

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de **18/05/2024**.

**DENSIDADE, TAMANHO E POTENCIAL EXTRATIVO
DO CARANGUEJO-UÇÁ (*Ucides cordatus*): UMA
ANÁLISE INTEGRATIVA, COM FOCO NA PESCA E
CONSERVAÇÃO**

AKEME MILENA FERREIRA MATSUNAGA

**São Vicente – SP
2020**

DENSIDADE, TAMANHO E POTENCIAL EXTRATIVO DO CARANGUEJO-UÇÁ (*Ucides cordatus*): UMA ANÁLISE INTEGRATIVA, COM FOCO NA PESCA E CONSERVAÇÃO

Aluna: Akeme Milena Ferreira Matsunaga

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

Tese apresentada ao Instituto de Biociências,
Câmpus do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção
do título de Doutor no Programa de Pós-Graduação
em Biodiversidade Aquática.

**São Vicente – SP
2020**

M434d	Matsunaga, Akeme Milena Ferreira Densidade, tamanho e potencial extrativo do caranguejo-uçá (<i>Ucides cordatus</i>): uma análise integrativa, com foco na pesca e conservação / Akeme Milena Ferreira Matsunaga. -- São Vicente, 2020 76 p. : il., tabs., fotos, mapas Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente Orientador: Marcelo Antonio Amaro Pinheiro 1. Caranguejo-uçá. 2. Pesca. 3. Potencial extrativo. 4. Manguezal. 5. Uso sustentável. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, São Vicente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

À minha família: Marlene, Tokinori e Naname Matsunaga

Agradecimentos

Ao meu orientador, Professor e Pesquisador Dr. Marcelo Antonio Amaro Pinheiro. Por toda a orientação, ajuda, compreensão, paciência, valiosos ensinamentos durante o curso, episódios de Game of Thrones, e bem como me permitir a oportunidade de participar do seu projeto FAPESP/FGB do qual os dados da tese foram cedidos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Fundação Grupo Boticário (FGB) pelo financiamento do projeto intitulado “PROJETO UÇÁ-CLIMA – Monitoramento da densidade e estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura: Ocypodidae), como indicador de mudanças climáticas (Processo FAPESP/FGB nº 2014/50438-5)”, no âmbito da linha de fomento de Auxílio à Pesquisa - Programa de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais (PFPMCG) do PITE.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio do Programa de Demanda Social – DS, pela concessão das bolsas de estudo ao longo dos meus 3 anos como bolsista do curso de doutorado: Bolsas Quota Pró-Reitoria e Bolsa CAPES-DS (nº 1728737).

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros do Instituto de Biociências do Câmpus do Litoral Paulista (IB-CLP) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP).

À Secretaria da Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros, nas pessoas da Hanna, Fabiana e Amanda. Por toda ajuda e socorro, mesmo antes de eu chegar em São Vicente. Sou imensamente grata. Estendo meus agradecimentos à Coordenação, para a Prof. Dra. Ana Júlia que sempre foi prestativa e apoiadora.

Aos membros da banca Dr. Ivan Furtado Junior, Dr. Marcus Emanuel Barroncas Fernandes, Dr. Willian Ricardo Amâncio Santana e Dr. Sergio Schwarz da Rocha, por terem aceitado o convite para participar da avaliação da tese, pelas valiosas contribuições, avaliações e sugestões nela.

Aos membros da banca da qualificação, pelas valiosas contribuições, Dr. Marcelo Souza e Dr. Mário Rollo Jr.

Ao Grupo de Pesquisa em Biologia de Crustáceos (CRUSTA) e seus membros atuais e os que estavam quando cheguei e os que entraram durante minha estadia no Câmpus: Juliana Rio, Camila Pimenta, Ádria Freitas, Kimberly Mazagão, Marcio João, Michael Hereman, Michel Tartarotti, Nicholas Kriegler, Fernanda Barbi, Patrício Hernaez, Marcelo Souza, Wagner, Ana. Obrigada pela amizade, pelas saídas, pelos risos e pela companhia nas coletas.

Foi divertido conviver com vocês. Fizem a diferença durante essa fase da minha vida. E ao André da Juliana, que era quase do laboratório já.

Ao Ilson por todo apoio nas coletas. Ao Andrezinho pela ajuda com os caranguejos. Ao Seu Dorico, pelo melhor pastel da Juréia.

À Marlene, Tokinori e Naname Matsunaga. Às “quianças”. Minha família. Meu apoio incondicional presencialmente e daí de cima. Em especial, para a Naname. Que é a união e a continuação dos nossos pais. Que se eu cair 7 vezes, ela me levanta 8. “*Cada um vai na sua estrada/Um por um, vou ao lado seu/Ser irmão, ter o meu coração/Em duas jornadas*”

Ao T’Challa e ao *Coffea arabica*, meus companheiros das madrugadas.

À Camila e Ádria, que eu nem preciso falar. Elas sabem. À família Ramos Pimenta, que me acolheu por um tempo. Obrigada Maria, Carla, Júnior.

À Juliana, a modelo do laboratório. A que estava lá tão novata quanto eu, que entrou na mesma turma que eu. A que eu vi se tornar Mestre Juliana Rio. A pessoa que chorou quando eu ganhei a bolsa e pude continuar. A que nunca me esquece.

