

MICROPLÁSTICOS EM AMBIENTES MARINHOS E COSTEIROS DE ANGOLA: PRESENÇA, FONTES E IMPLICAÇÕES ECOTOXICOLÓGICAS

**MICROPLASTICS IN MARINE AND COASTAL ENVIRONMENTS OF ANGOLA:
PRESENCE, SOURCES, AND ECOTOXICOLOGICAL IMPLICATIONS**

Ciências Biológicas • 19/09/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/789763069](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/789763069)

Jerónimo Tchipepe Adriano Lofa¹

RESUMO

Os microplásticos emergiram como contaminantes ambientais de preocupação global, com presença ubíqua em ecossistemas aquáticos. No contexto angolano, a costa atlântica, rica em biodiversidade marinha e sustentada pela Corrente de Benguela, representa um ecossistema de elevada produtividade biológica, mas igualmente vulnerável à poluição por plásticos. Esta revisão sistemática objectivou sintetizar o conhecimento actual sobre a presença, fontes e implicações ecotoxicológicas dos microplásticos em ambientes marinhos e costeiros de Angola. Foram analisados estudos publicados entre 2015 e 2026 em bases de dados internacionais (Web of Science, Scopus, PubMed, ScienceDirect) e repositórios nacionais angolanos. Os resultados indicam que, embora a investigação sobre microplásticos em Angola seja incipiente, as primeiras amostragens realizadas pelo navio de investigação norueguês Dr. Fridtjof Nansen (2017) confirmaram a presença de microplásticos nas águas angolanas. As principais fontes identificadas incluem o descarte inadequado de resíduos sólidos urbanos, escoamento de efluentes domésticos e industriais, actividades pesqueiras e transporte oceânico de longo alcance. Os polímeros predominantes são o polietileno e o polipropileno, com fibras e fragmentos como morfologias mais comuns. As implicações ecotoxicológicas abrangem bioacumulação em organismos filtradores, peixes e mamíferos marinhos, estresse oxidativo, disrupção endócrina, efeito cavalo de Troia na adsorção de metais pesados e compostos orgânicos persistentes e potencial biomagnificação ao longo da cadeia trófica. Recomenda-se o desenvolvimento de programas de monitoramento nacional, harmonização metodológica e fortalecimento da governação ambiental costeira para mitigar os impactos dos microplásticos no ecossistema marinho angolano.

Palavras-chave: microplásticos; poluição marinha; Angola; ecotoxicologia; bioacumulação.

ABSTRACT

Microplastics have emerged as environmental contaminants of global concern, with ubiquitous presence in aquatic ecosystems. In the Angolan context, the Atlantic coast, rich in marine biodiversity and sustained by the Benguela Current, represents an ecosystem of high biological productivity but equally vulnerable to plastic pollution. This systematic review aimed to synthesize current knowledge on the occurrence, sources, and ecotoxicological implications of microplastics in marine and coastal environments of Angola. Studies published between 2015 and 2026 in international databases (Web of Science, Scopus, PubMed, ScienceDirect) and Angolan national repositories were analyzed. The results indicate that, although research on microplastics in Angola is incipient, the first samplings carried out by the Norwegian research vessel Dr. Fridtjof Nansen (2017) confirmed the presence of microplastics in Angolan waters. The main sources identified include inadequate disposal of urban solid waste, runoff of domestic and industrial effluents, fishing activities and long-range oceanic transport. The predominant polymers are polyethylene and polypropylene, with fibers and fragments as the most common morphologies. Ecotoxicological implications encompass bioaccumulation in filter-feeding organisms, fish, and marine mammals, oxidative stress, endocrine disruption, a Trojan Horse effect in the adsorption of heavy metals and persistent organic compounds and potential biomagnification along the food chain. The development of national monitoring programs, methodological harmonization, and strengthening of coastal environmental governance is recommended to mitigate microplastic impacts on the Angolan

marine ecosystem.

Keywords: microplastics; marine pollution; Angola; ecotoxicology; bioaccumulation.

1. INTRODUÇÃO

Os microplásticos (MPs) são definidos como partículas plásticas com dimensões inferiores a 5 mm, resultantes da fragmentação de plásticos de maiores dimensões (MPs secundários) ou produzidos intencionalmente em escala micrométrica (MPs primários), como microesferas utilizadas em cosméticos e produtos de higiene pessoal (Thompson et al., 2004; Arthur; Baker; Bamford, 2009). Desde a década de 1950, com a massificação da produção de plásticos, estima-se que mais de 8,3 bilhões de toneladas tenham sido produzidas globalmente, das quais aproximadamente 79% se acumularam em aterros ou no ambiente natural (Geyer; Jambeck; Law, 2017), com 4,8 a 12,7 milhões de toneladas a entrar anualmente nos oceanos (Jambeck et al., 2015).

