



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS CABEDELO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JANDRA RAYNARA DA SILVA VIEIRA

**DISTRIBUIÇÃO E AVALIAÇÃO DO MICROLIXO EM PRAIAS DE
CABEDELO-PB**

CABEDELO-PB

2026



INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA
CAMPUS CABEDELO
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JANDRA RAYNARA DA SILVA VIEIRA

DISTRIBUIÇÃO E AVALIAÇÃO DO MICROLIXO EM PRAIAS DE CABEDELO-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba (IFPB) - Campus
Cabedelo, como requisito para conclusão do
Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

**Orientador: Prof. Dr. Jonas de Assis
Almeida Ramos**

CABEDELO-PB
2026

Dados Internacionais de Catalogação – na – Publicação – (CIP)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB

V658d Vieira, Jandra Raynara da Silva.
Distribuição e avaliação do microlixo em praias de Cabedelo – PB / Jandra Raynara da Silva Vieira – Cabedelo, 2026.
56 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB.
Orientador: Prof. Dr. Jonas de Assis Almeida Ramos.

1. Poluição marinha. 2. Microlixo. 3. Nordeste do Brasil. I. Título.

CDU 551.461.7:614.7

FOLHA DE APROVAÇÃO

JANDRA RAYNARA DA SILVA VIEIRA

DISTRIBUIÇÃO E AVALIAÇÃO DO MICROLIXO EM PRAIAS DE CABEDELLO-PB

APROVADA EM: 17 / 06 / 2026

Cabedelo, junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jonas de Assis Almeida Ramos

Orientador – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB

Prof. Dr. Emanuell Felipe Beserra da Silva

Membro interno – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB

Prof^a. Dra. Ana Luísa Araújo de Amorim

Membro Externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Jonas de Assis Almeida Ramos**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/08/2026 10:57:10.
- **Emanuel Felipe Beserra da Silva**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 04/08/2026 13:44:01.
- **Ana Luisa Araujo de Amorim**, TECNICO DE LABORATORIO AREA, em 04/08/2026 14:05:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 04/08/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 916412
Verificador: f795b168b9
Código de Autenticação:



Para a Jandra que brincava de ser professora.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Maria Santíssima por me abençoarem, guiarem meus passos e me darem forças para chegar até aqui.

À minha mãe, Maria Joselma, que nunca mediu esforços para que eu me tornasse quem sou hoje. Obrigada por demonstrar tanto orgulho das filhas que criou, por comemorar cada conquista como se fosse sua e por sempre me impulsionar com o seu eterno: "*Vá simhora, mainha dá um jeito*". Sua força é meu porto seguro. Eu te amo, mãe!

Ao meu pai, Aluilton Vieira, que desde muito cedo apresentou o mar para mim e minhas irmãs. Se hoje minha área de pesquisa é essa, o mérito é todo seu. Obrigada por nunca medir esforços para que eu pudesse estudar e seguir meus sonhos. Eu te amo, pai.

Aos meus sobrinhos, Nycollas, Jade, Lucca e Rael. Falar de vocês é onde o coração transborda. Obrigada por serem a minha força e por cada "*Titia, você é professora de ciências, né?*", para logo em seguida me perguntarem curiosos sobre algum animal. Vocês foram meus primeiros alunos na graduação. Antes de qualquer aula em estágio ou no PIBID, eu ensaiava com vocês em casa; afinal, se vocês entendessem um assunto que nunca tinham visto, os outros alunos com certeza entenderiam. Ver a ajuda de vocês, com tantas perguntas e curiosidades, me dava o gás que eu precisava nos momentos em que o desespero batia e eu pensava em desistir. Titia ama demais vocês!

Às minhas irmãs, Joana, Julliane e Julia, que sempre foram minha base, acreditaram no meu potencial e me incentivaram em cada etapa. Obrigada por cada conversa, por dividirem a vida comigo e por transformarem nossos laços em um abrigo seguro onde meus sonhos sempre encontraram apoio. Sem vocês, nada disso seria possível. Eu amo vocês.

Aos meus demais familiares, que torceram por mim nos bastidores e sempre demonstraram carinho e apoio ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos da vida pessoal, aqueles que a rotina acadêmica muitas vezes me afastou fisicamente, mas que nunca deixaram de me apoiar. Obrigada pelas palavras de incentivo, pela paciência nos momentos de ausência e por serem meu refúgio e sinônimo de leveza fora da universidade.

Ao meu digníssimo orientador, Prof. Dr. Jonas A. A. Ramos, que acompanha minha evolução desde o Ensino Médio Integrado (espero ter evoluído mesmo, professor! *rs*). Meu muitíssimo obrigada. O senhor confiou em mim quando nem eu mesma confiava. Ter me convidado para o projeto e me acolhido como orientanda foi um divisor de águas. Saiba que o senhor é uma figura fundamental na minha formação acadêmica e profissional.

À Taynara Santos e ao Francinaldo Nunes, que foram o meu porto seguro dentro das paredes da faculdade. Obrigada por segurarem a minha mão, me ajudarem a superar o medo de falar para turmas com mais de 20 alunos e estarem comigo encarando o trabalho duro das coletas deste TCC. Com vocês, essa jornada caminhou com muito mais leveza.

Aos meus colegas de campo, Mariane, Luiz e Beatriz, que também se doaram e me ajudaram nas coletas: saibam que a presença e o esforço de todos vocês foram essenciais para a realização deste trabalho. Meu muito obrigada! Estendo este agradecimento aos demais colegas de turma que tornaram a caminhada acadêmica mais leve e memorável.

À coordenação do curso, aos professores e à instituição pelo espaço de crescimento. Agradeço também ao PIBID pela rica vivência na prática docente e ao apoio financeiro e institucional concedido através do Edital Chamada 03/2024 - Interconecta, fundamental para a viabilização e o desenvolvimento desta pesquisa.

Por fim, agradeço a mim mesma. Pela resiliência, por não ter desistido nos dias difíceis e por ter me encontrado e me apaixonado completamente por este curso.

"Não importa o que aconteça, continue a nadar."

- Graham Walters

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) surge como fruto da atuação do autor como bolsista no projeto de pesquisa intitulado "Diagnóstico do lixo marinho em praias de Cabedelo-PB: Subsídios para a conservação e manejo do ecossistema e sua biodiversidade", vinculado ao edital Chamada 03/2024 - Interconecta, sob a coordenação do Prof. Dr. Jonas de Assis Almeida Ramos. A escolha pelo formato de artigo científico adota as diretrizes da renomada revista internacional *Marine Pollution Bulletin* (Elsevier), visando conferir maior projeção acadêmica aos dados e responder à escassez de estudos sistemáticos sobre a dinâmica de microlixo na costa paraibana. O objetivo central da pesquisa foi avaliar e caracterizar o microlixo no sedimento de seis praias de Cabedelo-PB (Intermares, Ponta de Campina, Poço, Camboinha, Formosa e Miramar), compreendendo suas variações espaciais e temporais. A amostragem ocorreu entre outubro de 2023 à março de 2024, totalizando 216 amostras de sedimentos intertidais analisadas laboratorialmente por flotação em solução hipersalina e triagem estereoscópica. No total, foram extraídos 7.423 fragmentos. A caracterização física revelou a dominância da cor preta (62,5%), identificada majoritariamente como carvão, seguida por branco (19,4%) e azul (12,6%). Morfológicamente, fragmentos (41,92%) e fibras/filamentos (41,10%) foram preponderantes. Quanto à composição química dos materiais, o náilon representou 40,60% dos itens, a madeira beneficiada (carvão) respondeu por 34,36% e o plástico por 25,05%. O tamanho médio das partículas foi de 1,42 mm, indicando alto grau de fragmentação secundária e elevada biodisponibilidade para a fauna local. A análise estatística descritiva e inferencial (ANOVA de duas vias) apontou que, embora o acúmulo total de detritos ocorra de forma irregular e em pulsos ($P > 0,05$), a abundância isolada do plástico variou significativamente entre praias ($p = 0,002$) e meses ($p = 0,0005$), com picos na praia Formosa em novembro. O isopor também mostrou interação espaço-temporal significativa ($p = 0,017$), enquanto o náilon apresentou distribuição crônica e uniforme em todas as áreas, refletindo a forte influência das frotas pesqueiras artesanais da região. Conclui-se que o litoral de Cabedelo atua como zona de deposição de resíduos sob severa pressão antrópica, tanto pelo turismo sazonal quanto pelas atividades pesqueiras locais. Esses resultados fornecem subsídios fundamentais para a formulação de políticas públicas integradas de gestão costeira e conservação ambiental no nordeste brasileiro.

Palavras-Chaves: Microlixo, Sedimento costeiro, Zona entremarés, Poluição marinha, Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

This Final Course Project (TCC) arises from the author's work as a scholarship recipient in the research project entitled "Diagnosis of marine litter on beaches of Cabedelo-PB: Subsidies for the conservation and management of the ecosystem and its biodiversity," linked to the Call for Proposals 03/2024 - Interconecta, under the coordination of Prof. Dr. Jonas de Assis Almeida Ramos. The choice of the scientific article format adopts the guidelines of the renowned international journal *Marine Pollution Bulletin* (Elsevier), aiming to give greater academic visibility to the data and address the scarcity of systematic studies on the dynamics of microplastics on the Paraíba coast. The central objective of the research was to evaluate and characterize microplastics in the sediment of six beaches in Cabedelo-PB (Intermares, Ponta de Campina, Poço, Camboinha, Formosa, and Miramar), understanding their spatial and temporal variations. Sampling took place between October 2023 and March 2024, totaling 216 samples of intertidal sediments analyzed in the laboratory by flotation in hypersaline solution and stereoscopic screening. In total, 7,423 fragments were extracted. Physical characterization revealed the dominance of the color black (63%), identified mainly as charcoal, followed by white (19.4%) and blue (12.6%). Morphologically, fragments (41.92%) and fibers/filaments (41.10%) were predominant. Regarding the chemical composition of the materials, nylon represented 40.60% of the items, processed wood (charcoal) accounted for 34.36%, and plastic for 25.05%. The average particle size was 1.42 mm, indicating a high degree of secondary fragmentation and high bioavailability for the local fauna. Descriptive and inferential statistical analysis (two-way ANOVA) indicated that, although the total accumulation of debris occurs irregularly and in pulses ($P > 0.05$), the isolated abundance of plastic varied significantly between beaches ($p = 0.002$) and months ($p = 0.0005$), with peaks at Formosa beach in November. Styrofoam also showed a significant spatiotemporal interaction ($p = 0.017$), while nylon presented a chronic and uniform distribution in all areas, reflecting the strong influence of the region's artisanal fishing fleets. It is concluded that the Cabedelo coastline acts as a waste deposition zone under severe anthropogenic pressure, both from seasonal tourism and local fishing activities. These results provide fundamental support for the formulation of integrated public policies for coastal management and environmental conservation in Northeast Brazil.