À Kim, a filha que eu ganhei no laboratório. Que me enche de orgulho por ser mais forte do que pensa que é.

À Roberta Merguizo. Apoio, amizade, carinho. O contato foi maior na metade do caminho, mas valeu demais. Nem sei como te agradecer.

Ao pessoal do Câmpus do Litoral Paulista (CLP), que se for citar todos nominalmente, posso esquecer alguém. As meninas terceirizadas, as meninas do Laboratório Técnico-Didático, pessoal da biblioteca, da fotocópia, da cantina. De alguma forma, me ajudaram com as conversas e ajudas de vocês.

Ao Departamento de Ordenamento e Desenvolvimento da Pesca da Secretaria de Aquicultura e Pesca do MAPA. Foi a fase final, mas ajudaram muito, com amizades, conversas, risos e toda descontração. Me ajudaram a tentar conciliar a complexidade que é estudar e trabalhar. Em especial, à minha Coordenação, a qual a convivência é mais próxima. Todos vocês são indisciplinados, mas são os melhores!

À Deus. Ele sabe. Eu sei.

Muito obrigada!

“... Gostaria de aproveitar este momento para dizer a todas garotinhas por aí, que sonham com a ciência como profissão: façam isso. É o melhor trabalho do mundo. Se alguém falar que você não consegue, não escute. ”

Dra. Amy Farrah Fowler

“... Porque a honra não é apenas minha. Eu não estaria aqui se não fosse por algumas pessoas muito importantes em minha vida. [...] Eu estava sobre a errada conclusão, de que minhas conquistas eram somente minhas. Nada poderia estar mais longe de ser verdade. Eu tenho sido encorajado, sustentado, inspirado e tolerado, não só pela minha esposa, mas pelo melhor grupo de amigos que alguém já teve. Queria pedir para que eles se levantassem. Dr. Rajesh Koothrappali. Dra. Bernadette Rostenkowski-Wolowitz. Astronauta Howard Wolowitz. E os meus dois melhores amigos do mundo, Penny Hofstadter e Dr. Leonard Hofstadter...”

Dr. Sheldon Lee Cooper

Discurso ao ganharem, juntos, o Prêmio Nobel no Campo da Física
Episódio 23. Temporada 12
The Change Constant
The Big Bang Theory

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	7
Capítulo I - Padrão de variabilidade espacial e temporal do caranguejo-uçá <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) em distintas feições de manguezais no Atlântico Ocidental do Brasil	10
INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
Avaliação latitudinal, sazonal e em diferentes níveis de inundação pelas marés na densidade e tamanho do caranguejo-uçá	18
Variáveis explicativas da distribuição do caranguejo-uçá	29
CONCLUSÕES	34
AGRADECIMENTOS	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
Capítulo II - O potencial extrativo de <i>Ucides cordatus</i> (Linnaeus, 1763) em manguezais do litoral sudeste e sul do Brasil, como estratégia de manejo para gestão do uso sustentável da pesca do caranguejo-uçá	44
INTRODUÇÃO	44
MATERIAL E MÉTODOS	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
CONCLUSÕES	60
AGRADECIMENTOS	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
CONSIDERAÇÕES GERAIS FINAIS	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	72

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I. Padrão de variabilidade espacial e temporal do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em distintas feições de manguezais no Atlântico Ocidental do Brasil.