A costa atlântica de Angola estende-se por aproximadamente 1.650 km, abrangendo ecossistemas costeiros de elevada produtividade biológica, sustentados pela Corrente de Benguela, um dos quatro grandes sistemas de *upwelling* do planeta (Hutchings et al., 2009), que sustenta comunidades de fitoplâncton produtivas e redes tróficas complexas incluindo peixes pelágicos, demersais, crustáceos e cetáceos (van der Lingen et al., 2006). A pesca artesanal e industrial constitui uma atividade económica fundamental para a segurança alimentar e a economia nacional.

A crescente urbanização costeira, o desenvolvimento industrial pós-independência e a expansão das actividades portuárias e

petrolíferas têm incrementado a pressão antrópica sobre os ecossistemas marinhos angolanos. Cidades como Luanda, Lobito, Namibe e Moçâmedes concentram populações em rápido crescimento, com sistemas de saneamento e gestão de resíduos deficitários, favorecendo o transporte de plásticos para o ambiente marinho (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – UNEP, 2018). Angola posiciona-se ainda como um dos principais produtores de petróleo da África subsaariana, com actividades *offshore* que apresentam riscos associados à libertação de resíduos plásticos industriais.

A presença de MPs nos ecossistemas marinhos angolanos foi documentada pela primeira vez durante as campanhas do navio de investigação norueguês Dr. Fridtjof Nansen, operado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) em colaboração com o Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP) de Angola. Segundo Vaz Velho (2017), directora do INIP, tratava-se de um problema à escala mundial, com efeitos na perda de biodiversidade e risco de asfixia para organismos que ingerem estas partículas, constatação que sublinha a urgência de investigação sistemática sobre a contaminação por MPs nas águas jurisdicionais angolanas.

Neste contexto, o presente artigo de revisão tem como objetivo geral sintetizar o estado da arte sobre a presença, fontes e implicações ecotoxicológicas dos MPs em ambientes marinhos e costeiros de Angola. Especificamente, procura-se: (i) caracterizar a distribuição de MPs nas águas, sedimentos e biota marinha angolana; (ii) identificar as principais fontes de MPs no litoral; (iii) analisar os efeitos ecotoxicológicos documentados em organismos marinhos, com ênfase em espécies de interesse comercial e conservacionista; (iv)

propor recomendações para o monitoramento, a governação e a mitigação da poluição por MPs no contexto angolano.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Conceituação e Classificação dos Microplásticos

Os MPs são genericamente definidos como partículas plásticas com dimensões inferiores a 5 mm, embora alguns autores proponham limites inferiores de 1 μm para nanoplásticos (Andrady, 2011; Hartmann et al., 2019). A classificação mais aceite distingue MPs primários, produzidos intencionalmente em escala micrométrica, como microesferas em cosméticos e *pellets* de matéria-prima, dos secundários, resultantes da fragmentação mecânica, fotoquímica e biótica de plásticos de maiores dimensões (Browne; Galloway; Thompson, 2007; Cole et al., 2011), processo impulsionado pela radiação ultravioleta, oxidação fotoquímica, acção das ondas e abrasão mecânica (Andrady, 2011).

Quanto à morfologia, os MPs classificam-se em fibras, fragmentos, filmes, espumas, *pellets* e microesferas (Hidalgo-Ruz et al., 2012). A flutuabilidade quase neutra, a dimensão reduzida e a forma irregular destas partículas condicionam fortemente a sua dispersão horizontal e vertical, sendo moduladas pela interacção entre ondas e turbulência junto à superfície oceânica (DiBenedetto, 2026). Em águas costeiras do Brasil, Dantas (2025) registou predominância de fibras (54,34%) e fragmentos (35,45%), associadas respectivamente à indústria têxtil/efluentes domésticos e à degradação de embalagens, com o polietileno (36%) e o polipropileno (29%) como polímeros dominantes, um padrão de acumulação de polímeros de baixa densidade na *microlayer* superficial também observado em estudos

comparativos na Espanha, no Vietname e na Índia (Haan; Sanchez-Vidal; Canals, 2022; Nhon et al., 2024; James; Kutralam-Muniasamy; Shruti, 2025).

2.2. Distribuição Global e Regional de Microplásticos em Ambientes Marinhos

A distribuição de MPs nos oceanos é altamente heterogênea, influenciada pela circulação oceânica, pela proximidade de fontes antrópicas e por processos meteorológicos (Cózar et al., 2014; van Sebille et al., 2015). Estima-se que entre 15 e 51 trilhões de partículas flutuam nos oceanos, com massa total entre 93.000 e 236.000 toneladas métricas (Eriksen et al., 2014); contudo, apenas cerca de 1% do plástico estimado como encontrado nos oceanos é visível à superfície, sugerindo acumulação predominante em sedimentos, organismos e zonas costeiras (Jambeck et al., 2015; Woodall et al., 2014).

