



Impactos Antrópicos E Densidade De Tocas Do *Ocypode Quadrata* Em Duas Praias Amazônicas (Ilha Do Maranhão, Brasil)

Joherbeth Carlos Lima Rêgo¹, Abílio Soares Gome², Gabriel Silva dos Santos³, Alessandro Lima Rêgo⁴, Marcelino Silva Farias Filho⁵, Ana Caroline Guimarães Corrêa⁶, Marianna Basso Jorge⁷

¹*Ocean and Earth Dynamic Graduate Program Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brazil. joherbethrego@hotmail.com*

²*Marine Biology Department, Fluminense Federal University, Niterói, RJ, Brazil. abilioosg@id.uff.br*

³*Ecotoxicology Laboratory, Institute of Marine Sciences, Federal University of Maranhão, MA, Brazil. gabrielsils10@gmail.com*

⁴*Study and Research Group in Edafology and Pedology - GEPEPE, Federal University of Maranhão, MA, Brazil. aleanseagro@hotmail.com*

⁵*Geoscience Department, Federal University of Maranhão, MA, Brazil. marcelinofarias@ufma.br*

⁶*Group of Studies and Research in Edafology and Pedology - GEPEPE- Federal University*

⁷*ecotoxicology laboratory, Institute of Marine Sciences, Federal University of Maranhão, MA, Brazil. mb.jorge@ufma.br*

***Corresponding Author:** joherbeth carlos lima rêgo, *Ocean and Earth Dynamic Graduate Program Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brazil. joherbethrego@hotmail.com*

Resumo: A problemática atual da produção e destinação inadequada de Resíduos Sólidos se torna uma ameaça devido ao tempo de persistência de seus componentes no meio, em especial ao ecossistema praiano. Este artigo tem o objetivo de compreender a dinâmica da distribuição dos resíduos sólidos na orla Ilha do Maranhão, situada no nordeste brasileiro e investigar os possíveis riscos ligados a fauna associada, com ênfase ao *Ocypode quadrata*, um indicador de qualidade ambiental de praia bastante pesquisado em todo o mundo. Para tanto, amostras foram coletadas em 2 seções divididas em menor e maior fluxo antrópico, em 2 praias arenosas da ilha e em 2 períodos distintos, um chuvoso e o outro de estiagem. Os resultados mostraram uma predominância do plástico em relação aos outros materiais coletados nos períodos de chuva e de estiagem. Os processos de urbanização do litoral da ilha do Maranhão também mostraram influência sobre a frequência das tocas de *O. quadrata* sobre a dinâmica dos resíduos sólidos de forma geral, além de proporcionarem mudanças significativas no habitat natural das espécies estudadas afetando a sua abundância bem como as funções ecológicas que as mesmas desempenham.

Palavras-chave: *Ocypode quadrata*, Resíduos Sólidos, praia, urbanização.

1. INTRODUÇÃO

A concentração de resíduos sólidos relacionado à urbanização costeira é um problema progressivo em todo o mundo que está provocando a mortalidade da fauna marinha (Derraik, 2002). Atualmente, o impacto dos resíduos sólidos na biodiversidade, na saúde humana e até na economia do turismo é um grande desafio global (Rochman et al., 2015). Os resíduos sólidos não só diminuí a qualidade de vida da população, mas também põe em perigo a vida dos organismos marinhos, como os mamíferos, crustáceos e aves marinhas (More, 2002; Silva, 2009). Atualmente, o lixo deixou de ser apenas um problema sanitário em zonas urbanas e tornou-se um dos principais grupos de poluentes em ecossistemas marinhos.

O aumento da produção de materiais sintéticos persistentes mudou significativamente o tipo e a quantidade de resíduos sólidos gerados (Araújo & Costa, 2003). O atual estilo de vida da humanidade

é o principal responsável pela crescente degradação dos oceanos. Uma das causas que contribui para o aumento do volume de resíduos encontrados nas regiões de litoral no Brasil é a alta densidade populacional em regiões costeiras (Valle, Braz & Santos, 2013). A deposição e o acúmulo do lixo nas praias urbanas oferecem não só riscos à população que as frequenta como área de lazer e banho, mas também aos animais marinhos, constituindo um grande dano ambiental (Araújo & Costa, 2016). Além de impactar as espécies marinhas, os resíduos descartados nas praias também interferem na vida dos banhistas, que podem se ferir com determinados objetos.

As praias arenosas são locais habituais de encalhamento de resíduos sólidos, mesmo em áreas não urbanizadas, devido ao transporte passivo dos materiais pelo vento, correntes e pelas marés (Corcoran et al., 2009). O lixo nas praias causa sérios impactos ambientais que podem influenciar diretamente as comunidades biológicas que necessitam deste ambiente para a sua sobrevivência, ou afetar as atividades humanas na zona costeira (Corbin e Singh 1993, Derraik 2002).

O banhista, o comerciante, o setor público e privado, todos esses agentes usufruem do ecossistema praiano. Em decorrência dos diversos usos impostos ao ambiente de praia, a pressão sobre este aumenta, contribuindo para a geração de impactos, entre eles a produção de resíduos sólidos (Silva et al, 2008). Os próprios frequentadores de praia contribuem para a poluição, as vezes em grande quantidade, descartando neste ambiente plásticos, latas, vidros, restos de comida, papel e bitucas de cigarro (Oigman-Pszczol e Creed, 2007; Abu-Hilal E All-Najjar, 2004). As atividades marítimas também descartam resíduos em alto mar que acabam chegando às praias. (Derraik, 2002; Moore et al, 2001).

Estudos nas regiões costeiras da América do Norte, Caribe, Mediterrâneo, Hemisfério Sul, Brasil em todo o globo têm focado na determinação quantitativa e qualitativa do lixo nas praias, assim como na avaliação dos impactos negativos desses materiais à vida marinha, aos habitantes costeiros e ao seu diagnóstico na praia (Silva-Iñiguez e Fischer, 2003; Araújo e Costa, 2007)

Atualmente, muito se fala em espécies indicadoras, sejam em estudos de impacto ambiental e em outros mais amplos que pretendem entender como está o ambiente de forma mais simplificada. Conceitos, definições e aplicações de espécies indicadoras são diversos, incluindo: espécies “chave” (interações fortes com outras espécies), espécies de “dispersão limitada” (fidelidade comprovada de um local específico), “recursos limitados” e espécies “limitadas pelo processo” (sensíveis a mudanças em um recurso ou processo ecológico específico), e espécies “emblemáticas” (Noss, 1990, Lambeck, 1997).

Os invertebrados são indicadores ecológicos eficazes de estressores humanos em uma ampla gama de ambientes (Chessman, 1995; Fulton et al., 2005; Resh, 2008; Van Dam e Van Dam, 2008). Eles geralmente respondem a perturbações em escalas espaciais mais finas do que os vertebrados maiores (Carignan e Villard, 2002), e suas distribuições e tamanhos populacionais são frequentemente correlacionados com condições ambientais que estão, potencialmente, sujeitas a alterações humanas (Schoener, 1986).

Os caranguejos-fantasma do gênero *Ocypode* são invertebrados semi-terrestres comuns em praias de climas temperados a tropicais. Esses caranguejos escavam tocas extensas na porção superior da costa e nas dunas, sendo ativos na superfície principalmente à noite (Barras, 1963). Populações de caranguejos-fantasma respondem, previsivelmente, a impactos físicos diretos (em especial atropelamentos por veículos off-road) e a mudanças de habitat, na forma de abundância reduzida (Barros, 2001; Moss e McPhee, 2006; Schlacher et al., 2007a; Lucrezi et al., 2008). Além disso, como os caranguejos-fantasma são os principais predadores de invertebrados em praias arenosas e são alvo de uma variedade de consumidores de alta ordem (Christoffers, 1986), mudanças no número de caranguejos-fantasma repercutem sobre a teia alimentar em praias arenosas.

A compreensão do processo de contaminação das praias por resíduos sólidos antropogênicos (RSA) é de fundamental importância para que se possa entender os possíveis impactos ao meio ambiente e, dessa forma, proporcionar auxílio aos órgãos competentes para que estes possam encontrar soluções. Este tema tem recebido crescente atenção nos últimos anos devido as inúmeras problemáticas ligadas a ele, bem como a morte de organismos, diminuição na produtividade dos oceanos e transferência de poluentes entre os níveis tróficos, sendo que este último pode afetar diretamente o ser humano como predador de topo de cadeia alimentar.