Figura 1. Mapa de localização das áreas de manguezais avaliadas. Localização geográfica da Estação Ecológica (ESEC) Juréia-Itatins/SP e Parque Nacional (PARNA) do Superagui/PR, situadas nas regiões sudeste e sul do Brasil	12
Figura 2. Delineamento amostral. Composto por duas áreas de manguezal (ESEC Juréia-Itatins e PARNA do Superagui), cada uma compreendendo duas subáreas amostrais (margem e “apicum”), onde foram dispostos 05 quadrados amostrais de 5x5m (quadrados vermelhos) nos quais foram monitoradas 35 variáveis (31 abióticas: atmosféricas, hídricas e edáficas; e 04 bióticas – caranguejos: densidade e estrutura populacional; e vegetação arbórea: densidade e parâmetros biométricos). Onde: TC, transição com o canal estuarino; TM, transição para a Mata Atlântica; e TV, transição de vegetação (diferentes feições do manguezal). O esquema não segue uma escala, servindo apenas para ilustração.	14
Figura 3. Nível de inundação (A), largura da carapaça (B) e densidade do caranguejo-uçá (C), durante o triênio 2016-2018, nas duas áreas de manguezal (Juréia/SP e Superagui/PR) e suas subáreas (margem e “apicum”) avaliadas. Onde: ponto, média; caixa, média $\pm$ erro padrão da média; e linhas verticais, intervalo de confiança da média a 5%. Médias associadas a letras distintas diferiram significativamente entre si a 5%	19
Figura 4. Tamanho do Caranguejo. Gráfico de caixas do tamanho do caranguejo-uçá (LC, largura da carapaça), numa comparação entre as duas áreas de manguezal (Juréia/SP e Superagui/PR), independentemente do nível de inundação (margem ou “apicum”), considerando os registros realizados nas durante cinco expedições de campo realizadas sazonalmente (inverno e verão), a partir do verão/2016 ao inverno/2018. Onde: ponto, média aritmética; caixa, erro padrão da média; e linha vertical, o intervalo de confiança da média. Médias acompanhadas de letras distintas não diferiram significativamente ($F=665,51$; $p=0,000$)	23
Figura 5. Nível de inundação pelas marés. Registrado com base na distribuição vertical das macroalgas (<i>Bostrychietum</i>) nas duas áreas de manguezal (Juréia/SP e Superagui/PR), em cada uma das subáreas amostrais (m, margem; e a, apicum), considerando seis expedições (verão/2016 ao inverno/2018). Onde: círculo, média aritmética; caixa, erro padrão da média; linhas verticais, intervalo de confiança da média. Médias acompanhadas por uma mesma letra não diferiram significativamente entre si a 5% ($F=202,21$; $p=0,00$)	24
Figura 6. Densidade do Caranguejo-Uçá (Área/Subárea de Manguezal por Expedições). Gráfico de linhas da densidade do caranguejo-uçá (ind./m ²), por subárea amostral (m, margem; a, apicum), nas duas áreas de manguezal (JUR, ESEC Juréia-Itatins; SUP, PARNA do Superagui), durante as quatro expedições de campo realizadas do verão/2016 ao inverno/2018	25
Figura 7. Densidade do Caranguejo-Uçá (Área/Subárea de Manguezal por Expedições). Gráfico de caixas da densidade do caranguejo-uçá (ind./m ²), por subárea amostral (m, margem; a, apicum), nas duas áreas de manguezal (JUR, ESEC Juréia-Itatins; SUP, PARNA do Superagui), durante as quatro expedições de campo realizadas do verão/2016 ao inverno/2018. Onde: ponto, média aritmética; caixa, erro padrão da média; e linha vertical, o intervalo de confiança da média a 5%. Médias acompanhadas de letras distintas não diferiram significativamente a 5% ($F=14,91$; $p=0,00$)	27
Figura 8. Matriz de correlação de Spearman entre a densidade do caranguejo (<i>crab</i>) e as variáveis registradas no presente estudo, com representação da análise de 15 variáveis, resultante de descarte daquelas com mesma característica e em colinearidade.....	29
Figura 9. Gráfico da Análise de Componentes Principais (PCA), com os vetores de cada uma das 15 variáveis que permaneceram após as duas etapas de procedimentos <i>stepwise supervised PCA method</i> , que juntas explicam 60,15% da variância.	31

Capítulo II. O potencial extrativo de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em manguezais do litoral sudeste e sul do Brasil, como estratégia de manejo para gestão do uso sustentável da pesca do caranguejo-uçá.

Figura 1. Mapa de localização das áreas de manguezais avaliadas. Localização geográfica da Estação Ecológica (ESEC) Juréia-Itatins/SP e Parque Nacional (PARNA) do Superagui/PR, situadas nas regiões sudeste e sul do Brasil	46
--	----

Figura 2. Delineamento amostral. Composto por duas áreas de manguezal (ESEC Juréia-Itatins e PARNA do Superagui), cada uma compreendendo duas subáreas amostrais (margem e “apicum”), onde foram dispostos 05 quadrados amostrais de 5x5m (quadrados vermelhos) nos quais foram monitoradas 35 variáveis (31 abióticas: atmosféricas, hídricas e edáficas; e 04 bióticas – caranguejos: densidade e estrutura populacional; e vegetação arbórea: densidade e parâmetros biométricos). Onde: TC, transição com o canal estuarino; TM, transição para a Mata Atlântica; e TV, transição de vegetação (diferentes feições do manguezal). O esquema não segue uma escala, servindo apenas para ilustração	48
Figura 3. Potencial Extrativo – ESEC Juréia-Itatins (margem). Histogramas de tamanho do caranguejo-uçá (LC, largura da carapaça), durante as expedições efetuadas no triênio 2016-2018 para a subárea amostral margem, nas duas estações sazonais de verão e inverno. Onde: barras de tonalidade clara (amarela ou verde clara) compreendem ao potencial extrativo futuro (PEF = jovens, LC<60mm), enquanto aquelas com tonalidade mais escura (laranja e verde escuro) compreendem ao potencial extrativo imediato (PEI = adultos, LC≥60mm).....	53
Figura 4. Potencial Extrativo – ESEC Juréia-Itatins (“apicum”). Histogramas de tamanho do caranguejo-uçá (LC, largura da carapaça), durante as expedições efetuadas no triênio 2016-2018 para a subárea amostral “apicum”, nas duas estações sazonais de verão e inverno. Onde: barras de tonalidade clara (amarela ou verde clara) compreendem ao potencial extrativo futuro (PEF = jovens, LC<60mm), enquanto aquelas com tonalidade mais escura (laranja e verde escuro) compreendem ao potencial extrativo imediato (PEI = adultos, LC≥60mm).	54
Figura 5. Potencial Extrativo - PARNA Superagui (margem). Histogramas de tamanho do caranguejo-uçá (LC, largura da carapaça), durante as expedições efetuadas no triênio 2016-2018 para a subárea amostral margem, nas duas estações sazonais de verão e inverno. Onde: barras de tonalidade clara (amarela ou verde clara) compreendem ao potencial extrativo futuro (PEF = jovens, LC<60mm), enquanto aquelas com tonalidade mais escura (laranja e verde escuro) compreendem ao potencial extrativo imediato (PEI = adultos, LC≥60mm).....	55
Figura 6. Potencial Extrativo – PARNA Superagui (“apicum”). Histogramas de tamanho do caranguejo-uçá (LC, largura da carapaça), durante as expedições efetuadas no triênio 2016-2018 para a subárea amostral “apicum”, nas duas estações sazonais de verão e inverno. Onde: barras de tonalidade clara (amarela ou verde clara) compreendem ao potencial extrativo futuro (PEF = jovens, LC<60mm), enquanto aquelas com tonalidade mais escura (laranja e verde escuro) compreendem ao potencial extrativo imediato (PEI = adultos, LC≥60mm)	56