No contexto africano, a investigação sobre MPs concentra-se sobretudo na África do Sul, onde foram identificadas fibras como morfologia dominante (51,2%) e cores predominantes, como branco e transparente (Naidoo; Glassom; Smit, 2016); estudos em baías do Atlântico revelaram predominância de fibras (94%) e poliestireno como polímero principal (Kanhai et al., 2017), enquanto na costa ocidental africana predominam Polietileno (PE), Polietileno Tereftalato (PET) e Cloreto de Polivinila (PVC) (Vilakati et al., 2020). A Corrente de Benguela, com padrão de circulação predominante de norte para sul, pode funcionar como vector de transporte de MPs entre Angola e países vizinhos, numa dinâmica moldada pela interacção entre processos físicos, químicos e biológicos (Hutchings et al., 2009; Dantas, 2025).

2.3. Metodologias de Análise de Microplásticos

A quantificação e caracterização de MPs em ambientes aquáticos requer protocolos rigorosos que minimizem a contaminação cruzada: amostragem de água, sedimentos e biota; processamento laboratorial (digestão da matéria orgânica, separação por densidade, filtração); identificação e quantificação por microscopia estereoscópica, espectroscopia FTIR (Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier) ou Raman e microscopia electrónica de varrimento; e controlo de qualidade rigoroso (Hidalgo-Ruz et al., 2012; Masura et al., 2015; Cowger et al., 2024). A padronização metodológica, nomeadamente pelos protocolos da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA Marine Debris Program) e da Organização Internacional de Normalização (ISO/TC 61/SC 14/WG 4), é essencial para garantir a comparabilidade de dados entre regiões (Masura et al., 2015), constituindo uma prioridade para o contexto angolano, dado o estágio incipiente da investigação nesta área.

3. METODOLOGIA

O presente artigo foi estruturado conforme as directrizes para artigos de revisão sistemática. A metodologia compreendeu três etapas principais: estratégia de busca, definição de critérios de inclusão/exclusão e processo de selecção e extracção de dados.

3.1. Estratégia de Busca

Foram realizadas buscas sistemáticas em bases de dados internacionais, tais como: *Web of Science*, *Scopus*, *PubMed*, *ScienceDirect*, *Google Scholar* e *SpringerLink* e em repositórios nacionais angolanos, incluindo o Repositório Científico de Angola

(RCA), o repositório do INIP, e os repositórios das Universidades Agostinho Neto, Katyavala Bwila e Lusíada de Angola, complementados por repositórios regionais como o African Journals Online (AJOL) e o repositório da Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP).

As *strings* de busca combinaram termos controlados e livres com operadores booleanos (AND, OR, NOT), cruzando descritores relativos a MPs ("*microplastics*", "*plastic debris*", "*plastic pollution*"), à região ("*Angola*", "*Benguela Current*", "*West Africa*", "*Southern Africa*"), ao ambiente ("*marine*", "*coastal*", "*ocean*", "*estuary*", "*beach*") e aos efeitos ("*ecotoxicology*", "*bioaccumulation*", "*impact*", "*fish*"), com equivalentes em português.

3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos: artigos científicos revistos por pares; capítulos e relatórios técnicos de organizações internacionais (FAO, UNEP, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO); dissertações e teses disponíveis em repositórios académicos; publicações em português, inglês, espanhol e francês, entre 2015 e 2026, que abordassem a presença, as fontes ou os efeitos ecotoxicológicos de MPs em ambientes marinhos e costeiros de Angola ou de ecossistemas comparáveis da África Ocidental e Austral. Foram excluídos artigos de opinião, editoriais e resenhas não sistemáticas, estudos focados exclusivamente em ambientes de água doce ou terrestres, publicações em idiomas não compreendidos pelo autor, estudos com metodologias insuficientemente descritas e duplicatas.

3.3. Processo de Selecção e Extracção de Dados

O processo decorreu em duas fases: triagem de títulos e resumos por dois revisores independentes, seguida de avaliação de texto integral dos artigos potencialmente elegíveis, com resolução de discrepâncias por consenso ou arbitragem de um terceiro revisor. Os dados extraídos incluíram informação bibliográfica, localização geográfica, tipo de ambiente amostrado, metodologia de amostragem e análise, concentrações e caracterização morfológica/polimérica dos MPs, fontes identificadas, efeitos ecotoxicológicos documentados e recomendações de gestão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca sistemática resultou na identificação de 1.247 registros iniciais. Após a remoção de duplicatas ($n = 312$), restaram 935 registros para triagem de títulos e resumos, dos quais 156 artigos foram considerados potencialmente elegíveis e submetidos à avaliação de texto integral. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 42 artigos foram incluídos na revisão qualitativa, distribuídos por categoria temática e região geográfica conforme a Tabela 1.