Além de todos esses impactos no sistema ecológico, os RSA afetam o sistema socioeconômico pois a contaminação dos oceanos por esses materiais desvaloriza as áreas turísticas e favorece a degradação de habitats que servem de suporte para recursos pesqueiros causando a morte de vários organismos de

valor comercial. Apesar do aumento da quantidade de estudos nos últimos anos a respeito desse assunto, em algumas localidades como é o caso do litoral do estado do Maranhão, pouco se sabe a respeito da quantidade, distribuição e impactos causados ao meio ambiente aos organismos indicadores.

Este artigo tem como objetivos investigar, caracterizar e quantificar a distribuição dos resíduos sólidos antropogênicos (RSA) em praias arenosas da orla da Ilha do Maranhão, bem como identificar e quantificar as tocas do caranguejos-fantasma *Ocypode quadrata* e associá-las aos padrões de distribuição dos RSA com a distribuição espacial da espécie.

2. ÁREA DE ESTUDO

A ilha do Maranhão (também conhecida por ilha de São Luís), está localizada no estado do Maranhão e faz parte do setor amazônico da costa norte do Brasil. Este setor representa cerca de 35% do litoral brasileiro e é caracterizado por baixo relevo, ampla planície costeira e ampla plataforma continental (Szlafsztein, 2012).

O litoral do Estado do Maranhão se estende ao longo de uma zona de transição entre a costa amazonense do Pará, dominada pelo regime de marés de elevada amplitude, e a costa dominada pelo vento do estado do Ceará. O litoral pode ser dividido em setores ocidental, central e oriental. O setor central corresponde ao Golfo do Maranhão, onde se localiza a Ilha do Maranhão (Pereira et al., 2016).

Ao todo são 144 praias distribuídas nos 490 Km da costa do Golfo do Maranhão, das quais 60 estão na Ilha do Maranhão. As praias são dissipativas ou ultradissipativas (Short, 2006), dominadas por maré e compostas principalmente por areias finas de quartzo. O regime de marés é semidiurno, com uma maré alta extrema de aproximadamente 7,0 m e uma maré alta de cerca de 2,5 m.

O clima local apresenta duas estações bem definidas, como uma estação chuvosa de janeiro a junho e uma estação seca de julho a dezembro. A precipitação anual é da ordem de 2200 mm e a temperatura média do ar é de 27 °C, sem diferenças marcantes ao longo do ano (Pereira et al., 2016; INMET, 2016).

Segundo Freire e Monteiro (1993), a Ilha do Maranhão localiza-se em uma zona de transição entre a vegetação amazônica e nordestina. A vegetação herbácea, arbustiva e arbórea que ocorre próximo à zona litoral e ocupa os solos arenosos litorâneos, como *foreshore*, dunas, barreiras arenosas e margens lagunares, é denominada localmente como “restinga” e é considerada um componente do ecossistema da Mata Atlântica (Rocha et al., 2007; Silva et al., 2010). Os manguezais e outra vegetação típica encontrada principalmente nos sedimentos lamosos intertidais locais, que cobrem extensas áreas da porção sul da ilha e pequenas manchas da porção norte (Freire e Monteiro, 1993). Segundo Souza-Filho (2005), os manguezais cobrem uma área de 1623 Km² do litoral do Golfo do Maranhão.

A ilha do Maranhão abriga quatro municípios: São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço de Lumiar. Segundo dados do IBGE (2019), a população da ilha estimada é de 1432529 de habitantes dos quais a maioria vive no município de São Luís (1101884 habitantes), que por sua vez é capital do estado. A pesca, o turismo e o comércio relacionado a essas atividades exercem fundamental papel socioeconômico (Pereira et al., 2016). A área de estudo deste trabalho está localizada em uma porção urbanizada de aproximadamente 12,5 km ao norte da ilha (fig. 1). Compreende as praias Ponta d'areia, São Marcos, Calhau, Caolho (trecho de transição entre as praias do Calhau e Olho d'água) e Olho d'água.



Figura 1. Mapa com localização das praias Olho D'água e Ponta D'areia na porção norte da ilha do Maranhão, São Luís.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Amostragem de *Ocypode quadrata* e dos RSA

Ao longo da orla nos meses de outubro de 2018 e abril de 2019 foram escolhidas 2 seções por praia uma com maior fluxo antrópico e a outra com menor fluxo antropico. Associado à distribuição espacial foi realizado também um monitoramento temporal a fim de identificar padrões de distribuição relacionados à sazonalidade e aos meses de maior (abril) e menor grau de uso (outubro). Durante as duas saídas, incursão a campo foram realizadas 6 amostragens em cada praia, 2 seções de 60m x 4m (comprimento x largura) divididas em 3 setores, cada um com 20m x 4m paralelos ao litoral. Nestas seções foram coletados todos os itens macroscópicos presentes a até 4 m de distância de ambos os lados da linha central demarcada. As tocas do caranguejo *O. quadrata* foram contadas numericamente ao longo de todo estirâncio e cordões de dunas das praias Olho D'água e Ponta D'areia e tiveram o seu diâmetro mensurado com o auxílio de uma trena.

3.2. Processamento das amostras

Os itens macroscópicos foram identificados de acordo com o tipo e cor do material (plástico, espuma, metal, cigarro, madeira, tecido, papel, outros resíduos sólidos antropogênicos), medidos para se estimar o volume (comprimento, largura e altura) e pesados (g) para obtenção da massa de cada categoria, a fim de inferir a porcentagem de cada material que compõe os RSA coletado.

Com o apoio de GPS Garmim Eterx 10, demarcou-se os pontos em que haviam tocas, dispostas ao longo da faixa de dunas do local estudado. Os dados foram descarregados em ambiente computacional Qgis 2.18 e, a partir dos dados coletados, gerou-se um mapa de densidade Kernel.

3.3. Análise de dados

Através de ANOVA *Aone way*, uma análise multivariada de variâncias não paramétricas por permutações, serão identificadas as interações entre as áreas amostradas, categorias, quantidades de materiais, e as estações do ano (agrupamento de meses). Diferenças relevantes serão indicadas por $p < 0,05$. Para analisar a correlação entre os fatores ambientais e a comunidade da macrofauna bêntica será utilizada a Análise de Componentes Principais (ACP) e realizadas com o software PAST.

Gerou-se um mapa de densidade Kernel, para analisar o comportamento de padrões de pontos estimar a intensidade pontual da ocorrência de caranguejos, demonstrando localidades nas quais encontraram-se os maiores aglomerados do fenômeno. O método Kernel é muito útil por viabilizar uma visão holística do padrão de distribuição de primeira ordem dos eventos (CÂMARA et al., 2002). O procedimento foi realizado ambiente Qgis, através da função mapa de calor

4. RESULTADOS

O plástico foi o elemento mais abundante e frequente nas amostras em relação aos outros materiais encontrados nas praias. Na praia do Olho D'água no período de estiagem (fig. 2) foram registrados 118 itens no total, sendo que 76 itens eram de material plástico.

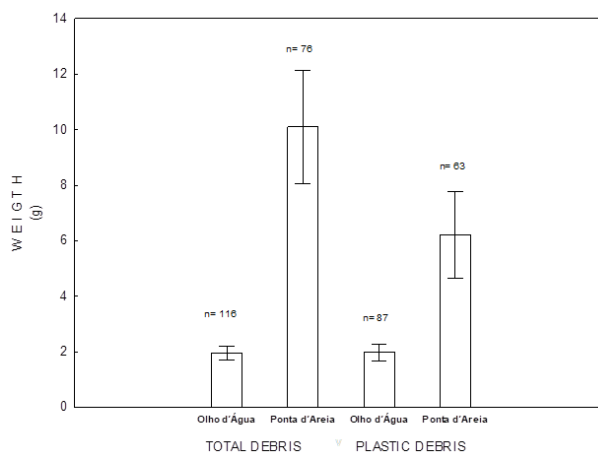


Figura2. Peso (media e desvio padrão) dos resíduos totais e plásticos nas praias Olho D'água e Ponta D'areia no período de estiagem.

Na praia da Ponta D'areia foram registrados 87 itens no total, com 63 desses itens classificados como material plástico. No período chuvoso foram registrados 108 itens totais de resíduos sólidos com os plásticos sendo representados por 99 destes itens na praia do Olho D'água, na praia Ponta D'areia apenas 78 sendo 54 de material plástico (fig. 3).