LISTA DE TABELAS

Capítulo I. Padrão de variabilidade espacial e temporal do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em distintas feições de manguezais no Atlântico Ocidental do Brasil.

Tabela 1. Densidade do caranguejo-uçá (ind./m²), estimado por quantificação do número de galerias por quadrado amostral de 5x5m. Onde: n, número de réplicas usadas (quadrados); Mín., valor mínimo; Máx., valor máximo; x, média; s, desvio padrão; F, teste de ANOVA; p, nível de significância. Médias seguidas por uma mesma letra não diferiram para uma mesma subárea de manguezal em 5% de significância 28

Tabela 2. Contribuição percentual das variáveis analisadas para a influência na densidade do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), nos manguezais da ESEC Juréia-Itatins/SP e PARNA do Superagui/PR 32

Capítulo II. O potencial extrativo de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) em manguezais do litoral sudeste e sul do Brasil, como estratégia de manejo para gestão do uso sustentável da pesca do caranguejo-uçá.

Tabela 1. Simetria das distribuições de frequência em tamanho (LC). Descritores estatísticos referentes ao desvio das distribuições de simetria apresentadas dos potenciais extrativos dos manguezais da ESEC Juréia-Itatins/SP e PARNA do Superagui/PR, nas duas subáreas (margem e apicum), referentes ao período de Época seca/2016 a Época chuvosa/2018. Onde: sk, coeficiente de assimetria = skewness; e epsk, erro padrão do coeficiente de assimetria..... 50

Tabela 2. Potencial extrativo imediato (PEI: LC≥60mm) e futuro (PEF: LC<60mm) do caranguejo-uçá por subárea de manguezal (margem e apicum), nos manguezais avaliados (ESEC Juréia-Itatins, SP; e PARNA do Superagui, PR). Onde: X², teste de qui-quadrado; p, nível de significância (* p<0,05; ^{ns} p>0,05)..... 57

RESUMO

A utilização dos dados de densidade, estrutura e potencial extrativo do caranguejo-uçá consiste em imprescindível subsídio para o manejo da pesca. Portanto, a presente análise permite uma avaliação de uso e conservação do estoque pesqueiro em comento, coexistente à análise da densidade e tamanho do caranguejo-uçá em nível latitudinal, nível de inundação e sazonalidade; dos fatores abióticos e bióticos que influenciam a distribuição espacial de *Ucides cordatus* e do potencial extrativo deste recurso. Os resultados obtidos indicam um notório padrão que vem sendo mantido para esta espécie, mesmo com o passar dos anos, regido principalmente pelo nível de inundação promovido pelas marés, por ser fator primário e condicionador das demais variáveis que influenciam a densidade e estrutura da espécie. A espécie apresenta uma área de ocorrência (AO) associada a todo o sedimento, mas com densidade diferenciada, sendo menor em áreas de maior inundação (indivíduos reprodutivos) e maior nas reduzidas áreas de “apicum” (indivíduos juvenis), que são mais internas e de ocorrência diferencial na costa brasileira. Estudos acerca de potencial extrativo para utilizar como medidas de gestão constituem-se em uma ferramenta a mais na defesa e manutenção dos estoques pesqueiros concomitantemente de quem desse recurso detém sua sobrevivência. Assim, ficando evidente a preocupação com uso sustentável dos recursos pesqueiros aliados a obtenção de melhores resultados econômicos e sociais. Os resultados indicam que as margens de manguezal são mais indicadas para a extração sustentável deste recurso, enquanto os exemplares jovens utilizam as áreas de apicum para seu recrutamento, devendo, portanto, serem preservados para a manutenção dos estoques populacionais da espécie.

ABSTRACT

The use of data on density, structure and extractive potential of the Uçá crab is an essential subsidy for fisheries management. Therefore, the present analysis allows an analysis of the use and conservation of the fishing stock in question, coexisting with the analysis of the density and size of the uçá crab at the latitudinal level, level of flood and seasonality; the abiotic and biotic factors that influence the spatial distribution of *U. cordatus* and the extractive potential of this resource. The results obtained indicate a notorious pattern that has been maintained for this species, even over the years, mainly governed by the level of flooding promoted by the tides, as it is a primary factor and conditioner of the other variables that influence the density and structure of the species. The species presents an area of occurrence (AO) associated with the entire sediment, but with differentiated density, being smaller in areas of greater flooding (reproductive individuals) and greater in the reduced areas of “apicum” (juvenile individuals), which are more internal and of differential occurrence on the Brazilian coast. Studies on the extractive potential to be used as management measures, constitute an additional tool in the defense and maintenance of fisheries stocks, concomitantly with those who have this resource to survive. Thus, the concern with the sustainable use of fishing resources, coupled with obtaining better economic and social results, is evident. The results indicate that the mangrove margins are more suitable for the sustainable extraction of this resource, while the young specimens use the apicum areas for their recruitment, and should therefore be preserved for the maintenance of the population stocks of the species