Keywords: Microplastics, Coastal sediment, Intertidal zone, Marine pollution, Northeast Brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Fig. 1.** Imagem de satélite das praias de Cabedelo, local da área de estudo. Fonte: Google earth. 35
- Fig. 2.** Proporção cromática do microlixo encontrado em sedimentos de praias de Cabedelo. Nota-se a forte predominância de fragmentos de cor preta (62,54%), seguidos pelas colorações branca (19,47%) e azul (12,61%), sugerindo potenciais fontes específicas de introdução ou processos diferenciados de descoloração e degradação de macroplásticos locais. 36
- Fig. 3.** Distribuição percentual das diferentes morfologias (formas) do microlixo encontrado em sedimentos de praias de Cabedelo. Nota-se a relevância de fragmentos (41,92%) e fibras/filamentos (41,10%), indicando possíveis dinâmicas de fragmentação e transporte hidrodinâmico na região. 37
- Fig. 4.** Fotografia microscópica de microlixos. 38
- Fig. 5.** Composição e tipologia dos materiais identificados em sedimentos de praias de Cabedelo. Os dados em frequência absoluta destacam a forte abundância de fragmentos de nylon (2.992 itens) e resíduos de madeira/carvão (2.532 itens), seguidos por detritos plásticos (1.846 itens), evidenciando a influência direta de atividades antrópicas específicas na área costeira. 39
- Fig. 6.** Distribuição de frequência por classes de tamanho (mm) do microlixo encontrado em sedimentos de praias de Cabedelo. O eixo horizontal indica os intervalos de tamanho das partículas amostradas, evidenciando a predominância de detritos na faixa de 0,5 a 1,0 mm. 40
- Fig. 7.** Média $\pm$ D. P. da abundância de Plástico, Isopor, Madeira, Nylon, Papel, Vidro e Total de itens obtidos em cada praia (POÇO: Poço; CAMB: Camboinha; FORM: Formosa; INTE: Intermares; MIRA: Miramar; PONT: Ponta de Campina) nos meses estudados. 41

SUMÁRIO

1.	Introdução	15
2.	Materiais e Métodos	18
2.1.	Área de estudo	18
2.2.	Amostragem	19
2.3.	Processo Laboratorial	20
2.4.	Identificação e classificação	20
2.5.	Análise dos dados	21
3.	Resultados e Discussões	21
3.1.	Caracterização geral da avaliação	21
3.2.	Variação Temporal e Espacial	26
4.	Conclusão	28
5.	Referências	29
6.	Lista de figuras e legendas	33
7.	Figuras	35
8.	Normas da revista Marine Pollution Bulletin	42

Distribuição e Avaliação do microlixo em praias de Cabedelo-PB

Jandra R. S. Vieira^{a*} & Jonas A. A. Ramos^a

^aLaboratório de Oceanografia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Cabedelo, Rua Santa Rita de Cássia, 1900, Jardim Camboinha, Cabedelo, PB, 58310-772, Brasil.

*Autor correspondente *e-mail*: jandra.vieira@academico.ifpb.edu.br

Resumo

Este estudo quantificou e caracterizou o microlixo no sedimento da zona entremarés de seis praias em Cabedelo, Paraíba, avaliando suas variações espaciais e sazonais entre outubro de 2023 á março de 2024. Foram coletadas 216 amostras de sedimento, que passaram por processos de secagem, flotação em solução hipersalina, filtragem a vácuo e triagem em microscópio estereoscópico. Ao todo, registraram-se 7.423 fragmentos. Na composição cromática e tipológica, observou-se a predominância da cor preta (62,5%) e de fragmentos de náilon (41,9%), seguidos por carvão (34,36%). Quanto à morfologia, fragmentos e fibras dominaram a amostragem. O comprimento médio dos resíduos foi de 1,42 mm, dimensão que eleva o risco de ingestão pela biota local por se assemelhar ao plâncton. A análise estatística revelou que a abundância total não diferiu significativamente entre as praias ou meses, mas os fragmentos plásticos isolados apresentaram variações significativas no espaço e no tempo, com picos em Formosa e Intermares durante os meses de novembro e dezembro. Os resultados evidenciam uma contaminação crônica na região, impulsionada por atividades

pesqueiras, descarte urbano e atividades recreativas na areia. O diagnóstico fornece subsídios fundamentais para a criação de políticas públicas voltadas à gestão de resíduos da pesca e ao ordenamento turístico da orla paraibana.

Palavras-chave: Microlixo, Sedimento costeiro, Zona entremarés, Poluição marinha, Nordeste do Brasil.

1. Introdução

O microlixo marinho é composto por resíduos de dimensões reduzidas que, devido ao seu pequeno tamanho, escapam frequentemente dos processos convencionais de limpeza pública urbana. A ocorrência desses fragmentos nas faixas de areia e nos ecossistemas costeiros tornou-se uma grave problemática ambiental e de saúde pública nas últimas décadas (D'ANTONIO *et al.*, 2012). Além da potencial contaminação microbiológica por bactérias, tais resíduos são ingeridos por animais marinhos e aves, provocando enfermidades severas que, com frequência, os levam à morte.

Os microplásticos, foi introduzido por Thompson et al. (2004) para designar partículas plásticas de dimensão microscópica no ecossistema marinho, com diâmetros a partir de 20 μm . Posteriormente, essa definição foi expandida para englobar qualquer fragmento plástico inferior a 5 mm (Arthur et al., 2009).

Tais partículas podem ser classificadas como secundárias, quando originadas da fragmentação de detritos maiores, ou primárias, quando produzidas diretamente pela atividade humana e industrial (THOMPSON et al., 2004). Esses contaminantes podem ser classificados como primários, quando fabricados intencionalmente nesse tamanho, como microesferas em cosméticos e pellets industriais, ou secundários, quando resultam da fragmentação de

plásticos maiores devido à ação de fatores ambientais, como radiação ultravioleta e abrasão mecânica (COLE et al., 2011; ANDRADY, 2011).

A poluição por microplásticos têm sido amplamente estudada devido à sua dispersão nos ecossistemas marinhos e costeiros. Esses fragmentos podem ser encontrados em sedimentos, na coluna d'água e dentro de organismos aquáticos, causando efeitos adversos na fauna e flora marinha (ANDRADY, 2011; COLE et al., 2011; WRIGHT et al., 2013). Lots et al. (2017), ao investigar a presença de microplásticos em praias europeias, identificaram uma predominância de fibras sintéticas e partículas de polímeros como polietileno e polipropileno, materiais frequentemente detectados em ambientes costeiros ao redor do mundo. Essa onipresença é reforçada por Browne et al. (2011), que demonstrou a escala global da contaminação por fibras sintéticas em sedimentos costeiros, associando-as diretamente ao descarte de efluentes domésticos. No contexto brasileiro, Turra et al. (2014) também reportaram a dominância de pellets e fragmentos plásticos em praias arenosas, confirmando que polímeros de baixa densidade, como o polietileno, são os principais constituintes da poluição plástica em zonas de interface terra-mar. De forma semelhante, Phuong et al. (2021) apontam que a presença desses contaminantes em sedimentos marinhos pode comprometer processos ecológicos essenciais e afetar a biodiversidade.

No Brasil, Ramos & Pessoa (2019) analisaram a composição e a variação da poluição por plásticos em praias do Litoral norte da Paraíba, demonstrando que fatores como atividade humana e padrões de marés influenciam diretamente a distribuição desses resíduos. Além disso, pesquisas realizadas por Amorim et al. (2020) reportam a ingestão de microplásticos por diferentes fases ontogenéticas dos peixes, indicando que juvenis apresentam maior taxa de ingestão devido o que evidencia a bioacumulação desses contaminantes na cadeia alimentar. Mascarenhas et al. (2020) enfatizam a necessidade de estratégias de mitigação, pois a presença de lixo marinho em áreas de reprodução de tartarugas no nordeste brasileiro

representa um risco para o sucesso reprodutivo dessas espécies, demandando ações de gestão costeira urgentes e integradas. O impacto dessa poluição por plásticos e microplásticos reverbera de forma sistêmica na fauna e flora, afetando diferentes níveis tróficos. No ambiente bentônico, por exemplo, invertebrados e moluscos sofrem impactos diretos, uma vez que a ingestão de fragmentos plásticos é influenciada pelo tamanho, forma e tipo de polímero disponível no sedimento (LOTS et al., 2017). Além disso, a bioacumulação desses resíduos atinge a base da cadeia alimentar, como o zooplâncton marinho, gerando efeitos adversos e reduzindo a sua viabilidade (BOTTERELL et al., 2019), o que compromete a alimentação de aves marinhas e peixes predadores que dependem desses ecossistemas equilibrados para sobrevivência e forrageamento (WRIGHT et al., 2013).

A poluição por microplásticos também tem sido investigada em sistemas de aquicultura, como demonstrado por Le et al. (2021), que relataram a presença desses contaminantes em sedimentos de viveiros de aquicultura em Hanói, Vietnã. Segundo os pesquisadores, os microplásticos podem comprometer a qualidade da água e afetar o desenvolvimento dos organismos cultivados, representando um risco para a sustentabilidade da produção até em um ambiente aquático super controlado.

Perante a crescente preocupação ambiental, a poluição por microplásticos demanda esforços contínuos de monitoramento, regulamentação e mitigação de seus impactos. Estudos como os de Ferreira et al. (2017) apontam que fatores como as fases da lua influenciam a abundância de espécies na zona de arrebentação, o que pode interferir na exposição de organismos a esses contaminantes. No contexto brasileiro, Ramos & Pessoa (2019) analisaram os impactos ambientais da poluição plástica em praias urbanas de Cabedelo-PB, reforçando a importância da implementação de políticas públicas voltadas para a redução do descarte inadequado de resíduos.