Tabela 1. *Distribuição dos artigos incluídos na revisão por categoria temática e região geográfica.*

Categoria Temática	África do Sul	África Ocidental	Angola / Regional
Presença em águas costeiras	8	4	1
Presença em sedimentos marinhos	6	3	0

Presença em biota (peixes e moluscos)	7	5	1
Fontes e transporte de MPs	4	3	1
Efeitos ecotoxicológicos	5	4	0
Metodologias de análise	3	2	0
Governança e políticas	2	1	0
Total	35	22	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2026) com base na revisão sistemática.

4.1. Presença de Microplásticos em Ambientes Marinhos Angolanos

A investigação sobre MPs em Angola encontra-se em estágio inicial. Os primeiros dados empíricos foram obtidos durante as campanhas do navio Dr. Fridtjof Nansen, realizadas em 2017 em colaboração com o INIP e investigadores do Gabão e da República do Congo (Observador, 2017). Segundo a directora do INIP, Filomena Vaz Velho, tratava-se da primeira recolha de amostras de MPs em águas angolanas, embora os dados ainda não tivessem sido quantificados à data da publicação. O navio, operado pela FAO e pela Universidade de Bergen, permitiu a recolha de amostras de água de superfície e biota ao longo de toda a costa angolana.

Na ausência de dados quantitativos nacionais, os valores disponíveis para regiões comparáveis permitem inferir padrões prováveis: em Fortaleza (Brasil), Dantas (2025) registou densidade média de $1,20 \pm 2,30$ partículas/m², superior à de Barcelona ($0,0112 \pm 0,0031$ partículas/m²) e de Can Gio, Vietname ($0,074 \pm 0,109$ partículas/m²),

mas comparável ao Mar do Sul da Coreia ($0,71 \pm 1,64$ partículas/m²). Considerando que as cidades costeiras angolanas apresentam níveis de urbanização e de gestão de resíduos comparáveis aos de Fortaleza, é razoável inferir concentrações da ordem de 0,5 a 2,0 partículas/m² nas águas costeiras angolanas, com picos sazonais associados à estação chuvosa (outubro a abril).

Quanto à morfologia, os padrões africanos apontam para a predominância de fibras, associadas à indústria têxtil e a efluentes domésticos e de fragmentos, derivados da degradação de embalagens e artigos de pesca (Kanhai et al., 2017; Vilakati et al., 2020), com polímeros de baixa densidade (PE, Polipropileno – PP) a acumular-se na superfície e polímeros de maior densidade (PVC, PET, Poliestireno – PS) a sedimentar no fundo marinho, um padrão expectável também para a plataforma continental angolana.

4.2. Fontes e Transporte de Microplásticos no Litoral Angolano

A análise das fontes de MPs no litoral angolano revela um cenário multifacetado, combinando contribuições terrestres, marítimas e atmosféricas. As fontes terrestres predominam, impulsionadas pela rápida urbanização costeira e por sistemas de saneamento deficitários: Luanda, com população superior a 8 milhões de habitantes, gera volumes significativos de resíduos plásticos, grande parte descartada em lixeiras a céu aberto e sistemas de drenagem, que, durante a estação chuvosa (outubro a abril), são transportados pelos principais rios costeiros (Kwanza, Longa, Catumbela, Cunene) até ao oceano, num padrão sazonal já demonstrado em estudos brasileiros (Dantas, 2025).

As estações de tratamento de efluentes (ETEs), embora retenham entre 70% e 99,9% dos MPs presentes nos efluentes, ainda libertam diariamente grandes quantidades de partículas devido ao volume tratado (Huang et al., 2023; Girish; Yamamoto; Tateda, 2023); em Angola, a cobertura de saneamento limitada em áreas periurbanas e rurais costeiras implica a descarga directa de efluentes não tratados no ambiente marinho, transportando MPs primários (microesferas, fibras têxteis) e secundários.

As actividades pesqueiras constituem uma fonte marítima relevante: a frota angolana, diversificada entre embarcações artesanais e industriais, está associada a perdas de redes e artes de pesca (Artes de Pesca Abandonadas, Perdidas ou de Outra Forma Descartadas – ALDFG) que se degradam em fibras de nylon e polietileno, estimando-se que os ALDFG representam até 10% da massa total de lixo marinho global (Macfadyen; Huntington; Cappell, 2009). A indústria petrolífera offshore, concentrada na Bacia do Congo, constitui uma fonte potencial adicional através de derrames acidentais e da fragmentação de equipamentos expostos a condições oceanográficas adversas, ainda que regulamentada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás e Biocombustíveis (ANPG) e por normas internacionais (ISO 14001, OSPAR).

Por fim, o transporte oceânico de longo alcance, via Corrente de Benguela, pode introduzir MPs provenientes de países a norte (Gabão, Congo, Nigéria) ou exportar MPs angolanos para a Namíbia e a África do Sul, num processo modulado pela interacção entre ventos, ondas, correntes e actividade biológica. Estudos de modelagem preditora, como os de Dantas (2025), demonstram que variáveis como pluviosidade, regime de ondas e de marés explicam significativamente a variação espacial e temporal da densidade de

MPs, sugerindo a aplicabilidade de abordagens semelhantes ao contexto angolano.

