



AVALIAÇÃO DA CORRELAÇÃO ENTRE O LIXO MARINHO NO SEDIMENTO COSTEIRO E FAUNA BENTÔNICA NO PONTAL DE MARACAÍPE – PE (2020 – 2021)

Emily Gabriele Albuquerque de Oliveira

Universidade Federal de Sergipe

Mariana Mirelly da Silva Sá

Universidade Federal da Paraíba

Danielle Ferreira Gomes Avelino

Universidade Federal de Pernambuco

Patrick Gomes Avelino

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Adriana Maria Cunha da Silva

Universidade do Estado da Bahia

RESUMO

As vertentes que o oceano proporciona para a sociedade são inúmeras, podendo usar de exemplo as atividades turísticas, de interesse econômico e pesca. Entretanto, essas atividades podem gerar consequências negativas para o ambiente quando não realizada de forma consciente. Através de alguns organismos bioindicadores é possível ter a compreensão de como está o estado do ambiente. Por isso o presente estudo teve como objetivo: (1) identificar o padrão de dispersão do lixo marinho e bentônico ao longo do Pontal de Maracaípe, relacionando o ano de 2020 e 2021 face a pandemia mundial, (2) identificar o padrão geral da deriva litorânea e de ocorrência de zonas de convergência de ondas para o litoral de Pernambuco e observar sua possível correlação com a distribuição de pellets ao longo dos locais estudados comparando os anos de 2020 e 2021; (3) analisar qualitativamente e quantitativamente a meiofauna e macrofauna no Pontal de Maracaípe e (4) identificar a presença de nanoplástico e microplástico como parte integrante dessas comunidades. Ao final do estudo foi possível perceber o aumento de 40% em relação a presença da fauna bentônica, sendo que nos dois anos os organismos que tiveram destaque foram o filo Nematoda, a Classe Oligochaeta e o filo Sarcomastigophora, onde os dois primeiros são considerados bioindicadores de poluição. Além disso houve um aumento de 17% em relação ao microplástico também. Quando analisado o padrão da deriva litorânea foi observado uma crescente de 2020 a 2021, o que justificaria o fato do aumento das variáveis anteriores, sabendo-se que a circulação de pessoas no local diminuiu devido a ser um período de pandemia.

Palavras-chave: Microplástico, Comunidade, Ondas.

Assessment of the correlation between marine litter in coastal sediment and benthic

fauna in Pontal de Maracaípe – PE (2020 – 2021)

ABSTRACT

The aspects that the ocean provides for society are countless, examples of which include tourist, economic and fishing activities. However, these activities can generate negative consequences for the environment when not carried out consciously. Through some bioindicator organisms it is possible to understand the state of the environment. Therefore, the present study aimed to: (1) identify the pattern of dispersion of marine and benthic litter along Pontal de Maracaípe, relating the years 2020 and 2021 to the global pandemic, (2) identify the general pattern of drift coastal area and the occurrence of wave convergence zones for the coast of Pernambuco and observe their possible splendor with the distribution of pellets along the studied locations comparing the years 2020 and 2021; (3) qualitatively and quantitatively analyze the meiofauna and macrofauna in Pontal de Maracaípe and (4) identify the presence of nanoplastic and microplastic as an integral part of these communities. At the end of the study, it was possible to notice an increase of 40% in relation to the presence of benthic fauna, and in the two years the organisms that stood out were the phylum Nematoda, the Class Oligochaeta and the phylum Sarcostomatophora, where the first two are considered bioindicators of pollution. Furthermore, there was a 17% increase in relation to microplastic as well. When investigating the pattern of coastal drift, an increase was shown from 2020 to 2021, which would justify the increase in previous variables, knowing that the movement of people was not local due to a period of pandemic.

Keywords: Microplastic, Community, Waves.

INTRODUÇÃO

A poluição marinha é uma preocupação global significativa, exacerbada pelo descarte inadequado de lixo e descargas costeiras, que contaminam os sedimentos da praia e oceano. De acordo com o relatório da ONU, “a cada ano, milhões de toneladas de plástico entram nos oceanos, afetando a vida marinha e os ecossistemas” (LITTER, 2021). Nos últimos quatro anos, além da carga de resíduos sólidos provenientes de atividades turísticas e industriais, entre outras, o mundo enfrentou um aumento nos descartes devido à pandemia de COVID-19. O uso diário de máscaras e outros produtos descartáveis cresceu, impulsionado pelo medo da contaminação. Como resultados, o consumo de materiais como o plástico aumentou substancialmente.

