígeras, em março de 2016, no período chuvoso, no Canal Central, correspondendo a quase 90% do total de fêmeas coletadas. No período chuvoso seguinte, em 2017, também foram abundantes, chegando a quase 60% do total de fêmeas. No geral, elas ocorreram em todos os anos e períodos analisados (Figura 12).

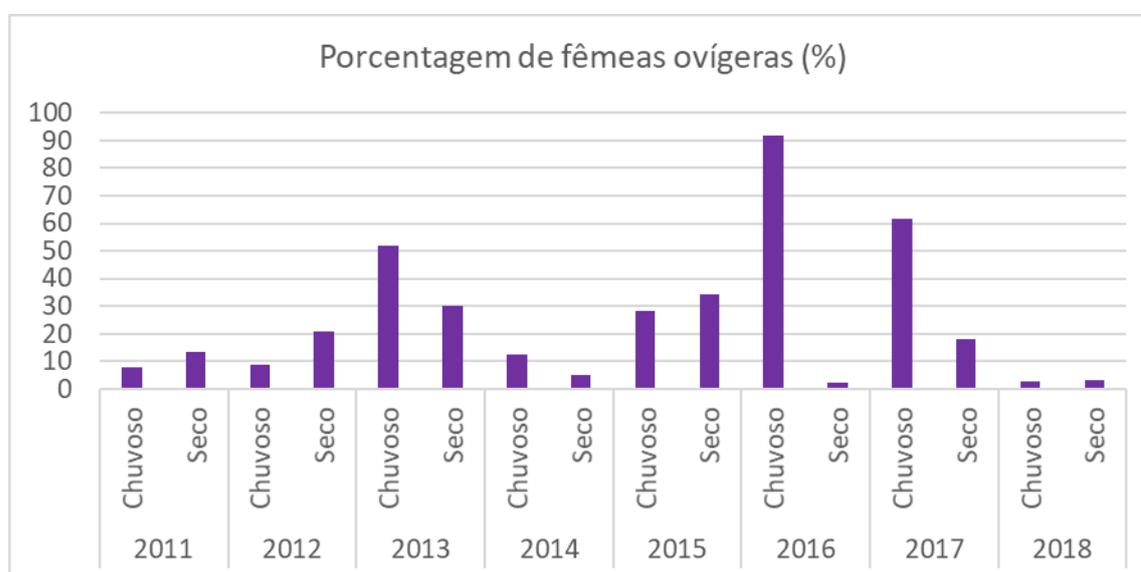


Figura 12 - Porcentagem de fêmeas ovígeras em relação ao total de fêmeas de *Achelous spinimanus* na Baía de Guanabara, em oito anos

5.2.3. Estágio de desenvolvimento

A proporção de indivíduos adultos da espécie foi maior no Canal Central, em todos os períodos, exceto o período seco do ano de 2016, onde mais de 50% dos indivíduos adultos foram capturados no Fundão (Figura 13). Já em relação aos juvenis, houve maior abundância relativa no Fundão quando comparado ao Canal Central (Figura 14), ocorrendo, na maioria das vezes, nos períodos secos, chegando a quase 50% no período seco de 2016 (Figura 15).

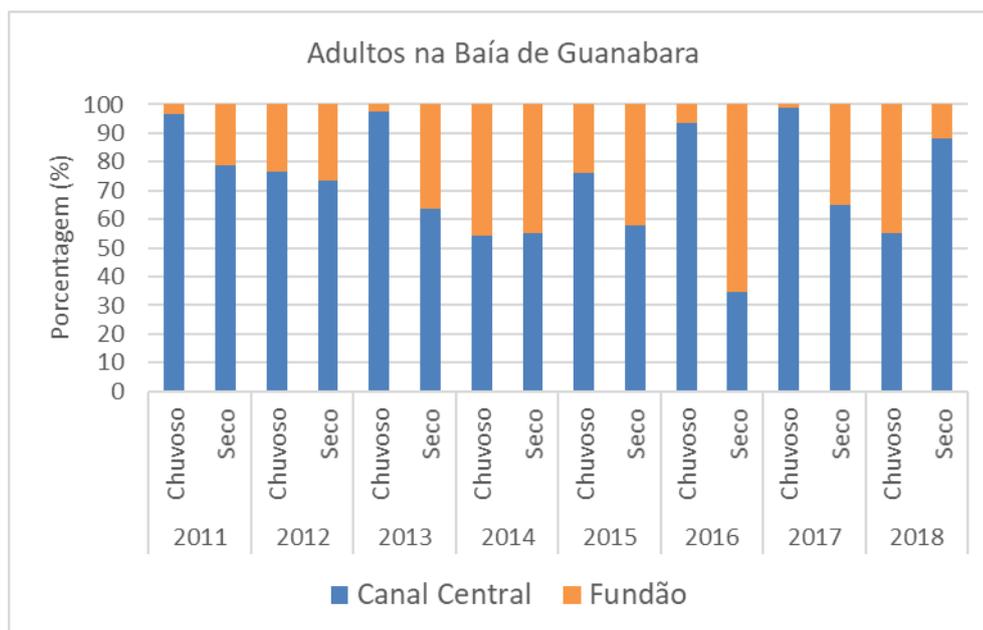


Figura 13 - Proporção do total de adultos da espécie *Achelous spinimanus* em oito anos no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara

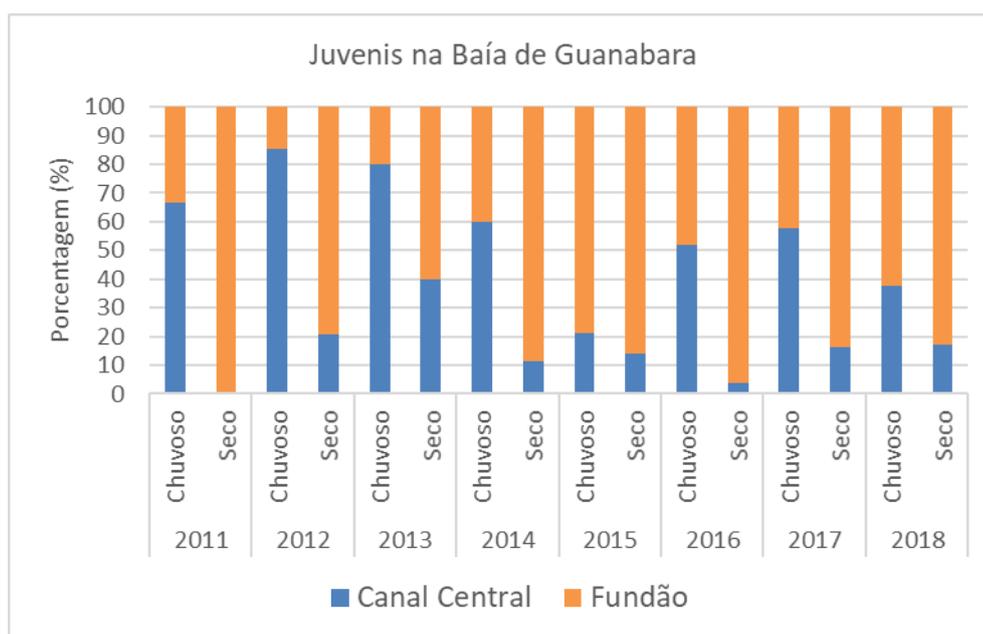


Figura 14 - Proporção do total de juvenis da espécie *Achelous spinimanus* em oito anos no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara

