

RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o texto completo desta **Dissertação de Mestrado** será disponibilizado somente a partir de **12/09/2019**.

**CARACTERIZAÇÃO DA ASSEMBLEIA DE CARANGUEJOS
CHAMA-MARÉ (BRACHYURA: OCYPODIDAE:
GELASIMINAE), NAS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO
MANGUEZAL**

NICHOLAS KRIEGLER

SÃO VICENTE – SP

2019

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

CÂMPUS DO LITORAL PAULISTA

**CARACTERIZAÇÃO DA ASSEMBLEIA DE CARANGUEJOS
CHAMA-MARÉ (BRACHYURA: OCYPODIDAE:
GELASIMINAE), NAS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO
MANGUEZAL**

ALUNO: NICHOLAS KRIEGLER

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. LUCIANA CAVALCANTI MAIA SANTOS

COORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO ANTONIO AMARO PINHEIRO

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Câmpus do Litoral Paulista, UNESP, para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade de Ambientes Costeiros.

SÃO VICENTE

2019

K92c Kriegler, Nicholas
Caracterização da assembleia de caranguejos chama-maré (Brachyura: Ocypodidae: Gelasiminae), nas diferentes fitofisionomias do manguezal / Nicholas Kriegler. -- São Vicente, 2019
65 p. : il., tabs., fotos, mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, São Vicente
Orientadora: Luciana Cavalcanti Maia Santos
Coorientador: Marcelo Antonio Amaro Pinheiro

1. Biologia marinha. 2. Ecologia dos manguezais. 3. Unidades de conservação. 4. Caranguejos. 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.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE DE CARANGUEJOS CHAMA-MARÉ
(BRACHYURA: GELASIMINAE) NAS DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DO
MANGUEZAL

AUTOR: NICHOLAS KRIEGLER

ORIENTADORA: LUCIANA CAVALCANTI MAIA SANTOS

COORIENTADOR: MARCELO ANTONIO AMARO PINHEIRO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em BIODIVERSIDADE DE
AMBIENTES COSTEIROS, área: Biodiversidade pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LUCIANA CAVALCANTI MAIA SANTOS
Campus Pirituba / IFSP



Dr. PATRICIO ALEJANDRO HERNÁNDEZ BOVÉ
Instituto de Biociências - Câmpus do Litoral Paulista / UNESP



Prof. Dr. LUIS FELIPE DE ALMEIDA DUARTE
Pós Doutorado - Universidade Federal de São Paulo - Campus Baixada Santista - SP

São Vicente, 12 de março de 2019

*Aos meus irmãos,
Klaus Kriegler (biólogo e fotógrafo) e
William Andrew Kriegler (futuro
geólogo), meus melhores amigos.*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Luciana e William, por sempre acreditarem em mim, e aos meus irmãos, Klaus e William, a quem dedico esse trabalho.

À família que eu cultivei aqui, por todo o apoio e descontração, levo vocês pra vida.

A todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento concedido, via meu projeto (FAPESP #2017/13510-8) e via Projeto Uçá-Clima (FAPESP #2014/50438-5).

RESUMO

Os Gelasiminae, subfamília à qual pertencem os popularmente conhecidos caranguejos chama-marés, tem um importante papel como “engenheiros” do ecossistema manguezal, tendo sua distribuição espacial limitada por fatores ambientais. Neste contexto, torna-se essencial a condução de uma análise interdisciplinar sobre os habitats ocupados pelas espécies de caranguejos chama-marés, integrando dados ecológicos e do ecossistema que habitam, com dados espaciais oriundo de geotecnologias, como sensoriamento remoto e o SIG (Sistema de Informação Geográfica). O presente estudo caracteriza a distribuição espacial e a estrutura da assembleia dos caranguejos chama-marés (Brachyura: Ocypodidae: Gelasiminae), em três fitofisionomias de manguezal, e sua relação com os parâmetros ambientais. As fitofisionomias apresentaram distinção quanto à estrutura do bosque de manguezal, com árvores de maior altura e diâmetro na margem, evidenciando uma maior maturidade e estabilidade ambiental. Esses valores decaem em direção ao “apicum”, onde a vegetação é predominantemente arbustivo-herbácea. O sedimento foi mais argiloso na margem, onde a inundação pelas marés é maior, e mais arenoso na transição e “apicum”, onde a hidrodinâmica é mais baixa. Devido a essas características distintas, foram estabelecidos diferentes tamanhos do quadrado de amostragem para cada subárea, com diferentes números de réplicas: 20 réplicas do quadrado de 30x30cm na margem; 15 réplicas do quadrado de 50x50cm na transição; e 20 réplicas do quadrado de 30x30 no “apicum”. Na margem foram encontradas duas espécies do gênero *Leptuca* (*L. uruguayensis* e *L. thayeri*); na transição, além dessas espécies, foram encontradas também duas do gênero *Minuca* (*M. vocator* e *M. rapax*); e no “apicum”, por sua vez, estiveram presentes apenas *M. rapax* e *L. uruguayensis*. O tamanho médio dos caranguejos foi menor na margem, aumentando nas outras fitofisionomias. A distribuição das espécies foi agregada na margem e transição, porém uniforme no “apicum”, o que está associado, principalmente, à densidade da vegetação, além da ação conjunta de outros parâmetros ambientais.