De acordo com os dados da associação Plastics Europe (2011), a produção mundial de plásticos aumentou de 5 milhões de toneladas em 1950 para 265 milhões em 2010, verificando-se um aumento regular de 6% ao ano nos últimos 20 anos. Segundo Veloso (2022) o setor ambiental sofreu grandes consequências diante do cenário pandêmico, onde conforme a Associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais (Abrelpe) em pesquisa divulgada em 2021, ocorreu um aumento de 25% do uso de plástico, durante os meses iniciais da pandemia,

decorrentes da alta demanda de processos e práticas de consumo permitida pelos órgãos fiscalizadores no Brasil.

É indiscutível que essa geração exacerbante de resíduos atinge diretamente o meio ambiente, mas também é importante lembrar que durante um longo período locais como praias, comércio e escolas tiveram o número de pessoas circulando neles reduzido e mesmo assim os resíduos continuaram se fazendo presente no ambiente. Por isso, a causa maior da poluição dos resíduos sólidos não pode ser associada apenas ao seu uso, mas principalmente ao descarte que pode estar sendo de forma errada.

Voltando um pouco aos oceanos, é importante ter conhecimento de que a zona costeira consiste em uma zona de transição entre o domínio continental e o domínio marinho que por conta da ação mecânica das ondas, das correntes e das marés, que são fatores modeladores, se torna uma área complexa, dinâmica do ponto de vista geomorfológico e variável em relação aos processos geológicos (OLIVEIRA, 2014). Compreender este ambiente é crucial do ponto de vista humano, pois uma grande parte da população vive nessas áreas, enfrentando, portanto, as consequências das ações antrópicas (JOTA ARRUDA DE MACÊDO, 2011).

Segundo Montone-IOUSP o Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection (GESAMP) define como poluição marinha:

[...] a introdução pelo homem, direta ou indiretamente, de substâncias ou energia no ambiente marinho que resultem em efeitos deletérios tais como, danos para os recursos vivos, perigo para a saúde humana, obstáculo para as atividades marinhas incluindo a pesca, diminuição da qualidade da água do mar ou das amenidades.

Ao discutir sobre poluição marinha, é possível mencionar os pellets, que são pequenas partículas sólidas originadas da produção de polímeros plásticos, e são consideradas parte do lixo marinho. Este conceito abrange qualquer resíduo sólido de origem humana que tenha encontrado seu caminho para os oceanos e ambientes costeiros, incluindo objetos depositados nas praias, flutuando na superfície do mar ou afundados no leito marinho (CHESHIRE et al., 2009; MARPOL, 1973).

Existem uma grande preocupação em relação a poluição dos oceanos por meio dos microplásticos, que são partículas menores que 5mm e são onipresentes e persistentes (Thompson et al. 2004). São considerados uma das formas de polímero que possuem um maior impacto no ambiente. Apesar de existirem pesquisas para padronizar, através de um instrumento, a dimensão das partículas plásticas ainda não houve um consenso em relação ao assunto (CAIXETA, 2018). Devido a sua grande área de superfície, têm a capacidade de absorver substâncias altamente tóxicas, como hidrocarboneto e metais pesados. Essas partículas podem ser absorvidas por organismos quando presentes no ambiente, conseguindo atravessar

barreiras absorvidas imunológicas e afetar órgãos, tecidos e até mesmo a funcionalidade celular, podendo resultar em efeitos tóxicos severos ou até mesmo letais (RAFIEE et al., 2018).

Além da presença de resíduos sólido, é possível avaliar o nível de poluição utilizando bioindicadores como a meiofauna e macrofauna. Os bioindicadores de qualidade ambiental consistem em espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, abundância e distribuição podem indicar impactos ambientais em um ecossistema. A utilização desses bioindicadores possibilita uma avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por diversas fontes de poluição, especialmente aquelas de origem antropogênica e esta abordagem tem sido reconhecida como eficaz na medição do grau de poluição em ambientes naturais, fornecendo informações valiosas sobre a qualidade ambiental e os níveis de contaminação (PRESTES e VINCENCI, 2019).

A importância do estudo da meiofauna reside em representar uma fonte energética nos sistemas bênticos, com uma influência importante e direta sobre a produtividade de águas rasas, ao facilitar a remineralização da matéria orgânica, aumentando assim, a regeneração de nutrientes nos sedimentos (GHESKIERE, et al, 2005). Também, pode-se afirmar que os grupos da meiofauna são participantes da cadeia trófica bêntica, no que diz respeito à sua função como alimento para diversas espécies. Observar o seu comportamento em um ambiente é de grande valia por ser fundamental na estimativa de grau de poluição, a sua modificação pode acrescentar em um possível diagnóstico de ambientes poluídos ou estressados quando comparados a um ambiente livre de poluição (ALMADA, 2000).