INTRODUÇÃO GERAL

O manguezal é um importante ecossistema de transição entre o ambiente marinho e terrestre. Este ecossistema está associado às áreas estuarinas de regiões tropicais e subtropicais (Spalding *et al.*, 2010; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016), sendo extremamente produtivo devido aos seus elevados teores de nutrientes e matéria orgânica (Kathiresan & Bingham, 2001). Tal característica possibilita condição especial ao desenvolvimento de sua vegetação halófitas (Krauss *et al.*, 2014; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016), bem como de espécies animais, em especial moluscos, crustáceos, peixes, aves e mamíferos, que possuem adaptações morfofisiológicas para sobreviver às condições especiais que os manguezais apresentam (Pinheiro & Talamoni, 2018). Segundo Wunderlich *et al.*, (2008), os manguezais possuem destacada importância econômica, social e ecológica, sendo considerados “berçários” por seu uso em fases iniciais de desenvolvimento (juvenis) de várias espécies aquáticas (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016).

Segundo Spalding *et al.*, (2010), os manguezais do Brasil representam 8,5% dos manguezais do mundo, com uma área de 13.000 km², ocupando o segundo lugar após a Indonésia (32.894 km²). Os manguezais das regiões Sudeste e Sul brasileiras possuem área pouco expressiva (6,1%) em relação ao total brasileiro, sendo limitados devido à distribuição austral deste ecossistema, nestes casos sobre a influência de um regime de micromarés. Entre os sistemas estuarinos que ocorrem nestas regiões, destaca-se o *Mosaico de Áreas Protegidas do Lagamar*, considerado um importante *hotspot* e Patrimônio Natural da Humanidade, segundo o Programa MaB/UNESCO. Entre as diversas unidades de conservação (UCs) do Lagamar, merecem destaque duas UCs, ambas detendo expressivo nível de preservação ambiental: 1) a *Estação Ecológica (ESEC) Juréia-Itatins*, no estado de São Paulo, sob os cuidados da FF/SMA; e 2) o *Parque Nacional (PARNA) do Superagui*, no estado do Paraná, sob os auspícios do ICMBio. Importante destacar, que foram estas duas UCs as escolhidas como áreas de monitoramento no presente trabalho.

Cabe ressaltar que os macrocrustáceos de manguezais se destacam por sua biomassa, abundância e densidade populacional. Entre eles, os caranguejos semi-terrestres são encontrados em vários tipos de substrato, desde o arbóreo (p. ex., caranguejo-arborícola *Aratus pisonii*) ao mais inconsolidado (p. ex., caranguejo-uçá *Ucides cordatus* e caranguejos-violinistas). Grande parte destes caranguejos de manguezal está associada ao sedimento (arenoso ou lodoso), onde constroem galerias que são utilizadas para proteção, estabilidade térmica (Thongtham & Kristensen, 2003), bem como na estocagem de alimento (folhas e propágulos) (Christofolletti *et al.*, 2013). Tal bioturbação causa o revolvimento dos estratos sedimentares e seus nutrientes, promovendo a geração de novos ambientes que são colonizados

por outras espécies, fazendo assim, que estes crustáceos sejam denominados “engenheiros do manguezal” (Kristensen, 2008).

Por ser um ecótono, o manguezal apresenta variação expressiva de alguns parâmetros abióticos, em especial a salinidade e o nível/frequência de inundação pelas marés, este último associado ao transporte de nutrientes (Wunderlich & Pinheiro, 2013). Além disso, a composição/dominância da vegetação arbórea, bem como a exuberância do manguezal, são parâmetros bióticos que influenciam a densidade populacional de determinados caranguejos (Matsumasa *et al.*, 1992; Nomann & Pennings, 1998; Morrissey *et al.*, 2003; Amoroux & Tavares, 2005; Pinheiro, 2006). A estrutura populacional de alguns caranguejos também pode ser alterada em função da granulometria e propriedades físico-químicas do sedimento (Morrissey *et al.*, 2003; Ribeiro *et al.*, 2005; Pinheiro, 2006), ocorrendo casos de aumento da granulação do sedimento e da erosão local, devido à elevação da densidade desses caranguejos escavadores (Botto & Iribarne, 2000).

Segundo a recente alteração taxonômica proposta por Shih *et al.*, (2016), *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) foi novamente alocado à Família Ocypodidae. Trata-se de um caranguejo semiterrestre, que constrói galerias no sedimento de manguezal, que em áreas lodosas estão mais associadas ao enraizamento arbóreo, que lhes confere maior estabilidade a estes habitáculos (Oliveira, 2005). Trata-se de uma espécie endêmica aos manguezais e um recurso pesqueiro amplamente extraído no Brasil, particularmente nas Regiões Norte-Nordeste, onde é capturada manualmente ou com o auxílio de armadilhas, estas últimas proibidas pela legislação em vigor (Pinheiro & Fiscarelli, 2001).