Diante do exposto e da escassez de estudos sobre o tema na região, o presente estudo teve como objetivo avaliar e caracterizar o micro lixo no sedimento de praias de Cabedelo-PB, além de compreender a sua dinâmica em termos de variação espacial e temporal ao longo das áreas estudadas. Analisou-se a composição, abundância, cores e formas dos materiais, comparando padrões entre praias e períodos de coleta para discutir fatores ambientais e antrópicos na sua distribuição. Sendo assim, é essencial a implementação de ações voltadas à conservação dessas áreas.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi conduzida em seis praias localizadas no município de Cabedelo, Paraíba, Brasil (**Fig.1**) . Uma região que se destaca por suas características naturais, como águas claras, conectividade com o estuário e abrigar uma grande diversidade peixes e crustáceos, os quais tornam esse litoral uma área de grande importância comercial para a pesca e turismo.(Ferreira et al., 2017; Ramos & Pessoa, 2019). Cabedelo apresenta uma área territorial de 29,87 km², com uma população estimada em 66.519 habitantes, de acordo com dados do IBGE (2022). Reconhecida pelo seu potencial turístico e pela relevância como cidade portuária, Cabedelo possui um clima tropical, favorecendo o fluxo contínuo de visitantes interessados em suas praias de águas quentes e cristalinas . Ao todo, o litoral de Cabedelo possui seis praias, as quais foram analisadas por este estudo: Praia de Intermares, Ponta de Campina, Poço, Camboinha, Formosa e Miramar. A Praia de Intermares destaca-se pela sua dinâmica de média a alta energia, sendo o principal ponto de prática esportiva (surf) do município. Paralelamente, constitui-se como área de relevante interesse ecológico por ser um dos principais pontos de nidificação de tartarugas marinhas no estado da Paraíba. A Praia

de Camboinha serve como porta de entrada para o Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, onde a dinâmica das marés expõe um banco de arenito que atrai intenso fluxo de visitantes para interação com a biodiversidade recifal em períodos de baixa-maré (SUDEMA, 2022). As praias localizadas no setor central de Cabedelo, como Ponta de Campina e Poço, apresentam um regime de ondas de baixa energia, protegidas por barreiras recifais, o que lhes confere águas calmas e mornas, propícias para o banho de mar e o lazer de famílias. Já a Praia Formosa combina beleza natural com infraestrutura turística, sendo uma opção popular para quem busca conforto e lazer. Miramar, é a última praia ao norte, possui áreas de menor e maior energia, além de se encontrar adjacente ao estuário do Rio Paraíba, do qual recebe influência durante o período de inverno e próximo ao porto marítimo (Amorim et al. 2020) .

2.2.Amostragem

A amostragem foi realizada no sedimento na faixa de areia das seis praias do município de Cabedelo, Paraíba, Brasil. Para tal, 6 amostras aleatórias foram obtidas na zona entre marés, em cada praia, mensalmente, no período de outubro de 2023 a março de 2024, totalizando 216 amostras. A metodologia adotada segue protocolos recomendados para estudos de microplásticos em sedimentos costeiros, conforme descrito por Lots et al. (2017) em sua investigação sobre a contaminação por microplásticos em praias europeias. Cada amostra foi coletada utilizando um tubo core de 100 mm de diâmetro e 150 mm de comprimento, que foi inserido completamente no sedimento para garantir a representatividade da amostra, e o material extraído foi separado, etiquetado e transportado ao Laboratório de Oceanografia do IFPB - Campus Cabedelo para análise.

2.3. Processo Laboratorial

O monitoramento e a análise da contaminação por microplásticos exigem protocolos padronizados para garantir precisão nos resultados. As diretrizes do Programa das Nações Unidas Para o Meio Ambiente (UNEP 2019) recomendam metodologias como flotação por densidade, filtração a vácuo e identificação microscópica, sendo amplamente aplicadas em estudos recentes. Em laboratório, cada amostra passou por um processo de secagem em estufa a 60°C por 24 horas e foi posteriormente peneirada em malha metálica de 1 mm, seguindo as recomendações de Phuong et al. (2021). Os resíduos retidos na peneira foram classificados por características físicas, mas ainda são considerados microlixo devido às suas dimensões reduzidas (< 5 mm) e impacto ambiental. Após esse processo, uma subamostra na alíquota de 100 g do sedimento peneirado foram separadas de cada amostra e inseridas em solução hipersalina na concentração de 333g de NaCl para cada litro de água destilada. Em seguida, o sedimento era misturado a solução com um bastão de vidro por 3 minutos para facilitar a suspensão dos fragmentos leves, e a amostra permaneceu em repouso por 30 minutos para permitir a separação dos fragmentos de micro lixo por diferença de densidade, técnica amplamente utilizada para a extração de microplásticos de sedimentos costeiros. O material suspenso foi então filtrado por meio de um sistema de filtração composto de kitassato, funil de cerâmica, bomba de vácuo e papel filtro faixa preta. Após a filtração, cada papel filtro foi seco em estufa a 60° por 24h, e em seguida, seguiu para a análise em microscópio estereoscópico (40x).

2.4. Identificação e classificação

Os fragmentos identificados foram classificados quanto ao tipo (microplásticos ou outros resíduos antropogênicos), cor e forma (filamento, fragmento, esferas, etc.), contados e mensurados em seu maior comprimento(mm) utilizando uma retícula micrométrica adaptada

e calibrada no microscópio estereoscópico (30x).

2.5. Análise dos dados

Por fim, foram calculados os valores médios ($\pm$ DP) de densidade (itens/m²), permitindo uma análise quantitativa da distribuição de microplásticos nas praias estudadas. A abordagem utilizada neste estudo segue padrões metodológicos estabelecidos em pesquisas internacionais sobre microplásticos em ambientes costeiros, contribuindo para a compreensão da dispersão e características desses contaminantes em ecossistemas tropicais.

Para investigar variações temporais e espaciais na abundância de detritos marinhos, a ANOVA de duas vias foi utilizada para avaliar diferenças significativas entre os fatores praias e meses (Quinn and Keough, 2002). Previamente à execução das análises, os dados passaram por uma transformação Box-Cox com o intuito de otimizar a normalidade da distribuição (Box e Cox, 1964), enquanto a homocedasticidade foi avaliada por meio do teste de Levene. Nas situações em que foram constatadas discrepâncias significativas, utilizou-se o teste de comparações múltiplas de Bonferroni. Todo o processamento estatístico foi executado por meio do ambiente computacional R versão 3.2.2 (R Core Team, 2015), adotando-se 5% de nível de significância.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização geral da avaliação

A distinção desses fragmentos coletados nas praias de Cabedelo revela um cenário de contaminação em abundância dominado por micro-resíduos em estágios avançados de degradação. Essa alta densidade de detritos amostrada na linha de costa não se distribui de forma isolada; ao contrário, a realidade local diagnosticada em Cabedelo converge com os

achados macroestruturais de Ivar do Sul *et al.* (2014) para o nordeste brasileiro. Os autores apontam que o acúmulo e a distribuição espacial de detritos na região estão intrinsecamente ligados a vetores sinérgicos, tais como o crescimento urbano desordenado, a hidrodinâmica local e o aporte fluvial de bacias hidrográficas antropizadas. Assim, o expressivo volume de 7.423 fragmentos reflete o papel dessas praias como zonas de deposição final de resíduos terrestres e marinhos sob forte influência antrópica.

A análise da variável *cor* demonstrou uma predominância da tonalidade preto (62,5%), seguidos de branco (19,5%) e azul (12,6%). As demais cores apresentaram percentuais iguais ou inferiores a 1%, destacando-se em laranja, transparente, verde, rosa, marrom, amarelo, vermelho, roxo e cinza (**Fig. 2**). Além disso, a caracterização cromática revelou uma particularidade importante: a predominância da coloração preta (62,5%) foi identificada majoritariamente como carvão. Esse dado atua como um forte indicador de uso do solo e pressão antrópica na região, apontando para um aporte significativo de resíduos de combustão derivados de atividades recreativas na faixa de areia, descarte de quiosques locais ou queima de biomassa nas proximidades. Conforme discutido por Eriksen *et al.* (2014) ao analisarem a dispersão de resíduos antrópicos, assinaturas cromáticas específicas na zona costeira funcionam como rastreadores de pressões antropogênicas localizadas. Esse diagnóstico em Cabedelo é reforçado pelos estudos de Ramos & Pessoa (2019) sobre resíduos em praias turísticas do nordeste, os quais destacam que resíduos de combustão e detritos escuros são subprodutos frequentes do uso recreativo desordenado e da infraestrutura comercial instalada diretamente na faixa de areia.

No parâmetro *forma*, observou-se que fragmento (41,9%) e fibra/filamento (41,1%) foram os mais representativos, seguidos por pelete (16,8%) e espuma inferior a 1% (**Fig. 3**). A predominância de fibras e fragmentos indica que os resíduos passam por processos de fragmentação, tornando-se partículas menores e mais dispersas no ambiente, o que aumenta o

risco de interação com organismos aquáticos. Essa dominância de fibras (**Fig. 4**) segue a linha de base global para sedimentos costeiros próximos a áreas urbanizadas. De acordo com Lots *et al.* (2017), as fibras sintéticas figuram entre os poluentes mais ubíquos em substratos marinhos globalmente, sendo derivadas principalmente de efluentes de lavagem doméstica de roupas e da degradação física de cabos e redes. No contexto do litoral de Cabedelo, esse índice indica que a contaminação por microfibras é alimentada tanto pelo descarte difuso na zona costeira quanto pela descarga de sistemas de esgotamento sanitário urbanos que deságuam nas proximidades. Adicionalmente, essa tendência de predominância de formas filamentosas e fragmentadas em praias estuarinas e urbanas é corroborada por Browne *et al.* (2011), que demonstraram mundialmente que a proporção de microfibras em praias arenosas correlaciona-se diretamente com a densidade populacional humana e com as descargas de esgoto doméstico adjacentes, validando o panorama observado no litoral de Cabedelo.