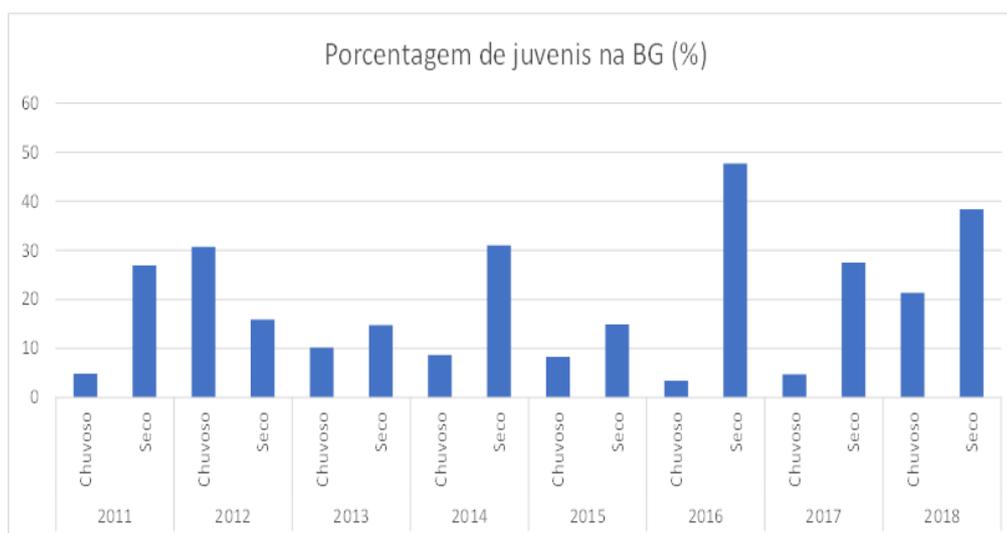


Figura 15 - Porcentagem de juvenis da espécie *Achelous spinimanus* em oito anos na Baía de Guanabara

5.2.4. Tamanho corporal

Comparando-se a estrutura de tamanho (largura da carapaça - LC) entre os indivíduos coletados nos dois locais, percebe-se que os indivíduos no Canal Central foram, em média, maiores, com a moda em 75,1 mm, enquanto no Fundão a moda foi de 51,2 mm.

No Canal Central, observou-se que os machos (Figura 16) possuíam moda de 74,14 mm, enquanto as fêmeas tinham a moda em 66,34 mm. No Fundão, tanto a moda dos machos (65,44 mm) como das fêmeas (44,9 mm) foram menores do que no Canal Central (Figura 17). De todas as fêmeas a maior estava ovígera e media 99,54 mm.

Comparando-se os valores médios de largura de carapaça, há uma diferença significativa entre locais e também entre sexos, dependendo do local (Figura 18, Tabela 7). No Canal Central, machos e fêmeas têm tamanhos similares (LC média: 66,96 e 64,72 respectivamente) enquanto no Fundão, os machos são ligeiramente maiores que as fêmeas (LC média: 51,28 e 45,92 mm, respectivamente).

Em relação ao estágio de desenvolvimento, os juvenis apresentaram média de 37,48 mm, com o menor indivíduo medindo 12,67 mm e o maior 55,83 mm.

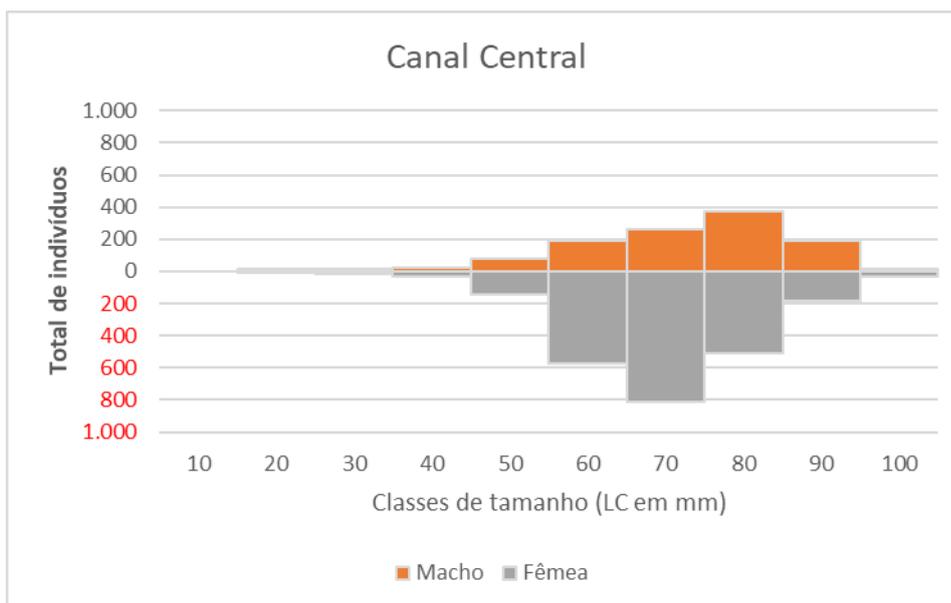


Figura 16 - Distribuição de frequência das classes de tamanho de indivíduos da espécie *Achelous spinimanus* em oito anos no Canal Central, na Baía de Guanabara

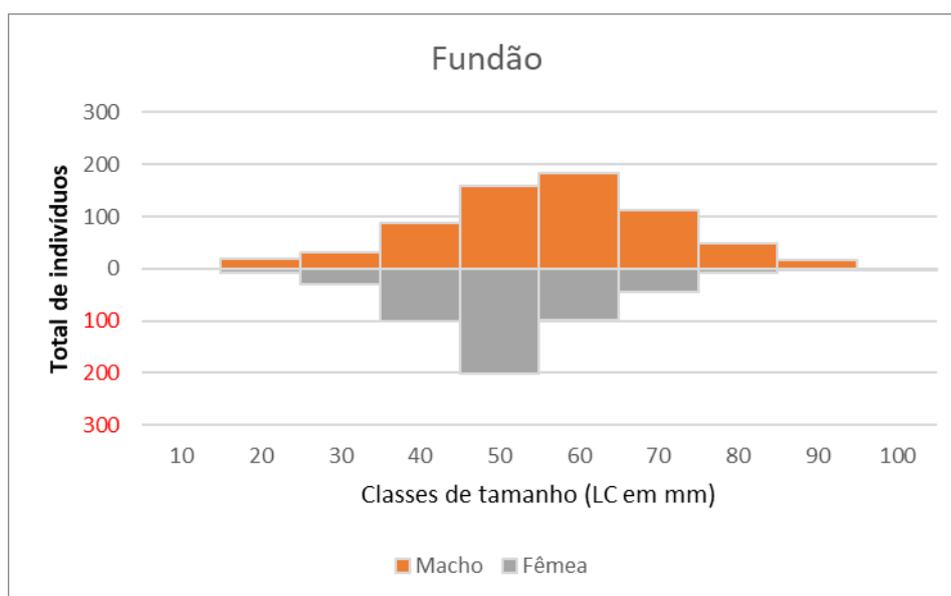


Figura 17 - Distribuição de frequência das classes de tamanho da espécie *Achelous spinimanus* em oito anos no Fundão, na Baía de Guanabara

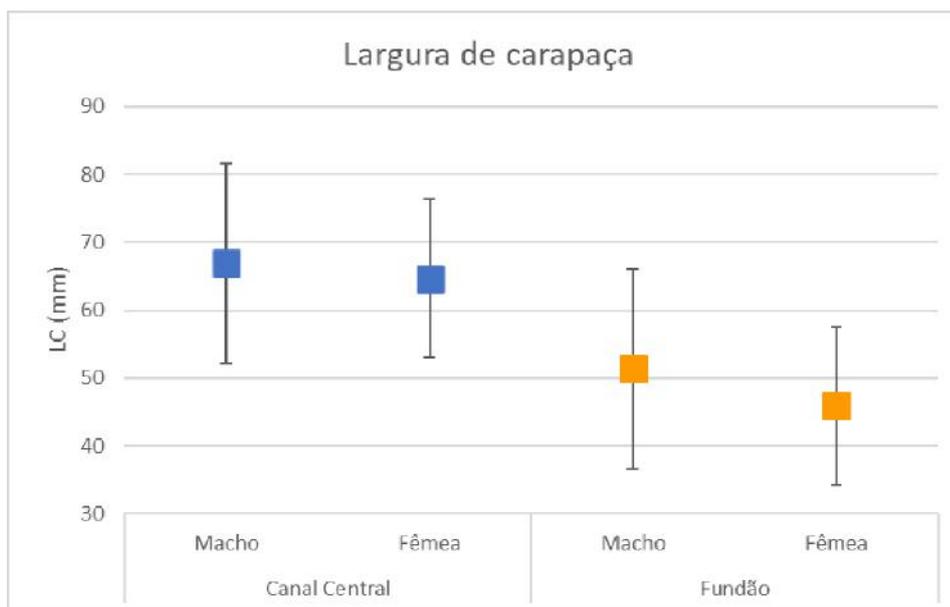


Figura 18 - Largura da carapaça (LC) média (\pm erro padrão) entre os sexos da espécie *Achelous spinimanus* em oito anos no Canal Central e no Fundão, na Baía de Guanabara

