

GEODIVERSIDADE DE AMBIENTES ESTUARINOS E DISTRIBUIÇÃO DE CARANGUEJOS BRAQUIÚROS NO MUNICÍPIO DE ALCÂNTARA, AMAZÔNIA COSTEIRA MARANHENSE, BRASIL

*Geodiversity of Estuarine Environments and Distribution of Brachyura Crabs in
the Municipality of Alcântara, Coastal Amazon of Maranhão, Brazil*

Flávia Rebelo Mochel

Universidade Federal do Maranhão

Ewerton Silva Gonçalves

Universidade Federal do Maranhão

Josélia Castro da Silva Martins

Universidade Federal do Maranhão

Deuzanir da Conceição Amorim Lima

Universidade Federal do Maranhão

RESUMO

Manguezais, com sua complexa geodiversidade de substratos e condições hidrológicas, são ecossistemas estuarinos cruciais, onde a interação com a biodiversidade de caranguejos braquiúros é vital para a ciclagem de nutrientes e engenharia do ecossistema. Contudo, estudos aprofundados sobre a relação entre geodiversidade e a distribuição de decápodes na Amazônia Maranhense ainda são incipientes. Este trabalho objetivou caracterizar a geodiversidade de ambientes estuarinos e sua influência na distribuição e composição de caranguejos braquiúros no município de Alcântara, MA. Foram realizados levantamentos geoambientais e biológicos em 9 transectos, analisando salinidade, granulometria, matéria orgânica e umidade do sedimento, e coletando e identificando 319 indivíduos de 12 espécies de caranguejos. Os resultados revelaram uma significativa correlação entre as características da geodiversidade (salinidade, tipo de sedimento) e a distribuição e morfometria das espécies, como *Minuca rapax* e *Leptuca leptodactyla*, que demonstraram adaptações a diferentes condições. Este estudo aprofunda o conhecimento sobre as relações geo-bioecológicas em ambientes estuarinos amazônicos, fornecendo dados essenciais para futuros planos de conservação e manejo da biodiversidade local.

Palavras-chave: Geodiversidade estuarina; Caranguejos Braquiúros; Amazônia Maranhense.

ABSTRACT

Mangroves, with their complex geodiversity of substrates and hydrological conditions, are crucial estuarine ecosystems where interaction with brachyuran crab biodiversity is vital for nutrient cycling and ecosystem engineering. However, in-depth studies on the relationship between geodiversity and decapod distribution in the Maranhão Amazon are still limited. This work aimed to

characterize the geodiversity of estuarine environments and its influence on the distribution and composition of brachyuran crabs in the municipality of Alcântara, MA. Geoenvironmental and biological surveys were conducted across 9 transects, analyzing sediment salinity, grain size distribution, organic matter, and moisture, alongside the collection and identification of 319 individuals from 12 crab species. Results revealed a significant correlation between geodiversity characteristics (salinity, sediment type) and species distribution and morphometry, with species like *Minuca rapax* and *Leptuca leptodactyla* demonstrating adaptations to varying conditions. This study deepens the understanding of geo-bioecological relationships in Amazonian estuarine environments, providing essential data for future conservation and management plans for local biodiversity.

Keywords: Estuarine geodiversity; Brachyuran Crabs; Amazonian Coast of Maranhão.

INTRODUÇÃO

A geodiversidade dos ecossistemas costeiros estuarinos refere-se à variedade de características encontradas nesses ecossistemas, como sedimentos e solos formados por lama, areia e argila, depositados por marés e rios, possibilitando o estabelecimento e a manutenção dinâmica da biodiversidade (Barros e Bandeira, 2020). A geodiversidade costeira também é observada na paisagem, nas características geomorfológicas, como canais, ilhas, bancos de areia e áreas de deposição, moldadas por ações oceanográficas e climáticas e por ações humanas (Da Cruz; Santos; Da Silva Costa, 2019). Formações rochosas, como afloramentos de calcário ou concreções, lateritas, granitos, podem ocorrer no mosaico da geodiversidade estuarina. As marés, correntes, processos erosivos e sedimentares, contribuem com a dinâmica espaço-temporal que promove a diversificação dos ambientes (Brandão, 2008). A variação na salinidade também é uma característica marcante da geodiversidade costeira estuarina, resultante da mistura da água do mar com a água doce da drenagem continental, cria gradientes que influenciam a ocorrência e a distribuição das espécies de vegetação e de fauna. Variações na topografia determinam a elevação do terreno em relação ao nível das marés, influenciando a distribuição das espécies quanto a sua tolerância ao tempo de exposição ou de imersão (Barros e Bandeira, 2020).

Manguezais com seus apícuns, as marismas, estuários com seus fundos diversificados e planícies de marés, são valiosos ecossistemas estuarinos (Da S. Bezerra et al, 2022), especialmente em relação à distribuição de caranguejos braquiúros de diversas famílias como Ocypodidae e Xanthidae (Sharifian et al, 2021). A diversidade que constitui esses ambientes, principalmente no que tange à diversidade de fatores abióticos como, por exemplo, tipos de substrato, características hidrológicas e oceanográficas, e sua interação com a biodiversidade, é o que determina o conceito de geodiversidade (Gray, 2005; Brandão, 2008; Schrodtt et al, 2019). A geodiversidade, portanto, está interligada à biodiversidade por relações de interdependência.

Os caranguejos braquiúros ocorrem em ambientes costeiros, estuarinos, na transição para ecossistemas terrestres e marinhos até grandes profundidades, sendo os crustáceos que apresentam o maior número

de espécies atuais e famílias como Ucidadae, Grapsidae e Ocypodidae ocorrem em manguezais brasileiros (Davie *et al*, 2015; Colpo *et al*, 2011)

Na zona entre marés, em manguezais, marismas e planícies de maré (ora chamados lavados), esses caranguejos apresentam tolerância fisiológica à variação nos gradientes de salinidade, umidade relativa, temperatura do ar e da água (Capparelli *et al*, 2024). A alimentação diversificada das espécies, incluindo herbívoros, carnívoros, onívoros, detritívoros e necrófagos, contribui para sua distribuição em diferentes substratos, ainda que num mesmo ecossistema. (Ashton *et al*, 2024). O ato de escavar tocas favorece a ciclagem de materiais orgânicos e inorgânicos (Xie *et al*, 2022; Augusto *et al*, 2021). Portanto, a geodiversidade desempenha um papel importante na ocorrência e distribuição dos caranguejos estuarinos, influenciando, também, na presença ou ausência dos ecossistemas, conforme as características dos fatores abióticos e intervenções humanas como resíduos sólidos, construção civil, efluentes urbanos, rurais e industriais (Kamal *et al*, 2024).

A importante relação entre a geodiversidade e a biodiversidade dos caranguejos estuarinos está, por exemplo, na ciclagem de nutrientes, ao alimentarem-se de vegetação e acelerando o ataque por bactérias decompositoras, tornando os nutrientes novamente disponíveis para as plantas. A constante escavação desempenhada pelos caranguejos, em manguezal, promove alterações nas características do substrato, tais como mudanças na distribuição granulométrica, condições redox, condições de drenagem e disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes (Botto & Iribarne, 2000). Além de sua importância ecológica, os caranguejos estuarinos apresentam, desde a pré-história, grande importância para as populações humanas como recurso alimentar, nas tradições culturais presentes em receitas típicas, lendas, festivais, na biomedicina e em rituais religiosos (Lakshmi, 2021).

Este trabalho teve como objetivo contribuir para o conhecimento da caracterização da geodiversidade dos ambientes estuarinos e sua relação com a distribuição e composição dos caranguejos braquiúros na zona costeira amazônica.