Palavras-chave: amostragem, apicum, dispersão, distribuição, Juréia, *Leptuca*, *Micuca*.

ABSTRACT

The Gelasiminae, subfamily which belong the popularly known fiddler-crabs, has an important role as mangrove ecosystem engineers, but some factors limits its spatial distribution. In this context, integrative and interdisciplinary analyses about the habitats of fiddler-crabs become essential to understand ecological patterns, by integration of ecologic data in remote sensing and GIS (Geographical Information System) tools. The present study characterize the spatial distribution and assemblage structure of these crabs (Brachyura: Ocypodidae: Gelasiminae), in three different mangrove phytophysionomies, and their relation with environmental parameters. Phytophysionomies distinguished the structure of the mangrove forest, with trees of greater height and diameter at the margin, showing a more mature environment. These values decay towards the “apicum”, where the vegetation is predominantly shrub. The sediment is more clayey in the margin where the flood by the tide is larger, and sandier in the transition and “apicum”, where hydrodynamics are lower. Due to these distinct characteristics, different sizes of the sampling square were established for each subarea, with different numbers of replicas: 20 replicas of the square of 30x30cm in the Margin, 15 replicas of the square of 50x50cm in the Transition and 20 replicas of the square of 30x30 in the ”apicum”. In the margin were found two species of *Leptuca* genera (*L. uruguayensis* and *L. thayeri*); in the transition, in addition to the previous species, were found two species of *Minuca* genera (*M. vocator* and *M. rapax*); in “apicum”, only *M. rapax* and *L. uruguayensis* were present. The mean size of the crabs was smaller in the margin, increasing in the other phytophysionomies. The distribution of the species is aggregated in the margin and transition, but uniform in the “apicum”, a factor that appears to be associated, mainly, with the density of the vegetation, which in turn is a reflection of the other environmental parameters.

Keywords: apicum, dispersion, distribution, Juréia, *Leptuca*, *Micuca*, sampling.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
RESUMO	7
ABSTRACT.....	8
1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS.....	19
3. ÁREA DE ESTUDO.....	20
3.1. Panorama geral da área.....	20
3.2. Rio Una do Prelado	20
4. METODOLOGIA	23
4.1. Estabelecimento da área de estudo	23
4.2. Descrição das fitofisionomias observadas	24
4.3. Mapeamento da área.....	26
4.4. Caracterização ambiental.....	28
4.4.1. Parâmetros edáficos	28
4.4.2. Nível de inundação pelas marés	28
4.4.3. Composição e densidade da vegetação	29
4.5. Caracterização da assembleia de chama-marés	30
4.5.1. Quadrado ideal de amostragem	30
4.5.2. Número de réplicas.....	31
4.5.3. Índice de dispersão	31
4.5.4. Composição da assembleia de chama-marés	32
4.6. Análises estatísticas	34
5. RESULTADOS.....	35
5.1. Mapeamento da área.....	35
5.2. Caracterização ambiental.....	37
5.2.1. Parâmetros edáficos	37
5.2.2. Nível de inundação pelas marés	39
5.2.3. Composição e densidade da vegetação	40
5.3. Análise da assembleia de chama-marés.....	43
5.3.1. Quadrado ideal de amostragem e número mínimo de réplicas.....	43
5.3.2. Índice de dispersão	45
5.3.3. Composição da assembleia de chama-marés	45
6. DISCUSSÃO	52