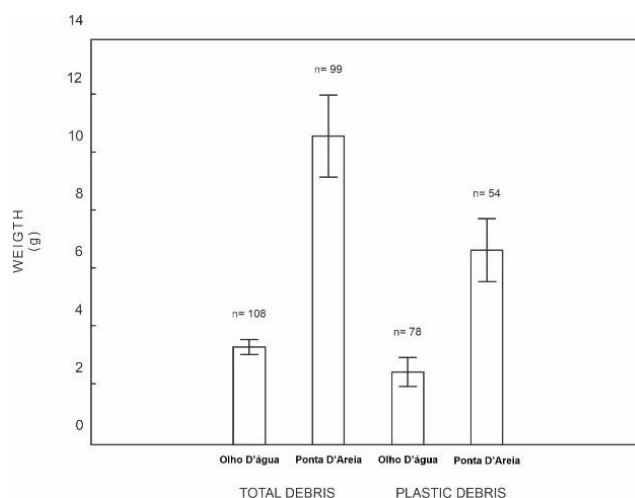


Figura3. Peso (média e desvio padrão) dos resíduos totais e plásticos nas praias Olho D'água e Ponta D'areia no período chuvoso

Foram catalogadas 36 tocas de *O. quadratana* praia Olho D'água e 61 na praia Ponta D'areia no período de estiagem, enquanto que no período chuvoso apenas uma toca foi catalogada na praia olho d'água e 120 na praia ponta d'areia (fig. 4).

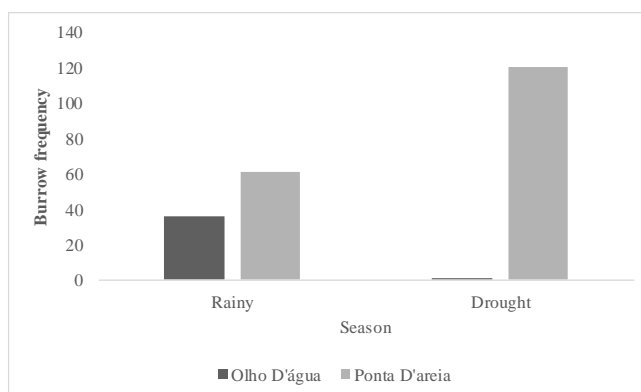


Figura4. Frequência das tocas de *O. quadratana* catalogadas nas praias Olho D'água e Ponta D'areia no período de estiagem e chuvoso.

Os diâmetros das tocas variaram de 3,5 cm a 4,2 cm do período seco ao período chuvoso na praia do Olho D'água e de 6,19 cm a 6,16 cm na praia da Ponta D'areia (fig. 5).

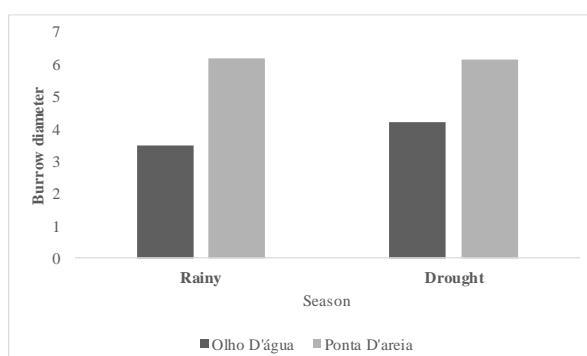


Figura5. Média do diâmetro das tocas de *O. quadratana* nas praias Olho D'água e Ponta D'areia no período de estiagem e chuvoso.

Impactos Antrópicos E Densidade De Tocas Do Ocypode Quadrata Em Duas Praias Amazônicas (Ilha Do Maranhão, Brasil)

Os mapas de densidade mostram uma média de distribuição espacial das tocas de *O. quadrata* ao longo das praias do Olho D'água (fig.6) e Ponta D'areia (fig. 7), com distribuição concentrada na região do cordão de dunas e menor densidade à medida que se aproxima da região onde há o maior fluxo de pessoas. O padrão se repete para as duas praias.

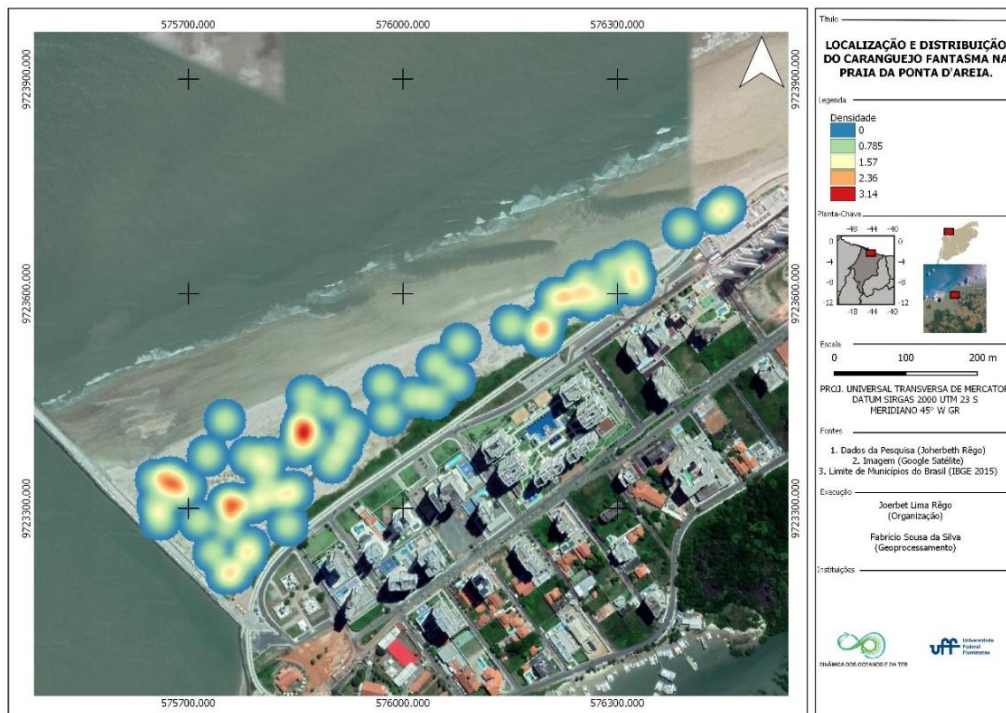


Figura6. Distribuição das tocas do caranguejo-fantasma ao longo da praia Ponta D'areia.

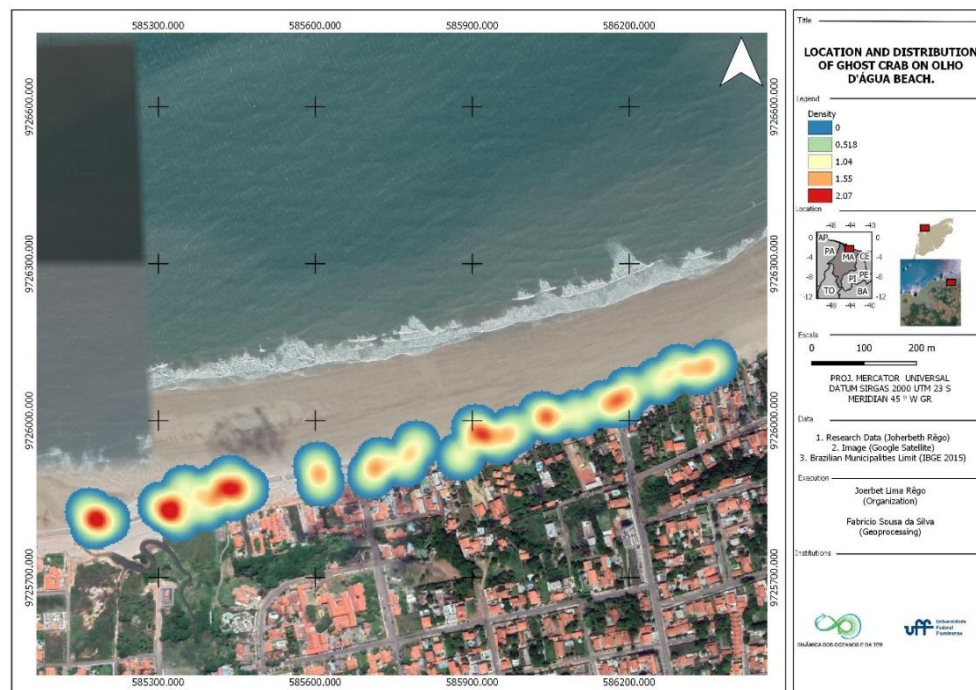


Figura7. Distribuição das tocas do caranguejo-fantasma ao longo da praia Olho D'água.

Os testes estatísticos (ANOVA ONE WAY) revelaram que não houve diferença significativa entre as médias das amostras dos resíduos na praia da Ponta D'areia, ao contrário do que foi revelado para a praia Olho D'água onde o papel teve suas médias diferentes significativamente dos outros materiais espacial e sazonalmente.

Impactos Antrópicos E Densidade De Tocas Do *Ocypode Quadrata* Em Duas Praias Amazônicas (Ilha Do Maranhão, Brasil)

A análise de componentes principais mostrou uma forte correlação positiva do vidro com o ponto 1, enquanto os metais e plásticos apresentaram correlação positiva com os pontos de 3 a 6 que representam as áreas mais povoadas da praia do olho d'água. A componente 1 explicou aproximadamente 47,4% dos dados amostrados e a componente 2 explicou 43,3%, totalizando 90,7% (fig. 8).