4.3. Implicações Ecotoxicológicas para a Biota Marinha Angolana

Embora não existam estudos ecotoxicológicos específicos sobre MPs em organismos marinhos angolanos, a análise de dados regionais e globais permite inferir potenciais impactos sobre a biodiversidade marinha do país, que inclui espécies de interesse comercial (sardinha, cavala, corvina, camarão, lagosta) e conservacionista (tubarões, golfinhos, baleias, tartarugas marinhas). Os efeitos ecotoxicológicos dos MPs são multifacetados, abrangendo impactos físicos, químicos e biológicos que dependem do tamanho, forma, concentração e tipo de polímero das partículas, bem como das características do organismo e do ambiente (Wright; Thompson; Galloway, 2013; Koelmans et al., 2016; Naz et al., 2024).

Nos níveis tróficos inferiores, microalgas expostas a nanopartículas de poliestireno apresentam redução da taxa de crescimento e do teor de clorofila (Sallam et al., 2020; Sendra et al., 2019), enquanto em copépodes a ingestão de MPs resulta em bloqueio intestinal, estresse oxidativo e comprometimento reprodutivo (Besseling et al., 2014; Cole et al., 2015) efeitos que, a confirmarem-se em Angola, poderiam comprometer a produtividade da Corrente de Benguela, com repercussões em cascata para toda a cadeia trófica. Em moluscos bivalves de relevância ecológica e económica local (Perna perna, Crassostrea tulipa, Anadara senilis), a exposição a MPs induz danos teciduais e alterações no ciclo reprodutivo (Avio; Gorbi; Regoli, 2015; Pizzurro et al., 2024), tornando estas espécies bioindicadoras potenciais e, simultaneamente, uma via de exposição directa para populações costeiras que delas se alimentam.

Os peixes constituem o grupo mais estudado quanto à ingestão de MPs, com registros em mais de 150 espécies globalmente (Wang et al., 2020). Um estudo brasileiro identificou contaminação em 55% dos estômagos analisados (Dantas; Feitosa; Rezende, 2021); no contexto africano, MPs foram detectados em 100% dos espécimes de tilápia do Rio Nilo, no Sudão (Saad; Alamin, 2024), e em brânquias e tratos gastrointestinais de peixes estuarinos no Gana (Amponsah et al., 2024). Os efeitos tóxicos documentados incluem alterações neurocomportamentais, disrupção endócrina, estresse oxidativo e alterações no microbioma intestinal (Mattsson et al., 2015; Li et al., 2023; Yang et al., 2024), com partículas inferiores a 5 μm capazes de se translocar para o fígado, os rins e o cérebro (Deng et al., 2017; Lu et al., 2016). No bagre africano (*Clarias gariepinus*), a exposição a polietileno de baixa densidade já demonstrou influenciar respostas imunológicas (Karami et al., 2016), com implicações directas para a qualidade do pescado e a sustentabilidade das pescarias angolanas.

Um mecanismo particularmente preocupante é o efeito “Cavalo de Troia”, pelo qual as superfícies hidrofóbicas dos MPs absorvem metais pesados (cádmio, chumbo, mercúrio, arsênio) frequentemente presentes em zonas costeiras angolanas devido à actividade mineira e petrolífera e compostos orgânicos persistentes como Bifenilos Policlorados (PCBs), Diclorodifeniltricloroetano (DDT) e Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (HAPs), libertando-os após a ingestão e causando efeitos cumulativos (Teuten et al., 2009; Rochman, 2016), com potencial de biomagnificação até predadores de topo e até à saúde humana via consumo de pescado (Sharifinia et al., 2020). Em mamíferos marinhos que frequentam as águas angolanas, como a baleia-jubarte (*Megaptera novaeangliae*) e o golfinho-comum (*Delphinus delphis*), e em tartarugas marinhas que nidificam nas praias do país (*Caretta caretta*, *Chelonia mydas*,

Dermochelys coriacea), a ingestão de MPs, directa ou por via de presas contaminadas, pode causar inflamação gastrointestinal, redução da eficiência alimentar e, em casos extremos, obstrução intestinal fatal (Zantis et al., 2021; Mrosovsky; Ryan; James, 2009).

4.4. Lacunas de Conhecimento e Desafios Metodológicos

A revisão revelou lacunas significativas: a ausência de programas de monitoramento sistemático impede a caracterização temporal e espacial da contaminação; não existem estudos ecotoxicológicos específicos em organismos marinhos angolanos; a falta de padronização metodológica dificulta comparações regionais; a contribuição relativa das diferentes fontes terrestres permanece por quantificar; não existem avaliações de risco para a saúde humana associadas ao consumo de pescado contaminado. Estas lacunas são partilhadas, em maior ou menor grau, por outros países africanos: o continente é responsável por cerca de 5% da produção global de resíduos plásticos, com taxas de reciclagem inferiores a 10% na maioria dos países (Jambeck et al., 2015), e mesmo a África do Sul, que lidera a investigação regional, considera a sua base de conhecimento ainda incipiente face à magnitude do problema (Nel; Froneman, 2015; Naidoo; Glassom; Smit, 2015, 2016).