7. CONCLUSÕES	57
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas únicos na superfície terrestre, ocorrendo nas zonas costeiras tropicais e subtropicais, na confluência entre os ambientes terrestre e marinho de 123 países, e ocupando, atualmente, uma área total de 137.760 km² (Alongi, 2002; Spalding *et al.*, 2010; Alongi, 2016). Apesar de sua vasta ocorrência, os bosques de manguezal podem ser considerados estruturalmente simples (Alongi, 2016), totalizando 73 espécies vegetais (e seus híbridos), pertencentes a 20 famílias (Alongi, 2002, Spalding *et al.*, 2010). Importante destacar que na região equatorial a biomassa dos manguezais chega a se equiparar à biomassa das florestas tropicais (Alongi, 2016).

Sendo um ecótono, possui características adaptativas que permitem sua manutenção. Suas espécies são halófitas facultativas, tolerando a grande variação de salinidade do ambiente. Outras adaptações morfofisiológicas também são fundamentais, assegurando sobrevivência no solo lamoso e anóxico, como as raízes aéreas e pneumatóforos, além da reprodução por embriões vivíparos e propágulos, que facilitam sua dispersão (Alongi, 2002; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016). Devido a menor influência das marés e baixa taxa de precipitação, algumas áreas mais periféricas dos manguezais caracterizam uma fitofisionomia especial, denominada “apicum” ou planície hipersalina de marés (Albuquerque *et al.*, 2014; Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016). No “apicum”, geralmente localizado em uma área de microtopografia mais elevada, a elevada salinidade do solo faz com que sua vegetação seja primordialmente composta por plantas arbustivas ou herbáceas, apresentando uma maior ou menor colonização das plantas típicas do manguezal, dependendo da influência climática (Albuquerque *et al.*, 2014).

Devido às suas características, os manguezais e seus “apicuns” providenciam um grande acúmulo de nutrientes, sustentando uma expressiva diversidade de espécies animais e servindo como “berçários” e alimentação para muitos animais marinhos, dulcícolas e terrestres, como mamíferos, aves, répteis, peixes e crustáceos (Kathiresan & Bingham, 2001). Nos países em desenvolvimento, os manguezais são de extrema importância para as populações humanas tradicionais, pois sustentam relevantes fontes de recursos econômicos e de subsistência, sendo, por isso, considerados sistemas sócio-ecológicos (Alongi, 2002; Santos *et al.*, 2017).

Dentre as espécies animais existentes no manguezal, os crustáceos decápodos figuram como as mais abundantes (Ellison, 2008), com as famílias Grapsidae e Ocypodidae correspondendo em alguns casos a 80% da riqueza local (Tan & Ng, 1994). Em Ocypodidae, o caranguejo-uçá tem sido o foco de muitos estudos bioecológicos (Pinheiro *et al.*, 2005; João & Pinheiro, 2018; Pinheiro *et al.*, 2018) por sua importância socioeconômica e ampla distribuição, sendo considerado como indicador de qualidade dos manguezais (Duarte *et al.*, 2016, 2017) e de mudanças climáticas (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2016).

Ainda em Ocypodidae, a subfamília Gelasiminae Miers, 1886, que compreende os caranguejos chama-marés (Shih *et al.*, 2016), tem um importante papel como “engenheiros” do ecossistema manguezal, por modificarem parâmetros bióticos e abióticos do ambiente, disponibilizando recursos para outras espécies (Kristensen, 2008). Os chama-marés constroem galerias no sedimento do manguezal e se alimentam de microalgas, bactérias e detritos orgânicos (Kristensen, 2008; Geist *et al.*, 2012). Ao escavarem suas galerias, esses caranguejos modificam a topografia e biogeoquímica do sedimento, enquanto que sua alimentação acelera o processo de decomposição e a distribuição dos nutrientes no solo (Kristensen, 2008).