Com relação à análise de componentes principais da praia Ponta D'areia, a frequência das tocas do caranguejo-fantasma, bem como os plásticos apresentaram uma correlação positiva com os pontos de 4 a 6 que representam as áreas menos povoadas. Os metais, madeira e vidro se correlacionaram positivamente com os pontos de 1 a 3 onde o fluxo de pessoas é maior. A componente 1 explicou aproximadamente 54% dos dados amostrados enquanto a componente 2 explicou 37,9% dos dados totalizando 91,9% dos dados (fig. 9).

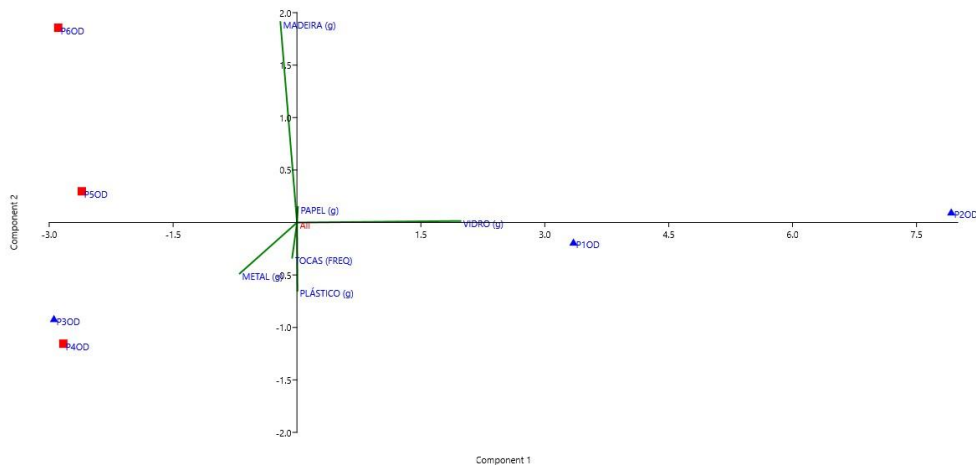


Figura8. Análise dos componentes principais, levando em consideração as seções, total dos resíduos e frequência das tocas de *O. quadrata* na praia Olho D'água.

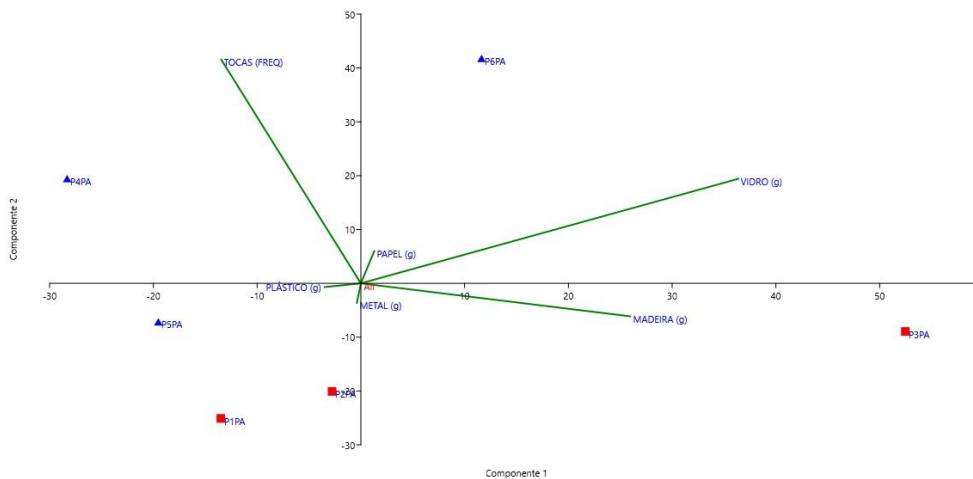


Figura9. Análise de componentes principais, levando em consideração as seções, total de resíduos e a frequência das tocas de *O. quadrata* na praia Ponta D'areia.

A tabela 01 mostra que durante a pesquisa em campo 14 veículos trafegaram na praia do Olho d'Água enquanto na Ponta da Areia foi registrado circulação. A quantidade de imóveis dentro do ambiente praias foi de 34, no Olho Adgua e 03 na Ponta da Areia. Foram registrados 134 e 17 postes de iluminação nas respectivas praias e cesto de resíduos sólidos disponíveis apenas 56 na praia da Ponta d'Areia .

Tabela1. Tabela dos dados de urbanização das praias Ponta D'areia e Olho D'água.

Praias	Tempo de pesquisa	Quantidade de Veículos trafegando	Imóveis em Dunas e no estirâncio	Postes de luz	Cestos de lixo
Olho D'água	Das 09 às 12 horas	14	34	134	56
Ponta da Areia	Das 09 às 12 horas	0	03	17	0

5. DISCUSSÃO

As diferenças encontradas no diâmetro médio das tocas entre as praias (fig. 5) pode ser consequência da taxa específica de recrutamento e mortalidade de cada praia, que por sua vez podem estar associadas com diferenças na morfodinâmica, disponibilidade de alimento e impactos antrópicos (TURRA, et al., 2005).

A contagem do número de tocas do caranguejo *O. quadrata* para obter estimativas de abundância da espécie, é uma técnica muito rápida e simples (Warren 1990) que pode ser útil em estudos que investigam os impactos antropogênicos em praias arenosas (Barros 2001). Na primeira incursão a campo, foram catalogados um total de 61 tocas na praia da ponta da areia, que possui um conjunto de dunas, sem tráfego de veículos e baixo fluxo de pessoas, já na praia do olho d'água foram encontrados 36 tocas, onde possui um grande fluxos de pessoas e veículos e uma baixa densidade de dunas.

No Rio Grande do Sul, Neves e Bemvenuti (2006) observaram uma menor densidade de *O. quadrata* nas praias mais impactadas pelas atividades humanas, além de uma alteração na distribuição vertical dos indivíduos em razão do tráfego de veículos. Já na segunda incursão a campo foram catalogadas 120 tocas nas praias da ponta da areia, onde o cordão de dunas já se apresentava maior e com uma vegetação pré-estabelecida e na praia do Olho D'água apenas uma toca catalogada em virtude da ampliação da avenida litorânea (fig. 10) sobre o estirâncio dizimando as poucas dunas que restavam no ambiente praial e tocas do caranguejo *O. quadrata*.

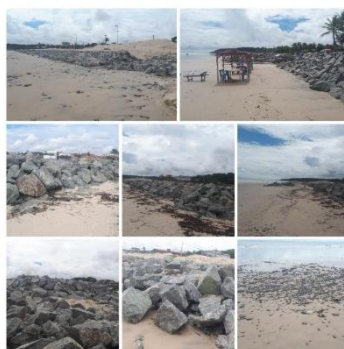


Figura10. Enrrocamento para construção da extensão da avenida Litorânea na praia Olho D'água.

Estudos se concentram na estrutura da população dos caranguejos, visto que a ocupação humana nas áreas costeiras produz alterações na densidade desses organismos como mostrado na análise de componentes principais em que a frequência das tocas se correlacionaram positivamente com os pontos onde ocorre o menor fluxo de carros e pessoas, o fato de menores densidades de tocas serem registradas em praias sob impactos antrópicos oriundos do pisoteio, do tráfego de veículos (fig. 11) e da remoção das dunas, observação também realizada por Barros (2001); Jonah et al. (2015) e Souza et al. (2017).



Figura11. Fluxo de veículos na praia Olho D'água.

A densidade das tocas na praia do olho d'água por m² variou de 0 a 2,07 e na praia da ponta da areia variou de 0 a 3,14 tocas por metro quadrado. A variação da densidade de *Ocypode quadrata* vem sendo interpretada por diversos autores como resposta aos impactos antrópicos em praias arenosas e estuarinas (Araujo Et Al., 2008; Barros, 2001; Blankensteyn, 2006; Lucrezi et al., 2009; Magalhães et al., 2009; Schlacher et al., 2007; Souza Et Al., 2008;). A praia do Olho d'Água apresenta uma menor densidade de tocas de maria farinha supomos que o principal fator seja os impactos antropogênico que o ambiente praial vem sofrendo.