Quanto ao *tipo de lixo*, os resultados apontam para uma maior ocorrência do tipo fragmentos de Náilon, com 2.992 itens, seguido por madeira beneficiada (*i.e.* carvão) 2.532, e plástico 1.846. Os demais materiais como papel, poliuretano, metal e vidro somando totalizando 53 itens (**Fig. 5**). Essa composição demonstra a presença significativa de materiais de difícil degradação e alta persistência ambiental, como o isopor e os polímeros sintéticos, além de resíduos de origem antrópica como madeira e metal. A elevada prevalência de Náilon e a presença de peletes sugerem uma forte influência de atividades antrópicas locais, particularmente das pescarias comercial e artesanal. Como o Náilon é o polímero base para a confecção de linhas, redes e demais apetrechos de pesca, esse expressivo volume direciona o diagnóstico para a realidade socioeconômica de Cabedelo, município que possui uma forte identidade pesqueira, marcada pela expressiva atuação de pescadores locais e colônias de pesca artesanal ao longo de sua costa e estuário. O desgaste natural, a perda acidental ou o

descarte deliberado desses materiais de trabalho por parte das frotas locais funcionam como fontes contínuas e diretas desse polímero sintético na zona entremarés, agravando o passivo ecológico da região. Estudos conduzidos por Ramos & Pessoa (2019) indicam que essas praias enfrentam severos desafios ambientais decorrentes da urbanização e do turismo. Tais impactos antrópicos manifestam-se predominantemente através do acúmulo de lixo marinho e sua consequente ingestão pela biota local (AMORIM et al., 2020).

Esse aporte contínuo de polímeros sintéticos e peletes pré-consumo reforça o estado de vulnerabilidade ambiental similar às zonas de acumulação descritas por Eriksen *et al.* (2014). Além disso, essa dinâmica de contaminação por petrechos fantasmas (*ghost fishing*) e fragmentos de Náilon decorrentes da subsistência e da economia pesqueira é amplamente documentada por Macfadyen *et al.* (2009), que alertam para a persistência e a onipresença global desses materiais derivados da pesca abandonados em ecossistemas costeiros frágeis, evidenciando a necessidade de estratégias de manejo voltadas à gestão dos resíduos da pesca local.

Ao analisar o microlixo em termos de tamanho pôde-se observar que a maior parte das partículas de lixo marinho coletadas possui dimensões bastante reduzidas. O intervalo entre o tamanho mínimo de 0,02 mm e o máximo de 5,0 mm concentra a maior frequência de registros, com destaque para o valor entre 0,5 mm e 1,0 mm, que alcança aproximadamente 2400 observações (**Fig. 6**). A partir desse ponto, verifica-se uma diminuição gradual na quantidade de ocorrências conforme o tamanho das partículas aumenta, sendo pouco frequentes aquelas superiores a 2,0 mm. Ainda assim, há uma leve elevação na frequência em torno de 3,0 mm, configurando um segundo pico, embora menos expressivo. A média dos comprimentos foi de 1,42 mm, com desvio padrão de aproximadamente $\pm 0,99$ mm, indicando uma dispersão considerável em torno da tendência central. De modo geral, os resultados

demonstram uma distribuição assimétrica, marcada pela predominância de fragmentos pequenos, o que caracteriza a composição do material analisado como majoritariamente formada por partículas de baixa granulometria.

Esta distribuição granulométrica observada, com média de 1,42 mm e pico em 0,5 mm, indica um elevado grau de fragmentação secundária. Este padrão é condizente com os processos descritos por Andrady (2011), que enfatiza que ambientes costeiros tropicais, caracterizados por sol forte e calor intenso, aceleram a degradação foto-oxidativa dos polímeros, convertendo macrolásticos em partículas microscópicas de alta persistência. Em termos de impacto biológico, o tamanho reduzido dessas fibras e fragmentos impõe um grave risco ecológico devido à sua elevada biodisponibilidade. Conforme revisado por Botterell *et al.* (2019), o tamanho da partícula é um fator crítico para a ingestão pelo zooplâncton marinho, uma vez que partículas na faixa de 0,5 mm estão dentro da classe de tamanho ideal para ingestão por organismos de níveis tróficos inferiores, podendo causar danos físicos e bloqueios no trato digestório.

Essa ameaça à fauna de Cabedelo é reforçada pelo trabalho de Amorim *et al.* (2020), que documentaram a ingestão de micropartículas por juvenis de peixes (*Stellifer brasiliensis*) no nordeste do Brasil. O tamanho das partículas ingeridas reportado em seu estudo (aprox. 1,4 mm) coincide com o comprimento médio identificado em nossa amostragem (1,42 mm). Essa sobreposição granulométrica encontra amparo teórico nos modelos ecológicos de Wright *et al.* (2013), que discutem como os micro-resíduos de baixa granulometria mimetizam o tamanho do plâncton natural, promovendo taxas elevadas de ingestão errônea por organismos filtradores e juvenis de peixes, resultando em subnutrição e bioacumulação na teia trófica local.

3.2. Variação Temporal e Espacial

Quando analisado variações na abundância dos itens encontrados, o total geral de detritos acumulados, o teste estatístico não indicou diferenças significativas para os fatores praia ($p = 0,168$), mês ($p = 0,231$) ou para a interação entre praia e mês ($p = 0,681$). Esta ausência de significância estatística se deve à grande variação nos dados de campo (grandes erros-padrão), o que mostra que a deposição de resíduos ocorre de forma irregular e em pulsos nas praias estudadas (**Fig. 7**). Essa dinâmica de deposição heterogênea e intermitente reflete o comportamento complexo dos resíduos sólidos em ambientes costeiros, onde fatores hidrodinâmicos, ventos e marés atuam como vetores de transporte imprevisíveis, conforme amplamente discutido por Browne *et al.* (2011) e Cole *et al.* (2011). Apesar disso, em termos absolutos, a praia Formosa se destacou com as maiores quantidades de detritos, apresentando médias superiores a 60 unidades nos meses de outubro e novembro, enquanto as praias Intermares e Miramar mostraram uma tendência nítida de aumento no acúmulo de resíduos em direção aos meses finais do ano (novembro e dezembro) (**Fig. 7**).

O plástico foi o item predominante e esteve presente em todas as praias e meses amostrados, com a ANOVA de duas vias confirmando que sua abundância diferiu significativamente entre as praias ($F_{(5, 180)} = 3,87$; $p = 0,002$) e entre os meses ($F_{(5, 180)} = 4,65$; $p = 0,0005$), sem efeito significativo para a interação entre os fatores ($p = 0,475$). A onipresença e a dominância absoluta do plástico nas amostragens alinham-se com o diagnóstico global de Thompson *et al.* (2004) e Eriksen *et al.* (2014) sobre a persistência desse material nos oceanos, além de reforçar o panorama regional mapeado por Ramos & Pessoa (2019), que aponta o plástico como o principal contaminante das praias nordestinas. O maior pico de plástico ocorreu na praia Formosa no mês de novembro (média próxima a 40 unidades) e a praia Intermares também chamou a atenção por sair de níveis quase nulos em março e disparar em novembro e dezembro (**Fig. 7**). Para o isopor, o teste indicou um efeito significativo para o fator mês ($p = 0,021$) e uma interação significativa entre praia e mês ($F_{(25,$

$_{180}) = 1,77$; $p = 0,017$), provando que sua variação mensal depende da praia avaliada, o que explica os picos isolados na praia Camboinha em outubro e na praia Miramar em outubro e novembro (Figura 5). A fragmentação de plásticos maiores e o descarte de materiais de pesca e caixas térmicas comerciais explicam esses picos localizados de isopor (poliestireno expandido), um polímero de alta fluatibilidade cuja retenção sedimentar varia severamente dependendo da morfologia da praia e do vento local (TURRA *et al.*, 2014; ANDRADY, 2011).

A categoria madeira esteve distribuída por todas as praias, mas não apresentou diferenças estatísticas significativas para praia ($p = 0,103$), mês ($p = 0,635$) ou para a interação ($p = 0,634$), embora o maior pico visual tenha ocorrido na praia Intermares em novembro e dezembro (**Fig. 7**). O nylon apresentou um comportamento crônico e uniforme na área de estudo, sem variações significativas para praia ($p = 0,468$), mês ($p = 0,995$) ou interação ($p = 0,454$), destacando-se numericamente na praia Camboinha nos meses de dezembro a março e na praia Miramar com um pico em outubro (**Fig. 7**). Esta distribuição crônica e homogênea do nylon sugere uma pressão antrópica contínua oriunda de atividades pesqueiras na região. Conforme alertado por Macfadyen, Huntington e Cappell (2009), o descarte voluntário ou a perda acidental de petrechos de pesca (redes e linhas de nylon) constituem uma fonte cronológica de poluição invisível que afeta diretamente a macrofauna e as praias adjacentes, independentemente da sazonalidade turística.

Por fim, o papel e o vidro representaram as menores frações coletadas; o papel apresentou variação significativa apenas para o fator mês ($F_{(5, 180)} = 2,33$; $p = 0,043$), influenciado por um pico na praia Camboinha em outubro, enquanto o vidro foi o material mais raro, sem nenhuma diferença estatística significativa devido à presumível quantidade de valores nulos ($p = 0,46$), registrando presença expressiva apenas na praia de Camboinha em março (**Fig. 7**). A baixa representatividade e a raridade do papel e do vidro no sedimento

podem ser explicadas por suas características físicas intrínsecas e guias de monitoramento (UNEP, 2019) enquanto o papel possui rápida degradação e dissolução na zona entremarés, o vidro, devido à sua alta densidade, tende a afundar rapidamente e se depositar nas zonas sub litorâneas profundas em vez de flutuar ou se acumular na linha de costa de praias arenosas (Ramos & Pessoa, 2019).

4. Conclusão

Os resultados obtidos a partir do diagnóstico das seis praias de Cabedelo-PB evidenciam que o microlixo marinho não é um problema ambiental abstrato na região, mas sim um passivo ecológico concreto, crônico e de alta densidade no sedimento costeiro. A expressiva amostragem de 7.423 fragmentos revela uma realidade preocupante: a zona entremarés do município atua como um compartimento de deposição final para resíduos de degradação secundária, caracterizados predominantemente por sua baixa granulometria (média de 1,42 mm). Essa característica física, somada à dominância de fragmentos e microfibras sintéticas, insere o ecossistema local em um cenário de vulnerabilidade trófica, dado que o tamanho dessas partículas coincide milimetricamente com a faixa de forrageamento de organismos da base da cadeia alimentar e juvenis de peixes já documentados no Nordeste.