A distribuição espacial das espécies de caranguejos no manguezal ocorre em função de vários fatores abióticos, que podem gerar diferentes padrões de densidade em função, por exemplo, da diversidade vegetal do bosque de manguezal, ou mesmo como resposta ao seu comportamento social e alimentar (Geist *et al.*, 2012). Para as espécies de caranguejos chama-marés, alguns fatores podem limitar sua distribuição espacial, como a granulometria do sedimento, a disponibilidade de matéria orgânica associada ao sedimento e o microclima (Ringold, 1979). Em regiões tropicais e subtropicais, por exemplo, variações térmicas diárias e sazonais, não são determinantes à distribuição desses animais, tendo em vista que são tênues e pouco significativas (Thurman *et al.*, 2013). Nesse sentido, segundo esses autores, os principais componentes que limitam a distribuição espacial dos caranguejos chama-marés nos manguezais brasileiros são a granulometria do sedimento e a osmolaridade (ou salinidade) do habitat. Apesar de a literatura indicar que esses fatores abióticos sejam centrais à distribuição espacial dos gelasimíneos de manguezal, é relevante ressaltar que a estrutura e biomassa das diferentes fitofisionomias de manguezal, bem como sua variação espaço-temporal, são fatores primordiais e estruturantes dos habitats ocupados por essas espécies.

Diante deste contexto, torna-se essencial a condução de estudos multiescalares, com visão sinóptica e multitemporal, sobre os habitats das espécies de caranguejos chama-marés, por meio da integração de dados ecológicos dessas espécies e do ecossistema manguezal. Para tal, a utilização de dados espaciais obtidos com o uso de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e o SIG (Sistema de Informação Geográfica), constituem ótimas ferramentas para tal finalidade (Santos & Bitencourt, 2016; Santos *et al.*, 2016). O sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite que a informação sobre um objeto, área ou fenômeno, possa ser obtida sem qualquer contato físico direto, baseando-se na interação da radiação eletromagnética e os diferentes materiais da cena (Lillesand *et al.*, 2008). No caso do fenômeno em investigação, as imagens produzidas por sensores remotos (p. ex., fotografias aéreas, imagens de satélites e imagens de radar), são integralizadas, processadas e analisadas em SIG por meio de técnicas de geoprocessamento, permitindo a geração e obtenção de novas informações que podem ser incorporadas aos dados de campo (Florenzano, 2002), como ocorre com os próprios dados ecológicos dos ecossistemas e sua fauna.

Com a necessidade crescente de monitorar uma grande variedade de sistemas ambientais, tanto local como globalmente, a tecnologia de sensoriamento remoto vem sendo cada vez mais utilizada por pesquisadores, tendo evoluído muito nas últimas décadas (Pettorelli *et al.*, 2018). O uso do SIG e do sensoriamento remoto são vantajosos no estudo dos manguezais, pois proporciona uma análise rápida, precisa e de baixo custo (Green *et al.*, 1998; Heuman, 2011; Kuenzer *et al.*, 2011; Santos e Bitencourt, 2016). Essas tecnologias têm desempenhado um papel central na detecção e análise de mudanças espaço-temporais, bem como na extensão e no padrão espacial das florestas de manguezal, sejam eles decorrentes de forças naturais e/ou de ações antrópicas, na análise da fito/biomassa e de características estruturais da vegetação (Heuman, 2011; Kuenzer *et al.*, 2011).

Num contexto nacional, nas últimas três décadas, o uso das ferramentas de sensoriamento remoto e SIG vêm se intensificando para o estudo dos manguezais brasileiros, gerando resultados relevantes ao conhecimento ecológico deste ecossistema e do uso sustentável dos seus recursos frente às pressões antrópicas (Santos & Bitencourt, 2016). Apesar dessas potencialidades, estudos que buscam relacionar o padrão espacial desses habitats com o de uma comunidade endêmica, como dos caranguejos chama-marés, são incomuns (vide Santos *et al.*, 2016).

Pelo exposto, técnicas de sensoriamento remoto e SIG, em conjunto com as informações ecológicas obtidas para os caranguejos chama-marés e manguezais, proporcionam uma análise integrativa e interdisciplinar, desde o nível de população, passando pelas comunidades e ecossistemas, até alcançar o nível de paisagem. Assim, tal abordagem multi-hierárquica, com uso de ferramentas ecológicas e geoespaciais, se mostra uma importante perspectiva ao estudo dos manguezais e de sua fauna associada. Assim, fornece subsídios ao planejamento ambiental e conservação, explorando melhor as diferentes alterações espaço-temporais que podem ocorrer nos habitats de manguezal, sejam elas decorrentes de mudanças climáticas locais e regionais ou como em consequência da distribuição espacial da comunidade de caranguejos chama-marés.

7. CONCLUSÕES

Foram identificadas três principais fitofisionomias na área em estudo, cada uma com características muito distintas, evidenciando a grande variabilidade e dinamismo do ecossistema manguezal.