A grande quantidade de pessoas, tráfego de veículos e as práticas esportivas nas praias, são atividades potencialmente causadoras de redução na densidade populacional de *O. quadrata* (Blankensteyn, 2006; Neves e Benvenuti, 2006; Schlacher et al., 2007); sendo as espécies do gênero *Ocypode* consideradas bioindicadores de impactos oriundos da urbanização e uso descontrolado das praias (Barros, 2001). É importante observar que os veículos, podem impor mortalidade aguda à fauna endêmica ou transitória, particularmente em áreas com densas populações de fauna (Schlacher et al. 2007). Silva e Calado (2011; Jonah et al. (2015^a) e Souza et al., (2017) encontraram uma menor densidade de tocas de *O. quadrata* em praias com maior interferência humana, onde segundo os autores, o uso de veículos e de pedestres é intenso durante todo ano,.

Semelhante às condições verificadas na praia do Olho D'água que possui intenso fluxo de veículos e banhistas eimóveis mais próximos do estirâncio da praia (tab.01), com uma menor quantidade de dunas, foram catalogadas as tocas do *O. quadrata* com menores frequências e diâmetro. A destruição de dunas para construção de estradas e edifícios, as obras de proteções antrópicas da linha de costa, a poluição e a limpeza artificial das praias, além dos impactos causados pelas atividades recreativas e turísticas (Barros, 2001; Gheskiere et al., 2006 Dugan et al 2008), são alguns dos principais impactos que afetam o ambiente praial e resultam na redução do habitat de animais selvagens e a perda da fauna praiana.

É provável que essa menor densidade de tocas na praia do Olho D'água esteja relacionada a quatro fatores: redução do habitat, ocasionada pela instalação das barracas na área de ocorrência dos caranguejos; pisoteio provocado pela forte presença de frequentadores locais e turistas durante todo o ano; limpeza da praia, realizada diariamente na área das barracas; e fluxo de veículos sobre o estirâncio da praia. O elevado fluxo de pessoas nas dunas provoca o deslocamento da areia, causando soterramento das tocas ou até mesmo a morte dos indivíduos por esmagamento.

Barros (2001) verificou que a perda de habitat e modificações na área de dunas reduziu a abundância de *O. cordimanus* em praias urbanizadas na costa da Austrália. Estudos realizados por Souza et al. (2008) e Magalhães et al. (2009) também constataram baixas densidades de tocas de *O. quadrata* em praias urbanizadas. Já Neves e Bemvenuti (2006) encontraram baixas densidades desta espécie nas praias com maior fluxo de veículos e pedestres. Vieira, Calliari e Oliveira (2004) concluíram que áreas com trânsito de veículos apresentam maiores valores de compactação do sedimento. É provável que tais modificações possam dificultar a construção de tocas pelos caranguejos-fantasma nas áreas mais compactadas, sendo um fator adicional para a redução de sua ocorrência na praia do Olho D'água.

O fator preponderante que resultou em número menor de tocas do caranguejo fantasma e, provavelmente, com a espécie na praia do Olho d'Água foram as obras de ampliação da Avenida Litorânea sobre a praia que destruiu as poucas dunas restantes, assim como parte do estirâncio da praia, provocando grandes impactos ambientais, talvez irreversíveis sobre a fauna deste ambiente em estudo. Conforme as pesquisas de Silva e Farias Filho (2019) os impactos ambientais na Praia do Olho D'água, constatou-se como principais ações, a supressão da cobertura vegetal, uso indevido das áreas de dunas para instalação de residências e construção de vias de acesso, como é o caso do prolongamento da Avenida Litorânea (construção mais recente), que contribuíram significativamente para o incremento de impactos ambientais no ambiente natural. Já segundo Masullo (2012), a construção da Avenida Litorânea modificou a morfodinâmica costeira existente nas praias da região norte do município de São Luís, com a construção de taludes, terraplanagem, cortes, aterros, construção de vales e bueiros, em áreas de dunas e encostas, além dos desmatamentos.

As atividades antrópicas podem causar vários impactos ambientais e socioeconômicos, incluindo a perda de potencial recreativo e ambiental. Esses processos podem exigir a implementação de medidas duras e onerosas (paredões, virilhas e quebra-mares) ou brandas (nutrição artificial, restauração de

dunas e manguezais) para conter a erosão e proteger características específicas da linha de costa (Masriaetal., 2015).

Nas praias em estudo construções artificiais de proteções da costa contra erosão foram instaladas, sendo representadas por obras de engenharias como enrocamentos, muros, espigão, avenidas e imóveis(fig., 12) A ocupação humana em áreas de dunas e bermas promove a redução de sedimentos disponíveis nos processos morfodinâmica das praias brasileiras, conforme reportado por Albino et al. (2001). No litoral da região metropolitana de Fortaleza, existem mais de 70 obras de engenharia costeira para controle de erosão, aproximadamente metade das quais é de blindagem (Paula, 2015).

Apesar do grande avanço tecnológico, o homem ainda não foi capaz de conseguir a mesma eficácia das barreiras naturais de proteção da costa., o que, de acordo com Costa et al (2013), o enrocamento colocado na praia da Ponta d'Areia está afetando a desembocadura do rio Pimenta na Baía de São Marcos, pois as rochas usadas na obra estão obstruindo a passagem da água gerando mais um impacto decorrente do prolongamento da avenida, pois a descarga do rio, em que predomina esgoto in natura, fica represada entre a obra e as dunas, exalando mau cheiro além de oferecer riscos aos moradores da área e àqueles que frequentam a praia.

Segundo Pereira (et al 2018), estruturas precárias são encontradas em algumas Praias em São Luís. Resíduos sólidos e esgoto são as principais fontes de contaminação nas praias mais populares da Amazônia..



Figura12. área em estudo antes da construção da avenida litorânea e ampliação da avenida na praia

A presença de refletores instalados em postes de iluminação pública sobre a áreas em estudo gera impactos sobre a biota praiana e inclusive sobre o caranguejo maria farinha (tab. 01). Na praia do Olho d'Água apesar de ter menor quantidade de postesquando comparada à Ponta d'Areia,estes estão instalados dentro do estirâncio da praia tendo um impacto ainda maior sobre a fauna.Issso acontece porque a iluminação durante a noite facilita a detecção de presas por predadores (Rydell, 1992) e alterando os comportamentos de forrageamento e no ritmo circadianos (Bird et al., 2004).Estudos sobre os efeitos da luz artificial nas praias brasileiras têm focado nos vertebrados, principalmente tartarugas (Kamrowski et al. 2012)

Praias com menores níveis de atividades humanas seguiramo mesmo padrão de Vila Velha, com uma maior densidade da espécie nas praias menos impactadas (Blankensteyn, 2006). Condição semelhante àpraia da Ponta da Areia,em que o cordão de dunas está preservado com vegetação, com baixo fluxo de pessoas e veículos e como resultado há uma maior frequência de tocas e com maior diâmetro.Estudos realizados por Branco et al. (2010) demonstraram que as dunas, quando presentes, podem abrigar alta densidade populacional dos caranguejos, principalmente os indivíduos adultos. Estes caranguejos possuem um ciclo reprodutivo sazonal-contínuo (Lucrezi; Shlacher, 2014), sendo relatado que o período reprodutivo de *O. quadrata* ocorre o ano inteiro, (Blankensteyn, 2006; Vinagre et al., 2007; Branco et al., 2010; Lucrezi; Shlacher, 2014).

Os dados da pesquisa (fig. 9) mostraramuma relação positiva entre as tocas dos caranguejos fantasma e os resíduos plásticos na praia da Ponta da Areia. Essa interação pode ser explicada, porque os caranguejos fantasmas provavelmente identificam erroneamente (estimulados pelo cheiro de comida) detritos marinhos com fontes alimentares, conforme relataram Costa et al. (2019b).

O Brasil produz mais de 11 milhões de toneladas de plástico por ano e 2,4 milhões são descartados de forma irregular (WWF, 2019). Quase 1 milhão de toneladas desses lixo mal acondicionado e tratado da terra pode ser descartado anualmente no oceano (Jambeck et al., 2015).O plástico foi o material mais encontrado nas coletas, contribuindo com aproximadamente 50% do total de resíduos sólidos em todas

áreas amostradas (maior e menor fluxo recreativo). Isto pode ser explicado devido às características físicas do plástico, como durabilidade, por serem quase inertes à ação da água, e flutuabilidade, que permitem seu transporte pela ação da água e até mesmo do vento. Este aspecto dos resíduos sólidos marinhos é tão importante que Alkalay et al. (2007) sugerem o uso de itens plásticos como indicadores do índice de limpeza da costa (Clean Coast Index).

As outras categorias de resíduos sólidos (metal, madeira, vidro e papel) apresentaram concentrações bem menores em comparação às de plásticos, fato que pode ser explicado também devido à natureza e as características físicas do material. O vidro é um material pesado e difícil de ser transportado, o papel por sua vez teve suas médias se diferenciando significativamente espacial e sazonalmente das médias das outras categorias, também devido as características físicas do material que por sua vez é facilmente degradado.