Tabela 7 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x sexo) dos valores da largura da carapaça (LC), em milímetros, de *A. spinimanus*, na Baía de Guanabara. SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média

LC (mm)	SQ	GL	QM	F	p
Local:	15,143	1	15,143	1301,0	<0,0001
Sexo:	0,066	1	0,066	5,6	0,01751
Interação:	0,882	1	0,882	75,8	<0,0001
Erro:	53,679	4612	0,012		
Total:	69,357	4615			

Em relação ao peso, no Canal Central, os machos apresentaram uma média de 71,6g de peso e as fêmeas 59,8g. No Fundão, os machos também foram mais pesados, apresentando média de 36,7g, enquanto as fêmeas obtiveram média de 24,4g, sendo essas diferenças significativas (Figura 19, Tabela 8). O indivíduo menos pesado encontrado apresentou 0,43g, enquanto o mais pesado obteve o valor de 210,3g.

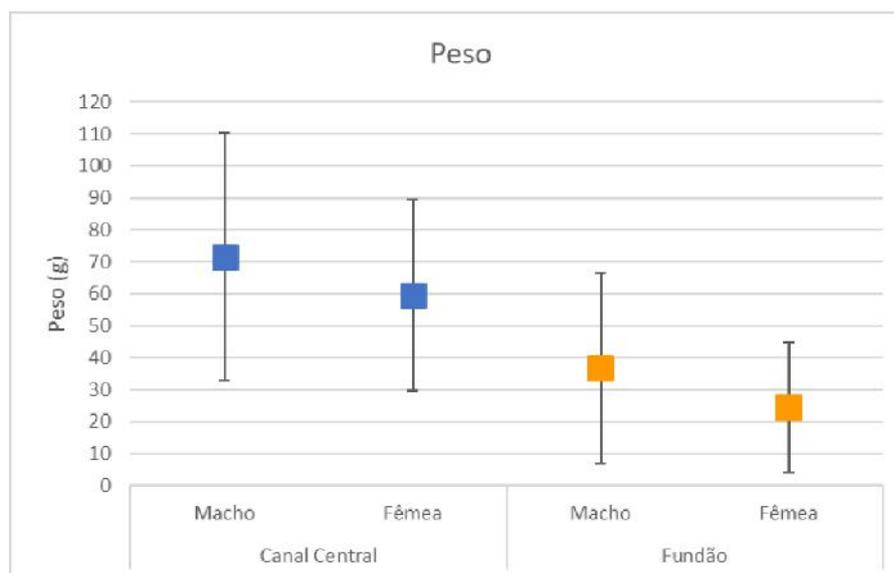


Figura 19 - Peso médio (\pm erro padrão) de indivíduos de *Achelous spinimanus* em dois locais, na Baía de Guanabara.

Tabela 8 - Resultado da Análise de variância bifatorial (local x sexo) dos valores de peso (g) de *A. spinimanus*, na Baía de Guanabara. SQ = Soma dos quadrados. GL = Graus de liberdade. QM = Quadrado média

Peso	SQ	GL	QM	F	p
Local:	121,387	1	121,387	1210,0	<0,0001
Sexo:	0,026	1	0,026	0,3	0,6088
Interação	7,164	1	7,164	71,4	<0,0001
Erro:	465,271	4637	0,100		
Total	593,104	4640			

Em relação à variação temporal do tamanho, no Canal Central, a média da largura da carapaça, em todos os anos e períodos, variou entre 40mm e 80mm (Figura 20). Já no Fundão, o tamanho variou entre 20mm e 60mm (Figura 21), tanto para machos como para fêmeas nas duas áreas. Em ambas as áreas, não houve grandes variações de tamanho e as fêmeas apresentaram menores médias em relação aos machos.

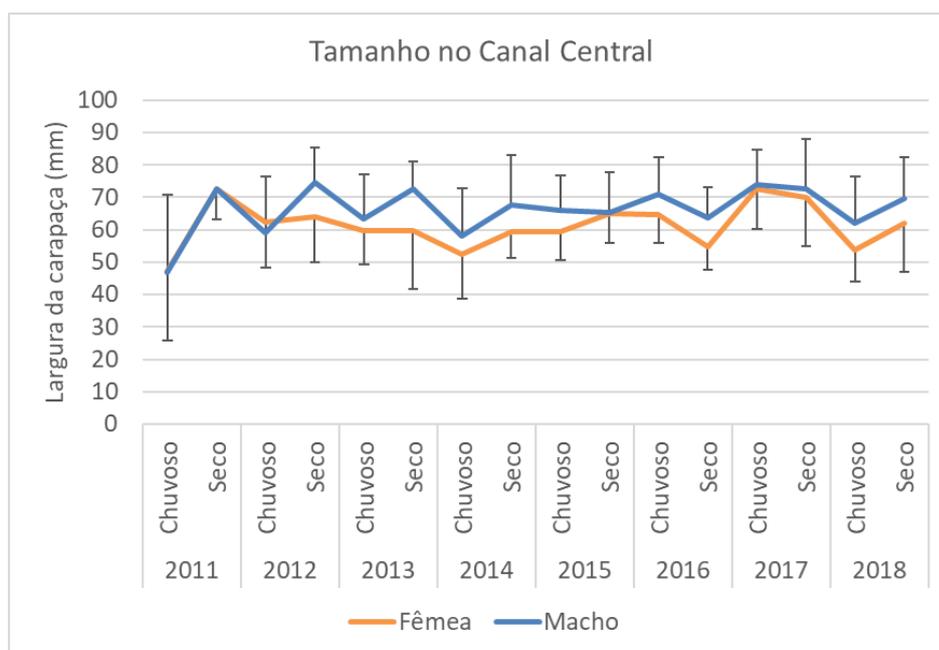


Figura 20 - Variação temporal no tamanho médio (\pm erro padrão) de machos e fêmeas da espécie *Achelous spinimanus* no Canal Central, na Baía de Guanabara

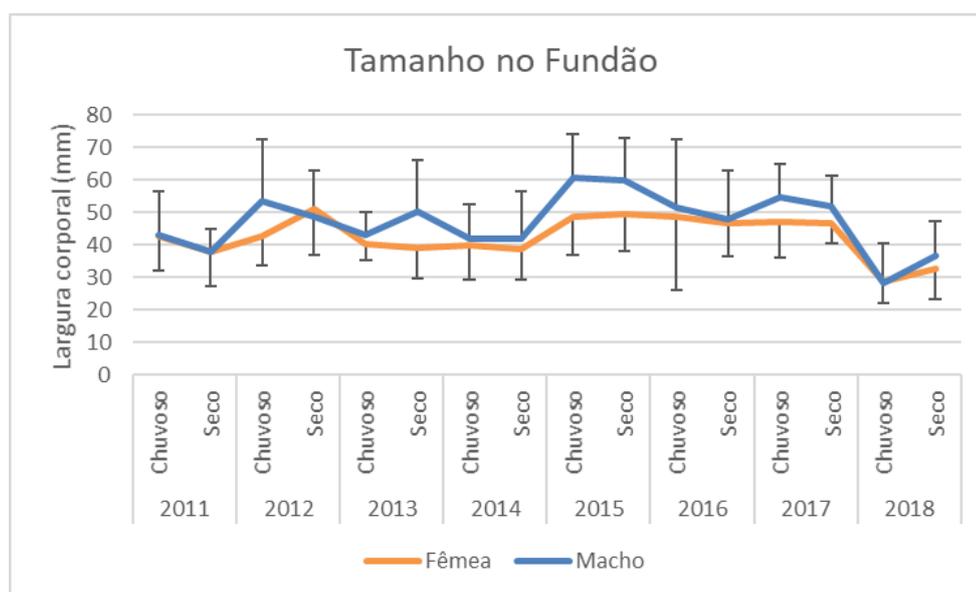


Figura 21 - Variação temporal no tamanho médio (\pm erro padrão) de machos e fêmeas da espécie *Achelous spinimanus* no Fundão, na Baía de Guanabara.