Visto isso, o presente estudo teve como objetivo identificar, quantificar e qualificar a meiofauna e macrofauna e lixo marinho no Pontal de Maracaípe, atribuindo as margens mais afetadas de acordo com sua circulação costeira e a circulação de pessoas durante a Pandemia (2020 e 2021).

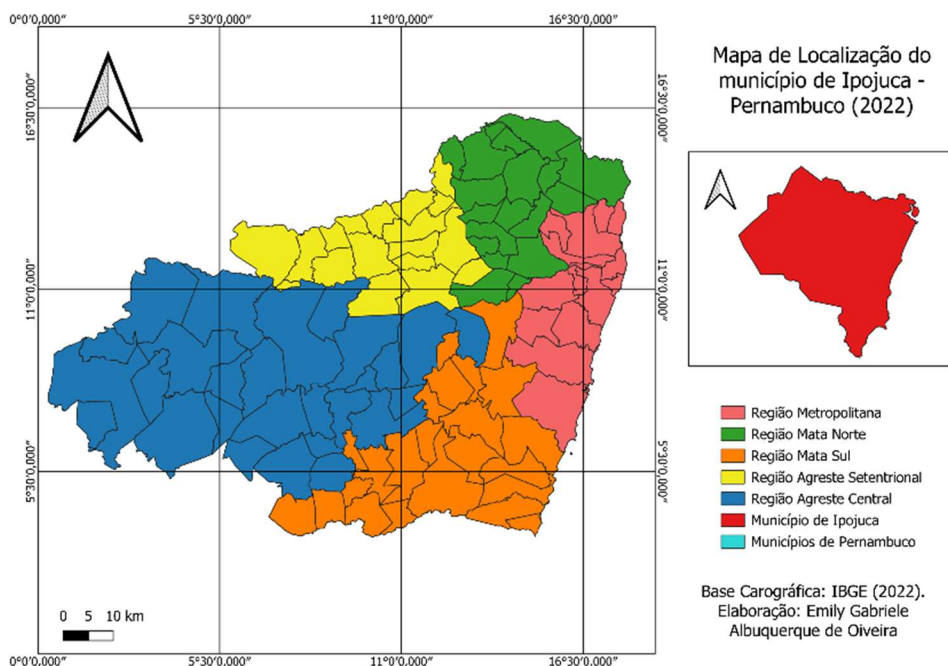
ÁREA DE ESTUDO

Para Macêdo (2010): “Em forma de baía, com aproximadamente 4 km de extensão, Maracaípe está situada sobre a planície costeira que se formou durante o período Quaternário”. Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima da região é do tipo tropical chuvoso, com verão seco - menos de 60 mm de chuva no mês mais seco - com precipitação pluviométrica anual aproximada de 2.000 mm. A estação chuvosa ocorre de abril a setembro, sendo os meses de maio, junho e julho os mais chuvosos. A estação seca vai de outubro a março, sendo os meses de outubro, novembro e dezembro os mais secos, INMET (2005) in: Almeida Jr. (2008).

A área de estudo escolhida foi o Pontal de Maracaípe, onde acontece o encontro das águas do rio e do mar, que se localiza no Litoral Sul de Pernambuco e é uma extensão do litoral de Porto de Galinhas. O estuário do rio Maracaípe é a limitação ao Sul da Praia de Maracaípe e possui uma área de 3.335 ha, estando localizado no município de Ipojuca (figura 01), Estado de Pernambuco, no Nordeste brasileiro,

delimitado pelas coordenadas 25L/ 79503 – 9055161 / 274615 – 9047965 (UTM) (NOVA,2012). Foram realizadas duas coletas nos mesmos pontos durante o período chuvoso, especificamente em dezembro de 2020 e outubro de 2021.

Figura 1: Localização a área de estudo.



Ao longo do pontal foram utilizadas 4 estações principais (figura 02) demarcados com um aparelho de GPS, modelo Garmin Etrex, visando verificar a existência de diferença no tipo, nos padrões de dispersão da fauna bêntica e no lixo bentônico e identificar as possíveis condicionantes que regem esses padrões e as coletas foram obtidas em quatro estações. Coordenadas geográficas dos pontos referentes às estações de coleta: Ponto 01 (ponto 34): 8°32'28.20"S 35° 0'17.15"O; Ponto 02 (ponto 38): 8°32'31.96"S 35° 0'15.51"O; Ponto 03 (ponto 43): 8°32'27.77"S 35° 0'12.98"O; Ponto 04 (ponto 48): 8°32'22.70"S 35° 0'11.61"O.