O total amostrado no período chuvoso foi maior nas praia do Olho D'água corroborando com os dados encontrados por (Gabrielides et al., 1991; Golik & Gertner, 1992; Madzena & Lasiak, 1997, Ivar do Sul, 2008) pois é a época do ano em que ocorre o maior fluxo de turistas bem como o aumento das descargas fluviais e drenagem de efluentes (fig. 13) trazendo consigo grande parte desses resíduos sólidos. A importância das desembocaduras de drenagens pluviais como fontes de resíduos foi igualmente observada por Cunningham & Wilson (2003).



Figura13. Lançamento de efluentes in situ oriundos de bares e casas.

A mesma situação não ocorreu na praia Ponta D'areia que mostrou uma diminuição no total de resíduos sólidos amostrados no período chuvoso, fato que pode ser explicado pela limpeza das praias de São Luís pela Prefeitura Municipal que ocorreu no dia da amostragem (fig. 14).



Figura14. Prefeitura da cidade realizando a limpeza das praias.

Além da contribuição dos resíduos sólidos oriundos dos bares e estabelecimentos no litoral e das descargas fluviais como já foi citado, ocorre também o “encalhe” de resíduos sólidos oriundos de outros países (fig. 115) como embalagens plásticas e até mesmo matéria-prima transportadas por navios que atracam no Porto do Itaqui situado no município anaçisado e que acabam caindo na água (fig. 16).



Figura12. Embalagens plásticas oriundas de outros países na areia da praia.



Figura16. *Matéria prima em látex provavelmente trazida até a areia pela ação das ondas.*

Shimizu et al. (2008) sugerem que tanto as atividades desenvolvidas nas proximidades das praias quanto as condições climáticas e de estado do mar podem determinar a natureza dos itens encontrados, interagindo de tal modo que os itens presentes em determinada área são significativamente dependentes das condições locais. Atualmente, o impacto dos resíduos sólidos na biodiversidade, na saúde humana e até na economia do turismo é um grande desafio global (Rochman et al., 2015).

6. CONCLUSÃO

Na costa da Ilha do Maranhão, análises de possíveis impactos provocados em sua fauna, decorrentes dos processos de urbanização e uso das praias devem ser adotadas, sendo desejável a conservação e revitalização da vegetação suprimida, dunas e a manutenção da faixa de areia existente, já que em grande parte a legislação pertinente foi desconsiderada durante o processo de crescimento do Município de São Luís.

O uso do caranguejo *O. quadrata* para análise do estado de conservação do ambiente foi considerada uma boa alternativa, tendo em vista os resultados obtidos previamente, baixo custo financeiro e viabilidade. Já para resolver a problemática do lixo tanto na área de estudo, quanto em outras praias poluídas por fontes terrestres, as soluções devem estar focadas principalmente em medidas preventivas, ou seja, os resíduos sólidos não deve chegar ao curso hídrico, para que este não alcance posteriormente o litoral. Para isto, medidas como a destinação adequada do lixo produzidos nos municípios ao longo dos rios, a implantação de um sistema eficiente de coleta seletiva e reciclagem e programas de educação ambiental nas escolas e nas praias devem fazer parte do sistema de gerenciamento dos municípios. Isto deve ocorrer de forma integrada entre os municípios integrantes da bacia hidrográfica, com o intuito de estabelecer uma forma sustentável de redução e, se possível, erradicação dos problemas de poluição por resíduos sólidos em praias. Considerando os efeitos negativos da urbanização nas praias em relação à densidade e frequência do *O. quadrata*, possíveis impactos provocados em sua fauna, decorrentes dos processos de urbanização, e uso das praias devem ser adotadas, sendo desejável a revitalização da vegetação suprimida, manutenção da faixa de areia existente, proibição de fluxo de veículos nas praias e proteção das dunas, já que em grande parte a legislação pertinente foi desconsiderada durante o processo de urbanização da área em estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Abu-hilal, a. H. & al-najjar, t. Litter pollution on the Jordanian shores of the Gulf of Aqaba (Red Sea). *Marine Environmental Research*, v.58, p.39-63. 2004.
- [2] Albino, J., Paiva, D.S. & Machado, G.M. 2001. Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil. *Geografares*, 2.
- [3] Alkalay, R.G.; Pasternak, G.; Zask, A. (2007) - Clean-Cost Index-A New Approach for Beach Cleanliness Assessment. *Ocean and Coastal Management*, 50:352-362. DOI: 10.1016/J.Ocecoaman.2006.10.002.
- [4] Andrady, A. L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 62, n. 8, p. 1596-1605.
- [5] Araujo, C.C.V. et al. Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, SC, v. 21, n. 4, p.73-80, 2008
- [6] Araújo, M. C. B.; Costa, M. F. Visual diagnosis of solid waste contamination of a tourist beach: Pernambuco, Brazil. *Waste Management*, v.27, p.833-839. 2007.

- [7] Araújo, M.C. B.; Costa, M.F. Lixo no ambiente marinho. *Ciência. Hoje* - vol. 32, nº 191, março de 2003.
- [8] Araújo, M.C.B. & Costa, M.F. (2016). Praias urbanas: o que há de errado com elas? *Revista de Meio Ambiente e Sustentabilidade*, doi.org/10.22292/mas.v11i05.578.
- [9] Arthur, C., Baker, J., Bamford, H., 2009. Proceedings of the International Research Workshop on The Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Sept 9 11, 2008. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-30. (49p).
- [10] Bakir, A.; Rowland, S. J.; Thompson, R. C. 2014. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140: 14-21.
- [11] Barras, R., 1963. The burrows of *Ocypode Ceratophthalmus* (Pallas) (Crustacea, Ocypodidae) on atidal wave beach at Inhaca Island, Moçambique. *Journal of Animal Ecology*, 32: 73-85.
- [12] Barros, F., 2001. Ghost crabs as atool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. *Biological Conservation*, 97: 399-404.
- [13] Bellas, J., Martínez-Armental, J., Martínez-Cámara, A., Besada, V., Martínez-Gómez, C., 2016. Ingestion of Microplastics By Demersal Fish from The Spanish Atlantic And Mediterranean Coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 109: 55-60.
- [14] Besley, A., Vijver, M.G., Behrens, P., Bosker, T., 2017. A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Marine Pollution Bulletin*, 114: 77-83.
- [15] Bird, B.L., Branch, L.C. & Miller, D.L. 2004. Effects of coastal lighting on foraging behavior of beach mice. *Conservation Biology*, 18: 1435-1439.
- [16] Blankensteyn, A. 2006. O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23 (3): 870-876.
- [17] Branco, J. O. Et Al. Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research*, New York, US, v. 29, n. 2, p. 503-512, 2010.
- [18] Browne, M. A. Crump, P. Niven, S. T. Teuten, E. Tonkin, A. Galloway, T. Thompson, R. C., 2011. Accumulation of Microplastic On Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science & Technology*, V. 45, N. 21, P. 9175-9179.
- [19] Browne, M. A.; Galloway, T.; Thompson, R., 2007. Microplastic – An Emerging Contaminant of Potential Concern? *Integrated Environmental Assessment and Management*, V. 3, N. 4, P. 559-561.
- [20] Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C., 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates To the Circulatory System of The Mussel, *Mytilus Edulis* (L.). *Environmental Science & Technology* 42, 5026-5031.
- [21] Camargo, M. G., 2006 Sysgran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista brasileira de geociências*, pp. 345-352.
- [22] Carignan, V., Villard, M.-A., 2002. Selecting Indicator Species to Monitor Ecological Integrity: A Review. *Environmental Monitoring and Assessment*. 78, 45-61.
- [23] Chessman, B.C., 1995. Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: a procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and a biotic index. *Australian Journal of Ecology*, 20: 122-129.
- [24] Christoffers, e.w., 1986. Ecology of the ghost crab *ocypode quadrata* (fabricius) on assateague island, maryland and the impacts of various human uses of the beach on their distribution and abundance. Phd thesis, university of michigan. Pp. 210.
- [25] Colabuono, f. I. Poluentes orgânicos persistentes e ingestão de plásticos em albatrozes e petréis (procellariiformes). 2011. Instituto oceanográfico, universidade de São Paulo.
- [26] Cole, M., Lindeque, p., Fileman, e., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., Galloway, t.s., 2013. Microplastic ingestion by zooplankton. *Environmental Science & Technology*. 47, 6646-6655.
- [27] Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., Galloway, t.s., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution. Bulletin*. 62, 2588-2597.
- [28] Corbin Cj And Singh Jg 1993. Marine debris contamination of beaches in St. Lucia and Dominica. *Marine Pollution Bulletin*, 26:325-328.
- [29] Corcoran, P.L., Biesinger, M.C. & Grifi, M., 2009. Plastics and beaches: a degrading relationship. *Marine Pollution Bulletin*. 58: 80-84. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.08.022>
- [30] Costa, L.L. & Zalmon, I.R. 2019. Multiple metrics of the ghost crab *Ocypodequadrata* (Fabricius, 1787) for impact assessments on sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 218: 237-245. (b).