A assinatura cromática e a composição do material coletado funcionam como um rastreador real das pressões antrópicas que moldam o uso do solo em Cabedelo. De um lado, o volume massivo de náilon identificado aponta para a forte influência da pesca artesanal e comercial, indicando que a perda ou o descarte de petrechos de pesca constitui uma contribuição contínua e homogênea ao longo do ano. De outro, a elevada ocorrência de carvão (madeira beneficiada) e os picos de plástico e isopor associados a praias de intenso uso turístico, como a Praia Formosa, Intermares e Camboinha, especialmente nos meses que

antecedem e compreendem a alta temporada escancaram os impactos do turismo desordenado e do manejo ineficiente de resíduos comerciais na faixa de areia.

Embora a flutuação irregular e intermitente do total de detritos (confirmada pela ausência de significância estatística global na interação espaço-temporal) reforce a complexidade hidrodinâmica e o transporte por pulsos climáticos em praias arenosas, a onipresença dos polímeros plásticos em todas as campanhas confirma a perenidade da contaminação.

Diante do exposto, os dados gerados por este estudo mitigam a escassez de informações científicas sobre o microlixo no litoral norte paraibano e fornecem a contribuição de práticas indispensáveis para a gestão ambiental. Fica evidente que a conservação de áreas ecológicas sensíveis, como os locais de desova de tartarugas em Intermares e as formações recifais de Areia Vermelha acessadas por Camboinha, depende urgentemente de políticas públicas integradas. Recomenda-se a implementação de planos de monitoramento contínuo da qualidade do sedimento, a fiscalização ativa do descarte de resíduos por quiosques e banhistas, e programas de governança pesqueira que incentivem o manejo correto de redes e linhas de náilon descartadas, assegurando a sustentabilidade das atividades socioeconômicas e a integridade da biodiversidade costeira de Cabedelo.

5. Referências

Amorim ALA, Ramos JAA, Nogueira Júnior M. Ingestion of microplastic by ontogenetic phases of *Stellifer brasiliensis* (Perciformes, Sciaenidae) from the surf zone of tropical

- beaches. *Mar Pollut Bull.* 2020 Sep;158:111214. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111214. Epub 2020 Jun 20. PMID: 32568074.
- Andrady AL. Microplastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull.* 2011 Aug;62(8):1596-605. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030. Epub 2011 Jul 13. PMID: 21742351.
- Arthur, C.; Baker, J.; Bamford, H. (ed.), 2009. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. Silver Spring, MD: NOAA Technical Memorandum.
- Botterell ZLR, Beaumont N, Dorrington T, Steinke M, Thompson RC, Lindeque PK. Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environ Pollut.* 2019 Feb;245:98-110. doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.065. Epub 2018 Oct 17. PMID: 30415037.
- Box, G.E.P., Cox, D.R., 1964. An analysis of transformations. *J. R. Stat. Soc. B* 26, 211–252.
- Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, Thompson R. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ Sci Technol.* 2011 Nov 1;45(21):9175-9. doi: 10.1021/es201811s. Epub 2011 Oct 4. PMID: 21894925.
- Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Mar Pollut Bull.* 2011 Dec;62(12):2588-97. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025. Epub 2011 Oct 14. PMID: 22001295.
- D'ANTONIO, Vanildo J. Assis; SILVA FILHO, João Inácio da; BARRELLA, Walter; PEREIRA, Camilo Dias Seabra. Análise ecológico-quantitativa do microlixo de uma praia de Santos (SP): uma presença indesejável e imperceptível nas areias das praias. **Revista Ceciliana**, Santos, v. 4, n. 2, p. 35-43, dez. 2012. ISSN 2175-7224. Disponível em: <http://www.unisanta.br/revistaceciliana>.

- Eriksen M, Lebreton LC, Carson HS, Thiel M, Moore CJ, Borerro JC, Galgani F, Ryan PG, Reisser J. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One*. 2014 Dec 10;9(12):e111913. doi: 10.1371/journal.pone.0111913. PMID: 25494041; PMCID: PMC4262196.
- Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE), 2022. Cabedelo (PB). Rio de Janeiro.
- Ivar do Sul JA, Costa MF, Silva-Cavalcanti JS, Araújo MC. Plastic debris retention and exportation by a mangrove forest patch. *Mar Pollut Bull*. 2014 Jan 15;78(1-2):252-7. doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.11.011. Epub 2013 Dec 7. PMID: 24321881.
- Le, N. D., Hoang, T. T. H., Duong, T. T., Lu, X., Pham, T. N. M., Phung, T. X. B., Lê, T. M. H., Duong, T. H., Nguyen, T. D., & Le, T. P. Q. (2022). First observation of microplastics in surface sediment of some aquaculture ponds in hanoi city, vietnam. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 6, 100061. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100061>
- Lots FAE, Behrens P, Vijver MG, Horton AA, Bosker T. A large-scale investigation of microplastic contamination: Abundance and characteristics of microplastics in European beach sediment. *Mar Pollut Bull*. 2017 Oct 15;123(1-2):219-226. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.08.057. Epub 2017 Oct 12. PMID: 28893402.
- Macfadyen, G.; Huntington, T.; Cappell, R. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. UNEP Regional Seas Reports and Studies, n. 185; FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 523. Rome: UNEP/FAO, 2009.
- Phuong, N. N. et al. 2021. Highlights from a review of microplastics in marine sediments. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146225>
- Quinn, G.R., Keough, M.J., 2002. *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press, Cambridge.

- Ramos, J.A.A., Pessoa, W.V.N., 2019. Fishing marine debris in a northeast Brazilian beach: composition, abundance and tidal changes. *Mar. Pollut. Bull.* 142, 428–432. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.002>.
- R Core Team, 2015. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Sudema. Plano de Manejo das Unidades de Conservação Estaduais, 2022. João Pessoa: Superintendência de Administração do Meio Ambiente.
- Thompson, R.C., Olsen, Y., Mitchell, R.P., Davis, A., Rowland, S.J., John, A.W.G., McGonigle, D., Russell, A.E., 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science* 304, 838.
- Turra A, Manzano AB, Dias RJ, Mahiques MM, Barbosa L, Balthazar-Silva D, Moreira FT. Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. *Sci Rep.* 2014 Mar 27;4:4435. doi: 10.1038/srep04435. PMID: 24670631; PMCID: PMC3967197.
- UNEP - United Nations Environment Programme, 2019.Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean. [S. l.]: GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.
- Wright SL, Thompson RC, Galloway TS. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environ Pollut.* 2013 Jul;178:483-92. doi: 10.1016/j.envpol.2013.02.031. Epub 2013 Mar 29. PMID: 23545014.

6. Lista de figuras e legendas

Fig. 1. Imagem de satélite das praias de Cabedelo, local da área de estudo. Fonte: Google earth. 35

Fig. 2. Proporção cromática do microlixo encontrado em sedimentos de praias de Cabedelo. Nota-se a forte predominância de fragmentos de cor preta (62,54%), seguidos pelas colorações branca (19,47%) e azul (12,61%), sugerindo potenciais fontes específicas de introdução ou processos diferenciados de descoloração e degradação de macroplásticos locais. 36

Fig. 3. Distribuição percentual das diferentes morfologias (formas) do microlixo encontrado em sedimentos de praias de Cabedelo. Nota-se a relevância de fragmentos (41,92%) e fibras/filamentos (41,10%), indicando possíveis dinâmicas de fragmentação e transporte hidrodinâmico na região. 37

Fig. 4. Fotografia microscópica de microlixos. 38

Fig. 5. Composição e tipologia dos materiais identificados em sedimentos de praias de Cabedelo. Os dados em frequência absoluta destacam a forte abundância de fragmentos de nylon (2.992itens) e resíduos de madeira/carvão (2.532 itens), seguidos por detritos plásticos (1.846 itens), evidenciando a influência direta de atividades antrópicas específicas na área costeira. 39

Fig. 6. Distribuição de frequência por classes de tamanho (mm) do microlixo encontrado em sedimentos de praias de Cabedelo. O eixo horizontal indica os intervalos de tamanho das partículas amostradas, evidenciando a predominância de detritos na faixa de 0,5 a 1,0 mm. 40

Fig. 7. Média $\pm$ D. P. da abundância de Plástico, Isopor, Madeira, Nylon, Papel, Vidro e Total de itens obtidos em cada praia (Poço; CAMB: Camboinha; FORM: Formosa; INTE: Intermares; MIRA: Miramar; PONT: Ponta de Campina) nos meses estudados. 41