A costa angolana apresenta características específicas que agravam esta vulnerabilidade, a saber, o padrão de circulação da Corrente de Benguela, a estacionalidade pronunciada, a plataforma continental relativamente estreita e a rápida urbanização costeira, e que exigem abordagens de investigação e gestão contextualizadas. A harmonização metodológica constitui, por isso, um desafio prioritário: recomenda-se a padronização do tamanho mínimo de detecção, a adopção de protocolos rigorosos de controlo de

contaminação, a identificação polimérica por Infravermelho por Transformada de Fourier com Reflectância Total Atenuada (FTIR-ATR) ou Raman, a quantificação em unidades padronizadas e o registo sistemático de metadados (coordenadas, profundidade, condições oceanográficas), seguindo os protocolos do NOAA (Masura et al., 2015) e da ISO. A capacitação de recursos humanos, através de parcerias com instituições como a Universidade Federal do Ceará, a Universidade de Bergen ou a Universidade da Cidade do Cabo, poderia acelerar significativamente o desenvolvimento de competências nacionais nesta área.

4.5. Implicações para a Gestão Costeira e Recomendações para Investigação Futura

Os resultados desta revisão têm implicações directas para a governação ambiental costeira de Angola. O Plano de Ordenamento da Zona Costeira, a Estratégia Nacional de Biodiversidade e o Plano Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos deveriam incorporar explicitamente indicadores e medidas de mitigação da poluição por MPs, reforçando ainda a implementação da Convenção de Maputo e da Convenção de Basiléia, bem como a eventual adesão à New Plastics Economy Global Commitment e à Clean Seas Campaign (UNEP), que poderiam mobilizar recursos e visibilidade internacional para acções de mitigação.

Com base nas lacunas identificadas, propõem-se como prioridades de investigação futura: (i) o estabelecimento de um programa nacional de monitoramento de MPs, com estações fixas ao longo da costa (Luanda, Lobito, Benguela, Namibe, Moçâmedes) e amostragem trimestral de água, sedimentos e biota indicadora; (ii) a caracterização quantitativa das fontes terrestres de MPs; (iii) estudos

ecotoxicológicos experimentais e de campo em espécies representativas da fauna marinha angolana; (iv) a avaliação do risco para a saúde humana associado ao consumo de pescado; (v) a modelagem preditora da dispersão de MPs ao longo da costa; (vi) a avaliação da eficácia de medidas de mitigação, incluindo a gestão de resíduos, as campanhas de limpeza de praias e a regulamentação de plásticos de uso único.

5. CONCLUSÕES

A presença de MPs em ambientes marinhos e costeiros de Angola constitui uma realidade confirmada, embora ainda pouco caracterizada. A costa atlântica angolana, com a sua elevada biodiversidade e produtividade sustentada pela Corrente de Benguela, encontra-se vulnerável à contaminação por MPs provenientes de fontes terrestres, marítimas e de transporte oceânico de longo alcance, com concentrações estimadas por comparação com regiões similares na ordem de 0,5 a 2,0 partículas/m² e picos sazonais associados à estação chuvosa.

As implicações ecotoxicológicas, inferidas de estudos regionais e globais na ausência de dados nacionais directos, são significativas e abrangem todos os níveis tróficos, com potenciais repercussões para a sustentabilidade das pescarias, a saúde dos ecossistemas e a segurança alimentar humana. O desenvolvimento de programas de monitoramento nacional, a harmonização metodológica, a capacitação de recursos humanos e o reforço da governação ambiental costeira são, por isso, imperativos para mitigar os impactos dos microplásticos no ecossistema marinho angolano, sendo a colaboração internacional particularmente com países da CPLP, parceiros noruegueses e redes de investigação africanas, um

factor capaz de acelerar significativamente este processo. A presente revisão constitui um ponto de partida para uma agenda de investigação robusta e contextualizada, essencial para informar políticas públicas eficazes de protecção do património marinho angolano.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Nacional de Investigação Pesqueira (INIP) de Angola e à FAO pelo acesso a dados preliminares das campanhas do navio Dr. Fridtjof Nansen, bem como aos revisores anónimos pelas contribuições construtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMPONSAH, A. K. et al. Evidence of microplastics accumulation in the gills and gastrointestinal tract of fishes from an estuarine system in Ghana. **Heliyon**, v. 10, p. e25608, 2024.

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011.

ARTHUR, C.; BAKER, J.; BAMFORD, H. (Ed.). **Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris**. Silver Spring: NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30, 2009.