METODOLOGIA

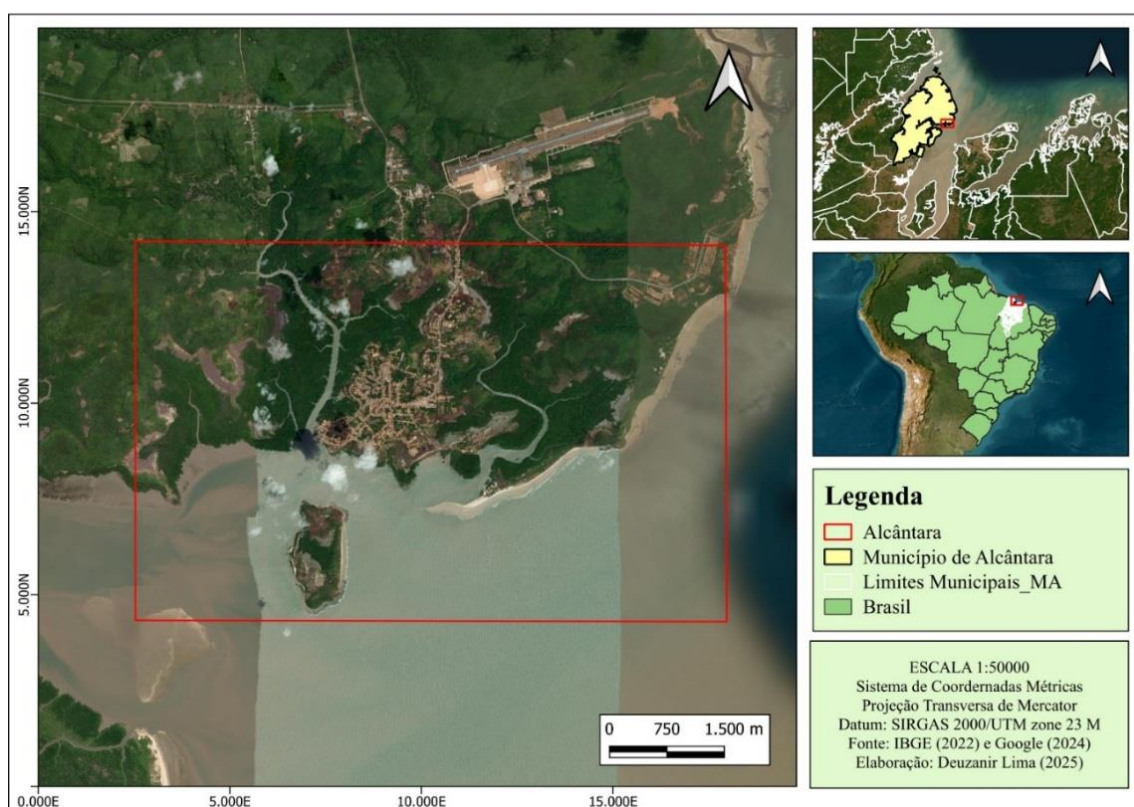
Área de Estudo

O município de Alcântara localiza-se entre as coordenadas 02° 24' 32" S e 44° 24' 54" W, no litoral ocidental do Golfão Maranhense, estendendo-se entre as Baías de Cumã e a Baía de São Marcos, com uma área de 1495,6 km². Apresenta clima tropical, quente e úmido, com estação chuvosa de janeiro a junho e uma estação de seca que se estende de julho a dezembro. O índice pluviométrico situa-se entre 2000 e 2400 milímetros anuais, sendo o mês de abril o mais chuvoso do ano. A temperatura média anual varia de 25 °C a 31 °C e a umidade relativa ar é superior a 82%. O município localiza-se em uma Unidade de Conservação, a Área de Proteção Ambiental (APA) das Reentrâncias Maranhenses criada pelo Decreto Estadual nº 11.901, de 11 de junho de 1991. Alcântara também integra um

conjunto de municípios que foram designados como Sítio Ramsar (Rede Hemisférica para Aves Limícolas) em 30 de novembro de 1993.

A rede hidrográfica de Alcântara é constituída por pequenos riachos destacando-se os de Santa Rosa, Águas Belas, Outeiro e Pepital. A área de estudo localizou-se numa área compreendida entre a Praia do Barco e o Apicum do Padre, margeada por extenso cordão areno-lodoso (Figura 01).

Figura 01 - Localização da área de estudo no município de Alcântara, Estado do Maranhão.



Fonte: Autoria própria.

O litoral de Alcântara é composto por um mosaico de ambientes costeiros estuarinos, com diferentes composições de substrato e com alta produtividade. Destacam-se os manguezais com as espécies arbóreas *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*, as matas de várzea com juçara (*Euterpe oleraceae*), buriti (*Mauritia flexuosa*), matas de terra firme, com babaçu (*Orbygnia* sp), bacuri (*Platonia* sp), cajueiro (*Anacardium occidentale*), entre outras (Quadro 1). Esse mosaico é resultante dos processos dinâmicos que moldam sua geologia e geomorfologia. Em termos geológicos, ocorrem a Formação Alcântara e a Formação Cujupe, Eocretáceo (Turoniano- Paleógeno) (Rossetti & Truckenbrodt, 1997).

A Formação Alcântara, do Albiano-Cenomaniano, eocenomaniana (Rossetti; Góes, 2003) é observada nas falésias, formada por arenitos, argilitos, calcários e conglomerados, de coloração marrom a cinza-esverdeada, e associada a ambientes de tempestades, correntes e canais

de maré, laguna/ilhas barreiras e margeando a costa (Rossetti & Truckenbrodt, 1997; Rossetti, 2001; 2001a) e Formação Cujupe (Cretáceo Superior-Paleógeno) (Oliveira Cunha *et al*, 2019; Rossetti & Truckenbrodt, 1997)

Os ambientes costeiros estuarinos de substratos moles, encontrados no *mesolitoral* de Alcântara, são: manguezal, apicum, marisma, planície de maré lamosa, lajedo e transição para mata (Figura 02). Na área de estudo o ecossistema manguezal apresentou-se como um bosque misto de vegetação arbórea, representado por *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia germinans* (siriba ou mangue preto), *Laguncularia racemosa* (tinteira ou mangue branco) e *Conocarpus erectus* (mangue de botão) (Mochel, 2016), Quadro 01.

Figura 02 - Geodiversidade de paisagens, ecossistemas e ambientes, observando-se um mosaico formado por planícies de marés (A), manguezais (B), apicuns (C), lajedos (D), na Amazônia maranhense, município de Alcântara, MA.



Fonte: Autoria própria.

Quadro 01 - Espécies vegetais da área de estudo, autor, ordem, família e nomes populares.

Espécie	Autor(es)	Ordem	Família	Nomes populares
<i>Rhizophora mangle</i>	L.	Malpighiales	Rhizophoraceae	mangue-vermelho; mangue-sapateiro
<i>Avicennia germinans</i>	(L.) L.	Lamiales	Acanthaceae	mangue-preto; siriúba (siribeira)
<i>Laguncularia racemosa</i>	(L.) C.F.Gaertn.	Myrtales	Combretaceae	mangue-branco; tinteiro
<i>Conocarpus erectus</i>	L.	Myrtales	Combretaceae	mangue-de-botão
<i>Euterpe oleracea</i>	Mart.	Arecales	Arecaceae	açaí; açazeiro
<i>Mauritia flexuosa</i>	L.f.	Arecales	Arecaceae	buriti; miriti
<i>Orbignya</i> sp.	–	Arecales	Arecaceae	babaçu
<i>Platonia insignis</i>	Mart.	Malpighiales	Clusiaceae	bacuri; bacurizeiro
<i>Anacardium occidentale</i>	L.	Sapindales	Anacardiaceae	cajueiro; caju

Fonte: Autoria própria.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Análises geoambientais

Ao longo de nove perfis (“transects”), os tipos de ambientes foram registrados com fotografias e as espécies de vegetação, quando existente, anotadas em caderneta de campo.