7. Figuras

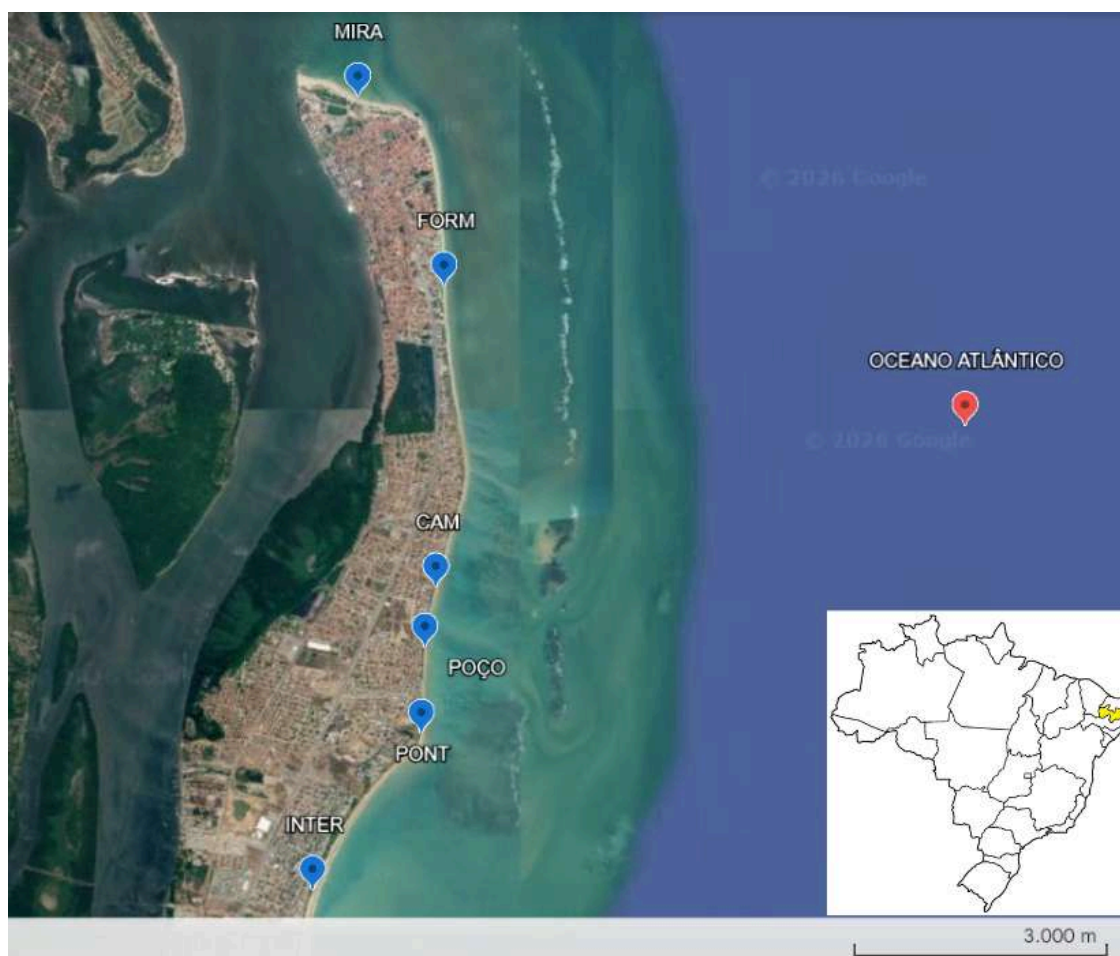


Fig. 1.

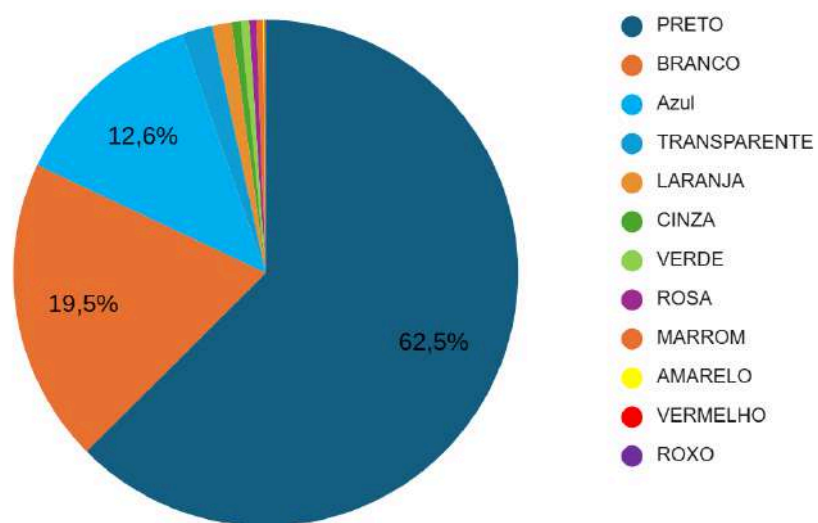


Fig. 2.

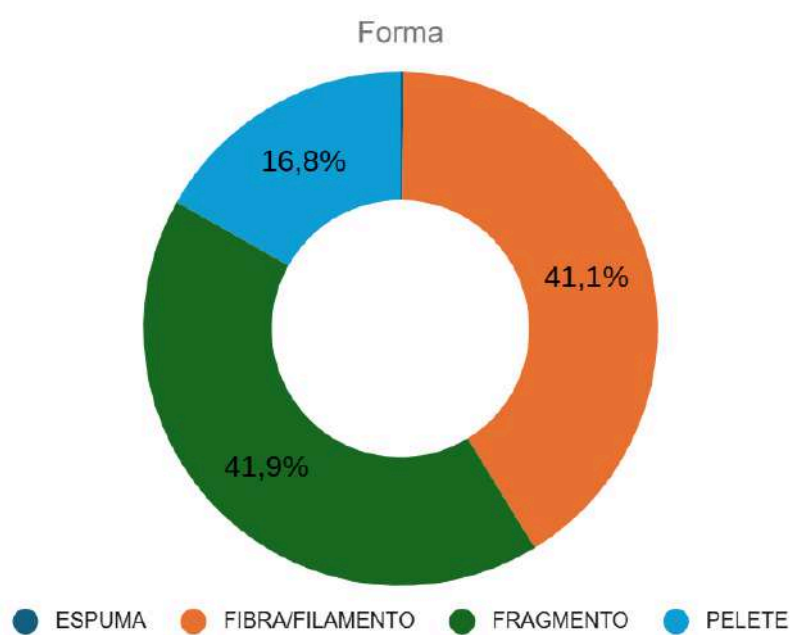


Fig. 3.

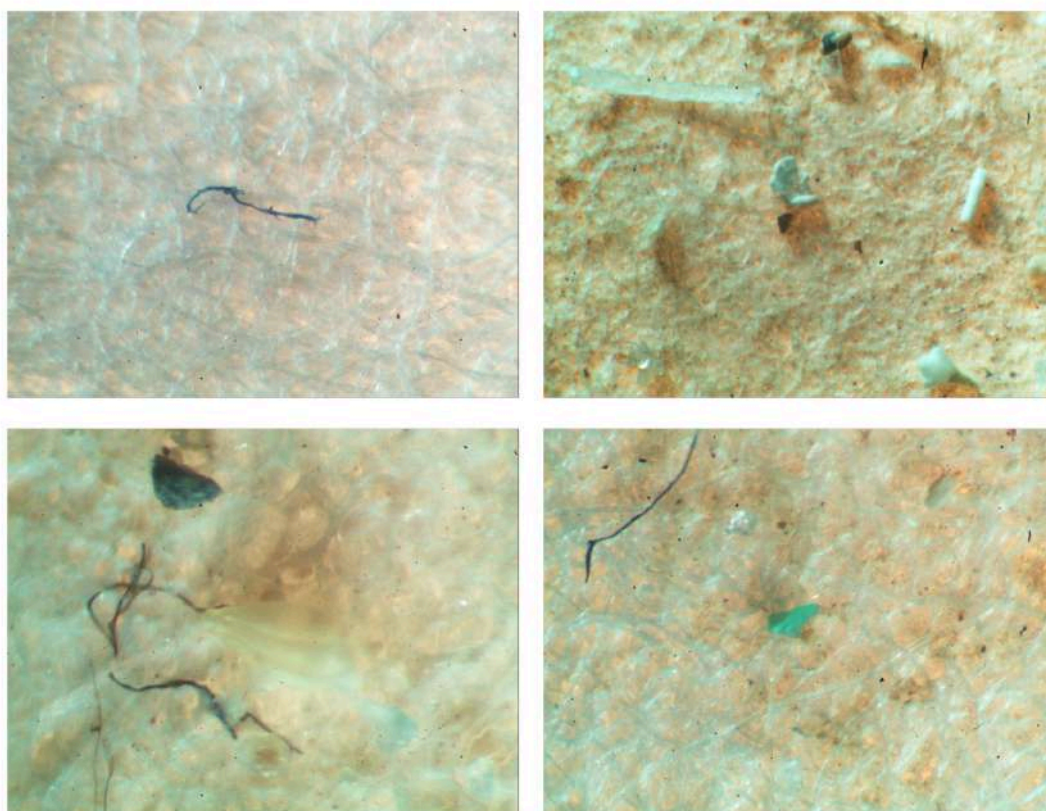


Fig. 4.



Fig. 5.

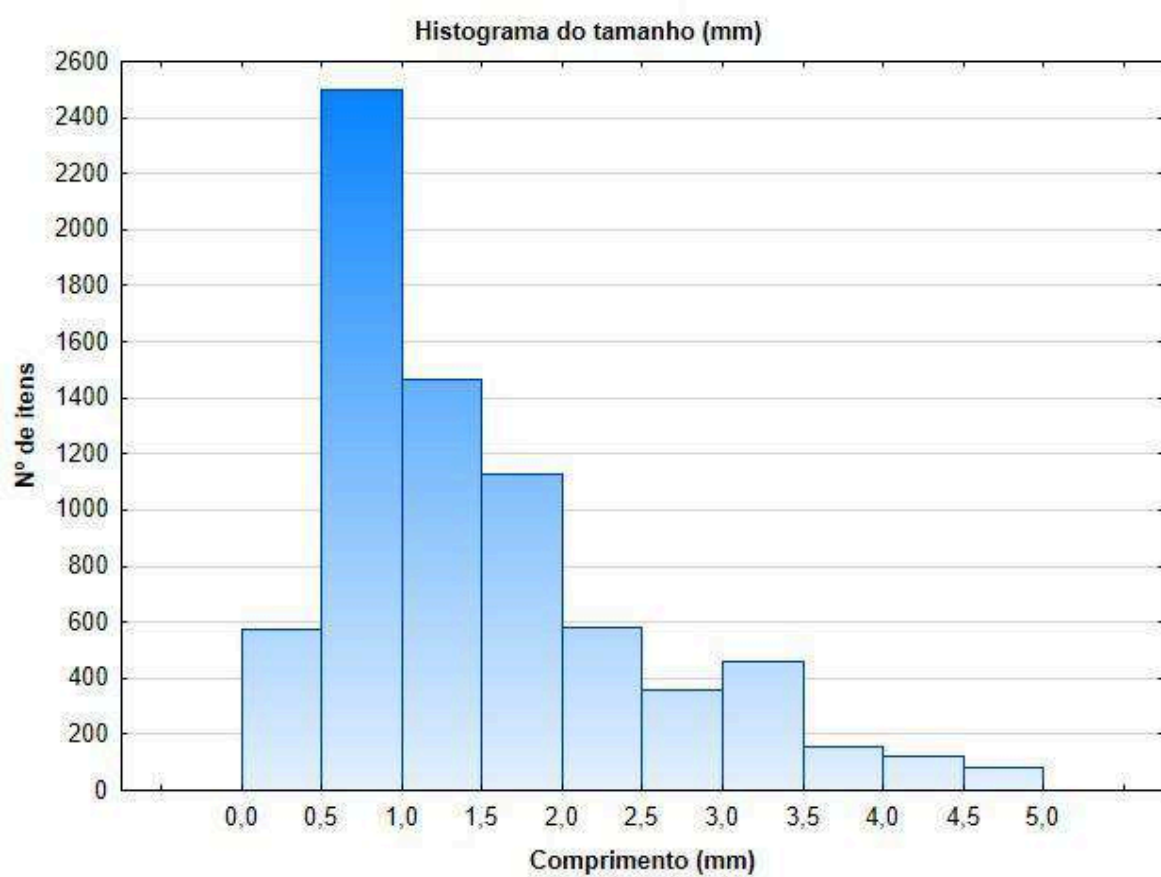


Fig. 6.