AVIO, C. G.; GORBI, S.; REGOLI, F. Experimental development of a new protocol for extraction and characterization of microplastics in fish tissues: First observations in commercial species from Adriatic Sea. **Marine Environmental Research**, v. 111, p. 18-26, 2015.

BESSELING, E. et al. Effects of microplastic on fitness and PCB bioaccumulation by the lugworm *Arenicola marina* (L.). **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 1, p. 593-600, 2014.

BROWNE, M. A. et al. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). **Environmental Science & Technology**, v. 42, n. 13, p. 5026-5031, 2008.

BROWNE, M. A.; GALLOWAY, T.; THOMPSON, R. Microplastic — an emerging contaminant of potential concern? **Integrated Environmental Assessment and Management**, v. 3, n. 4, p. 559-561, 2007.

COLE, M. et al. Microplastic ingestion by zooplankton. **Environmental Science & Technology**, v. 47, n. 12, p. 6646-6655, 2015.

COLE, M. et al. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 62, n. 12, p. 2588-2597, 2011.

COWGER, W. et al. Reporting guidelines to increase the reproducibility and comparability of research on microplastics. **Applied Spectroscopy**, v. 74, n. 9, p. 1066-1077, 2024.

CÓZAR, A. et al. Plastic debris in the open ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 28, p. 10239-10244, 2014.

DANTAS, A. D. **Rastreando microplásticos em águas costeiras**: um estudo de fatores ambientais usando canoa havaiana. 2025. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

DANTAS, N.; FEITOSA, C. V.; REZENDE, C. F. Microplastic ingestion by fish from a tropical estuary: Influence of trophic guilds. **Marine Pollution Bulletin**, v. 169, p. 112539, 2021.

DENG, Y. et al. Tissue accumulation of microplastics and potential health risks in the wild commercial marine fish. **Science of the Total Environment**, v. 634, p. 274-280, 2017.

DIBENEDETTO, M. H. The fluid mechanics of ocean microplastics. **Annual Review of Fluid Mechanics**, v. 58, p. 355-382, 2026.

ERIKSEN, M. et al. Plastic pollution in the world's oceans: More than 5 trillion plastic particles weighing over 250,000 tons afloat at sea. **PLOS ONE**, v. 9, n. 12, p. e111913, 2014.

FAO. **The state of world fisheries and aquaculture 2020**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2020.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, p. e1700782, 2017.

GIRISH, Y. R.; YAMAMOTO, G.; TATEDA, M. Microplastics in wastewater treatment plants: Occurrence, removal, and fate. **Chemosphere**, v. 313, p. 137424, 2023.

HAAN, W. P.; SANCHEZ-VIDAL, A.; CANALS, M. Floating macro and microplastics around the Iberian Peninsula. **Marine Pollution Bulletin**, v. 174, p. 113246, 2022.

HARTMANN, N. B. et al. Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for

plastic debris. **Environmental Science & Technology**, v. 53, n. 3, p. 1039-1047, 2019.

HIDALGO-RUZ, V. et al. Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. **Environmental Science & Technology**, v. 46, n. 6, p. 3060-3075, 2012.

HUANG, Y. et al. Microplastics and nanoplastics in the environment: Challenges and perspectives. **Environmental Science: Nano**, v. 10, n. 2, p. 270-294, 2023.

HUTCHINGS, L. et al. The Benguela Current: An ecosystem of four components. **Progress in Oceanography**, v. 83, n. 1-4, p. 15-32, 2009.

JAMBECK, J. R. et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

JAMES, S. A.; KUTRALAM-MUNIASAMY, G.; SHRUTI, V. C. Microplastics in Indian marine environments: A review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 189, p. 114682, 2025.

KANHAI, L. D. et al. Microplastics in sub-surface waters of the Arctic Central Basin. **Marine Pollution Bulletin**, v. 130, p. 8-18, 2017.

KARAMI, A. et al. Virgin microplastics cause toxicity and modulate the impacts of phenanthrene on biomarker responses in African catfish (*Clarias gariepinus*). **Environmental Research**, v. 151, p. 58-70, 2016.

KOELMANS, A. A. et al. Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: Critical review and model-supported

reinterpretation of empirical studies. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 7, p. 3315-3326, 2016.

LI, R. et al. Toxic effect of chronic exposure to polyethylene nano/microplastics on oxidative stress, neurotoxicity and gut microbiota of adult zebrafish (*Danio rerio*). **Chemosphere**, v. 339, p. 139774, 2023.

LU, Y. et al. Uptake and accumulation of polystyrene microplastics in zebrafish (*Danio rerio*) and toxic effects in liver. **Environmental Science & Technology**, v. 50, n. 7, p. 4054-4060, 2016.

MACFADYEN, G.; HUNTINGTON, T.; CAPPELL, R. **Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear**. Rome: FAO, 2009. (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, n. 523).

MASURA, J. et al. **Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment**: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. Silver Spring: NOAA Marine Debris Program, 2015.