METODOLOGIA

Para obter a coleta da fauna bêntica foi escolhida a região do estirâncio, que é a região entremarés. Foi feito um quadrado com aproximadamente 1m x 1m, onde foram obtidas 5 réplicas em cada ponto através de testemunho cilíndrico em PVC (figura 03), com área total aproximada de 10 cm², (2,5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento) nos moldes descritos por Hope (HULLINGS; GRAY, 1971), e pós coleta o material foi acondicionado em potes plásticos etiquetados e fixado com formol salino à 4 %.

Figura 2: Marcação no Google Earth das 04 estações usadas para coleta

Fonte: Autora (2022)

Figura 03. Marcação para coleta do material sedimentar e testemunho em PVC

Para definir o padrão da deriva litorânea foi usado flutuador (Figura 4a) como instrumento de medição, onde foram posicionados em cada estação entre a linha de praia e a zona de arrebatção (figura 04b). Para coletar os dados foi contabilizado o tempo em que a linha do flutuador levou para ficar totalmente esticada e a direção em que ela esticou. O tempo levado foi dividido por 3, que era referente ao valor em metros da distância da linha, para chegar na velocidade média. O processo foi repetido 5 vezes em cada estação para no final chegar em uma média.

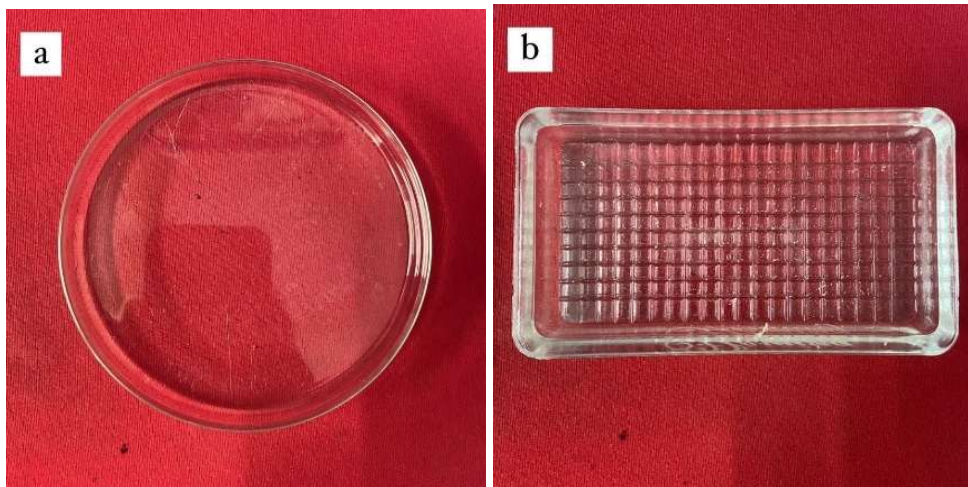
Figura 4: (a) Flutuador usado para aferição da deriva litorânea; (b) local que foi posicionado o flutuador



Para extração da fauna bêntica as amostras foram lavadas em água corrente através de um conjunto de peneiras geológicas sobrepostas. Para meiofauna, as peneiras apresentam intervalos de malha de 500 μm e 44 μm , enquanto para a macrofauna, os intervalos eram de 1000 μm e 500 μm . O material retido nas peneiras de 44 μm (figura 05) para meiofauna e de 500 μm (figura 06) para a macrofauna foi transferido para uma placa de Petri (figura 07a) para elutriação manual, conforme o protocolo descrito por Elmgren (1996). A triagem e a contagem foram feitas utilizando uma placa de Dolffus (figura 07b) sob um estereomicroscópio ótico.

Figura 5: Peneira geológica utilizada para extração da meiofauna



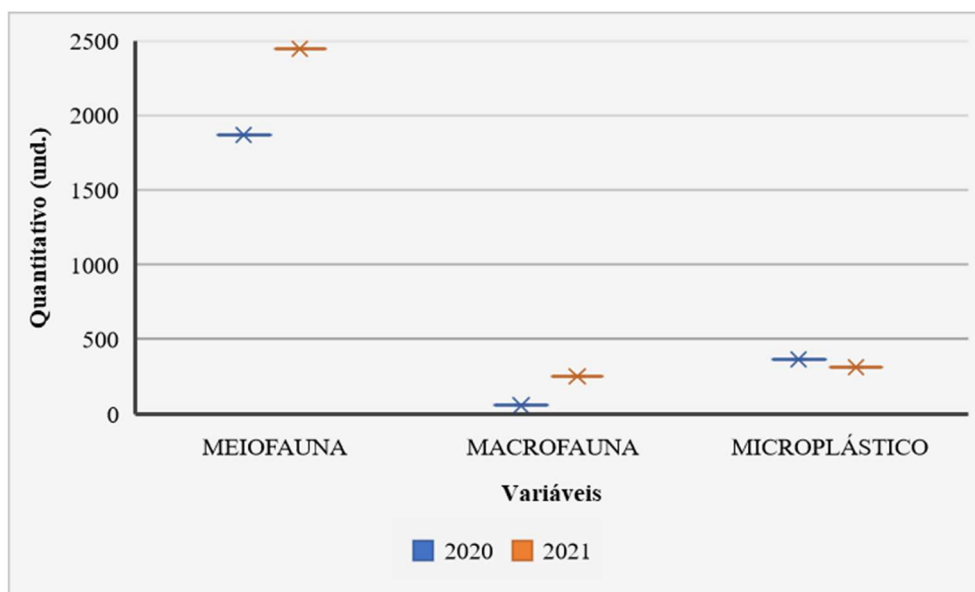
Figura 6: Peneira geológica utilizada para extração da macrofauna**Figura 7:** (a) Placa de Petri usada para elutriação manual da meiofauna e macrofauna; (b) Placa de Dolffus utilizada na triagem e contagem da meiofauna e macrofauna.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