A **Margem**, primeira fitofisionomia a partir do curso d'água, é marcada pela presença de árvores altas, principalmente *R. mangle*, em densidade baixa, que caracterizam um bosque maduro. O sedimento desta subárea era fino, associado ao acúmulo de elevada concentração de matéria orgânica proveniente da maior hidrodinâmica e inundação local. Adentrando no bosque, a **Transição** apresentou árvores de menor porte, em densidade muito maior, em sua maioria *L. racemosa*, já informada por outros autores em situações similares. Seu sedimento foi menos fino, mas ainda acumulando significativa quantidade de matéria orgânica, possivelmente pela influência que ainda sofre do nível de inundação pelas marés. A última fitofisionomia observada, o **Apicum**, foi uma região de vegetação primordialmente arbustiva, com exemplares pequenos de *L. racemosa*, com elevada exposição do solo, que era arenoso, com maior granulação e proveniente da Floresta Atlântica no entorno. A drenagem do local, com reduzida influência de inundação pelas marés, propicia com que este sedimento seja lavado com remoção das partículas mais finas e, desse modo, apresenta uma incipiente quantidade de matéria orgânica no solo.

O mapeamento temático, baseado em imagens de satélite de alta resolução, se mostrou muito adequado para regiões de manguezal, conseguindo diferenciar as fitofisionomias com uma eficiência de 97%. Isso se deve às diferenças constatadas na estrutura e composição dos diferentes bosques de manguezal, que facilitam (ou não) a refletância de certos alvos contrastantes (p. ex., cobertura vegetal e o solo). Esses dados servem de base para estimular o uso de imagens de alta resolução e SIG nos estudos sobre conservação de manguezais e sua fauna associada, algo ainda pouco explorado no Brasil.

O tamanho do quadrado ideal para cada fitofisionomia foi estabelecido, sendo indicado o de 30x30 cm na Margem e no Apicum, com um mínimo de 20 réplicas, enquanto na Transição o tamanho foi o de 50x50 cm, acarretando em um menor número

réplicas (n=15). Esses resultados reforçam que diferentes quadrados devem ser empregados em fitofisionomias muito distintas, de modo a otimizar e padronizar o método de coleta, produzindo resultados comparáveis à outras regiões.

Cada fitofisionomia mostrou abrigar uma assembleia de caranguejos distinta. Na Margem foi observada uma maior quantidade de *L. uruguayensis*, em alta densidade, além de *L. thayeri*, em menor quantidade. Na Transição ocorreu a maior riqueza de espécies (n=4), sendo a única fitofisionomia que abrigou todas as espécies registradas nesse estudo, com a seguinte sequência hierárquica: *M. rapax* > *L. thayeri* > *L. uruguayensis* > *M. vocator*. No Apicum a assembleia dos caranguejos chama-marés foi estruturada por uma maior abundância de *M. rapax* com grandes tamanhos, indicando uma segregação espacial durante o desenvolvimento da espécie. Também foram observados exemplares de *L. uruguayensis*, com tamanhos superiores àqueles encontrados na Margem e Transição.

A partir dos resultados apresentados nesse estudo, observa-se uma setorização na distribuição das espécies dos caranguejos chama-marés, relacionada com as divergências ambientais das fitofisionomias, trazendo dados que podem subsidiar futuros estudos integrados sobre manguezais, sua fauna associada e a influência das mudanças climáticas nesse ecossistema, bem como nortear diretrizes de gestão para conservação dessas espécies.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albuquerque, A.G.B.M.; Ferreira, T.O.; Cabral, R.L.; Nóbrega, G.N.; Romero, R.E.; Meireles, A.J.A.; Otero, X.L. 2014. Hypersaline tidal flats (*Apicum ecosystems*): the weak link in the tropical wetlands chain. *Environmental Reviews*, 22(2): 99-109.
- Alongi, D.M. 2002. Present State And Future Of The World's Mangrove Forests. *Environmental Conservation*, 29: 331-349.
- Alongi, D.M. 2016. Climate Regulation By Capturing Carbon In Mangroves, P.1-7. In: Finlayson, C.M. *Et Al.* (Eds.). **The Wetland Book. I: Structure And Function, Management And Methods**. Springer Netherlands.
- Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes, G., Leonardo, J.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Anderson, M.J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*, 26(1): 32-46.
- Andrade, K.V.S. 2013. **A dinâmica físico-química dos solos de florestas de mangue do Estado de Sergipe**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE. 53p.
- Bernini, E.; Silva, M.A.B.; Carmo, T.M.S. & Cuzzuol, G.R.F. 2006. Composição química do sedimento e de folhas das espécies do manguezal do estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 29(4): 689-699.
- Camargo, M.G. 2006. Sysgran: um Sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, 36(2): 371-378.
- Carmo, T.M.S.; Almeida, R.; Oliveira, A.R. & Zanotti-Xavier, S. 1998. Caracterização de um trecho do manguezal do rio da Passagem, baía de Vitória, Vitória-ES. In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, Águas de Lindóia: 6-19.
- Checon, H. H.;Costa, T. M. 2017. Fiddler crab (Crustacea: Ocypodidae) distribution and the relationship between habitat occupancy and mouth appendages. *Marine Biology Research*, 13(6), 618-629.