Segundo levantamento realizado pelo *Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento* (PNUD, 2013), *U. cordatus* foi citado como o caranguejo de manguezal mais estudado em UCs Federais do Brasil. Este crustáceo apresenta várias características que lhe conferem excelência como organismo bioindicador de integridade ecológica (Carignan & Villard, 2002; Reza & Abdullah, 2011), a saber: 1) é espécie-ícone dos manguezais, atuando no processamento/decomposição da serapilheira (Nordhaus *et al.*, 2006, 2009); 2) vive em galerias e, portanto, possuem dispersão limitada que ocorre após o ciclo larval, e mesmo durante seu período reprodutivo, quando deixam suas galerias e caminham pelos manguezais (Diele, 2000; Schmidt *et al.*, 2012; Vianna, 2013); 3) é sensível às alterações hídricas durante sua ontogenia, com a ocorrência diferencial de suas fases de desenvolvimento (larval, juvenil e adulta), em função da salinidade (Rodrigues & Hebling, 1989; Diele & Smith, 2006) e do nível de inundação pelas marés (Schmidt *et al.*, 2008; Wunderlich & Pinheiro, 2013); e 4) indica com confiabilidade a qualidade ambiental dos manguezais, podendo indicar áreas prístinas ou

poluídas em função da resposta de alguns marcadores fisiológicos e genéticos de efeito (Pinheiro *et al.*, 2013; Duarte *et al.*, 2016, 2017).

A densidade e estrutura populacional de *Ucides cordatus* se alteram com o nível de inundação pelas marés (Almeida, 2005; Hattori, 2006; Schmidt, 2006; Wunderlich & Pinheiro, 2013; Pinheiro & Almeida, 2015), ocorrendo uma maior densidade de animais de menor porte em manguezais arenosos (menor inundação), com o inverso registrado naqueles lodosos (maior inundação). Esta densidade pode ser estimada indiretamente, pela totalização de suas galerias em determinada área de referência, o que dispensa sua captura e reduz o tempo de trabalho em campo (Hattori, 2006; Schmidt, 2006; Schmidt *et al.*, 2008).

Portanto, o presente estudo permite uma análise de uso e conservação do estoque pesqueiro em comento, coexistente à uma avaliação da densidade e tamanho do caranguejo-uçá em nível latitudinal, nível de inundação e sazonalidade; dos fatores abióticos e bióticos que influenciam a distribuição espacial e o potencial extrativo deste recurso. A utilização dos dados de densidade, estrutura e potencial extrativo do caranguejo-uçá consiste em imprescindível subsídio para o manejo da pesca deste recurso.

Com fito de uma melhor dinâmica e análise da temática contextualizada, a tese foi dividida em 02 capítulos, para contemplar as proposições apresentadas para avaliação na presente pesquisa e que estão apresentados no que segue:

Capítulo I: Padrão de variabilidade espacial e temporal do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), em distintas feições de manguezais no Atlântico Ocidental do Brasil.

Objetivo: visa analisar a densidade e tamanho do caranguejo *Ucides cordatus*, bem como quais variáveis abióticas (atmosféricas, hídricas e edáficas) com maior potencial explicativo, com base no monitoramento sazonal de áreas de manguezal, com vistas ao manejo desta espécie e do ambiente que ocupa.

Hipóteses: A população de caranguejos-uçás sofre influência na relação de ordem dos parâmetros edáficos>hídricos> atmosféricos.

Capítulo II: Potencial Extrativo de *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), em Manguezais do Sudeste-Sul do Brasil: Estratégia de Manejo para Gestão do Uso Sustentável da Pesca do Caranguejo-Uçá.

Objetivo: visa verificar o padrão encontrado acerca da proporção de indivíduos imaturos e aptos à pesca, do estoque de caranguejo-uçá em áreas prístinas com ausência de extração ou atuação de pesca de subsistência, subsidiando ações voltadas para a gestão da atividade.

Hipóteses: O padrão de potencial extrativo imediato e futuro diferem entre os manguezais prístinos, sem nenhuma ação antrópica agindo (ESEC Juréia-Itatins) ou com pesca de subsistência (PARNA Superagui), daqueles que possuem efetivas atividades de pesca comercial.

CONSIDERAÇÕES GERAIS FINAIS

Face a legislação pesqueira, o uso sustentável dos recursos pesqueiros e da atividade pesqueira, prima pelo equilíbrio entre o princípio da sustentabilidade dos recursos pesqueiros e a obtenção dos melhores resultados econômicos e sociais, consoante ao caput do art. 3º da Lei nº 11.959/2009. O ordenamento pesqueiro deve considerar as peculiaridades e as necessidades dos pescadores de subsistência, artesanais e da aquicultura familiar, visando a garantir sua permanência e sua continuidade. E assim aplicar o enfoque ecossistêmico, que consiste na busca pelo equilíbrio na interação no ecossistema, entre objetivos sociais e os componentes bióticos e abióticos.

A relevância do presente estudo se encontra no fato da avaliação ser efetuada em áreas de manguezais prístinas, com ausência de atividade de pesca (ESEC Juréia-Itatins) ou atuação de pesca de subsistência (PARNA do Superagui). Assim, os dados decorrentes das análises executadas na ESEC Juréia, assegura um padrão para um ambiente completamente prístino e sem efeito de pesca.