A salinidade foi registrada em campo, com o auxílio de um Refratômetro Quimis, em cada ponto de coleta, ao longo dos nove perfis. As amostras de sedimento foram retiradas com pá de jardinagem, colocadas em sacos plásticos, transportadas para o laboratório, refrigeradas até o processamento das análises.

Em laboratório, as amostras de sedimento foram levadas para secar em estufa a 60°C por 48 horas, até a estabilização do peso, para a obtenção do teor de umidade. Em seguida, as amostras foram calcinadas em forno Mufla a 460°C, para a obtenção do teor de matéria orgânica. Para as análises granulométricas da fração grosseira do sedimento, foram utilizadas as técnicas de peneiramento, com conjunto de 11 peneiras superpostas, na ordem decrescente de malhas de 2mm até 0,062mm, agitando de maneira contínua por 10 minutos. Para a fração fina, amostras com granulometrias inferiores a 0,062 mm foram processadas por pipetagem, de acordo com os procedimentos dispostos em Suguio (1973). Os dados

resultantes foram expressos em porcentagem de grãos por classe textural usando-se o programa SYSGRAN.

Análises biológicas

Os exemplares de caranguejos braquiúros foram coletados nos ambientes de manguezal, apicum e planícies lamosas entre-marés (lavados) após a obtenção do cadastro do IBAMA sob o nº 565428. Foram traçados nove perfis (“transects”) de 10m de extensão, cada, perpendiculares a linha de baixamar, atravessando os ambientes do início da transição da mata até a planície de maré. A malha amostral foi de nove perfis com 3 pontos de coleta em cada um dos 4 ambientes, num total de 36 pontos de coleta. Todos os pontos amostrais foram georeferenciados com o auxílio de um GPS Garmin, sendo registrados, também, os aspectos geomorfológicos, hidrológicos, ecológicos e biológicos locais.

As coletas foram realizadas manualmente, por duas pessoas no tempo programado de 10 minutos, vasculhando-se tocas e os locais sob troncos, utilizando-se pás, quando necessário. Os indivíduos coletados foram acondicionados em sacos plásticos com água estuarina local, cada saco etiquetado e, posteriormente, fixados em campo com formaldeído a 4% até o transporte ao laboratório de acordo com os métodos de Silva *et al* (2014).

No Laboratório de Manguezais (LAMA) da Universidade Federal do Maranhão, os caranguejos foram transferidos para conservação em frascos contendo álcool a 70% e a identificação das espécies coletadas foi realizada com o auxílio de microscópios estereoscópicos (lupas). A identificação de famílias, gêneros e espécies baseou-se na literatura disponível, destacando-se o Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro (Melo, 1996), diversas revisões taxonômicas, bioecológicas e biogeográficas (Pinheiro *et al*, 2016; Abele, 1992). Para a confirmação e atualização de nomes de espécies válidos e sinônimas, foi utilizada a base de dados World Register of Marine Species – Worms (2024)

Para análise da morfometria utilizou-se um paquímetro com precisão de 0,1mm para a obtenção do comprimento e largura da carapaça. O comprimento (CC) foi medido no plano de simetria e sobre o dorso do corpo, a partir da margem anterior da fronte à margem posterior da carapaça e a medida da largura (LC) foi feita junto ao primeiro par de pereiópodos, correspondentes a sua maior dimensão (Alcântara-Filho, 1978). Posteriormente, os espécimes foram depositados na coleção de Benthos do LAMA/UFMA.

Análise de dados

Os dados foram tabulados em planilha Excel para análises da distribuição dos ambientes costeiros na área de estudo, da distribuição de espécies de caranguejos por ambiente. Utilizou-se o teste de Levene para verificar a normalidade dos dados. O teste de Kruskal-Wallis foi usado para analisar as possíveis diferenças entre os ambientes, verificando-se correlações entre a abundância de caranguejos com o

percentual dos sedimentos. O teste de Variância ANOVA, com intervalo de confiança de 0.95%, foi aplicado para verificar a existência de diferença significativa entre a largura da carapaça das espécies de caranguejos braquiúros encontrada em mais de dois ambientes. Para espécies que ocorrem em apenas dois ambientes foi utilizado o teste Mann Whitney. Os dados foram analisados com o programa Past. Para a análise de similaridade entre os ambientes usou-se como análise normal (ou análise Q) a comparação entre as unidades geográficas. Neste caso os atributos usados foram às estações de coleta e utilizou-se o índice de similaridade de Baroni-Urbani & Buser (1976), dada pela fórmula:

$$S = \frac{\sqrt{a \cdot d} + a}{\sqrt{a \cdot d} + a + b + c}$$

Onde S - coeficiente de similaridade

- a - número de atributos comuns a duas amostras;
- b - número de atributos presentes em uma única amostra;
- c - número de atributos presentes na outra amostra;
- d - número de atributos ausentes nas duas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a localização dos pontos e para a salinidade obtida no momento das coletas encontram-se na Tabela 01. A espécie *R. mangle* dominou locais onde a amplitude de maré é mais elevada. A espécie *A. germinans* localizava-se em áreas mais afastadas da influência das marés podendo ocorrer com *L. racemosa*. A espécie *L. racemosa* foi encontrada em áreas bem afastadas das oscilações das marés, estendendo-se desde o limite das marés altas de quadratura até o encontro com a terra firme. A espécie *C. erectus* ocorreu próximo às barras arenosas, com pouca influência das marés. O apicum foi observado na porção mais interna do manguezal, na interface médio/supralitoral, ou em pleno interior do bosque de mangue. A presença dos afloramentos rochosos que caracterizam os lajedos junto às áreas deposicionais são propícias à ocorrência de espécies de costões rochosos (xantídeos) e na transição de manguezais para matas de várzea e terra firme observou-se o caranguejo semi-terrestre *guanhamum* (*Cardisoma guanhumi*). As planícies de marés lamosas, denominadas localmente de lavado, localizam-se na região entre marés, situadas no mesolitoral inferior, a frente das franjas da vegetação do manguezal, apresentam um substrato mole muito instável onde predominam poliquetos, crustáceos e moluscos.

Tabela 01 - Localização dos pontos e a salinidade obtida no momento das coletas, nos ambientes estuarinos na área de estudo, no município de Alcântara, MA.

Pontos de Coleta	Coordenadas geográficas	Salinidade S‰
1	02°24'21" S 044°24'33" W	25
2	02°24'21" S 044°24'34" W	27
3	02°24'21" S 044°24'36" W	25
4	02°24'23" S 044°24'38" W	35
5	02° 24' 23" S 044°24'37" W	34
6	02°24'23" S 044°24'36" S	35
7	02°24'01" S 02°23'14" W	32
8	02°24'02" S 044°23'17"W	30
9	02°24'02" S 044°23'19"W	27

Fonte: Autoria própria.

Os resultados para as análises granulométricas e sua classificação textural nos ambientes podem ser vistos na Tabela 02. O manguezal apresentou solos predominantemente siltosos, enquanto os lavados apresentaram solos siltico-arenosos. Solos lamosos com predominância de argila foram encontrados nos apicuns, o que contribuiu para permanecerem mais úmidos (Figura 03).