É preciso ter consciência de que o lixo não respeita limites geopolíticos, o que faz com que se espalhe rápido e de forma indiscriminada, dependendo apenas das condições oceanográficas favoráveis, e alcançando até mesmo lugares pouco prováveis, como praias desertas, ilhas e recifes costeiro. Isso gera uma preocupação quando falamos em praia, por serem locais propensos ao acúmulo de resíduos, já que as fontes de resíduos podem ser variadas, mas o destino final tende a ser o ambiente marinho (DE ARAÚJO, 2003).

Nos anos de 2020 e 2021 houve uma modificação quando falamos sobre a sociedade. O mundo enfrentou um período de pandemia e se viu enclausurado em casa por muito tempo. Se for levar em consideração a circulação do homem em ambientes, como praia, seria possível dizer que o grau de poluição diminuiria, já que em teoria a ação antrópica e poluição são variáveis proporcionais. Mas avaliando os dados obtidos nesses dois anos, é possível perceber o contrário (Gráfico 1).

Gráfico 1: Alteração da meiofauna, macrofauna e microplástico entre os anos 2020 e 2021.

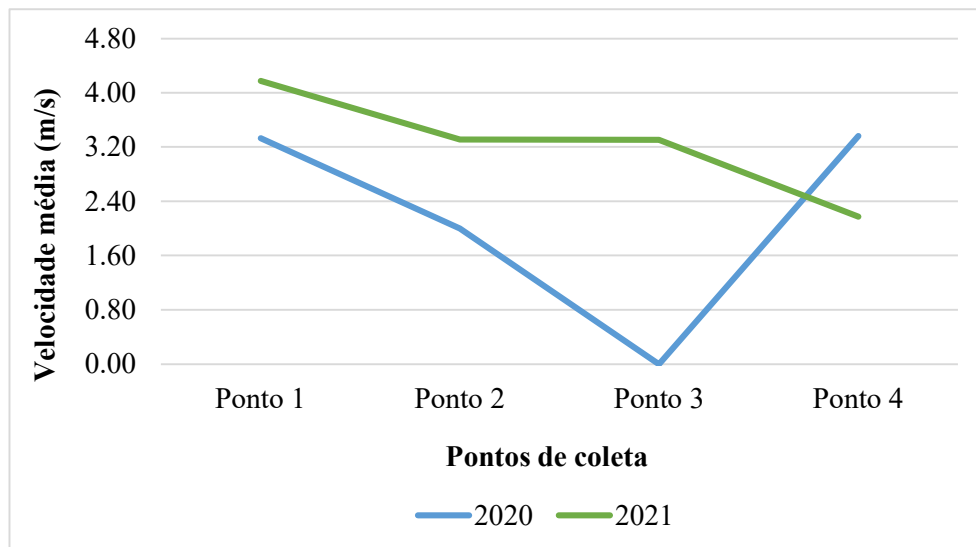


Avaliando de forma geral, é perceptível o aumento das três variáveis observadas. Correlacionando esses resultados com os fatores estudados, foi possível notar uma relação proporcional com a deriva litorânea. Esse conceito consiste em uma corrente presente na área de arrebentação, que surge quando as ondas não são refratadas, ou seja, quando a onda passa de um meio para o outro sem alterar significativamente sua direção. A deriva litorânea é um fator importante na distribuição de organismos, sedimentos e microplásticos, pois realiza o transporte de grãos de areia em suspensão (Schimiegelow, 2004).