- [31] Costa, C.M.C.; Pires, J.C.C.; Nascimento, E.S.; Passos, D.C. 2013. Impactos Ambientais Configurados No Prolongamento Da “Avenida Litorânea”, Município De São Luís, Maranhão – Brasil. Disponível <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/procesosambientales/impactoambiental/28.pdf>.
- [32] Cunningham, D.J.; Wilson, S.P. (2003) - Marine Debris on Beaches of The Greater Sydney Region. *Journal of Coastal Research*, 19:421-430.
- [33] Da Costa, J. P. Santos, P. S. M. Duarte, A. C. Rocha-Santos, T., 2016. (Nano)Plastics in The Environment – Sources, Fates and Effects. *Science of The Total Environment*, V. 566–567, P. 15-26.
- [34] Derraik, J.G.B., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*. 44, 842–852. Doi:10.1016/s0025-326x (02)00220-5.
- [35] Di Benedetto, a. P.; Awabdi, D. R. How marine debris ingestion differs among megafauna species in a tropical coastal area. *Marine pollution bulletin*, v. 88, n. 1-2, p. 86-90, 2014.
- [36] Dugan, J. E.; Hubbard, D. M.; Rodil, I. F.; Revell, D. L.; Schroeter, S. Ecological effects of coastal armoring on sandy beaches. *Marine Ecology* v. 29, p. 160- 170. 2008.
- [37] Duis, k.; Coors, a. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe*, v. 28, n. 1, p. 1-25, 2016.
- [38] Endo, S.; Yuyama, M.; Takada, h. Desorption kinetics of hydrophobic organic contaminants from marine plastic pellets. *Marine pollution bulletin*, v. 74, n. 1, p. 125-31, 2013.
- [39] Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P.G., Reisser, J., 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *Plos one* 9, e111913.
- [40] Fendall, L. S.; Sewell, M. A., 2009. Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, n. 8, p. 1225-1228.
- [41] Folk, R.L. E Ward. W.C., 1957. Brazos River Bar: Study and significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, pp. 27: 03-26.
- [42] Freire, M.C.C.C., Monteiro, R., 1993. Florística das praias da Ilha de São Luís: estado do Maranhão (Brasil): diversidade de espécies e suas ocorrências no litoral brasileiro. *Acta Amazon*. 23, 125–140.
- [43] Fulton, E.A., Smith, A.D.M., Punt, A.E., 2005. Which ecological indicators can robustly detect effects of fishing? *ICES J. Mar. Sci.* 62, 540–551.
- [44] Gabrielides, G.; Golik, A.; Loizides, L.; Marino, M.; Bingel, F.; Torregrossa, M. (1991) - Man-Made Garbage Pollution on The Mediterranean Coastline. *Marine Pollution Bulletin*, 23:437-441. DOI:10.1016/0025-326X (91)90713-3.
- [45] Garcia, C.A.E., 1997. Hydrographic Characteristics. In: U. Seeliger; C. Odebrecht; J. P. Castello. (Org.). *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Heidelberg, New York: Springer-Verlag, v., p. 18-20.
- [46] Gesamp., 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assessment. *Rep. Stud. GESAMP*, v. 90, p. 96.
- [47] Gheskiere, T.; Magda, V.; Greet, P.; Steven, D. Are strandline meiofaunal assemblages affected by a once-only mechanical beach cleaning? *Experimental findings. Marine Environmental Research*, v. 61, p. 245-264. 2006.
- [48] Golik, A; Gertner, Y. (1992) - Litter on The Israeli Coastline. *Marine Environmental Research*, 33(1):1-15. DOI:10.1016/0141-1136(92)90002-4.
- [49] INMET, 2016. Instituto Nacional De Meteorologia. <http://www.inmet.gov.br> (Accessed 1 August 2016).
- [50] Ivar Do Sul, J.A. (2008) - Implicações De Fatores Ambientais Na Deposição De Plásticos No Ambiente Praial De Um Ecossistema Estuarino. Dissertação De Mestrado, 45p., Universidade Federal De Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Disponível Em: Http://Www.Btdt.Ufpe.Br/Tedesimplificado//Tde_Busca/Arquivo.Php?Codarquivo=4052.
- [51] Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R. & Law, K. L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223): 768-771.
- [52] Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K.L., 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Clim. Chang. 2014 Impacts, Adapt. Vulnerability Part B Reg. Asp. Work. Gr. II Contrib. to Fifth Assess. Rep. Intergov. Panel Clim. Chang.* 1655–1734. doi:10.1017/CBO9781107415386.010
- [53] Jonah, F. E.; Agbo, N. W.; Agbeti, W.; Adjei-Boateng, D.; Shimba, M. J. The ecological effects of beach sand mining in Ghana using ghost crabs (*Ocypode* species) as biological indicators. *Ocean & Coastal Management*, v. 112, p. 18-24. 2015.

- [54] Kamrowski, R. L., Limpus, C., Moloney, J. & Hamann, M. 2012. Coastal light pollution and marine turtles: assessing the magnitude of the problem. *Endangered Species Research*, 19(1): 85-98.
- [55] Lambeck, R.J., 1997. Focal species: a multi species umbrella for nature conservation. *Conservation Biology*, 11: 849–856.
- [56] Leslie, H.A., Van Velzen, M.J.M., Vethaak, A.D., 2013. Microplastic survey of the Dutch environment. Novel data set of microplastics in North Sea sediments, treated wastewater effluents and marine biota. IVM Institute for Environmental Studies (Report number R-13/11. 30pp).
- [57] Lucrezi, S., Schlacher, T.A., Walker, S.J., 2008. Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode* spp.) as biological indicators on an urban beach. *Environmental Monitoring and Assessment*, doi:10.1007/s10661-008-0326-2.
- [58] Lusher, A.L., Tirelli, V., O'connor, I., Officer, R., 2015. Microplastics in Arctic polar waters: the first reported values of particles in surface and sub-surface samples. *Sci. Rep.* 5, 14947.
- [59] Madzema, A.; Lasiak, T., (1997) - Spatial and Temporal Variations in Beach Litter on The Trankei Coast of South Africa. *Marine Pollution Bulletin*, 34(11):900-907. DOI:10.1016/S0025-326X(97)00052-0.
- [60] Magalhães, W. F.; Lima, J. B.; Barros, F. & Dominguez, J. M. L. Is *Ocypode quadrata* (fabricius, 1787) a useful tool for exposed sandy beaches management in Bahia State (Northeast Brazil)? *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 57, n. 2, p.149-152. 2009
- [61] Martins, G. E.D. Rodrigues, V.C.C. Feitosa, A. C, (2008). Environmental degradation: The Case of the Beach of the Olho d'água, São Luis-Maranhão-Brazil. isie.unb.br/ugb/sinageo/7/1007.pdf. Acessado em setembro de 2019.
- [62] Masria, A., Iskander, M., Negm, A., 2015. Coastal protection measures, case study (Mediterranean zone, Egypt). *Journal of Coastal Conservation*, 19 (3): 281–294. <https://doi.org/10.1007/s11852-015-0389-5>.
- [63] Masullo, Y. A. G.; Rangel, M. E. S. (2012). O uso e ocupação do Solo e alterações climáticas na ilha do Maranhão. *Revista Geonorte, Edição Especial 2*, v. 2, n. 5,
- [64] Moss, D., McPhee, D.P., 2006. The impacts of recreational fourwheel driving on the abundance of the ghost crab (*Ocypode cordimanus*) on subtropical sandy beaches in SE Queensland. *Coast. Manage.* 34, 133–140.
- [65] Napper, I. E. Bakir, A. Rowland, S. J. Thompson, R. C., 2015. Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Marine Pollution Bulletin*.
- [66] Neves, F. M.; Benvenuti, E. C. 2006. The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biological Conservation*, 33: 431-435
- [67] Noss, R.F., 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4: 355–364.
- [68] Ogata, Y. Takada, H. Mizukawa, K. Hirai, H. Iwasa, S. Endo, S. Mato, Y. Saha, M. Okuda, K. Nakashima, A. Murakami, M. Zurcher, N. Booyatumanondo, R. Zakaria, M. P. Dung, L. Q. Gordon, M. Miguez, C. Suzuki, S. Moore, C. Karapanagioti, H. K. Weerts, S. McClurg, T. Burres, E. Smith, W. Velkenburg, M. V. Lang, J. S. Lang, R. C. Laursen, D. Danner, B. Stewardson, N. Thompson, R. C., 2009. International Pellet Watch: Global monitoring of persistent organic pollutants (POPs) in coastal waters. 1. Initial phase data on PCBs, DDTs, and HCHs. *Marine Pollution Bulletin*, v. 58, n. 10, p. 1437-1446.
- [69] Oigman-Pszczol, S.S.; Creed, J.C. Quantification and classification of marine litter on beaches along Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Coastal Research*, v.23, n.2, p.421-428. 2007.
- [70] Paula, D.P. 2015 Erosão Costeira E Estruturas De Proteção No Litoral Da Região Metropolitana De Fortaleza (Ceará, Brasil): Um Contributo para Artificialização do Litoral. REDE - Revista Eletrônica Do PRODEMA, 9(1).
- [71] Pereira, L.C.C., Trindade, W.N., Silva, I.R., Vila-Concejo, A., Short, A.D., 2016. Maranhão beach systems, including the human impact in São Luís beaches. In: Short, A.D., Klein, A. (Eds.), *Brazilian Beach Systems Coastal Research Library 17*. Springer, Switzerland, pp. 125–152.
- [72] Pereira, L.C.C., Sousa, R.C., Costa, R.M., Jiménez, J.A., 2018. Challenges of the recreational use of Amazon beaches. *Ocean Coastal Management*, 165: 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.012>.
- [73] Plastics Europe, 2016. Plastics – The Facts 2016. An Analysis of European Latest Plastics Production, Demand and Waste Data. <http://www.plasticseurope.org/Document/plastics—the-facts-2016-15787.aspx?FoIID=2>.
- [74] Resh, V.H., 2008. Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in freshwater biomonitoring programs. *Environmental Monitoring and Assessment*, 138: 131–138.
- [75] Rios, L. M.; Moore, C.; Jones, P. R. Persistent organic pollutants carried by synthetic polymers in the ocean environment. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, n. 8, p. 1230-1237, 2007.