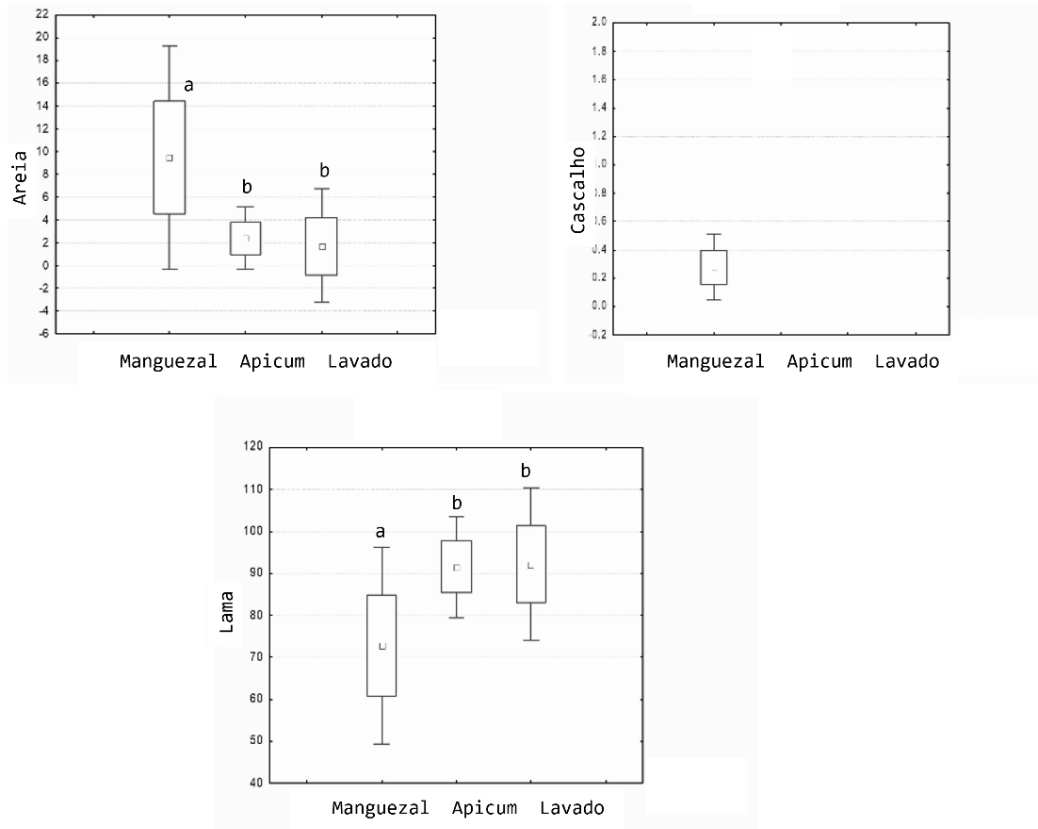
Tabela 02 - Resultados da granulometria do sedimento por ambiente

Ambiente	Classificação textural	Min (%)	Max (%)	Méd (%)
Manguezal	Siltoso (Silte grosso)	36,59%	83,6%	58,79%
Apicum	Lamoso (argiloso)	63,60%	97,79%	84,25%
Planície de Marés (lavados)	Siltico-arenoso (silte grosso e areia muito fina)	68,68% 0,36%	96,47% 10,46%	85,15% 5,41%

Fonte: Autoria própria.

Os sedimentos de substratos moles do litoral de Alcântara foram predominantemente siltosos, constituídos por silte grosso, com percentuais desta fração granulométrica variando de 36,59% a 96,47% baixa quantidade de areia com média e 5,71% e argila 2,62%, e praticamente ausência de cascalho, 0,16% a 1,92% (Figura 03).

Figura 03 - Caracterização granulométrica dos sedimentos entre os três ambientes de mesolitoral no município de Alcântara. O termo Lama refere-se às granulometrias silte e argila; o termo areia, às frações areia muito fina à areia média.



Fonte: Autoria própria.

O apicum e o lavado (planície de maré) estatisticamente, apresentam maior similaridade (Tabela 03). A fina granulometria do substrato, na área estudada, reflete regiões protegidas, menos susceptíveis à influência das forçantes hidrodinâmicas locais como ventos fortes, correntes de marés e ondas de grande altura. Segundo Davis (1985), os processos sedimentares nos estuários são determinados pela dissipação de energia do influxo do rio, gradientes de densidade, a maré, ondas, e forças meteorológicas.

Tabela 03 - Similaridade entre os ambientes. Análise normal (Q) - comparação entre as unidades geográficas.

Estações de coleta	Similaridade
Mangue - Apicum	0,32
Mangue - Lavado	0,27
Apicum - Lavado	0,36

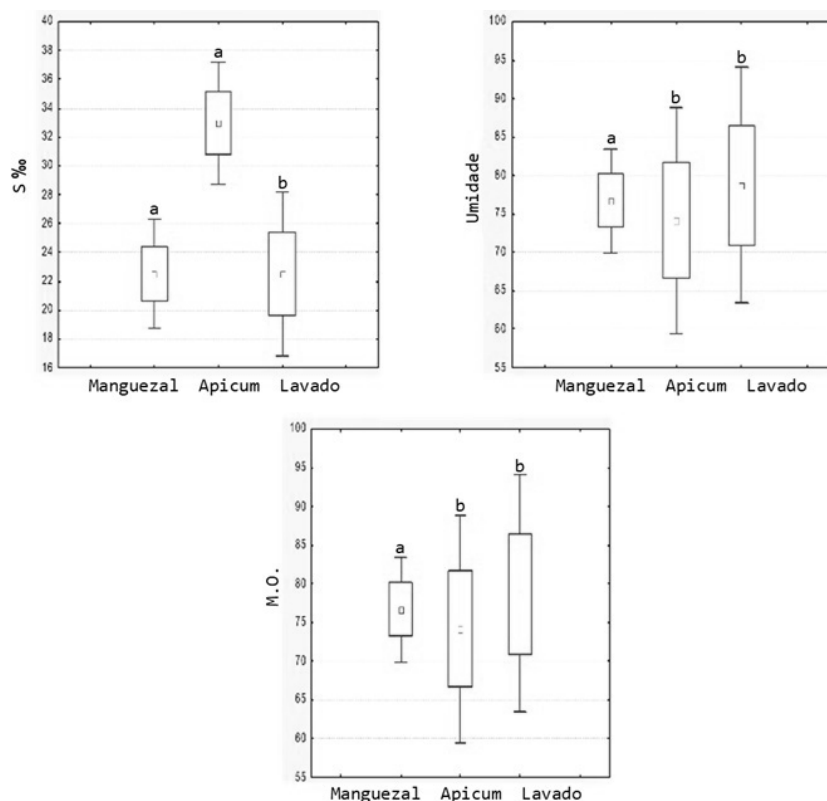
Fonte: Autoria própria.

Quanto aos parâmetros de matéria orgânica, umidade e salinidade dos sedimentos, o substrato do manguezal apresentou alto teor de matéria orgânica variando de 83,33% a 91,67% (média 90,45%) e teor de umidade variando de 72,1% a 80,39% (média 76,69%). A salinidade na área de

manguezal variou de 20 a 24ppm (média 22,5ppm). O apicum apresentou teor de matéria orgânica de 87,92% a 91,99% (média 89,71%), teor de umidade variando de 63,24% a 80,0% (média 74,18%) e a salinidade variou de 31ppm a 36ppm (média de 33ppm). Observa-se que a variação de salinidade pode ser alterada de acordo com os períodos de maior índice pluviométrico e pelas grandes oscilações de marés. No lavado, (planície de maré) umidade variou de 67,68% a 85,22% (média 78,7%), a matéria orgânica variou de 89,20% a 92,97% (média 90,96%), e a salinidade apresentou os mais baixos valores entre todos os ambientes estudados, variando de 19ppm a 26ppm (média 22,5ppm) devido a influência da descarga de igarapés e riachos de água doce, além da exposição às chuvas.

A análise estatística para os parâmetros ambientais, de matéria orgânica (M.O) e umidade dos sedimentos demonstraram que os três ambientes estudados, apresentaram um alto grau de similaridade. A salinidade apresentou alta similaridade entre manguezal e lavado (planície de maré), enquanto o apicum apresentou os mais altos valores (Figura 04) - (Tabela 03).

Figura 04 - Parâmetros ambientais salinidade, umidade e matéria orgânica no sedimento, entre os três ambientes do mesolitoral no município de Alcântara, MA.