Em termos de relação peso-largura da carapaça, os machos apresentaram crescimento isométrico, com o coeficiente angular b próximo de 3 (Figura 22), enquanto as fêmeas apresentaram crescimento alométrico negativo, com b menor do que 3 (Figura 23). O intercepto (a) que indica o fator de condição dos animais foi semelhante entre sexos (2×10^{-4}).

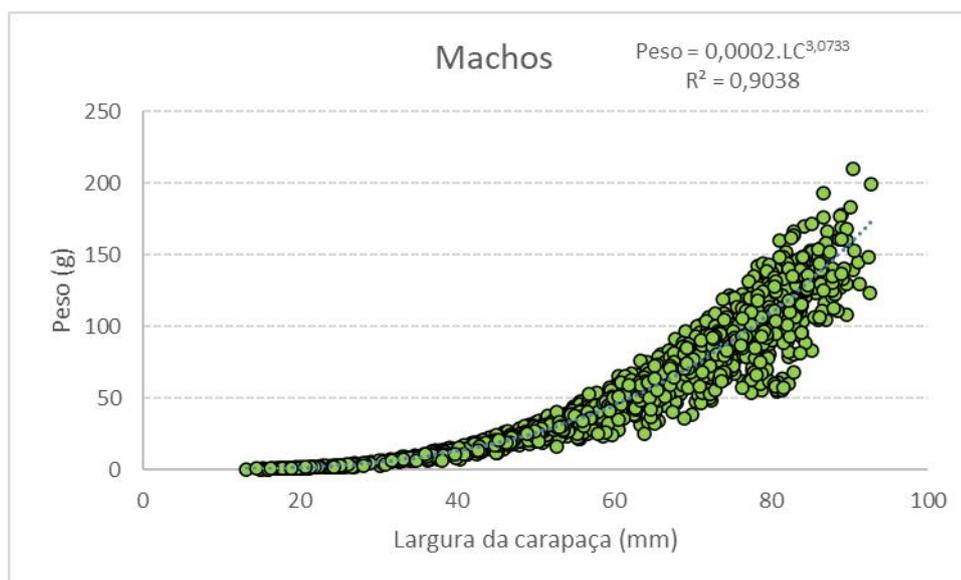


Figura 22 - Relação do peso (g) com a largura da carapaça (mm) em machos da espécie *Achelous spinimanus* na Baía de Guanabara

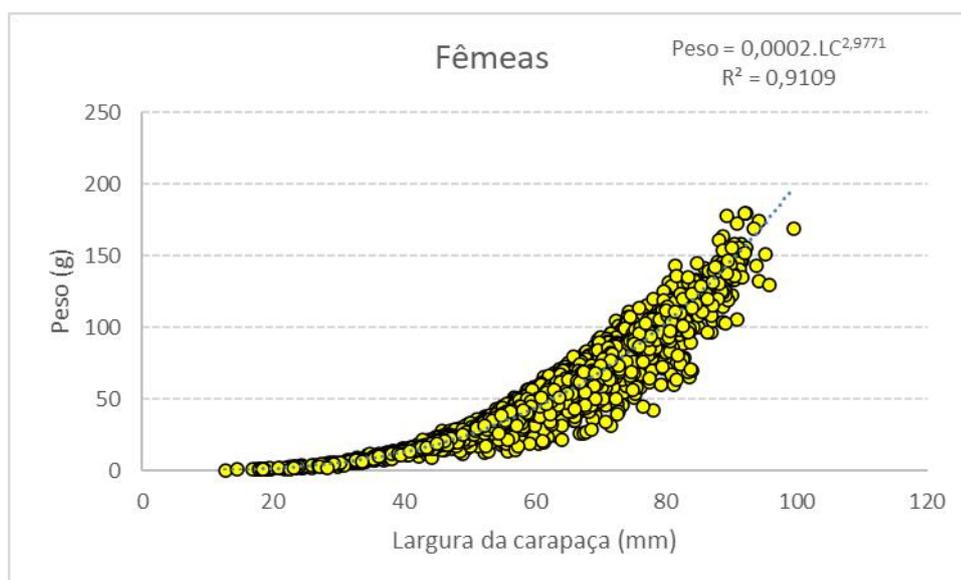


Figura 23 - Relação do peso (g) com a largura da carapaça (mm) em fêmeas da espécie *Achelous spinimanus* na Baía de Guanabara

5.3. Relação da abundância com as variáveis ambientais

Relacionando a CPUE com as variáveis abióticas em cada local, nota-se que, no Canal Central (CC), somente pluviosidade foi significativamente relevante para a determinação da abundância do siri candeia (Tabela 9). Já no Fundão (FUN), a

temperatura foi um fator preponderante, sendo correlacionada negativamente com a abundância da espécie.

Tabela 9 - Resultado da regressão múltipla entre a abundância e os dados ambientais do Canal Central e do Fundão, na Baía de Guanabara

Canal central (R² = 0,191)	B in	Correlação parcial	R2	t(88)	p
Temperatura	0,198	0,195	0,184	1,864	0,066
Salinidade	0,009	0,009	0,208	0,080	0,936
Pluviosidade	0,349	0,345	0,102	3,445	0,001
Fundão (R² = 0,32)	B in	Correlação parcial	R2	t(87)	p
Temperatura	-0,238	-0,219	0,203	-2,092	0,039
Salinidade	0,043	0,039	0,243	0,368	0,714
Pluviosidade	-0,122	-0,119	0,132	-1,118	0,267

6. Discussão

Em termos de abundância do siri-candeia na Baía de Guanabara, os resultados mostraram um aumento expressivo na quantidade dessa espécie, principalmente nos últimos três anos do período analisado. Em oito anos de estudo, a média foi de 8,4 indivíduos/arrasto (4.642 indivíduos em 551 arrastos), bem diferente de Rodrigues (2007), que entre 2005 a 2007 coletou, com a mesma metodologia e embarcação do presente estudo, somente 682 indivíduos, em 480 arrastos em toda a baía, gerando uma média de 1,4 indivíduos/arrasto. Mesmo considerando apenas as duas áreas de estudo, as médias encontradas por Rodrigues (2007) foram bem menores. Entre os locais, o maior aumento ocorreu no Canal Central (12,6 ind./arrasto) em relação ao mesmo local na década anterior (2,0 ind./arrasto) e havendo aumento também na área do Fundão (6,2 ind./arrasto) em relação encontrado por essa autora (2,0 ind./arrasto). Considerando sua afinidade por águas mais salinas e com melhores níveis de oxigênio dissolvido na água (Santos, 2000), ao longo do tempo, alguma mudança nas condições ambientais da BG podem ter contribuído para esse aumento de *Achelous spinimanus* na baía.

O predomínio de juvenis dessa espécie em áreas rasas e mais protegidas da baía, como é o caso da área do Fundão, também é encontrado em outros locais da costa sudeste brasileira, como é o caso da costa de São Paulo, em Ubatuba (Bernardo

et al. 2019; Sousa *et al.*, 2020). Essa preferência por áreas rasas, além de ser um ambiente mais protegido de predadores maiores, pode refletir, no caso da BG, uma maior oferta de alimento. A área do Fundão possui sedimentos com grande porcentagem de matéria orgânica (cerca de 9%), indicando uma maior oferta de alimento, mas também apresenta valores razoáveis de oxigênio dissolvido (cerca de 4,2 mL.L⁻¹), o que permitiria o estabelecimento de indivíduos nessa área (Rodrigues, 2007).