- [76] Rocha, C.F.D., Bergallo, H.G., Van Sluys, M., Alves, M.A.S., Jamel, C.E., 2007. The remnants of resting habitats in the Brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state: Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. *Brazil. J. Biol.* 67, 263–273.
- [77] Rochman, C.M., Tahir, A., Williams, S.L., Baxa, D.V., Lam, R., Miller, J.T., ... & Teh, S. J. 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *Scientific Reports*, 5, 14340.
- [78] Rummel, C.D., Löder, M.G.J., Fricke, N.F., Lang, T., Griebeler, E.M., Janke, M., Gerds, G., 2016. Plastic ingestion by pelagic and demersal fish from the North Sea and Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 102: 134–141.
- [79] Rydell, J. 1992. Exploitation of insects around streetlamps by bats in Sweden. *Functional Ecology*, 6: 744–750
- [80] Santana, M.F.M., Ascer, L.G., Custódio, M.R., Moreira, F.T., Turra, A., 2016. Microplastic contamination in natural mussel beds from a Brazilian urbanized coastal region: rapid evaluation through bioassessment. *Marine Pollution Bulletin*, 106: 183–189.
- [81] Schlacher, T.A., Thompson, L.M.C., Price, S., 2007a. Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs. *MSchlacher, T. A.; Thompson, L.; Price, S. 2007. Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs. Marine Ecology*, 28: 354-367. Sokal, R. R.; Rohlf, F. 1981. *Biometry*. 1th ed. W. H. Freeman, New York, USA, 859pp. *ar. Ecol.* 28, 1–14.
- [82] Schoener, T.W., 1986. Patterns in terrestrial vertebrate versus arthropod communities: do systematic differences in regularity exist? In: Diamond, J., Case, T.J. (Eds.), *Community Ecology*. Harper & Row, New York, USA, pp. 556–586.
- [83] Shimizu, T.; Nakai, J.; Nakajima, K.; Kozai, N.; Takahashi, G.; Matsumoto, M.; Kikui, J. (2008) – Seasonal Variations in Coastal Debris on Awaji Island, Japan. *Marine Pollution Bulletin*, 57(1-5):182–186. DOI:10.1016/J. Marpolbul.2007.10.005.
- [84] Short, A.D., 2006. Australian beach systems – nature and distribution. *J. Coast. Res.* 22, 11–27.
- [85] Silva, Iracema Reimão et al. Diagnóstico ambiental e avaliação da capacidade de suporte das praias do bairro de Itapoã, Salvador, Bahia. *Soc. nat. [online]*. 2009, vol.21, n.1, pp. 71-84.
- [86] Silva, J.S.; Barbosa, S.C.T.; Costa, M.F. (2008a) - Flag items as a tool for monitoring solid wastes from users on urban beaches. *Journal of Coastal Research*, 24(4):890-898. DOI: 10.2112/06-0695.1.
- [87] Silva, R.M., Mehlig, U., Santos, J.U.M., Menezes, M.P.M., 2010. The coastal restinga vegetation of Pará: Brazilian Amazon: a synthesis. *Rev. Brazil. Bot.* 33, 563–573.
- [88] Silva, W. T. A. F.; Calado, T. C. S. Spatial distribution of and anthropogenic impacts on ghost crab *Ocypode quadrata* (Crustacea, Ocypodidae) burrows in Maceió, Brazil. *Revista Nordestina de Zoologia*, v. 5, n. 1, p. 1-9. 2011.
- [89] Silva, J.S, Farias Filho, M. Expansão urbana e impactos ambientais na zona costeira norte do município de São Luís (MA). *Raega Curitiba*, v. 46, p. 07-24 Mar.2019.
- [90] Silva-Iñiguez, L.; Fischer, D. W. Quantification and classification of marine litter on the municipal beach of Ensenada, Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, v.46, p.132-138. 2003.
- [91] Souza, G. N.; Oliveira, C. A. G.; Tardem, A. S.; Soares-Gomes, A. Counting and measuring ghost crab burrows as a way to assess the environmental quality of beaches. *Ocean & Coastal Management* 140:1-10 · May 2017.
- [92] Souza, J. R. B.; Lavoie, N.; Bonifácio, P. H.; Rocha, C. M. C. Distribution of *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) on sandy beaches of Northeastern Brazil. *Atlântica*, v. 30, n. 2, p. 139-145. 2008. *Ocean & Coastal Management*, v. 140, p. 1-10, 2017.
- [93] Souza-Filho, P.W.M., 2005. Costa de manguezais de macromaré da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Revista Brasileira de Geofísica*, 23: 427–435.
- [94] Szlafsztein, C.F., 2012. The Brazilian Amazon coastal zone management: implementation and development obstacles. *J. Coast. Conserv.* 16, 335–343.
- [95] Talsness, C. E. Andrade, A. J. M. Kuriyama, S. N. Taylor, J. A. Vom Saal, F. S. Components of plastic: experimental studies in animals and relevance for human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1526, p. 2079-2096, 2009.
- [96] Thompson, R.C., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304, 838.
- [97] Turra, A. et al. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tidedominated sandy beaches. *Journal of Natural History*, London, GB, v. 39, n. 23, p. 2163-2177, 2005

- [98] Valle, J.; Braz, E.M.Q. & Santos, C.L. (2013). Resíduos sólidos urbanos. *Revista Ceciliana*, 5(2): 1-4.
- [99] Van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., Robbins, J., Janssen, C.R., 2015. Microplastics in sediments: a review of techniques, occurrence and effects. *Marine Environmental Research*, 111: 5–17.
- [100] Van Dam, A.R., Van Dam, M.H., 2008. Impact of off-road vehicle use on dune endemic Coleoptera. *Annual Entomology Society America*, 101: 411–417.
- [101] Wang, F.; Shih, K. M.; Li, X. Y. The partition behavior of perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanesulfonamide (FOSA) on microplastics. *Chemosphere*, v. 119, p. 841-7, 2015.
- [102] Warren, J.H. 1990. The use of open burrows to estimate abundances of intertidal estuarine crabs. *Australian Journal of Ecology*, 15 (3): 277-280.
- [103] World Wildlife Fund (WWF). 2019. Solving Plastic Pollution through accountability.
- [104] Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution* 178, 483–492.

Citation: joherbeth carlos lima rêgo ,abilio soare. " Impactos Antrópicos E Densidade De Tocas Do Ocypode Quadrata Em Duas Praias Amazônicas (Ilha Do Maranhão, Brasil)" *International Journal of Humanities Social Sciences and Education (IJHSSE)*, vol 9, no. 1, 2022, pp. 157-173. doi: <https://doi.org/10.20431/2349-0381.0901013>.

Copyright: © 2022 Authors. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.