Fonte: Autoria própria.

No total, foram coletados 319 indivíduos durante o período de amostragem, os braquiúros compreendem cinco famílias, doze gêneros e doze espécies. As espécies de braquiúro encontradas ao longo dos ambientes estuarinos de substratos moles naturais do mesolitoral de Alcântara são apresentadas no Quadro 02.

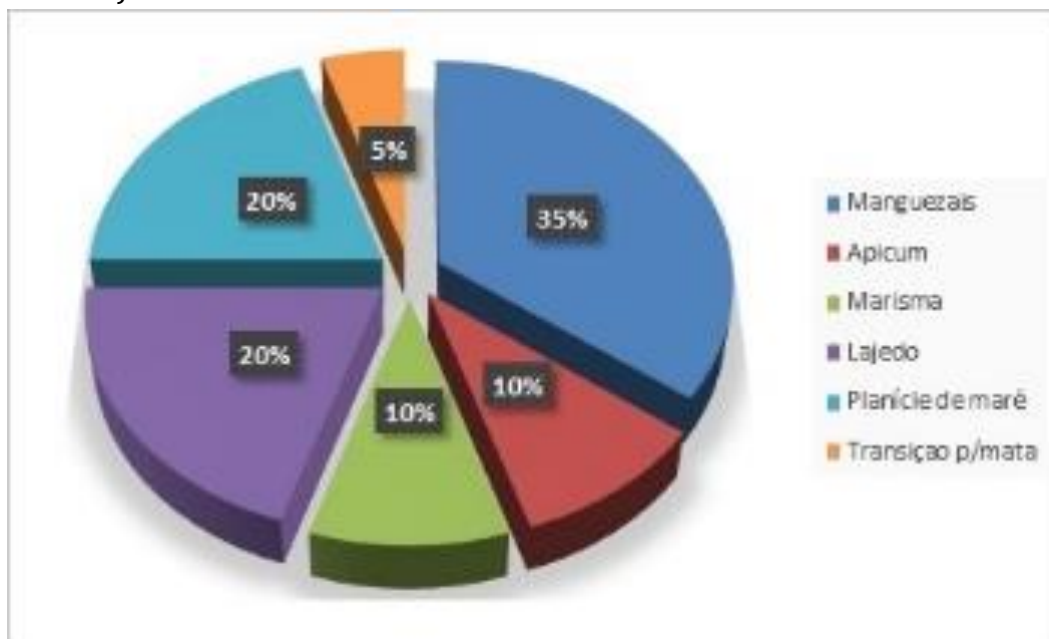
Quadro 02 - Famílias, gêneros e espécies de braquiúros coletados

Família	Gênero	Espécie	Autor e Ano
Xanthidae	<i>Eurytium</i>	<i>Eurytium limosum</i>	(Say, 1818)
	<i>Panopeus</i>	<i>Panopeus americanus</i>	(De Saussure, 1857)
Grapsidae	<i>Armases</i>	<i>Armases rubripes</i>	(Rathbun, 1897)
	<i>Goniopsis</i>	<i>Goniopsis cruentata</i>	(Latreille, 1803)
	<i>Aratus</i>	<i>Aratus pisonii</i>	(H. Milne Edwards, 1837)
	<i>Armases</i>	<i>Armases angustipes</i>	(Dana, 1852)
Ocypodidae	<i>Minuca</i>	<i>Minuca rapax</i>	(Smith, 1870)
	<i>Uca</i>	<i>Uca maracoani</i>	(Latreille, 1803)
	<i>Leptuca</i>	<i>Leptuca thayeri</i>	(Rathbun, 1900)
	<i>Leptuca</i>	<i>Leptuca leptodactyla</i>	(Rathbun in Rankin, 1898)
Ucididae	<i>Ucides</i>	<i>Ucides cordatus</i>	(Linnaeus, 1763)
Gecarcinidae	<i>Cardisoma</i>	<i>Cardisoma guanhumi</i>	(Latreille in Latreille; Le Peletier, Serville & Guérin, 1828)

Fonte: Autoria própria.

Apesar de haver certas controvérsias de identificação em relação a algumas espécies, como *Armases angustipes*, considerou-se essa espécie válida com base em dados morfométricos, genéticos e de distribuição geográfica obtidos em Marochi, Masunari & Schubart (2018).

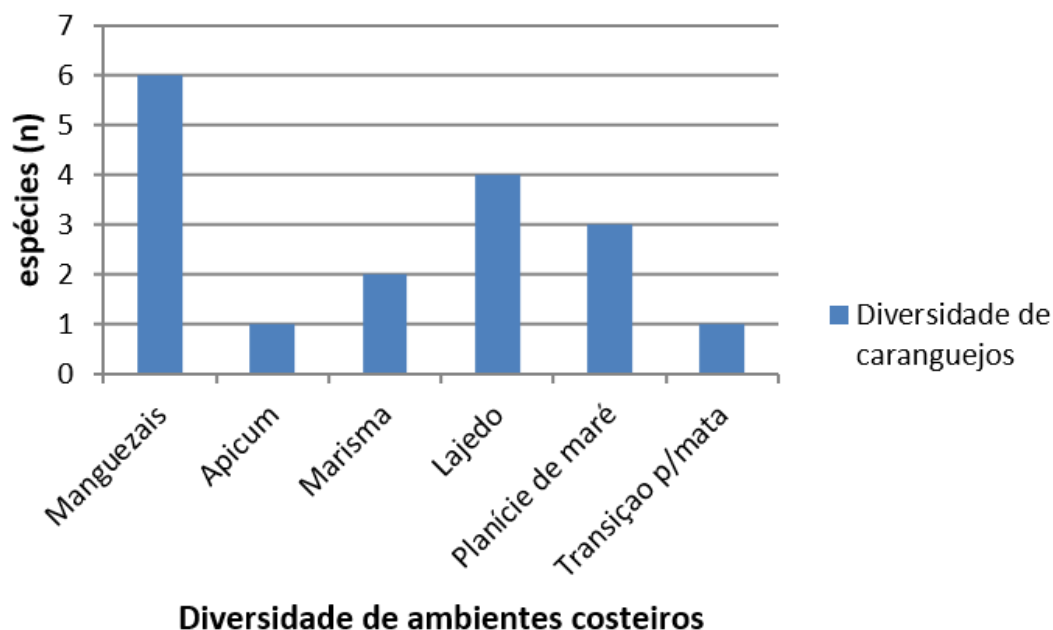
As 12 espécies de caranguejos encontradas distribuíram-se em seis tipos de ambientes costeiros estuarinos. A Figura 05 apresenta a diversidade de ambientes encontrados na área estudada e o percentual de ocorrência das espécies de caranguejos braquiúros.

Figura 05 - Diversidade de ambientes costeiros e percentual de ocorrência das espécies de caranguejos por ambiente, encontrada em Alcântara, MA.

Fonte: Autoria própria.

O manguezal apresentou a maior biodiversidade com seis espécies, seguido pelos lajedos, com quatro espécies e pelas marismas, com três espécies. O menor número de espécies ocorreu na transição para a mata com apenas uma espécie (Figura 06).