Em relação à razão sexual de *A. spinimanus* para a Baía de Guanabara, no geral, houve um maior predomínio de fêmeas (1,5F:1M), estando na faixa obtida para a espécie, quando comparada a outros sistemas ao longo da costa sudeste-sul do Brasil, como em Macaé (RJ), Ubatuba (SP) e Armação de Itapocoroy (SC), na mesma faixa batimétrica, entre 5 e 20m de profundidade (Tabela 10). Mas diferente do encontrado na Baía de Sepetiba (RJ) e Cananéia (SP), onde houve maior predominância de machos em áreas mais profundas dessas regiões.

Entretanto, é observada uma repartição espacial entre os sexos na Baía de Guanabara, com o maior predomínio de fêmeas no Canal Central, enquanto machos predominam no Fundão, assim como ocorre para outros portunídeos na baía, como o siri-mirim ou siri-azul (*Callinectes danae*), onde as fêmeas dominam sobre machos no CC (Torres, 2019) e os machos estão mais presentes em áreas mais rasas e protegidas, próximo a manguezais na região mais interna da baía (Garcia, 2022). A repartição espacial para *A. spinimanus* já foi reportada para o litoral de São Paulo (Sousa, 2017), onde também houve desvio para machos e fêmeas em diferentes locais amostrados, o que pode gerar diferenças encontradas entre os locais na BG e entre estudos, explicado pelo desvio na proporção sexual dos adultos. Esse padrão pode ser uma estratégia a fim de evitar uma competição intraespecífica, além de favorecer a dispersão larval quando somente as fêmeas se deslocam para a entrada na baía. No Canal Central, houve duas vezes mais fêmeas a machos, sendo a mesma razão sexual encontrada para Ubatuba, Ubatumirim e Caraguatatuba, em São Paulo, onde mais da metade de fêmeas também estavam ovígeras. Isso se dá pela preferência de áreas mais profundas para liberação das larvas, pois há uma maior sobrevivência, devido a fatores como a diminuição de predação, a condições ambientais menos estressantes em áreas mais salinas e/ou a dispersão larval (Branco *et al.*, 2002, Andrade *et al.*, 2013, Andrade, *et al.*, 2019, Silva *et al.* 2019).

Anteriormente, Rodrigues (2007) também havia reportado essa repartição espacial, com o predomínio de fêmeas sobre machos da espécie, principalmente na área de entrada da baía. Entretanto, considerando as mesmas áreas do presente estudo, houve dominância de machos tanto no Canal Central (0,6F:1M) como no Fundão (0,3F:1M), o que sugere que houve um aumento da razão sexual a favor das fêmeas ao longo do tempo na região mais interna da baía, o que pode indicar tanto uma maior mortalidade dos machos como um aumento de fêmeas ovíferas nessas regiões. Fêmeas ovíferas e adultos com gônadas desenvolvidas da espécie ocorrem ao longo do ano todo segundo Rodrigues (2007, 2011), indicando um padrão reprodutivo contínuo da espécie. Esse mesmo padrão foi encontrado no presente estudo, assim como já reportado por Silva *et al.*, (2017) para o litoral de São Paulo. Entretanto, segundo Rodrigues (2007), esses adultos e fêmeas ovíferas são mais presentes na área da entrada da baía (que abrange as enseadas de Botafogo e Icaraí) do que na região intermediária, o que destoa dos resultados obtidos de Rodrigues, 2007 no Canal Central, em relação ao presente estudo.

Em termos temporais, observou-se aumentos de CPUE correspondendo aos anos de maior pluviosidade, que foram 2013 e 2016, sendo que o segundo pico de abundância, em 2016, ocorreu em função da presença abundante atípica justamente de fêmeas ovíferas, o que reforça, além da existência de um possível ciclo interanual dessa população na baía, a importância da pluviosidade para o ciclo de vida da espécie em questão. Isso porque em períodos chuvosos, ocorre uma maior estratificação da coluna de água, fazendo com que esses indivíduos se agregassem na área central e mais profunda da baía, visto que o Canal Central atua como uma rota de migração para a entrada e saída de organismos na BG (Lavrado & Keunecke, 2012).

Entretanto, o ano de 2016 foi atípico. Pataro, *et al.* (2018) sugerem que alterações ambientais na Baía de Guanabara ocorrem durante o evento de *El Niño*, que geralmente causa aumento da pluviosidade e temperatura da água, principalmente em períodos chuvosos. Além disso, com o *El Niño*, há intensificação de ventos Nordeste na costa brasileira (Mariano *et al.*, 2012), ocasionando a subida de massas de águas mais frias e salinas de áreas profundas, no evento chamado de ressurgência, que ocorre em Cabo Frio. Essa massa de águas é chamada de ACAS (Águas Central do Atlântico Sul) e pode interferir na abundância de decápodes ao

longo da costa sudeste do Brasil (Sousa, 2017). Sabe-se que *A. spinimanus* tende a migrar para áreas mais protegidas e quentes quando a ACAS está presente na plataforma interna (Mantelatto *et al.* 2016; Bernardo *et al.* 2019) e isso poderia ter feito com que as fêmeas ovígeras permanecessem e/ou migrassem para as áreas mais internas da BG, em 2016. Menezes (2021) verificou que, durante a ocorrência do *El Niño*, no verão de 2015-2016, a estrutura populacional de outros decápodes da Baía de Guanabara também foi alterada, como a espécie de camarão *Rimapneaus constrictus*, o que reforça a ideia de que esse fenômeno possa ter algum efeito também sobre a população de *A. spinimanus*.

Considerando as variações sazonais, a maior abundância de juvenis ocorreu geralmente no período seco (outono/inverno), no Fundão, indicando um período de recrutamento e crescimento da espécie em áreas rasas da BG. No período chuvoso subsequente, após cerca de 6 meses, os indivíduos já adultos e em fase reprodutiva migraram para áreas mais profundas como o Canal Central o que explicaria o aumento encontrado neste local, explicando a defasagem temporal nos dois locais. Rodrigues (2007) já havia detectado dois picos de abundância dessa espécie na baía, sendo um no outono e outro na primavera, englobando os períodos seco e chuvoso, respectivamente, corroborando com o resultado do presente estudo. Da mesma forma, outros estudos relatam esse tipo de migração ontogenética de indivíduos desta espécie ao longo do seu ciclo de vida, no qual utilizam estuários e baías para abrigo, forrageamento e crescimento de juvenis, estando os adultos maiores geralmente em áreas mais profundas (Martins, 2013). Em relação aos picos reprodutivos *A. spinimanus* se comportou diferente na costa paulista, com picos reprodutivos no inverno e no começo da primavera, tendo picos reprodutivos antes da presença de ACAS, sendo visto, por Bernardo *et al.* (2020), como uma estratégia para reduzir a competição de suas larvas por alimento na região de Ubatuba (SP).

Em termos de tamanho, os indivíduos coletados no Canal Central tiveram a largura da carapaça maior do que a de indivíduos do Fundão, tanto para machos como para fêmeas. Essa diferença está relacionada à distribuição espacial diferenciada na Baía de Guanabara em relação ao estágio de desenvolvimento, com maior proporção de indivíduos adultos no Canal Central, e de juvenis na área do Fundão. Rodrigues (2007) também encontrou a mesma repartição espacial entre juvenis e adultos, o que reforça a ideia de que as áreas mais rasas, principalmente a área do Fundão,

apresenta condições propícias para o desenvolvimento e crescimento da espécie, já que esse siri praticamente não é encontrado em regiões mais internas da Baía de Guanabara, provavelmente em função da baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido e salinidades mais baixas (Rodrigues, 2007), assim como já foi reportado por Mantelatto *et al.* (2016) no litoral de São Paulo.