Cohen, J. 1960. A Coefficient Of Agreement For Nominal Scales. *Educational And Psychological Measurement*, 20: 37-46.

Colpo, K. D.; Negreiros-Fransozo, M. L. 2011. Sediment particle selection during feeding by four species of *Uca* (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana*, 721-734.

Crane, J. 1975. **Fiddler crabs of the world**. New Jersey: Princeton University Press.

Cuzzuol, G.R.F. & Campos, A. 2001. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do Rio Mucuri, Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, 24(2): 227-234.

Cuzzuol, G.R.F.; Rocha, A.C. 2012. Interação do regime hídrico com as relações nutricionais em ecossistema manguezal. *Acta Botanica Brasilica*, 26(1): 11-19.

Dahdouh-Guebas, F. 2002. The use of remote sensing and GIS in the sustainable management of tropical coastal ecosystem. *Environment, Development and Sustainability*, 4: 93–112.

Dahdouh-Guebas, F.; Collin, S.; Seen, D.L.; Rönnbäck, P.; Depommier, D.; Ravishankar, T.; Koedam, N. 2006. Analysing Ethnobotanical And Fishery-Related Importance Of Mangroves Of The East-Godavari Delta (Andhra Pradesh, India) For Conservation And Management Purposes. *Journal Of Ethnobiology And Ethnomedicine*, 2: 24.

Duarte, L.F.A.; Souza, C.A.; Nobre, C.R.; Pereira, C.D.S.; Pinheiro, M.A.A. 2016. Multi-Level Biological Response In *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae) As Indicators Of Conservation Status In Mangrove Áreas 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

Ellison, A.M. 2008. Managing Mangroves With Benthic Biodiversity In Mind: Moving Beyond Roving Banditry. *Journal Of Sea Research*, 59: 2-15.

Florenzano, T.G. 2002. **Imagens De Satélite Para Estudos Ambientais**. Oficina De Textos, São Paulo, Brasil. 97p.

Fransozo, A.; Negreiros-Fransozo, M.L.; Mantelatto, F.L.M.; Pinheiro, M.A.A. E Santos, S. 1992. Composição e Distribuição dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) do Substrato não Consolidado na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP. *Revista Brasileira de Biologia*, 52(4): 667-675.

Geist, S.J.; Nordhaus, I.; Hinrichs, S. 2012. Occurrence Of Species-Rich Crab Fauna In A Human-Impacted Mangrove Forest Questions The Application Of Community Analysis As An Environmental Assessment Tool. *Estuarine, Coastal And Shelf Science*, 96: 69-80

Green, E.P.; Clark, C.D.; Mumby, P.J.; Edwards, A.J.; Ellis, A.C. 1998. Remote sensing techniques for mangrove mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 19(5): 935-956.

Heuman, B.W. 2011. Satellite Remote Sensing Of Mangrove Forests: Recent Advances And Future Opportunities. *Progress In Physical Geography*, 35(1): 87-108.

João, M.C.A.; Pinheiro, M.A.A. 2018. Reproductive potential of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Decapoda: Brachyura: Ocypodidae) from two mangrove areas subject to different levels of contaminants. *Journal of Crustacean Biology*, 1-8. DOI:10.1093/jcbiol/ruy087

Kathiresan, K.; Bingham, B.L. 2001. Biology Of Mangroves And Mangroves Ecosystems. *Advances In Marine Biology*, 40: 81-251.