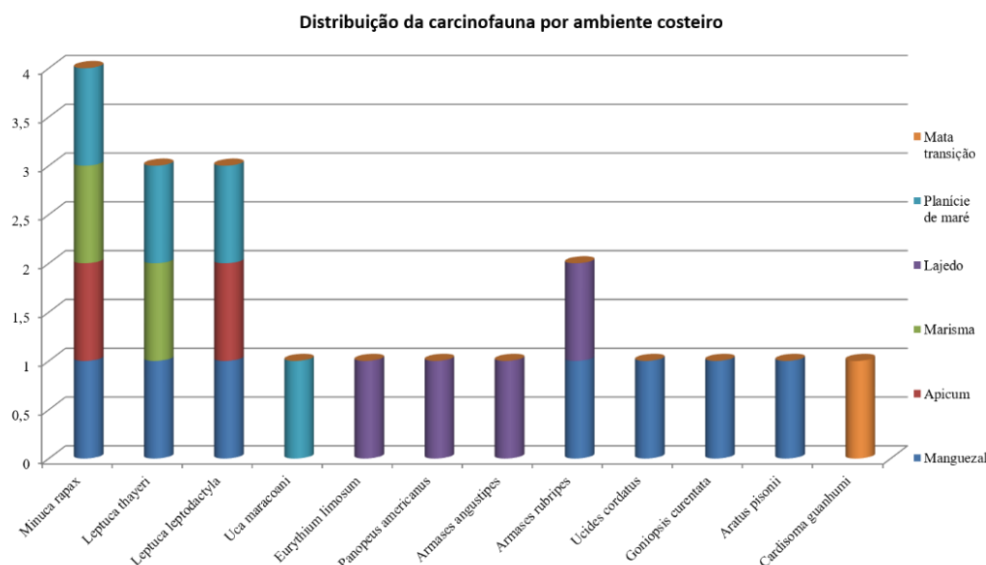
Figura 06 - Número de espécies de caranguejos braquiúros encontradas nos ambientes costeiros estuarinos de Alcântara- MA.



Fonte: Autoria própria.

A espécie de chama-maré *Minuca rapax* apresenta maior distribuição, ocorrendo em quatro dos seis tipos de ambientes estuarinos, seguida por outro chama-maré *Leptuca thayeri*, e *Leptuca leptodactyla* que foram encontradas em três ambientes. A família Ocypodidae, conhecida como grupo dos chama-marés, é geralmente abundante e bem-sucedida em ambientes estuarinos entre-marés (Arruda Bezerra et al, 2006). A carcinofauna dos manguezais apresenta espécies características, desses ecossistemas. A presença de *Panopeus americanus* foi identificada nos conglomerados lateríticos que caracterizam os lajedos, junto a áreas deposicionais. Geralmente, essa espécie é encontrada nesses ambientes com fragmentos rochosos (Saraiva, 2022). Nas planícies de marés, registrou-se a presença do caranguejo *Uca maracoani*, espécie encontrada nesses ambientes ao longo da Amazônia maranhense (Mochel, 2011). Na vegetação de transição de manguezal para terra firme, registrou-se *Cardisoma guanhumi*, encontrada fazendo grandes tocas sob vegetação de mata de várzea. Espécies do gênero *Cardisoma*, conhecidas como caranguejos-terrestres, são encontradas em ambientes costeiros em solos lamosos e sob vegetação herbácea ou arbustiva-arbórea, onde a salinidade parece influenciar as espécies que vivem em tocas com água salobra e outras exclusivas de água doce (Tsai et al, 2022). Não foi possível medir a salinidade do fundo das tocas de *C. guanhumi* encontradas no presente estudo, embora sua distribuição ocorreu sob vegetação de várzea, próxima aos cursos de água doce (Figura 07).

Figura 07 - Distribuição das espécies de caranguejos braquiúros por ambiente no mesolitoral de Alcântara, MA.



Fonte: Autoria própria.

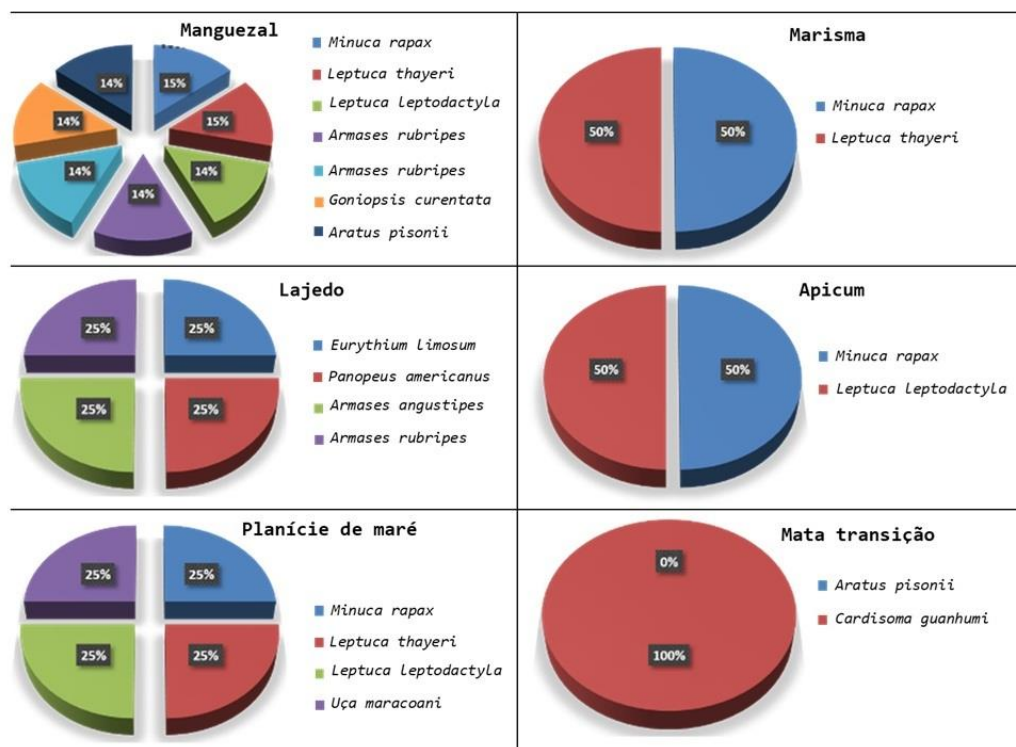
Várias espécies de caranguejos e siris seguem determinado padrão de distribuição, principalmente em relação às variações de salinidade, granulometria, umidade e teor de matéria orgânica do sedimento onde vivem (Theuerkauff *et al*, 2018;).

Segundo Pinheiro *et al* (1997), na natureza não são raras as espécies que utilizam os mesmos recursos abióticos ou bióticos. Assim, o compartilhamento parcial ou total de geoambientes na sua distribuição dependem da tolerância das espécies simpátricas ao recurso utilizado e, consequentemente, da competitividade entre elas. Sendo assim, os parâmetros ambientais, citados anteriormente, podem estar determinando a sobrevivência e distribuição das espécies em função da sua tolerância. As espécies que ocorrem em mais de um ambiente possivelmente são mais tolerantes às grandes oscilações nos parâmetros ambientais (Figura 8). As espécies mais tolerantes mostram maior sucesso na conquista de ambientes heterogêneos, geodiversos, sendo denominadas generalistas, ao contrário das especialistas, que devido a sua menor tolerância a certos recursos mostram-se mais localizadas ou endêmicas. (Pinheiro *et al*, 1997).

Na área de estudo *L. Leptodactyla* foi encontrada nos três ambientes estudados. Na área de manguezal essa espécie obteve 14% do total da composição faunística, no apicum 50% e no lavado 25%. Essa espécie foi comumente encontrada em locais da floresta de manguezais onde a insolação era maior, próximo a pequenas clareiras deixadas por árvores caídas. No apicum apresentou 50% da composição faunística e foi encontrada em áreas completamente desprovidas de vegetação e com alta salinidade. Já na planície de maré, a espécie confundia-se com *L. thayeri*, encontrada nas bordas da franja bosque mangue e próximo a influência da maré. No interior do manguezal as espécies *Eurythium limosum* e *Armases rubripes* foram encontradas no manguezal, com 14% do total das espécies, cada uma. Registrou-se *E. limosum* em áreas próximas

às de transição (Figura 8). Da mesma forma, *Ucides cordatus*, *Goniopsis cruentata*, e *Aratus pisonii* foram registradas apenas no manguezal, sendo essas espécies comuns nos manguezais maranhenses (Mochel, 2011). Apesar dessa codistribuição entre três espécies no manguezal, Buranelli (2016) mostrou que a diferenciação gênica entre elas está relacionada com condições ambientais, especialmente a salinidade, e seus mecanismos reprodutivos. De modo que, *Aratus pisonii* apresenta uma estruturação populacional não verificada nas demais espécies. Portanto, a geodiversidade, relacionada aos fatores biológicos, favorece variações intra e entre espécies no mesmo ecossistema. No lajedo foram coletadas *Eurythium limosum*, *Armases rubripes*, *Armases angustipes* e *Panopeus americanus* com 25% do total das espécies, para cada. De modo geral, a ocorrência e distribuição dos caranguejos braquiúros dos substratos moles do litoral Alcântara coincidem com o padrão estabelecido na literatura, para os manguezais e demais ambientes costeiros do Nordeste brasileiro, (De Almeida & Coelho, 2008; Melo 1996).