Em relação à diferença de tamanho entre os sexos, o tamanho médio da largura da carapaça foi ligeiramente diferente entre machos e fêmeas. Na BG, foram maiores para os machos, corroborando com estudos de Sepetiba (RJ), litoral de São Paulo, do Espírito Santo e de Santa Catarina, onde os machos também foram maiores em média, (Tabela 10). Diferenças de tamanho entre sexos em portunídeos podem ser explicados por estratégias comportamentais. Machos maiores também apresentam o tamanho do quelípodo maior, o que facilita sua competição, tendo mais acesso a fêmeas receptivas, e também conferindo maior proteção durante a cópula. E investem sua energia em crescimento somático, enquanto as fêmeas alocariam mais energia para o desenvolvimento dos ovos, com menor investimento em tamanho corporal (Martins, 2013; Silva, 2019).

A relação de peso-tamanho, utilizada para estimar o peso em função da largura da carapaça, é encontrada em diversos estudos populacionais e de atividade pesqueira e serve como indicativo, muitas vezes, do estado nutricional do organismo, podendo variar entre populações de uma mesma espécie. Para a costa sudeste-sul brasileira, foram encontrados diferentes resultados. De Carli *et al.* (2014), por exemplo, encontraram alometria negativa para machos e isometria para fêmeas no litoral de São Paulo, enquanto outros autores encontraram alometria positiva para ambos os sexos (Branco *et al.* 2002, Martins 2013). Na BG, Rodrigues (2007) encontrou alometria positiva para essa mesma espécie entre 2005 e 2007. Entretanto, a alometria negativa das fêmeas e a isometria dos machos encontradas no presente estudo podem indicar uma mudança temporal dessa população, devido a fatores como exploração e seleção pesqueira, afetando na captura de indivíduos maiores e mais pesados e/ou a diferenças nas condições ambientais da baía, interferindo na alimentação, como a disponibilidade de presas e itens alimentares, o que interferiria no seu metabolismo, podendo com isso, interferir em ganho de peso. Esses fatores tem sido citados como possíveis causas para essas variações da relação peso-LC por outros autores (Araújo & Lira, 2012; Noori, *et al.*, 2015), sendo que no caso da BG,

isso somente será melhor esclarecido com estudos sobre conteúdo estomacal desses animais.

Apesar dessas alterações na população de *Achelous spinimanus* ao longo do tempo na Baía de Guanabara, a espécie de siri-candeia ainda utiliza a baía como uma importante área de crescimento e alimentação, mostrando que esse sistema ainda exerce importante função na manutenção de populações de espécies marinhas, de relevância ecológica e econômica. Isso reforça a importância de estudos ecológicos de longa duração, como é o caso dos programas PELD, que com 37 projetos em andamento por todo o Brasil, fomenta pesquisas interdisciplinares, e busca compreender, a longo prazo, os efeitos de perturbações de naturais e/ou antrópicas sobre a composição, dinâmica e funcionamento de ecossistemas, bem como ações de manejo empregadas na sua conservação, sendo base na tomada de decisão em gestão ambiental, uso sustentável da biodiversidade, educação ambiental e divulgação científica, entre outros temas. O PELD-Guanabara, um desses programas, auxilia na compreensão e funcionamento do ecossistema Baía de Guanabara e inserido nele, o módulo de Recursos Vivos, que gera informações relevantes para o futuro manejo das espécies que utilizam a baía em seu ciclo de vida e são consideradas alimento para a população e sustento para pescadores locais (Brito *et al.*, 2020, FAPEMIG, 2022).

Tabela 10 - Comparação de parâmetros populacionais de *Achelous spinimanus* ao longo da costa sudeste-sul brasileira. LC = largura de carapaça

Local	Período da coleta	Malha rede	Razão Sexual F:M	Tamanho mínimo - máximo (LC em mm)			Tamanho médio (LC em mm)		Profundidade (m)	Autor
				Machos (M)	Fêmeas (F)	Total	Machos	Fêmeas		
Vitoria, ES - Ilha do Frade	Mai/2004 - Abr/2005	10 mm	1,3	8,6 – 88,0	11,0 – 72,0	8,6-88,0	36,2	31,4	-	Ripoli, 2007
Macaé, RJ	Jun/2010 - Jul/2011	18 mm	1,4	-	-	16,4 - 98,6			5 - 20	Andrade, 2017
Baía de Guanabara, RJ (Canal Central)	Jan/2011 - Dez/2018	20 mm	2,0	16,2 – 97,0	16-9 – 99,5	16,2-95	66,9	64,7	21	presente estudo,
Baía de Guanabara, RJ (Fundão)			0,7	13,2 – 89,5	12,6 – 90,5	13,2-90,5	51,2	45,9	5	
Baía de Guanabara, RJ (Canal Central)	Jul/2005 - Jun/2007	20 mm	0,61	13,0 - 95,8	16,0 – 104,9	13,0-104,9			24	Rodrigues, 2007
Baía de Guanabara, RJ (Fundão)			0,32						5	
Baía de Sepetiba, RJ	Set/2011 - Ago/2012	20 mm	0,5	35,6 – 94,3	37,1 – 92,9	35,6-94,3	65,2	65,1	5- 28	Martins, 2013
Ubatumirim, SP			2,2	41,1 – 99,3	48,3 – 92,4	41,1-99,3	73,7	69,3	5- 20	
Ubatuba, SP	Jan/1998 - Dez/1999		2,1	41,1 – 99,3	49,9 – 94,0	41,1-99,4	69,6	65,4	5 - 20	Sousa, 2017
Mar virado, SP			0,9	45,3 – 85,3	62,0 – 82,9	45,3-85,3	66,1	71,3	5 - 20	
Ubatuba, SP	Jul/2001 - Jun/2003		2,3	5,5 - 58,3	8,2 - 55,5	5,5-58,3	19,7	20,2	5 - 35	Silva et al, 2019
Caraguatatuba, SP				10,1 - 41,9	9,8 - 40,7	9,8-41,9	18,3	18,4	5 - 35	
Litoral de Santos a Cananeia, SP.	Ago/2010 - Jul/2011	10 mm	0,4	54,8 - 105,2	57,5 - 96,3	54,8-105,2	82,2	80,3	26 -80	De Carli et al, 2011
Armação de Itapocoroy, SC	Jan/1995 -Dez/1995	30 mm	1,9	26,67 - 124,4	11,5 - 97,7	11,5-124,4	100,0-110,0	60,0-80,0	6 - 10	Branco et al, 2002

7. Conclusões

Existe uma repartição espacial entre os sexos e estágio de desenvolvimento de *Achelous spinimanus* na Baía de Guanabara, ocorrendo mais machos jovens em áreas mais rasas e fêmeas adultas em áreas mais profundas, com o uso do Canal Central principalmente feito por fêmeas ovígeras, como rota de entrada/saída da baía no período de reprodução

A sazonalidade marcante deste siri na baía é devida ao seu ciclo de vida, onde maiores abundâncias de adultos em fase reprodutiva ocorrem em períodos chuvosos no Canal Central e o recrutamento ocorre em maior intensidade no período seco subsequente, em áreas mais rasas.

Houve variações interanuais em relação à abundância, que estão relacionadas à pluviosidade e/ou eventos oceanográficos causados pelo El Niño, interferindo principalmente na quantidade de fêmeas ovígeras na baía.

Houve mudanças temporais de longo prazo na estrutura de tamanho desta população, com o aumento proporcional de fêmeas, com mais de 35% em relação aos machos, nos últimos 15 anos, além de mudanças na alometria de fêmeas e machos, que podem estar relacionadas às condições ambientais da baía, devendo ser melhor investigadas.

8. Referências

Alencar, E. 2016. Baía de Guanabara: descaso e resistência. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll/Mórula. 124 pp.