E o que foi verificado, é que o padrão encontrado no presente estudo, se equipara ao de áreas de manguezais em que ocorre extração de caranguejo. Os resultados dos parâmetros que estão direcionando as análises corroboram avaliações antecedentes, se complementaram e podem fundamentar ações efetivas para conservação e gestão da atividade pesqueira do caranguejo-uçá no Brasil. Ademais, pode embasar novas avaliações e que observadas variações destoantes a partir do padrão aqui encontrado, pode ser alerta para ocorrência de alteração na atividade pesca (intensa ou redução) ou ainda, alterações no padrão de inundação (p. ex., Superagui) ou mesmo associação a demais fatores inerentes a ação antrópica.

Posto isto, estudos como este podem ter efetiva atuação para subsidiar medidas de gestão, constituem-se em uma ferramenta a mais na defesa e manutenção dos estoques pesqueiros concomitantemente de quem desse recurso detém sua sobrevivência. Assim, ficando evidente a preocupação com uso sustentável dos recursos pesqueiros aliados a obtenção de melhores resultados econômicos e sociais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, R. 2005. **Ecologia de manguezais: dinâmica da serapilheira e funcionamento do ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil**. Tese de doutorado. São Paulo: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo (IO/USP), 183p.
- Amouroux, J. M. & Tavares, M. 2005. Natural recovery of Amazonian mangrove forest as revealed by brachyuran fauna: preliminary description. *Vie Milieu*, 55(2): 71-79.
- Botto, F. & Iribarne, O.O. 2000. Contrasting effects of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulata* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 51(2): 141-151.
- Carignan, V. & Villard, M. 2002. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment*, 78(1): 45-61.
- Christofoletti, R.A.; Hattori, G.Y. & Pinheiro, M.A.A. 2013. Food selection by a mangrove crab: temporal changes in fasted animals. *Hydrobiologia*, 702: 63-72.
- Diele, K. 2000. **Life history and population structure of the exploited mangrove crab *Ucides cordatus cordatus* (L.) (Decapoda: Brachyura) in the Caeté Estuary, North Brazil**. Bremen, ZMT (Center For Marine Tropical Ecology), *Contribution* 9, 103p.
- Diele, K.; Simith, D.J.B. 2006. Salinity tolerance of northern Brazilian mangrove crab larvae, *Ucides cordatus* (Ocypodidae): Necessity for larval export? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68: 600–608, doi:[10.1016/j.ecss.2006.03.012](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.03.012).
- Duarte, L.F.A.; Souza, C.A.; Nobre, C.R.; Pereira, C.D. & Pinheiro, M.A.A. 2016. Multi-level biological responses in *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae), as indicators of conservation status in mangrove areas from the Western Atlantic. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 133: 176-187.
- Duarte, L.F.; Souza, C.A.; Pereira, C.D.S. & Pinheiro, M.A.A. 2017. Metal toxicity assessment by sentinel species of mangroves: In situ case study integrating chemical and biomarkers analyses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 145: 367–376. doi:10.1016/j.ecoenv.2017.07.051.
- Hattori, G.Y. 2006. **Densidade e estrutura populacional do caranguejo de mangue, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae), em Iguape (SP)**. FCAV/UNESP Jaboticabal (Tese de Doutorado).

- Kathiresan, K. & Bingham, B.L. 2001. Biology of mangroves and mangroves ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40: 81-251.
- Krauss, K.W.; McKee, K.L.; Lovelock, C.E.; Cahoon, D.R.; Saintilan, N.; Reef, R. & Chen, L. 2014. How mangrove forests adjust to rising sea level. *New Phytologist*, 202: 19-34.
- Kristensen, E. 2008. Mangrove crabs as ecosystem engineers; with emphasis on sediment processes. *Journal of Sea Research*, 59: 30-43.
- Matsumasa, M.; Takeda, S.; Poovachiranon, S. & Murai, M. 1992. Distribution and shape of *Dotilla myctiroides* (Brachyura: Ocypodidae) burrow in the seagrass *Enhalusa coroides* zone. *Benthos Research*, 43: 1-9.
- Morrissey, D.J.; Skilleter, G.A.; Ellis, J.I.; Burns, B.R.; Kemp, C.E. & Burt, K. 2003. Differences in benthic fauna and sediment among mangrove (*Avicennia marina* var. *australasica*) stands of different ages in New Zealand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 587-592.
- Nomann, B.E. & Pennings, S.C. 1998. Fiddler crab-vegetation interactions in hypersaline habitats. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 225(1): 53-68.
- Nordhaus, I.; Wolff, M. & Diele, K. 2006. Litter processing and population food intake of the mangrove crab *Ucides cordatus* in a high intertidal forest in northern Brazil. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 67: 239-250.
- Nordhaus, I; Diele, K. & Wolff, M. 2009. Activity patterns, feeding and burrowing behaviour of the crab *Ucides cordatus* (Ucididae) in a high intertidal mangrove forest in North Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 374: 104-112.
- Oliveira, D. A. F. 2005. **Distribuição Espacial do Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae)**. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas–Habilitação em Biologia Marinha). Universidade Estadual Paulista. 56p.
- Pinheiro, M.A.A. 2006. **Biologia e manejo do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura)**. São Vicente: Relatório Científico do Projeto Uçá II (FAPESP) / UNESP, Campus Experimental do Litoral Paulista (CLP), 409p.
- Pinheiro, M.A.A. E Fiscarelli, A.G. 2009. Length-weight relationship of the carapace and condition factor of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ucididae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52(2): 397-406.