Khan, M.M.; Khan, M.S.R. 2017. Shore to landward transect burrow diversity of fiddler crab in a tropical intertidal coast of Chittagong in Bangladesh. *Research in Agriculture, Livestock and Fisheries*, 4 (2): 131-140.

Krebs, C.J. 1999. Estimating Abundance: Quadrat Counts, P.105-157. In: Krebs, C.J. (Ed.). **Ecological Methodology**. New York, Addison-Welsey Longman, 620p.

Kristensen, E. 2008. Mangrove Crabs As Ecosystem Engineers; With Emphasis On Sediment Processes. *Journal Of Sea Research*, 59: 30-43.

Kuenzer, C.; Bluemel, A.; Gebhardt, S.; Quoc, T.V.; Dech, S. 2011. Remote sensing of mangrove ecosystems: a review. *Remote Sens.*, 3(5): 878-928

Lillesand, T.; Kiefer, R.W.; Chipman, J. 2014. **Remote sensing and image interpretation.** John Wiley & Sons: Minesota University. 726p.

Nicholls, R.J.; Cazenave, A. 2010. Sea-level rise and its impact on coastal zones. *Science* 328(5985): 1517-1520

Pettorelli, N.; Böhne, H.S.; Tulloch, A.; Dubois, G.; Macinnis-Ng, C.; Queirós, A.M.; Keith, D.A.; Wegmann, M.; Schrod, F.; Stellmes, M.; Sonnenschein, R.; Geller, G.N.; Roy, S.; Somers, B.; Murray, N.; Bland, L.; Geijzendorffer, I.; Kerr, J.T.; Broszeit, S.; Leitão, P.J.; Duncan, C.; Serafy, G.; He, K.S.; Blanchard, J.L.; Lucas, R.; Mairota, P.; Webb, T.J.; Nicholson, E. 2018. Satellite remote sensing of ecosystem functions: opportunities, challenges and way forward. *Remote Sensing in Ecology and Conservation*, 4(2): 71-93.

Pinheiro, M.A.A.; Fiscarelli, A.G.; Hattori, G.Y. 2005. Growth of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Brachyura, Ocypodidae). *Journal of Crustacean Biology*, 25(2): 293-301.

Pinheiro, M.A.A.; Fransozo, A. E Negreiros-Fransozo, M.L. 1996. Distribution Patterns of the Swimming Crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), in Fortaleza Bay, Ubatuba, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 56(4): 705-716.

Pinheiro, M.A.A.; Souza, M.R.; Santos, L.C.M. & Fontes, R.F.C., 2018. Density, abundance and extractive potential of the mangrove crab, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ocypodidae): subsidies for fishery management. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 90(2): 1381-1395.

Por, F. D. 2004. Hidrobiologia da Juréia e da baixada do Ribeira-rios e manguezais. **Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna.** Ribeirão Preto: Holos, p. 51-57.

Por, F.D.; Imperatriz-Fonseca, V.L. 1984. The Juréia Ecological Reserve, São Paulo, Brazil – Facts And Plans. *Environmental Conservation*, 11: 67-70.

Por, F.D.; Shimizu, G.Y.; Prado-Por, M.S.A.; Toha, F.A.L.; Oliveira, I.R. 1984. The Blackwater River Estuary Of Rio Una Do Prelado (São Paulo, Brazil): Preliminary Hydrobiological Data. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 17(3): 245-258.

R Development Core Team, 2018. R: A Language And Environment For Statistical Computing. Vienna, Austria: The R Foundation For Statistical Computing. Isbn: 3-900051-07-0. Available Online At [Http://www.R-Project.Org/](http://www.R-Project.Org/)

Reef, R.; Feller, I.C.; Lovelock, C.E. 2010. Nutrition of mangroves. *Tree Physiology*, 30: 1148-1160.

Ringold, P. Burrowing, Root Mat Density, And The Distribution Of Fiddler Crabs In The Eastern United States. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 36: 11-21.

Sanches, R. A. 2004. Caiçaras e a Estação Ecológica de Juréia-Itatins. Histórico de ocupação no contexto político, econômico, social e ambiental do Vale do Ribeira. **Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna**. Holos Editora, Ribeirão Preto, p. 349-359.

Santos, L. C. M.; Bitencourt, M. 2016. Remote Sensing In The Study Of Brazilian Mangroves: Review, Gaps In The Knowledge, New Perspectives And Contributions For Management. *Journal Of Integrated Coastal Zone Management*, 16(3):245-261.