Figura 08 - Percentagem de espécies de Crustacea Brachyura, nos ambientes estuarinos do mesolitoral de Alcântara, MA.



Fonte: Autoria própria.

Analisando os dados morfométricos de largura da carapaça, as espécies encontradas nos ambientes estuarinos do litoral de Alcântara possuem diferenças estatisticamente significativas, demonstrando uma heterogeneidade nas amostras. No manguezal, apresentaram-se nitidamente duas classes de largura da carapaça. Apenas a espécie *U. cordatus* e *G. cruentata*, que ocorreram apenas no manguezal, apresentaram largura média da carapaça acima dos 30,0 mm (*U. cordatus* com 52,98 mm). *Uca maracoani* ocorreu apenas na planície de marés, com largura média da carapaça de 23,13mm. já *E. limosum*, *M. rapax*, *L. thayeri*, *L. Leptodactyla* e *A.*

pisonii, apresentaram-se como a segunda classe de largura média da carapaça, nesse ambiente.

A Tabela 04 mostra as diferenças para as variâncias morfométricas da carapaça das espécies. A comparação entre os ambientes e a morfometria, mostrou que a espécie *M. rapax* apresentou diferença significativa na largura média da carapaça entre o apicum e manguezal, sendo maior no manguezal do que no apicum $p = 0.000838$ ($P < 0,05$). A espécie *L. thayeri* apresentou diferença significativa entre o manguezal e o lavado, apresentando maior largura de carapaça no ambiente da planície de marés $p = 0,002478$ ($p < 0.05$). A espécie *L. leptodactylila* entre o apicum ($p < 0,00016$) e o manguezal e o lavado (planície de maré). No manguezal a largura média da carapaça foi 17,96 mm, no apicum 13,3mm e no lavado (planície de maré) foi 17,86mm, demonstrando um alto grau de similaridade entre esses dois ambientes (mangue e lavado) e a largura média da carapaça de *L. leptodactyla*. Segundo Masunari & Swiech-Ayoub (2003), essa espécie está madura sexualmente a partir dos 8,35 mm. O teor de matéria orgânica e umidade foi maior no manguezal e lavado do que no apicum. No entanto a salinidade no apicum apresentou-se maior que nos dois outros ambientes. Provavelmente a alta salinidade seja o principal fator para a diferença de tamanho dos caranguejos, uma vez que, de acordo com os dados morfométricos de largura, a espécie coletada neste estudo está sexualmente madura.

Tabela 04 - Diferenças morfométricas para largura média da carapaça (mm) para três espécies de Ocypodidae nos ambientes manguezal, apicum e planície de maré (lavado) de Alcântara, MA ($p < 0,005$).

Espécies	Manguezal	Apicum	Planície de Marés
<i>M. rapax</i>	15,49 ^a	13,10 ^a	-
<i>L. thayeri</i>	16,20 ^a	19,80 ^a	-
<i>L. leptodactylila</i>	17,96 ^b	13,30 ^a	17,86 ^b

Fonte: Autoria própria.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema costeiro do município de Alcântara apresentou uma complexa geodiversidade, favorecendo a coexistência de um mosaico de ecossistemas e ambientes. A ocorrência e distribuição da biodiversidade dos caranguejos braquiúros foram representativas da geodiversidade estuarina na área de estudo. Foram encontradas diferenças significativas entre dados bioecológicos e a geodiversidade de ambientes. A fauna de caranguejo braquiúra identificada e registrada neste estudo apresenta tamanho compatível com a maturidade sexual. Esse estudo provavelmente não constitui a total riqueza de espécies de caranguejos estuarinos da Amazônia maranhense, uma vez que a área amostrada é pequena em relação a área costeira total do Maranhão. Além disso, estudos sobre a biodiversidade de decápodes, especialmente na região das Reentrâncias Maranhenses, ainda é incipiente. Os dados aqui gerados poderão direcionar futuros trabalhos sobre a ocorrência, distribuição e contribuições para a biologia e ecologia da fauna de Decapoda Brachyura. Algumas espécies encontradas nesta pesquisa são discutidas do ponto de vista taxonômico e em questões de simpatia, portanto, futuros estudos e

novas coletas são indicadas para a região costeira da Amazônia Maranhense.

REFERÊNCIAS

ABELE, Lawrence G. Review of the Grapsid Crab Genus *Sesarma* (Crustacea: Decapoda: Grapsidae). In: **America, with the Description of a New Genus. Smithsonian Contributions to Zoology**, n. 527, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., 60 p. 1992.

ALCÂNTARA-FILHO, P. Contribuição ao estudo da Biologia e Ecologia do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763), no manguezal do rio Ceará (Brasil). **Arq. Ciên. Mar.**, Fortaleza, v.18, n.1/2, p.1-4, 1978.

ARRUDA BEZERRA, Luis Ernesto *et al.* Spatial distribution of fiddler crabs (Genus *Uca*) in a tropical mangrove of northeast Brazil. **Sci. mar.**, 2006, 70(4):759-66.

ASHTON, Elizabeth C.; MACINTOSH, Donald J. Mangrove rehabilitation and brachyuran crab biodiversity in Ranong, Thailand. **Diversity**, v. 16, n. 2, p. 92, 2024.

AUGUSTO, Laura Elisabeth *et al.* Structural characteristics of crab burrows in Hong Kong mangrove forests and their role in ecosystem engineering. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 248, 2021, 106973.

BARROS, José Sidiney; BANDEIRA, Íris Celeste Nascimento (organizadores). **Geodiversidade da Ilha do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2020. 149 p.

BRANDÃO, Ricardo de Lima. Regiões Costeiras. In: Silva, Cassio Roberto da. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para compreender o presente e prever o futuro**. Cassio Roberto da Silva (ed.). Rio de Janeiro: CPRM, 2008. 264 p.

BURANELLI, Raquel Corrêa. Variedade populacional em manguezais: análises moleculares e morfológicas em caranguejos *Brachyura* (Crustacea: Decapoda). **Tese de Doutorado em Ciências-Biologia Comparada**. Universidade de São Paulo (USP): Ribeirão Preto, 188p, 2016.

BOTTO, Florencia; IRIBARNE, O. Contrasting effects of two burrowing crabs (*Chasmagnathus granulatus* and *Uca uruguayensis*) on sediment composition and transport in estuarine environments. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 51, n. 2, p. 141-151, 2000.

BRANDÃO, Ricardo de Lima. Regiões Costeiras. In: Dantas, M.E. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para compreender o presente e prever o futuro**. CPRM. Rio de Janeiro. 2008.

CAPPARELLI, Mariana V. *et al.* Tolerance and behavioral responses of crabs in disturbed mangroves during a heatwave event. **Marine Pollution Bulletin**, v. 200, p. 116165, 2024.

COLPO, Karine Delevati *et al.* Subtropical Brazilian mangroves as a refuge of crab (Decapoda: Brachyura) diversity. **Biodiversity Conservation**, v. 20, n. 13, p. 3239-3250, 2011.