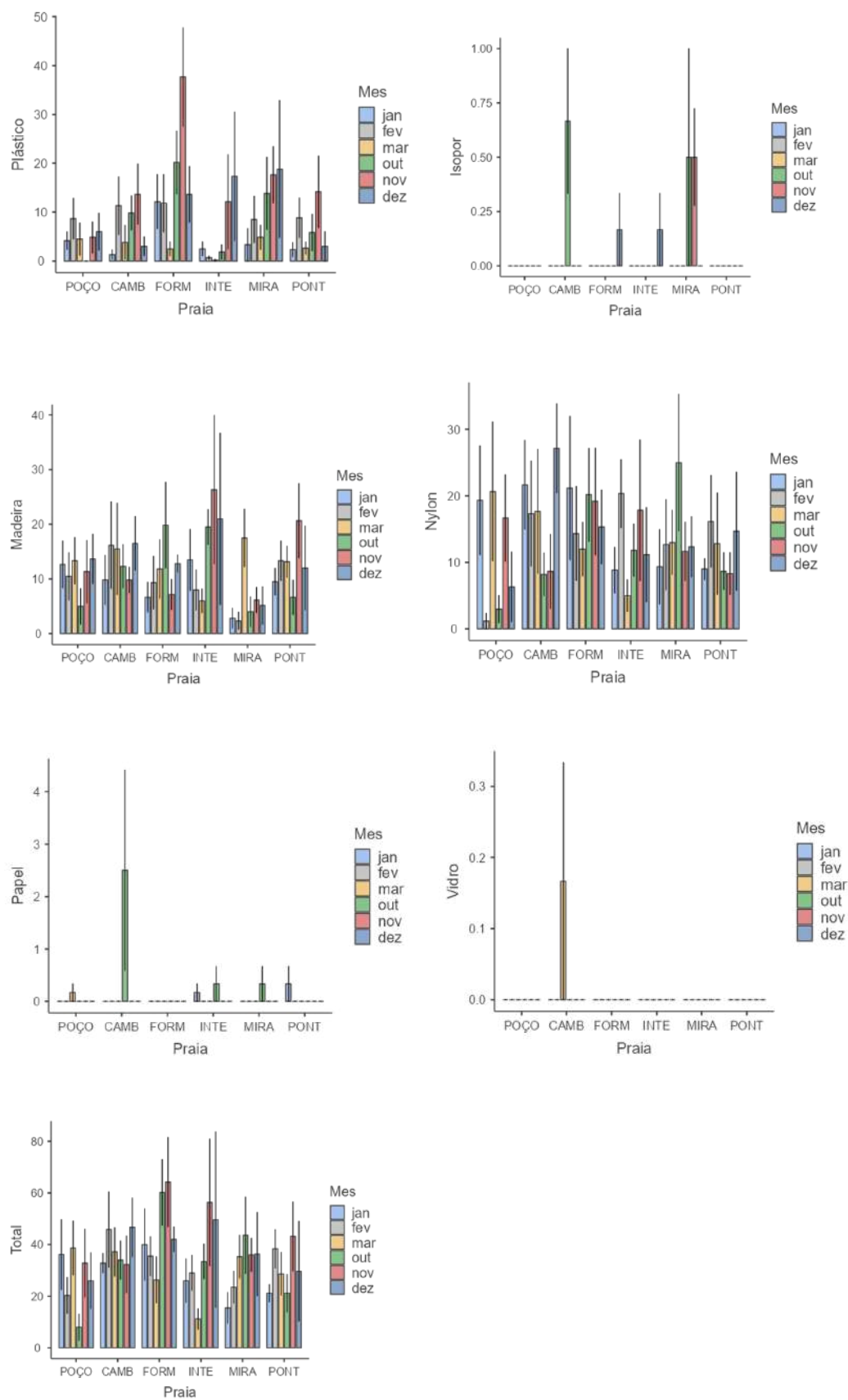


Fig. 7.

8. Normas da revista Marine Pollution Bulletin

Writing and formatting

File format

We ask you to provide editable source files for your entire submission (including figures, tables and text graphics). Some guidelines:

- Save files in an editable format, using the extension .doc/.docx for Word files and .tex for LaTeX files. A PDF is not an acceptable source file.
- Format Word files in a single-column layout. Double-column formatting is only permitted for LaTeX submissions.
- Remove any strikethrough and underlined text from your manuscript, unless it has scientific significance related to your article.
- Use spell-check and grammar-check functions to avoid errors.

We advise you to read our [Step-by-step guide to publishing with Elsevier](#).

LaTeX

We encourage you use our [LaTeX template](#) when preparing a LaTeX submission. You will be asked to provide all relevant editable source files upon submission or revision.

Support for your LaTeX submission:

- [LaTeX submission instructions and templates](#)
- Journal Article Publishing Support Center [LaTeX FAQs and support](#)
- Researcher Academy's [Beginners' guide to writing a manuscript in LaTeX](#)

Title page

You are required to include the following details in the title page information:

- Article title. Article titles should be concise and informative. Please avoid abbreviations and formulae, where possible, unless they are established and widely understood, e.g. DNA.
- Author names. Provide the given name(s) and family name(s) of each author. The order of authors should match the order in the submission system. Carefully check that all names are accurately spelled. If needed, you can add your name between parentheses in your own script after the English transliteration.
- Affiliations. Add affiliation addresses, referring to where the work was carried out, below the author names. Indicate affiliations using a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the corresponding address. Ensure that you provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the email address of each author.
- Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence for your article at all stages of the refereeing and publication process and also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about your results, data, methodology and materials. It is important that the email address and contact details of your corresponding author are kept up to date during the submission and publication process.
- Present/permanent address. If an author has moved since the work described in your article was carried out, or the author was visiting during that time, a "present address" (or "permanent address") can be indicated by a footnote to the author's name. The address where the author carried out the work must be retained as their main affiliation address. Use superscript Arabic numerals for such footnotes.

Abstract

You are required to provide a concise and factual abstract which does not exceed 250 words.

The abstract should briefly state the purpose of your research, principal results and major conclusions. Some guidelines:

- Abstracts must be able to stand alone as abstracts are often presented separately from the article.
- Avoid references. If any are essential to include, ensure that you cite the author(s) and year(s).
- Avoid non-standard or uncommon abbreviations. If any are essential to include, ensure they are defined within your abstract at first mention.

Keywords

You are required to provide 1 to 7 keywords for indexing purposes. Keywords should be written in English. Please try to avoid keywords consisting of multiple words (using "and" or "of").

We recommend that you only use abbreviations in keywords if they are firmly established in the field.

Highlights

You are required to provide article highlights at submission.

Highlights are a short collection of bullet points that should capture the novel results of your research as well as any new methods used during your study. Highlights will help increase the discoverability of your article via search engines. Some guidelines:

- Submit highlights as a separate editable file in the online submission system with the word "highlights" included in the file name.
- Highlights should consist of 3 to 5 bullet points, each a maximum of 85 characters, including spaces.

We encourage you to view example [article highlights](#) and read about the benefits of their inclusion.

Graphical abstract

You are encouraged to provide a graphical abstract at submission.

The graphical abstract summarizes the contents of your article in a concise, pictorial, professional form, highlighting important aspects of the research. It is designed to appeal to an interdisciplinary audience, and draw more attention to your online article. Some guidelines:

- Ensure you have obtained the necessary permission to include any third party owned material in a graphical abstract.
- Use of generative AI or AI-assisted tools in the production of graphical abstracts must align with Elsevier's [GenAI Policies for Journals](#).
- Submit your graphical abstract as a separate file in the online submission system.
- Ensure the image is 531 x 1328 pixels (h x w) or proportionally more, and is readable at a size of 5 x 13 cm.
- Preferred file types for graphical abstracts are TIFF, EPS, PDF or MS Office files.

More information, examples and a template can be found in the [graphical abstract guidelines](#).

Tables

Tables must be submitted as editable text, not as images. Some guidelines:

- Place tables next to the relevant text or on a separate page(s) at the end of your article.
- Cite all tables in the manuscript text.
- Number tables consecutively according to their appearance in the text.
- Please provide captions along with the tables.
- Place any table notes below the table body.
- Avoid vertical rules and shading within table cells.

We recommend that you use tables sparingly, ensuring that any data presented in tables is not duplicating results described elsewhere in the article.

Figures, images and artwork

Figures, images, diagrams and other graphical media (artwork) must be supplied as separate files along with the manuscript, in line with these [artwork and media instructions](#). Some excerpts:

When submitting artwork:

- Cite all images in the manuscript text.
- Number images according to the order they appear within your article.
- Submit each image as a separate file using a logical naming convention for your files (for example, Figure_1, Figure_2 etc).
- Text graphics may be embedded in the text at the appropriate position. If you are working with LaTeX, text graphics may also be embedded in the file.

Captions

All artwork must have a caption. A caption should consist of a brief title (not displayed on the figure itself) and a description of the image. Keep the amount of text in any image to a minimum, though any symbol or abbreviation should be explained.

Read how to add captions to your submission [here](#).

Formats

When your artwork is finalized, "save as" or convert your electronic artwork to the formats listed below taking into account the given resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations:

- Vector drawings: Save as EPS or PDF files embedding the font or saving the text as "graphics."