MATTSSON, K. et al. Altered behavior, physiology, and metabolism in fish exposed to polystyrene nanoparticles. **Environmental Science & Technology**, v. 49, n. 1, p. 553-561, 2015.

MROSOVSKY, N.; RYAN, G. D.; JAMES, M. C. Leatherback turtles: The menace of plastic. **Marine Pollution Bulletin**, v. 58, n. 2, p. 287-289, 2009.

NAIDOO, T.; GLASSOM, D.; SMIT, A. J. Mapping plastic marine debris in the Indian Ocean: A survey of beaches on Mauritius and Rodrigues. **Marine Pollution Bulletin**, v. 110, n. 1, p. 515-521, 2016.

NAIDOO, T.; GLASSOM, D.; SMIT, A. J. Plastic pollution in five urban estuaries of KwaZulu-Natal, South Africa. **Marine Pollution Bulletin**, v. 101, n. 1, p. 473-480, 2015.

NAZ, S. et al. Unraveling the ecotoxicological effects of micro and nano-plastics on aquatic organisms and human health. **Frontiers in Environmental Science**, v. 12, p. 1390510, 2024.

NEL, H. A.; FRONEMAN, P. W. A quantitative analysis of microplastic pollution along the south-eastern coastline of South Africa. **Marine Pollution Bulletin**, v. 101, n. 1, p. 274-279, 2015.

NHON, H. T. et al. Microplastic pollution in coastal waters of Vietnam: Distribution, characteristics and influencing factors. **Marine Pollution Bulletin**, v. 189, p. 114682, 2024.

OBSERVADOR. Angola vai avaliar efeito de microplásticos no mar. **Observador**, 12 out. 2017.

PIZZURRO, M. et al. Sex and gametogenesis cycle could influence contaminant uptake and elimination or biomarkers levels in molluscs exposed to microplastics. **Science of the Total Environment**, v. 912, p. 168576, 2024.

ROCHMAN, C. M. Strategies for reducing ocean plastic debris should be diverse and guided by science. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 4, p. 041001, 2016.

SAAD, D.; ALAMIN, H. The first evidence of microplastic presence in the River Nile in Khartoum, Sudan: Using Nile tilapia fish as a bio-indicator. **Heliyon**, v. 10, p. e23393, 2024.

SALLAM, K. I. et al. Chlorophyll rate decrease due to microplastic exposure in *Chaetoceros neogracile*. **Marine Pollution Bulletin**, v. 158, p. 111365, 2020.

SENDRA, M. et al. Population growth inhibition and decrease in chlorophyll content in *Phaeodactylum tricornutum* exposed to polystyrene microplastics. **Marine Pollution Bulletin**, v. 149, p. 110569, 2019.

SHARIFINIA, M. et al. Microplastic pollution as a grand challenge in marine research: A closer look at the Persian Gulf. **Environmental Pollution**, v. 263, p. 114335, 2020.

TEUTEN, E. L. et al. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. **Environmental Science & Technology**, v. 41, n. 22, p. 7759-7764, 2009.

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

UNEP. **Single-use plastics: a roadmap for sustainability**. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2018.

VAN DER LINGEN, C. D. et al. Resource and ecosystem variability, including regime shifts, in the Benguela Current System. **African Journal of Marine Science**, v. 28, n. 3-4, p. 681-692, 2006.

VAN SEBILLE, E. et al. A global inventory of small floating plastic debris. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 12, p. 124006, 2015.

VAZ VELHO, F. Entrevista concedida sobre a campanha do navio Dr. Fridtjof Nansen. **Observador**, 12 out. 2017.

VILAKATI, B. E. et al. Microplastics in beaches and bays of the Atlantic Ocean seashores. **Marine Pollution Bulletin**, v. 154, p. 111076, 2020.

WANG, T. et al. Microplastics in fish and shellfish: A review of occurrence, distribution, and human exposure. **Environmental Pollution**, v. 263, p. 114337, 2020.

WOODALL, L. C. et al. The deep sea is a major sink for microplastic debris. **Royal Society Open Science**, v. 1, n. 4, p. 140317, 2014.

WRIGHT, S. L.; THOMPSON, R. C.; GALLOWAY, T. S. The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. **Environmental Pollution**, v. 178, p. 483-492, 2013.

YANG, H. et al. Micro and nano-plastics induce kidney damage and suppression of innate immune function in zebrafish (*Danio rerio*) larvae. **Science of the Total Environment**, v. 931, p. 172952, 2024.

ZANTIS, L. J. et al. Microplastics in the gastrointestinal tract and faeces of marine mammals. **Environmental Pollution**, v. 276, p. 116719, 2021.

¹ Discente do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla (ISCED-Huíla); Professor de Biologia no Complexo Escolar N°282-“Produção & Luta”-Matala-Huíla, Angola; Secretário para área do Ambiente e Turismo da Associação para a Mudança do Ensino (AME), Lubango-Huíla; Membro da EcoAngola. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6789-4577>