Estudos recentes de Zarifsanayei et al. (2023) evidenciam que o transporte de sedimentos litorâneos é fortemente influenciado pelas características das ondas e das correntes resultantes. Além disso, experimentos conduzidos por Islam et al. (2022) demonstram que ondas que quebram obliquamente criam gradientes no nível médio da água, acelerando a formação de correntes e intensificando o transporte de sedimentos ao longo da costa.

Ao avaliar o padrão de deriva registrado, é possível notar que de 2020 para 2021 houve um aumento (gráfico 02). É importante ressaltar que no ponto 3, em 2020, não foi possível realizar a coleta de dados devido à maré extremamente baixa e ao assoreamento significativo, resultando em um valor de 0 m/s no gráfico. Além disso, os sentidos da corrente foram consistentes nos dois anos: nos pontos 1, 2 e 3, o sentido foi MAR-RIO (Sul-Norte), enquanto no ponto 4 o sentido foi RIO-MAR (Norte-Sul). Essa diferença no último ponto pode ser atribuída à sua localização.

Gráfico 2. Alteração do padrão da deriva litorânea nos pontos de coleta



O sentido predominante da corrente e o aumento da velocidade da deriva litorânea justificam o aumento dos organismos no pontal. O material presente no oceano é transportado mais rapidamente até o pontal, o que significa que as partículas como microplástico percorrem maiores distâncias em um curto espaço de tempo. Isso explica o aumento das variáveis observadas em 2021.

Além disso, mesmo sem presença humana no pontal durante alguns meses, os resíduos continuam a ser produzidos e, às vezes, descartados de maneira inadequada. Esses resíduos maiores eventualmente se degradam em microplásticos, que possuem alta capacidade de dispersão e podem alcançar lugares distantes de sua origem com a ajuda das correntes oceânicas. Conforme explicado pelo Professor Gusmão da Unifesp da Baixada Santista, coordenador das pesquisas, ao chegarem aos oceanos, os microplásticos são transportados por correntes marinhas, podendo permanecer a longo prazo em suspensão na coluna d'água (ALISSON, 2017).

Ao correlacionar os dados da fauna bentônica, destacaram-se dois grupos principais: o filo Nematoda e a Classe Oligochaeta, conforme evidenciado nos dois anos (quadro 01).

Quadro 1. Quantitativo dos principais organismos da fauna bentônica

Organismo	Meiofauna		Macrofauna	
	2020	2021	2020	2021
Nematoda	541	1984	18	118
Oligochaeta	1060	326	30	129

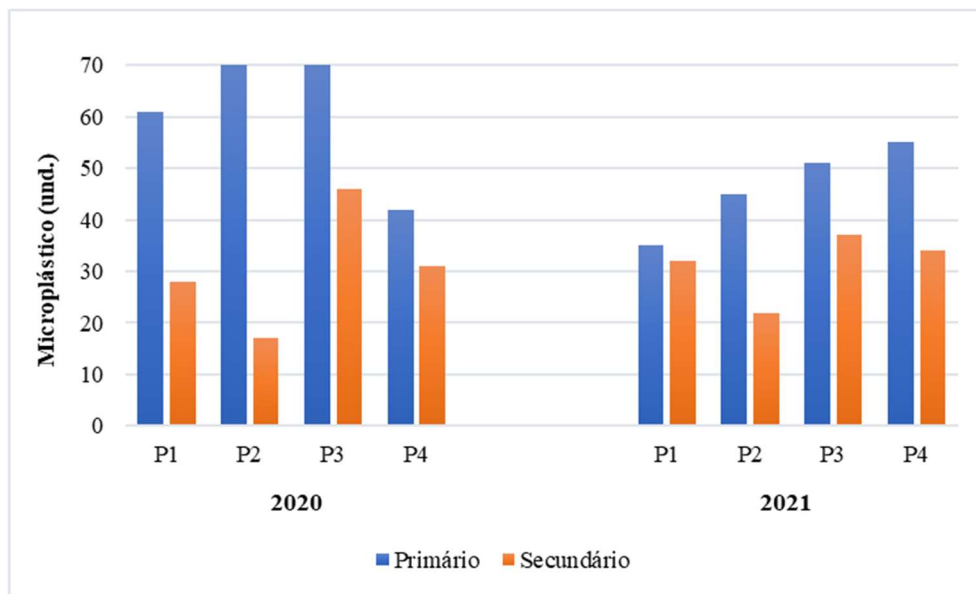
A abundância de organismos como Nematoda e Oligochaeta é preocupante, especialmente porque são bioindicadores sensíveis à poluição. A elevada densidade de Oligochaeta (figura 08a) indica um possível nível de poluição no local, dado que esses organismos têm alta tolerância a ambientes com baixa concentração de oxigênio (ODUM, 1988), muitas vezes devido ao acúmulo de matéria orgânica. Apesar disso, eles desempenham um papel crucial na dinâmica de nutrientes. Os Nematoda (figura 08b) pertencem ao grupo dos metazoários e são os indivíduos mais abundantes nele. Desempenham um papel fundamental dentro do ecossistema marinho, influenciando o fluxo energético e estimulando o metabolismo bacteriano (Moens et. al. 1999). Além disso, são considerados amplamente reconhecidos como bioindicadores de poluição (Coull & Chandler, 1992; Silva et al., 1997).