- Color or grayscale photographs (halftones): Save as TIFF, JPG or PNG files using a minimum of 300 dpi (for single column width: min. 1063 pixels, full page width: 2244 pixels).
- Bitmapped line drawings: Save as TIFF, JPG or PNG files, using a minimum of 1000 dpi (for single column width: min. 3543 pixels, full page width: 7480 pixels).
- Combinations bitmapped line/halftones (color or grayscale): Save as TIFF, JPG or PNG files using a minimum of 500 dpi (for single column: min. 1772 pixels, full page width: 3740 pixels).

Please do not submit:

- Files that are too low in resolution.
- Artwork where text is disproportionately small compared to the image size, as text may become unreadable.
- Different images or graphs combined into one, as this affects accessibility

Color artwork

If you submit usable color figures with your accepted article, we will ensure that they appear in color online.

Please ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision. Learn more about [color and web accessibility](#).

Generative AI and Figures, images and other artwork

Please read our policy on the use of generative AI and AI-assisted tools in figures, images and artwork, which can be found in Elsevier's [GenAI Policies for Journals](#). This policy states:

- AI tools may be used to support the creation of explanatory images (such as flow charts, conceptual diagrams, or schematic illustrations)

- AI tools may be used to create data visualizations (such as plots, charts, graphs, or heatmaps) when the output is directly derived from underlying data using reproducible analytical, computational, or statistical methods.
- AI tools must not be used to create or alter images that represent primary observed or experimental data (such as western blots, microscopy images, histology images, or patient images) that were not directly obtained in the research. This includes adjustments to brightness, contrast, or color balance, which should only be done using established image processing software.
- This policy does not prevent the use of AI tools in formal research design or research methods (such as in AI-assisted imaging approaches used for collection and/or interpretation of the underlying research data or predictive modelling of clinical outcomes based on patient data).

Authors are responsible for ensuring the accuracy and originality of all images submitted for publication. If you used generative AI tools to create images in your manuscript, you should disclose this in each image caption as well as in the general Generative AI disclosure statement.

Supplementary material

We encourage the use of supplementary materials such as applications, images and sound clips to enhance research. Some guidelines:

- Supplementary material should be accurate and relevant to the research.
- Cite all supplementary files in the manuscript text.
- Submit all supplementary materials at the same time as your manuscript.
- Include a concise, descriptive caption for each supplementary file, describing its content.

- After submission supplementary files can only be added or replaced in the revision stage of the editorial process.
- Be aware that all supplementary materials provided will appear online in the exact same way as received. These files will not be checked, formatted or typeset by the production team.

Video

This journal accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. We encourage you to include links to video or animation files within articles. Some guidelines:

- When including video or animation file links within your article, refer to the video or animation content by adding a note in your text where the file should be placed.
- Clearly label files ensuring the given file name is directly related to the file content.
- Provide files in one of our [recommended file formats](#). Files should be within our preferred maximum file size of 150 MB per file, 1 GB in total.
- Provide "stills" for each of your files. These will be used as standard icons to personalize the link to your video data. You can choose any frame from your video or animation or make a separate image.
- Provide descriptive text in your manuscript to refer to the video content. This text helps ensure accessibility for visually impaired readers who rely on descriptive information. For journals publishing in print this is also essential, as video and animation files cannot be embedded in the print version.

We publish all video and animation files supplied in the electronic version of your article.

For more detailed instructions, we recommend that you read our guidelines on [submitting video content to be included in the body of an article](#).

Research data

We are committed to supporting the storage of, access to and discovery of research data, and our [research data policy](#) sets out the principles guiding how we work with the research community to support a more efficient and transparent research process.

Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings, which may also include software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Please read our guidelines on [sharing research data](#) for more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials.

Research data deposit, citation and linking

For this journal, **Option C** instructions from our [research data guidelines](#) apply. This means that you are **required** to:

- Deposit your research data in a relevant data repository.
- Cite and link to this dataset in your article.
- If this is not possible, make a statement explaining why research data cannot be shared.

Data statement

To foster transparency, you are required to state the availability of any data at submission. Ensuring data is available may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you can state the reason why (e.g., your research data includes sensitive or confidential information such as patient data) during the submission process. This statement will appear with your published article on ScienceDirect. Read more about the importance and benefits of providing a [data statement](#).

Data linking

Linking to the data underlying your work increases your exposure and may lead to new collaborations. It also provides readers with a better understanding of the described research.

If your research data has been made available in a data repository there are a number of ways your article can be linked directly to the dataset:

- Provide a link to your dataset when prompted during the online submission process.
- For some data repositories, a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.
- You can also link relevant data or entities within the text of your article through the use of identifiers. Use the following format: Database: 12345 (e.g. TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Learn more about [linking research data and research articles in ScienceDirect](#).

Co-submission of related data, methods or protocols

You are encouraged to publish a description of your research data, methods, or protocols related to your regular article as a co-submission article in [Data in Brief](#) or [MethodsX](#).

This co-submission can be submitted at the same time as your regular manuscript submission to this journal. If both your regular and co-submitted manuscripts are accepted for publication, they will be linked together on ScienceDirect, thereby promoting research reproducibility, interoperability, and open science.

- Prepare a separate manuscript describing your research data, methods, or protocols using the **mandatory templates** from [Data in Brief](#) or in [MethodsX](#).
- Submit this co-submission alongside your regular manuscript as a separate submission item; on the ‘**Attach files**’ page in Editorial Manager, after which it will be automatically forwarded to the *Data in Brief* or *MethodsX* and assigned an editor.
- For associated Article Processing Charge (APC) details, please visit:
 - [MethodsX](#)
 - [Data in Brief](#)

Please note: Due to the automated process of submitting to *Data in Brief* or *MethodsX*, only after acceptance will you be presented with a personalized OA Article Publishing Charge based on your individual context (your country, institutional affiliation, and any society membership for example).

Please visit [co-submission Researcher Support page](#) for more information on how to submit a co-submission.

Article structure

Article sections

Divide your manuscript into clearly defined sections covering all essential elements using headings.

Acknowledgements

Include any individuals who provided you with help during your research, such as help with language, writing or proof reading, in the acknowledgements section.

Acknowledgements should be placed in a separate section which appears directly before the reference list. Do not include acknowledgements on your title page, as a footnote to your title, or anywhere else in your article other than in the separate acknowledgements section.

Author contributions: CRediT

Corresponding authors are required to acknowledge co-author contributions using [CRediT \(Contributor Roles Taxonomy\)](#) roles:

- Conceptualization
- Data curation
- Formal analysis
- Funding acquisition
- Investigation
- Methodology

- Project administration
- Resources
- Software
- Supervision
- Validation
- Visualization
- Writing – original draft
- Writing – review and editing

Not all CRediT roles will apply to every manuscript and some authors may contribute through multiple roles.

We advise you to read [more about CRediT and view an example of a CRediT author statement](#).

Appendices

We ask you to use the following format for appendices:

- Identify individual appendices within your article using the format: A, B, etc.
- Give separate numbering to formulae and equations within appendices using formats such as Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc. and in subsequent appendices, Eq. (B.1), Eq. (B. 2) etc. In a similar way, give separate numbering to tables and figures using formats such as Table A.1; Fig. A.1, etc.

References

References within text

Any references cited within your article should also be present in your reference list and vice versa. Some guidelines:

- References cited in your abstract must be given in full.

- We recommend that you do not include unpublished results and personal communications in your reference list, though you may mention them in the text of your article.
- Any unpublished results and personal communications included in your reference list must follow the standard reference style of the journal. In substitution of the publication date add "unpublished results" or "personal communication."
- References cited as "in press" imply that the item has been accepted for publication.

Linking to cited sources will increase the discoverability of your research. We encourage the use of Digital Object Identifiers (DOIs) as reference links, as they provide a permanent link to the electronic article referenced.

Before submission, check that all data provided in your reference list are correct, including any references which have been copied. Providing correct reference data allows us to link to abstracting and indexing services such as Scopus, Crossref and PubMed. Any incorrect surnames, journal or book titles, publication years or pagination within your references may prevent link creation.

Reference format

This journal does not set strict requirements on reference formatting at submission. Some guidelines:

- References can be in any style or format as long as the style is consistent.
- Author names, journal or book titles, chapter or article titles, year of publication, volume numbers, article numbers or pagination must be included, where applicable.

Our journal reference style will be applied to your article after acceptance, at proof stage. If required, at this stage we will ask you to correct or supply any missing reference data.

Web references

When listing web references, as a minimum you should provide the full URL and the date when the reference was last accessed. Additional information (e.g. DOI, author names, dates or reference to a source publication) should also be provided, if known.

You can list web references separately under a new heading directly after your reference list or include them in your reference list.

Data references

We encourage you to cite underlying or relevant datasets within article text and to list data references in the reference list.

When citing data references, you should include:

- author name(s)
- dataset title
- data repository
- version (where available)
- year
- global persistent identifier

Add [dataset] immediately before your reference. This will help us to properly identify the dataset. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Preprint references

We ask you to mark preprints clearly. You should include the word "preprint" or the name of the preprint server as part of your reference and provide the preprint DOI.

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, use the formal publication as your reference.

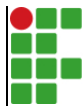
If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but they are not yet formally published, you may reference the preprint.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in popular reference management software products. These include products that support [Citation Style Language \(CSL\)](#) such as [Mendeley Reference Manager](#).

If you use a citation plug-in from these products, select the relevant journal template and all your citations and bibliographies will automatically be formatted in the journal style. We advise you to [remove all field codes](#) before submitting your manuscript to any reference management software product.

If a template is not available for this journal, follow the format given in examples in the reference style section of this Guide for Authors.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus Cabedelo - Código INEP: 25282921
Rua Santa Rita de Cássia, 1900, Jardim Camboinha, CEP 58103-772, Cabedelo (PB)
CNPJ: 10.783.898/0010-66 - Telefone: (83) 3248.5400

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

TCC COM FICHA CATALOGRAFICA

Assunto:	TCC COM FICHA CATALOGRAFICA
Assinado por:	Jandra Vieira
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Jandra Raynara da Silva Vieira, DISCENTE (202227020004) DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CABEDEL0, em 24/09/2026 08:16:56.

Este documento foi armazenado no SUAP em 24/09/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1997744

Código de Autenticação: b6eea455e0