Pinheiro, M.A.A. & Almeida, R. 2015. Monitoramento da densidade e da estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura: Ucididae), Cap. 10, 122-133p. In: Turra, A.; Denadai, M.R. **Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos**. ISBN (e-book): 978-85-98729-25-1. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 258p.

Pinheiro, M.A.A. & Fiscarelli, A.G. 2001. Manual de apoio à fiscalização do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*). Itajaí: UNESP / CEPSUL-IBAMA, 43p.

Pinheiro, M.A.A. & Almeida, R. 2015. Monitoramento da densidade e da estrutura populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura: Ucididae), Cap. 10, 122-133p. In: Turra, A.; Denadai, M.R. **Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos**. ISBN (e-book): 978-85-98729-25-1. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 258p.

Pinheiro, M.A.A.; Duarte, L.F.A.; Toledo, T.R.; Adam, M.L. & Torres, R.A. 2013. Habitat monitoring and genotoxicity in *Ucides cordatus* (Crustacea: Ucididae), as tools to manage a mangrove reserve in southeastern Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 8273-8285.

Pinheiro, M.A.A. & Talamoni, A.C.B. 2018. Educação Ambiental sobre Manguezais. São Vicente: UNESP, Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, 165 p.

PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. 2013. **Relatório contendo os resultados obtidos durante o seminário de discussão do Programa de Monitoramento da Biodiversidade para as UCs federais com manguezais**. Brasília: 36p.

Reza, M.I.H. & Abdullah, S.A. 2011. Regional Index of Ecological Integrity: A need for sustainable management of natural resources (Review). *Ecological Indicators*, 11: 220-229.

Rodrigues, M.D.; Hebling, N.J. 1989. *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda): complete larval development under laboratory conditions and its systematic position. *Revista Brasileira de Zoologia*, 6: 147-166.

Schaeffer-Novelli, Y.; Soriano-Sierra, E.J.; Vale, C.C.; Bernini, E.; Rovai, A.S.; Pinheiro, M.A.A.; Schmidt, A.J.; Almeida, R. Coelho-Jr., C.; Menghini, R.P.; Martinez, D.I.; Abuchahla, G.M.O.; Cunha-Lignon, M.; Charlier-Sarubo, S.; Shirazawa-Freitas, J. & Cintrón, G.

2016. Climate changes in mangrove forests and salt marshes. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(sp.2): 37-52

Schmidt, A.J. 2006. **Estudo da dinâmica populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea-Decapoda-Brachyura), e dos efeitos de uma mortalidade em massa desta espécie em manguezais do Sul da Bahia.** Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Schmidt, A.J.; Theil, C.M.I & Galli, O.B.S. 2008. Estudos preliminares sobre efeitos de uma mortalidade em massa em uma população de caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), em Caravelas (Bahia - Brasil). *Boletim Técnico-Científico. CEPENE*, 16(1): 43-49.

Schmidt, A.J.; Bemvenuti, C.E. & Diele, K. 2012. Effects of geophysical cycles on the rhythm of mass mate searching of a harvested mangrove crab. *Animal Behaviour*, 84: 333-340.

Shih, H.-T., Ng, P.K., Davie, P.J., Schubart, C.D., Türkay, M., Naderloo, R., Jones, D., Liu, M.-Y., 2016. Systematics of the family Ocypodidae Rafinesque, 1815 (Crustacea: Brachyura), based on phylogenetic relationships, with a reorganization of subfamily rankings and a review of the taxonomic status of *Uca* Leach, 1814, sensu lato and its subgenera. *Raffles Bulletin of Zoology*, 64: 139-175.

Spalding, M.; Kainuma, M. & Collins, L. 2010. World Atlas of Mangroves. A collaborative project of ITTO, ISME, FAO, UNEP-WCMC, UNESCO-MAB, UNU-INWEH and TNC. London: Earthscan, London. 319p.

Thongtham, N., Kristensen, E., 2003. Physical and chemical characteristics of mangrove crab (*Neopisesarma versicolor*) burrows in the Bangrong mangrove forest, Phuket, Thailand; with emphasis on behavioural response to changing environmental conditions. *Vie Milieu* 53, 141–151.

Vianna, L. A. 2013. **Estrutura genética e demográfica do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na costa do Brasil.** 32 p. (Mestre em Biologia Animal). Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

Wunderlich, A.C. & Pinheiro, M.A.A. 2013. Mangrove habitat partitioning by *Ucides cordatus* (Ucididae): effects of the degree of tidal flooding and tree-species composition during its life cycle. *Helgoland Marine Research*, 67(2): 279-289.

Wunderlich, A.C.; Pinheiro, M.A.A. & Rodrigues, A.M.T. 2008. Biologia do Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus) (Crustacea, Decapoda, Brachyura), na Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 25(2): 188-198.