Santos, L.C.M.; Pinheiro, M.A.A.; Pimenta, C.E.R.; Alves, S.L.; Bittencourt, M.D. 2017. The use of RapidEye images and vegetation index to discriminate mangrove and tidal flat areas: applications to climate change monitoring. In: Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. p: 7527-7534.

Santos, L.C.M.; Rollo, M.M.; Costa, T.M.; Pinheiro, M.A.A.; Dahdouh-Guebas, F.; Bittencourt, M.D. 2016. Spatial Analysis Of Coastal Área Fo Conservation And Fishery Of Mangrove Edible Crab (*Ucides Cordatus*). *Journal Of Coastal Research*, 75: 685-689.

São Paulo. Decreto nº 24.646, de 20 De Janeiro de 1986. Cria a Estação Ecológica de Juréia-Itatins e dá providências correlatas. Secretaria de Estado do Governo, aos 20 de janeiro de 1986.

Schaeffer-Novelli, Y.; Cintron , G. 1986. **Guia Para Estudo De Áreas De Manguezal: Estrutura, Função E Flora.** São Paulo: Caribbean Ecological Research, 150p.

Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Soares, M.L.G.; De-Rosa, T. 2000. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 3(4): 561-570.

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

Schaeffer-Novelli, Y.; Vale, C.C. & Cintrón-Molero, G. 2015. Monitoramento do Ecossistema Manguezal: Estrutura e Características Funcionais. In: Turra. A. & Denadai. M.R. (Orgs.) **Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos.** São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Schmidt, A.J.; Bemvenuti, C.E. & Diele, K. 2013. Sobre a definição da zona de apicum e sua importância ecológica para populações de caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763). *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, 19(1): 9-25.

Shih, H.T.; Ng, P.K.L.; Davie, P.J.F.; Schubart, C.D.; Türkay, M.; Naerloo, 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 Ans A Review Of The Taxonomic Status Of *Uca* Leach, 1814, Sensu Lato And Its Subgenera. *Raffles Bulletin Of Zoology*, 64: 139-175.

Siegel, S. & Castellan Jr., N.J. 1988. **Nonparametric statistics for the behavioral sciences.** New York (NY): McGraw-Hill, 2nd Ed., 400p.

Skov, M.W.; Hartnoll, R.G. 2001. Comparative suitability of binocular observation, burrow counting and excavation for the quantification of the mangrove fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards). *Hydrobiologia*, 449: 201-212.

Small, C.; Nicholls R.J. 2003. A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research* 19(3): 584-599

Sokal, R.R.; Rohlf, F.J. 2003. **Biometry: The principles and practice of statistics in biological research**. New York: W.H. Freeman, 3rd Ed., 887p.

Spalding, M.; Kainuma, M.; Collins, L. 2010. **World Atlas Of Mangroves**. Washington: Earthcan Llc.

Tan, C. G. S., and Ng, P. K. L. (1994). An annotated checklist of mangrove brachyuran crabs from Malaysia and Singapore. *Hydrobiologia* 285, 75–84

Tarifa, J. R. 2004. Unidades climáticas dos maciços litorâneos da Juréia-Itatins. **Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna**. Ribeirão Preto, Holos, 386p, p. 42-50.

Thurman, C.L.; Faria, S.C.; Mcnamara, J.C. 2013. The distribution of fiddler crabs (*Uca*) along the coast of Brazil: Implications for biogeography of the Western Atlantic Ocean. *Marine Biodiversity Records*, 6: 1-21.

Twilley, R.R., Snedaker, S.C., Yáñez-Arancibia, A. & Medina, E. 1995. Mangrove systems. In: Heywood, V.H. ed. **Global biodiversity assesment. Biodiversity and ecosystem function: ecosystem analyses**. Cambridge: Cambridge University Press, 387-393.

Ucha, J.M.; Hadlich, G.M. & Celino, J.J. 2008. Apicum: Transição entre solos de encostas e de manguezais. *Revista Educação, Tecnologia e Cultura - IFBA*, 58-63.

Ventura, A.O.B.; Lana, P.C. 2014. A new empirical index for assessing the vulnerability of peri-urban mangroves. *Journal of Environmental Management*, 145: 289-298.

Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *J. Geology*, 30: 377-392.

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.