Alerta Rio, 2021. Dados pluviométricos. Disponível em: <http://www.sistema-alerta-rio.com.br/dados-meteorologicos/download/dados-pluviometricos/>). (Acesso em: 23/09/2021)

Amador, E. S. 1997. Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: homem e natureza. ReproArteGrafica e Editora Ltda. 539 p

Andrade, L. S.; Costa, R. C.; Castilho, A. L.; Frameschi, I. F.; Sancinetti, G. S. & Fransozo, A. 2017. Reproductive and population traits of the swimming crab *Achelous spinimanus* (Crustacea: Decapoda) in an upwelling region in southeastern Brazil. *Nauplius*, 25: 2017004.

Andrade, L.; Bertini, G.; Fransozo, V.; Teixeira, G.; Barros-Alves, S. & Fransozo, Adilson. 2013. Differential occupation of habitat as a reproductive strategy of the blue crab *Callinectes ornatus* Ordway, 1968 (Crustacea: Decapoda). *Marine Biodiversity*. 44.

Araújo, M. S. L. & Lira, J. J. P. R. 2012. Condition factor and carapace width versus wet weight relationship in the swimming crab *Callinectes danae* Smith 1869 (Decapoda: Portunidae) at the Santa Cruz Channel, Pernambuco State, Brazil. *Nauplius*. 20:41-50.

Bernardo, C. H.; Bernardes, P. V.; Silva, T. E.; Sousa, A. N.; Taddei, F. G. & Fransozo, A. 2020. Reproduction and population structure of *Achelous spinimanus* (Crustacea: Portunidea) in the northern coast of São Paulo, Brazil, and influence of environmental factors. *Biologia*, v. 75, n. 9, p. 1373-1383.

Bernardo, C. H.; Bernardes, P. V.; Sousa, A. N.; Rodrigues, G. F. B.; Silva, T. E. & Fransozo, A. 2019. Environmental factors modulating the bathymetric distribution of the demographic groups of *Achelous spinimanus* (Crustacea). *Neotropical Biology and Conservation*. 14:13-28.

Branco, J. O.; Lunardon-Branco, M. J. & Souto, F. X. 2002. Estrutura populacional de *Portunus spinimanus* Latreille (Crustacea, Portunidae) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*. 19:731-738.

Brito, M.; Oliveira, D.; Mamede, M.; Randig, O., & Lacerda, F. 2020. Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração – PELD/CNPQ – desafios da gestão, avanços e perspectivas. *Oecologia Australis*, 24(2), 259-265.

Carreira, R. S. & Cordeiro, L. G. M. S. 2018. Esteróis fecais: Biomarcadores de contaminação. 105-118 pp. *In*: J. L. Valentin, P. Paiva, P. Salomon. A Baía de Guanabara: passado, presente e futuro de um ecossistema ameaçado. Curitiba. Editora CRV. 310 pp.

Carvalho, C. 2018. Estrutura populacional e dieta de *Farfantepenaeus spp.* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) em duas baías no estado do Rio de Janeiro, Brasil. Tese de Doutorado, Museu Nacional, 253 pp.

De-Carli, B. O.; Severina-Rodrigues, E.; Rotundo, M. M.; Musiello-Fernandes, J. & Ancona, M. C. 2014. Fecundidade e morfometria de *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Brachyura, Portunidae) capturado no litoral do estado de São Paulo, Brasil. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, 40:487-495.

Engel, D.W. & Thayer, G.W. 1998. Effects of habitat alteration on blue crabs. *Journal of Shellfish Research*. 17:579-585.

FAPEMIG. 2022. Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais. <http://www.fapemig.br/pt/linhas-de-fomento/programas-em-parceria/programa-de-pesquisa-ecologica-de-longa-duracao-peld/>. (Acesso em: 08/04/2022)

Fistarol, G. O. & Tenenbaum, D. R. 2018. Evolução, causas e consequências dos impactos ambientais. 15- 28 pp. *In*: J. L. Valentin, P. Paiva, P. Salomon. A Baía de Guanabara: passado, presente e futuro de um ecossistema ameaçado. Curitiba. Editora CRV. 310 pp.

Fistarol, G. O.; Coutinho, F. H.; Moreira, A. P. B.; Venas, T.; Cànovas, A.; de Paula Jr, E. M.; Coutinho, R.; de Moura, R. L.; Valentin, J. L.; Tenenbaum, D. R.; Paranhos, R.; do Valle, R. A. B.; Vicente, A. C. P.; Amado Filho, G. M.; Pereira, R. C.; Kruger, R.; Rezende, C. E.; Thompson, C. C.; Salomon, P. S. & Thompson, F. L. 2015. Environmental and Sanitary Conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. *Frontiers in Microbiology*, 6:1-17.

Garcia, L. Keunecke, K. & Fukuda, J. & Vianna, M. 2022. Sustainable swimming crab fishing at Guapi-Mirim Environmental Protected Area (Guanabara Bay): Description and Management Suggestions. *Biodiversidade Brasileira - BioBrasil*. 12. 128-142.

INEA. 2022. Boletim de qualidade das águas da região hidrográfica V - Baía de Guanabara. Instituto Estadual do Ambiente. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/12/Boletim-IQA-RH-V-Bacia-da-Ba%C3%ADa-de-Guanabara-2019-N4.pdf>. (Acesso em: 11/10/2021)

Lavrado, H. P. & Keunecke, K. A. 2012. Caracterização da Fauna Demersal de Decápodes. *In*: Menicone, M. F. G., Silva, T. A.; Fonseca, M. L.; Lima, S. O. F.; Lima, E. F. A.; Lavrado, H. P. & Figueiredo-Junior, A. G. (eds.) Baía de Guanabara: Síntese do conhecimento ambiental. Vol. 2. Biodiversidade. Petrobras, Rio de Janeiro, pp. 346-370.

Lavrado, H. P.; Carvalho, C.; Keunecke, K. A. & Vianna, M. 2018. Recursos vivos. pp 275 – 284. *In*: L. J. Valentin, P. Paiva & P. Salomon. A Baía de Guanabara: passado, presente e futuro de um ecossistema ameaçado. Curitiba. Editora CRV. 310 pp.

Lavrado, H. P.; Disaró, S. T.; Esteves, A. M.; da Fonsêca-Genevois, V.; de Mello e Sousa, S. H.; Omena, E. P.; Paranhos, R.; Sallorenzo, I. A.; Veloso, V. G.; Ribeiro-Ferreira, V. P.; Fernández, M. P. C. & Falcão, A. P. 2017. Comunidades bentônicas dos substratos inconsolidados da plataforma e talude continental da Bacia de Campos: Uma visão integrada entre seus componentes e suas relações com o ambiente. *In*: A. P. C. Falcão & H. P. Lavrado (eds). Ambiente Bentônico: caracterização ambiental regional da Bacia de Campos, Atlântico Sudoeste. Elsevier Habitats: Rio de Janeiro, Brazil. pp. 307–352.

Lavrado, H. P.; Falcão, A. P. C.; Carvalho-Cunha, P. & Silva, S. H. G. 2000. Composition and distribution of Decapoda from Guanabara Bay, RJ. *Nauplius*, 8 (1): 15-23.

Mantelatto, F. L. M. & Fransozo, A. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. *Crustaceana*, Leiden, 72 (1): 63-76.

Mantelatto, F. L.; Robles, R.; Schubart, C. D.; Felder, D. L. 2009. Molecular phylogeny of the genus *Cronius* Stimpson, 1860, with reassignment of *C. tumidulus* and several American species of *Portunus* to the genus *Achelous* De Haan, 1833 (Brachyura: Portunidae). *Crustacean Issues: Decapod Crustacean Phylogenetics*, 18: 567–579.

Mantelatto, F.L., Bernardo, C.H., Silva, T.E., Bernardes, V.P., Cobo, V.J. & Fransozo, A. 2016. Composição e distribuição de crustáceos decápodes associados à pesca do Camarão-Sete-Barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (HELLER, 1862) no litoral norte do estado de São Paulo. *Boletim do Instituto de Pesca*, 42:307-326.