DA S. BEZERRA, Denilson *et al.* Brazil's mangroves: Natural carbon storage. **Science**, v. 375, p. 1239-1239, 2022.

DAVIE, Peter JF *et al.* Systematics and classification of Brachyura. In: **Treatise on Zoology-Anatomy, Taxonomy, Biology-The Crustacea, complementary to the volumes translated from the French of the Traité de Zoologie 9(C)(I)**, Decapoda: Brachyura (Part 1), 2015, Brill, Leiden: 1049-1130.

DAVIS, RA Jr. **Coastal Sedimentary Environments**. 2nd ed. USA: Halliday Lithograph, 1985.

DE ALMEIDA, Alexandre O.; COELHO, Petrônio A P. Estuarine and marine brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from Bahia, Brazil: checklist and zoogeographical considerations. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 36, n. 2, p. 183-222, 2008.

GRAY, Murray. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. Chichester: John Wiley & Sons, 2005. 434 p.

DA CRUZ, Dayane Raquel; SANTOS, Nayara Marques; DA SILVA COSTA, Diógenes Félix. Geodiversidade e serviços ecossistêmicos: interações na planície flúvio-marinha do litoral setentrional do Rio Grande do Norte (NE/BRASIL). **Revista GeoUECE**, v. 8, n. 14, p. 134-151, 2019.

KAMAL, Eni *et al.* Biodiversity of Mangrove Brachyuran Crabs Of Family Ocypodidae and Sesarmidae in Koto Xi Tarusan District, West Sumatera, Indonesia. **Hayati Journal of Biosciences**, v. 31, n. 3, p. 507-516, 2024.

LAKSHMI, Ahana. Coastal ecosystem services & human wellbeing. **Indian Journal of Medical Research**, v. 153, n. 3, p. 382-387, 2021.

MAROCHI, Murilo Z.; MASUNARI, Setuko; SCHUBART, Christoph D. Morphological and genetic distinction of *Armases angustipes* and *A. miersii* (Decapoda, Brachyura, Sesarmidae). **Crustaceana**, v. 91, n. 9, p. 1097-1106, 2018.

MASUNARI, Setuko; SWIECH-AYOUB, Bianca de Paula. Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea Decapoda Ocypodidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 487-491, 2003.

MELO. G.A.S. **Manual de Identificação dos Brachyura (Caranguejos e Siris) do Litoral Brasileiro**. Ed. Plêiade, 1996, 604p.

MOCHEL, Flávia Rebelo. Manguezais Amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: **Amazônia Maranhense (diversidade e Conservação)**. Museu Paraense Emílio Goeldi: Marlúcia Bonifácio Martins e Tadeu Gomes de Oliveira, 2011, p. 92-115.

MOCHEL, Flávia Rebelo. Manguezais da Amazônia Maranhense. Conservação e recuperação ecológica. In: **Paisajes, Suelos y Biodiversidad: Desafíos para un buen vivir**. Miguel García, Giovanni Seabra (Orgs.), Ediciones Universidad Central de Chile, Santiago, 2016, p. 602-6718.

OLIVEIRA CUNHA, João Augusto; DO CARMO SOUSA, Debora; CÓRDOBA, Valéria Centurion. Evolução estratigráfica dos depósitos cretáceos da porção norte da Bacia de São Luís-Grajaú (NE do Brasil). **Geologia USP. Série Científica**, v. 19, n. 2, p. 151-170, 2019.

PINHEIRO, Marcelo A.A. *et al.* Avaliação dos Caranguejos Grapsídeos (Decapoda: Grapsidae). Cap. 14: 182-191. In: Pinheiro, M.A.A. & Boos, H. (Org.). **Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014**. Porto Alegre (RS): Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 2016, 466 p.

PINHEIRO, Marcelo Antonio Amaro; FRANSOZO, Adilson; NEGREIROS-FRANSOZO, Maria Lúcia. Dimensionamento E Sobreposição de nichos dos Portunídeos (DECAPODA, BRACHYURA), na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 371-378, 1997.

ROSSETTI, Dilce de Fátima; TRUCKENBRODT, Werner. Revisão estratigráfica para os depósitos do Albiano-Terciário Inferior (?) na Bacia de São Luís (MA), Norte do Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Ciências da Terra**, v. 9, p. 29-41, 1997.

ROSSETTI, Dilce de Fátima. Pegadas de dinossauros em depósitos estuarinos (Cenomaniano) da Bacia de São Luís (MA), Brasil. In: Rossetti, D.F., Góes, A. M.; & Truckenbrodt, W. (Eds), **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, Coleção: Friedrich Katzer, p. 245-264., 2001.

ROSSETTI, Dilce de Fátima. Evidência de atividade sísmica sedimentar em depósitos cretácicos da Bacia de São Luís-Grajaú. In: Rossetti, D.F., Góes, A. M.; & Truckenbrodt, W. (Eds), **O Cretáceo na Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, Coleção: Friedrich Katzer, p. 47-66. 2001a.

ROSSETTI, D. F.; GÓES, A. M. Caracterização paleoambiental de depósitos Albianos na borda sul da Bacia de São Luís-Grajaú: modelo de delta fluvial influenciado por tempestade. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 33, n. 3, p. 299-312, 2003.

SARAIVA, Gabriel Leite. Microdistribuição e compartilhamento de habitat dos caranguejos *Panopeus americanus* de Saussure, 1857 e *Panopeus occidentalis* de Saussure, 1857 (Decapoda: Panopeidae) na zona intermareal estuarina de Cananéia, São Paulo. BA Thesis. **Universidade Estadual Paulista (UNESP)**: Bauru, 2022, 34p.

SCHRODT, Franziska *et al.* To advance sustainable stewardship, we must document not only biodiversity but geodiversity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 116, n. 33, p. 16155-16158, 2019.

SHARIFIAN, Sana; KAMRANI, Ehsan; SAEEDI, Hanieh. Global future distributions of mangrove crabs in response to climate change. **Wetlands**, v. 41, n. 8, p. 99, 2021.

SILVA, Ana Catarina Ferreira *et al.* Spatial and temporal patterns of subtidal and intertidal crabs excursions. **Journal of Sea Research**, 2014, 85: 343-348.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher/EDUSP, 1973, 317 p.

THEUERKAUFF, Dimitri *et al.* Salinity variation in a mangrove ecosystem: a physiological investigation to assess potential consequences of salinity disturbances on mangrove crabs. **Zoological Studies**, v. 57, p. e36, 2018.

TSAI, Shu-Chen; SEINO, Satoquo; LEE, Su-Hsin. Deterioration of Coastal Ecosystem: A Case Study of the Banana Bay Ecological Reserve in Taiwan. **Land**, v. 11, n. 9, p. 1571, 2022.

XIE, Tian *et al.* Crab contributions as na ecosystem engineer to sediment turn over in the Yellow River Delta. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, p. 1019176, 2022.

World Register of Marine Species. **WORMS**. Disponível em: <https://www.marinespecies.org/index.php>. Acesso em: 26 nov. 2024.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico/CNPQ, pela bolsa de pesquisa concedida. Ao Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA, pelos recursos. Aos estagiários do Laboratório de Manguezais e Centro de Recuperação de Manguezais/LAMA-CERMANGUE pelo apoio em algumas etapas de campo. Ao amigo e guia de campo, em Alcântara, “Peó”.

Contato dos autores/as:

autora: Flávia Rebelo Mochel
e-mail: flavia.mochel@ufma.br

autor: Ewerton Silva Gonçalves
e-mail: goncalves.ewerton@yahoo.com.br

autora: Josélia Castro da Silva Martins
e-mail: joselia.castro@discente.ufma.br

autora: Deuzanir da Conceição Amorim Lima
e-mail: deuzaniroceano@gmail.com

Manuscrito aprovado para publicação em: 17/09/2025.