Figura 8: (a) Oligochaeta; (b) Nematoda.

Ao falar sobre poluição, a associação imediata é com os resíduos sólidos, o que, de certa forma é positivo, pois indica que o problema está sendo reconhecido. No entanto, o que deve ser feito quando o problema não é visível a olho nu, como no caso dos micropoplásticos? A resposta é: conhece-los. É extremamente importante compreender a dinâmica da partícula. O micropoplástico se faz presente no ambiente de duas formas: primário e secundário, onde a distinção está na origem dele.

O microplástico primário, também chamado pela indústria de pellets, é oriundo do descarte inadequado de etapas de processos industriais e por meio da perda acidental durante o seu transporte e por vezes é usado na composição de produtos cosméticos e de higiene pessoal (OLIVATTO, 2018), enquanto o microplástico secundário ele é oriundo de uma degradação (PELEGRINI, 2023). A partir da análise do gráfico 03, é evidente que o microplástico do tipo primário predominou em ambos os anos.

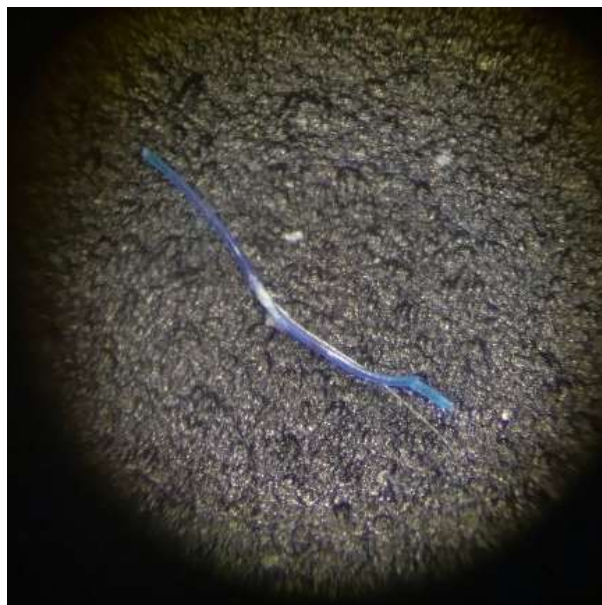
Gráfico 3: Comportamento do microplástico em 2020 e 2021.



Esse comportamento pode ser atribuído à sua fonte de origem, como já destacado por Olivatto (2018), por exemplo, pela perda acidental durante o transporte, resultando na proximidade dessas partículas ao ambiente marinho. Além disso, esse tipo de microplástico tem uma baixa densidade e uma alta resistência à degradação, tendendo a permanecer por mais tempos na superfície dos oceanos e podendo ser facilmente transportado por correntes e ventos, o que leva a uma disseminação ampla e persistente nos ecossistemas marinhos (KAISER, 2010).

É importante destacar que a maioria dos microplásticos encontrados estava na forma de filamentos azuis (figura 09). Esses filamentos podem ter se originado a partir das redes de pesca, indo de encontro com os estudos de Ribeiro (2023), já que são frequentemente produzidas com fibras sintéticas, como o polietileno tereftalato (PET) (BEBIANO, 2023) e que acabam sendo danificadas e/ou descartadas de maneira inadequada.

Figura 9: Microplásticos primário em forma de filamento com colocação azul.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na análise realizada, pode-se afirmar dois pontos interligados: houve um nível de poluição significativo nos anos de 2020 e 2021 no Pontal de Maracaípe – PE, e não é necessário que haja presença humana no ambiental para que suas atividades causem impacto. Isso é evidenciado pela presença abundante de dois organismos bioindicadores de poluição.

Apesar da redução da circulação de população e turistas no local durante esse período marcado pela pandemia, houve um aumento na geração de resíduos, especialmente devido ao uso intensivo de materiais descartáveis por causa da contaminação pelo coronavírus.

Portanto, é compreensível que a circulação costeira no Pontal possa facilitar a chegada de organismos bentônicos e partículas de microplástico à região costeira.

REFERÊNCIAS

ALISSON, Elton. Ambientes marinhos e de água doce no Brasil sofrem com poluição por microplásticos. **INFOCIRM**, v. 29, n. 2, p. 14-15, 2017.