Mariano, L.S.; Cerrone, B. N.; Fragoso, M. R. & Santos, N. G. 2012. Evidências de Intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) na Baía de Guanabara (RJ, Brasil). Congresso Brasileiro de Oceanografia (CBO), 2221-2228 pp.

Martin, J. W. & Davis, G. E. 2001 An updated classification of the recent Crustacea. Natural History Museum of Los Angeles County, Science Series 39: 1-124.

Martins, A. S. P. 2013. Estrutura Populacional e Distribuição Espaço-temporal dos Portunídeos (Crustacea, Decapoda) da Baía de Sepetiba – RJ. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de biologia. 70 pp.

Mayr, L.M.; Tenenbaum, D.R.; Villac, M.C.; Paranhos, R.; Nogueira, C.R.; Bonecker, S.L.C. & Bonecker, A.C.T. 1989. Hydrobiological characterization of Guanabara Bay. *In*: C. Neves. (ed.). Coastlines of Brazil. Vol. 1. Coastlines of the World. Amer Society of Civil Engineers, Reston, pp. 124–138.

Melo, G. A. S. 1996. Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro. São Paulo, Plêiade/FAPESP. 603 pp

Menezes, M. 2021. Padrões Espaciais e Temporais das Assembleias de Crustáceos Decápodes da Baía de Guanabara: Um Estudo de Longa Duração (2011-2018). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional. 170 pp.

MMA. 2021. Despoluição da Baía de Guanabara consolida a Agenda Ambiental Urbana. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/noticias/despoluicao-da-baia-de-guanabara-consolida-agenda-ambiental-urbana>. (Acesso em 11/10/2021).

Moraes, M. C. M. & Lavrado, H. P. 2017. Distribution of loliginid squids in a eutrophicated tropical coastal bay, Marine Biology Research. 13:330-341.

Noori, A.; Moghaddam, P.; Kamrani, E.; Akbarzadeh, A. & Pinheiro, M. A. A. 2015. Condition factor and carapace width versus wet weight relationship in the blue swimming crab *Portunus segnis*. Animal Biology. 65:87-99.

Oliveira, M., Gelli, G.; Procópio, S.; Correia, N. & Daemon, L. 2018. Baía de Guanabara: um olhar no saneamento. Revista INEANA. 6:34-47.

Paranhos, R. & Andrade, L. 2012. Caracterização Físico-Química da Coluna d'Água e a Qualidade das Águas. *In*: M. F. G. Menicone, T. A. Silva, M. L. Fonseca, S. O. F. Lima, E. F. A. Lima, H. P. Lavrado, & A. G. Figueiredo-Junior (eds.). Baía de Guanabara: Síntese do conhecimento ambiental. Vol. 1. Ambiente e Influência Antrópica. Petrobras, Rio de Janeiro, 60-79 pp.

Pataro, M.; Pinto, F. N.; Cabral, A. S. & Paranhos, R. R. P. 2018. Tendências decadais da qualidade das águas. Sessão II. Capítulo 1. p 33-43. *In*: J. L. Valentin, P. Paiva, P. Salomon. A Baía de Guanabara: passado, presente e futuro de um ecossistema ameaçado. Curitiba. Editora CRV. 310 pp.

Pinheiro, M. A. A.; Boos, H.; Reigada, A. L. D.; Rodrigues, E. S.; Rocha, S. S.; Hereman, M. J. & Souza, M. R. 2016. Avaliação dos Caranguejos Portunídeos (Decapoda:Portunoidea: Ovalipidae, Polybiidae e Portunidae).pp 337-365. *In*: M. Pinheiro & H. Boos. Livro vermelho dos crustáceos do brasil: avaliação2010-2014. 1ª edição. Porto Alegre, RS. Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC. pp 466.

Ribeiro, I. C. 2009. A senciência em decápodes e a sua importância na construção de sistemas enriquecidos – Um projeto no SEA LIFE Porto. Dissertação de mestrado. Universidade do Porto, Portugal. 148 p

Rio de Janeiro, Constituição. 1989. Capítulo VIII – do meio ambiente. Art. 268 – 269.

Ripoli, I. V.; Fernandes, J. M.; Rosa, D. M. & Araújo, C. C. V. 2007. Dinâmica populacional de *Portunus spinimanus* (Latreille, 1819) (Crustacea: Portunidae) em um trecho litorâneo da ilha grande, Vitória, ES. Boletim do instituto de pesca, 33:205-212.

Rodrigues, I. B. 2007. Estrutura populacional de *Portunus spinimanus* Latreille 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ. Monografia de Bacharelado em Biologia Marinha, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 29 pp.

Rodrigues, I.B. 2011. Crescimento e biologia reprodutiva de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, RJ. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 116 pp.

Santos, S. 2000. Influência dos fatores ambientais na abundância de *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP). *Ciência E Natura*, 22(22), 129–144.

Santos, S.; Negreiros-Fransozo, M. L. & Padovani, C. R. 1995. Relationship between the body weight and the carapace width of the swimming crab *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Decapoda, Portunidae). *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Curitiba. 38 (3): 715-724.

Serejo, C. S.; Cardoso, I. A.; Tavares, C. R.; Abreu Jr., C. R.; Amâncio, I. C. & Senna, A. R. 2007. Filo Arthropoda Subfilo Crustacea. pp 165-214. *In*: H. P. Lavrado & M. S. Viana. (eds) Atlas de invertebrados marinhos da região da Zona Econômica Exclusiva brasileira, parte 1. Rio de Janeiro: Museu Nacional. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 258 pp.

Serejo, C.; Young, P. S.; Cardoso, I. A.; Tavares, C. & Abreu Jr, C. R. 2006. Filo Arthropoda. Subfilo Crustacea. pp. 299-337. *In*: H. P. Lavrado & B. L. Ignacio (eds.) Biodiversidade bentônica da costa central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Rio de Janeiro: Museu Nacional. No. 18. 389 pp.

Silva, T.E. 2019. Dinâmica populacional de duas espécies de siris de importância econômica: *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) e *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Decapoda, Portunoidea) em uma área de proteção ambiental, no litoral sudeste brasileiro. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista. 109 pp.

Silva, T.E.; Taddei, F.G.; Bertini, G.; Andrade, L.S.; Teixeira, G.M.; Fransozo, A. 2017. Population structure of the swimming crab *Achelous spinicarpus* (Crustacea, Portunoidea) in São Paulo northern coast, Brazil. *Neotropical Biology and Conservation*. 12(3): 164-170.

Sousa, A. N. 2017. Biologia e ecologia do siri candeia *Achelous spinimanus* (Latreille, 1819) (Crustacea, Decapoda, Portunoidea) em três enseadas da costa sudeste do Brasil. Botucatu. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências de Botucatu. UNESP.

Sousa, A. N.; Bernardes, V. P.; Bernardo, C. H.; Taddei, F. G.; Teixeira, G. M.; Costa, R. C. & Fransozo, A. 2020. Reproductive biology of the swimming crab *Achelous spinimanus* (Decapoda, Portunoidea): a potential fishing resource. *Iheringia. Série zoologia*, Vol.110.

Sturdivant, S. K., Díaz, R. J. & Cutter, G. R. 2012. Bioturbation in a declining oxygen environment, in situ observations from wormcam. *PLoS ONE*, 7 (4): e34539.

Taissoun, E. N. 1973. Biogeografía y ecología de los cangrejos de la familia "Portunidae" (Crustacea, Decapoda, Brachyura) en la costa Atlántica de America. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad del Zulia*, 7: 7-23.

Torres, A.S.S. 2019. Biologia populacional de duas espécies de siris do gênero *Callinectes* na Baía de Guanabara (2011 – 2017). Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 150 pp.

Valentin, J. L. 2001. The Cabo Frio Upwelling System, Brazil. In: U. Seeliger, B. Kjerfve (eds) Ecological Studies: Coastal Marine Ecosystems of Latin America. Springer – Verlag, Berlin, Heidelberg, 144: 97-105.