BEBIANNI, Maria João; ROSAS, Eloah Garcia; MELISSA, Joanna. 1. O lixo marinho. O que são microplásticos e nanoplásticos? Como chegam ao oceano? **Micro e Nanoplásticos: um Macroproblema**, p. 21. 2023.

CAIXETA, Danila; CAIXETA, Frederico César; MENEZES FILHO, Frederico. Nano e microplásticos nos ecossistemas: impactos ambientais e efeitos sobre os organismos. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, 2018.

CHRISTINA BARBOSA DE ARAÚJO, Maria. **Resíduos sólidos em praias do litoral sul de Pernambuco: origens e consequências**. 2003. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

GHESKIERE, Tom et al. Meiofauna como descritor de mudanças induzidas pelo turismo em praias arenosas. **Pesquisa ambiental marinha**, v. 60, n. 2, pág. 245-265, 2005.

ISLAM, Mohammad Shaiful et al. Experimental Investigation on the Mechanism of Longshore Sediment Transport Using a Circular Wave Basin. **Journal of Marine Science and Engineering**, v. 10, n. 9, p. 1189, 2022.

JOTA ARRUDA DE MACÊDO, Renê. **Caracterização morfodinâmica e geoambiental da praia de Maracaípe, Ipojuca-PE**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

KAISER, Jocelyn. The dirt on ocean garbage patches. 2010.

KÖPPEN, Wilhelm. Climatologia. México. **Fundo de Cultura Econômica**, v. 9, 1948.

LITTER, A. GLOBAL ASSESSMENT OF MARINE. FROM POLLUTION TO SOLUTION. 2021.

MOENS, T.; GANSBEKE, D. V. & VINCX, M. Linking estuarine nematodes to their suspected food. A case study from Westerschelde estuary (south-west Netherlands). **Journal of marine biology Association of United Kingdom**, V. 79, p. 1017-1027, 1999.

MONTONE-IOUSP, Rosalinda Carmela. POLUIÇÃO MARINHA.

NOVA¹, Fátima Verônica Pereira Vila; TORRES, Maria Fernanda Abrantes. Avaliação ambiental em Unidades de Conservação: estuário do rio Maracaípe, Ipojuca-PE, Brasil. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 29, n. 3, 2012.

OLIVATTO, Gláucia P. et al. Microplásticos: Contaminantes de preocupação global no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1968-1989, 2018.

OLIVEIRA, Nuno Filipe Neto Milheiro de. **Aprendizagens de Biologia (Evolução biológica) e Geologia (Ocupação antrópica) no ensino secundário**. 2014. Dissertação de Mestrado

PELEGRINI, Kauê. Avaliação da presença de microplásticos na praia de Torres/RS, produção e estudo dos efeitos toxicológicos de micro/nanopartículas de polipropileno (PP) ao longo do desenvolvimento de zebrafish (*Danio Rerio*). 2023.

PRESTES, Rosi Maria; VINCENCI, Kelin Luiza. Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

RAFIEE, M.; DARGAHI, L.; ESLAMI, A.; BEIRAMI, E.; JAHANGIRI-RAD, M.; SABOUR, S.; AMEREH, F. Neurobehavioral assessment of rats exposed to pristine polystyrene nanoplastics upon oral exposure. **Chemosphere**, v. 193, p. 745-753, 2018. Disponível em: . doi:10.1016/j.chemosphere.2017.11.076.

RIBEIRO, Laura et al. 6. Microplásticos na aquacultura, o que sabemos? **Micro e Nanoplásticos: um Macroproblema**, p. 93. 2023.

SCHMIEGELOW, J. M. M. M. **O planeta azul: uma introdução às ciências marinhas**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

SILVA, V.M.A.P. DA; GROHMANN, P.A. & ESTEVES, A.M. “Aspectos gerais do estudo da meiofauna de praias arenosas”. **Oecologia Brasiliensis**, V. 3, p. 67-92, 1997.

THOMPSON, Richard C. et al. Lost at sea: where is all the plastic? **Science**, v. 304, n. 5672, p. 838-838, 2004.

VELOSO, Rodrigo Rossetti et al. Uso de embalagens associadas às práticas de consumo alimentar na pandemia SARS-CoV-2. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e44611326799-e44611326799, 2022.

ZARIFSANAYEI, Amin Reza et al. Uncertainties in wave-driven longshore sediment transport projections presented by a dynamic CMIP6-based ensemble. **Frontiers in Marine Science**, v. 10, p. 1188136, 2023.

Contato com o autor: eemilyalbuquerque@gmail.com

Recebido em: 24/07/2024

Aprovado em: 14/06/2026