



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA – DEOLI

Marina Rocha de Carvalho

Análise da presença de microplásticos em *Sciades herzbergii* (Block, 1794), capturado na região do Terminal de Uso Privado da Alumar, São Luís, Maranhão

São Luís – MA

2023

2023

Marina Rocha de Carvalho

Análise da presença de microplásticos em *Sciades herzbergii* (Block, 1794), capturado na região do Terminal de Uso Privado da Alumar, São Luís, Maranhão

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do grau de bacharelado em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Henrique Lopes Silva
Coorientador: MSc. Alef Fontinele Teixeira

São Luís – MA

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Rocha de Carvalho, Marina.

Análise da presença de microplásticos em *Sciades herzbergii* Block, 1794, capturado na região do Terminal de Uso Privado da Alumar, São Luís, Maranhão / Marina Rocha de Carvalho. - 2022.

40 p.

Coorientador(a): Alef Fontinele Teixeira.

Orientador(a): Marcelo Henrique Lopes Silva.

Curso de Oceanografia, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Contaminação. 2. Monitoramento ambiental. 3. Peixes. 4. Polímeros. I. Fontinele Teixeira, Alef. II. Henrique Lopes Silva, Marcelo. III. Título.

2023

Marina Rocha de Carvalho

Análise da presença de microplásticos em *Sciades herzbergii* (Block, 1794), capturado na região do Terminal de Uso Privado da Alumar, São Luís, Maranhão

Aprovada em: 20/01/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. **Marcelo Henrique Lopes Silva** (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Prof. Dr. **James Werllen de Jesus Azevedo** (Titular)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. **Caio Brito Lourenço** (Titular)
Instituto Federal do Maranhão - IFMA

Prof. Dr. **Antonio Carlos Leal de Castro** (Suplente)
Universidade Federal do Maranhão - UFMA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e aos meus pais, Bartolomeu e Ana, por sempre apoiarem as minhas decisões e estarem ao meu lado em todos os momentos. Ao meu cachorro, Luffy, por ter sido a razão de sanidade em todos os momentos. Aos meus irmãos, Caroline e Bartolomeu Neto, que me incentivaram a continuar.

Ao meu orientador, Marcelo Henrique, e Coorientador, Alef Fontinele, por sempre me apoiarem desde o início desta trajetória e incentivarem a sempre melhorar.

Agradeço também as amigas Maria Klara, Luana Dias e Larissa Gabriele por todo suporte emocional e disposição para me ajudar e por fim mas não menos importante, a todos os integrantes do LABIRPesq, que tiraram algum momento de suas vidas para aprender e ajudar com este trabalho.

Todos foram de extrema importância para concluir essa etapa da minha vida.

Sou extremamente grata!

RESUMO

Microplásticos (MPs) são partículas plásticas com tamanho inferior a 5mm. Atualmente, microesferas, fragmentos ou microfibras de plástico podem ser encontrados nos mares de todo planeta Terra, oriundos de diferentes fontes e polímeros. A ingestão destas partículas pela fauna marinha tem sido amplamente documentada, resultando na contaminação da cadeia alimentar, inclusive no homem. Este trabalho teve como objetivo verificar a presença desse material em *Sciades herzbergii*, popularmente conhecido como bagre guribu. Um total de 40 peixes foram coletados, durante o período chuvoso e estiagem. A análise foi realizada em tecidos estomacais diluídos em hidróxido de potássio a 10%, filtrados e analisados em microscopia óptica. Foram encontrados MPs em 100% dos indivíduos, sendo em sua maioria do tipo fibra. Houve uma concentração maior desse contaminante nas fêmeas adultas. Esse resultado tem grande importância para o monitoramento ambiental da comunidade dos coqueiros e para o município de São Luís – MA.

PALAVRAS-CHAVE: contaminação, polímeros, peixes, monitoramento ambiental.

ABSTRACT

Microplastics (MPs) are plastic particles measuring less than 5mm. Nowadays, plastic microspheres, fragments or microfibers can be found in the seas of the whole planet, coming from different sources and polymers. The intake of these particles by marine life had been extravagantly documented, resulting in the contamination of the food chain, including humans. This paper had as a goal find microplastics in *Sciades herzbergii*, known in Brazil as Guribu catfish. A total of 40 were collected, during the dry and rainy season. The analyses were performed on gut tissues diluted on 10% potassium hydroxide, then filtered and analyzed in optical microscopy. Were found MPs in 100% of the individuals, most of them being fibers. There was a higher contamination on adults females. This result has great importance for the environmental monitoring of the Coqueiros community and for city of São Luís - MA.

Sumário

INTRODUÇÃO GERAL.....	5
CAPÍTULO 1.....	9
1. Introdução.....	10
2. Material e Métodos.....	11
2.1 Área de estudo	11
2.1 Amostragem.....	12
2.3 Processamento das amostras.....	12
2.4 Análise dos dados.....	13
3. Resultados.....	14
4. Discussão	19
5. Conclusão.....	21
Referências.....	22

INTRODUÇÃO GERAL

A revolução industrial mudou significativamente a forma como o homem lida com a natureza, sobretudo devido a produção em massa. Com o propósito de aumentar a produção, diminuir o tempo de trabalho e substituir materiais encontrados na natureza, como marfim, a partir do século XX, o plástico totalmente sintético foi inserido no mercado mundial (Movimento Repense o Plástico, 2022). Seu êxito em incorporar-se à sociedade se deu em parte por ser barato, leve, apresentar grande resistência a corrosão e a altas temperaturas, além da capacidade de isolamento elétrico (ELIAS, 2015).

Segundo Thompson (2009), plásticos são produtos sintéticos, preparados pela polimerização de monômeros derivados de petróleo ou gás, geralmente com a incorporação de diversos aditivos químicos que potencializam suas propriedades. Por ser um material muito benéfico ao capitalismo, hoje é estimado que sua produção tenha aumentado de 335 milhões de toneladas em 2016 para 368 milhões em 2019, segundo a associação Plastic Europe (2020).

Em 2010, cerca de 4,8 e 12,7 milhões de toneladas de resíduos plásticos gerados no continente foram descartados no oceano, o que representa 1 a 4% da estimativa do volume total de resíduos gerados naquele ano e 2 a 6% do total de resíduos descartados (JAMBECK et al., 2015; MIZOGUCHI, 2019). Segundo Eriksen (2014), há cerca de 5 trilhões de plástico boiando nos oceanos, que ficam à deriva e são capturados por meio de correntes marítimas. Uma das consequências deste cenário, foi o surgimento da Grande Porção de Lixo do Pacífico (GPLP), local onde é estimado que tenha 79 mil toneladas de lixo plástico em uma área de 1,6 milhões km² (MIZOGUCHI, 2019).

Esse resíduo pode ser classificado em macro plástico e microplástico. É classificado como macro plástico quando possuir um tamanho maior que 25 mm, sendo esse o causador de poluição visual (DERRAIK, 2002; GREGORY, 2009 e OSPAR, 2009). O macroplástico quando disponível no ambiente é exposto a radiação ultravioleta, temperatura, oxidação, biodegradação, agentes químicos e abrasão física, podendo gerar partículas menores, ou seja, os microplásticos (THUSHARI; SENEVIRATHNA, 2020). O microplástico, por definição só pode ser chamado assim quando for menor que 5mm, (THOMPSON, 2015). Por possuir um tamanho muito pequeno são considerados biodisponíveis, ou seja,

disponíveis para a incorporação acidental ou intencional de um organismo (ELIAS, 2015).

Poluição por plástico e microplástico são problemas mundiais e sua introdução no meio aquático pode ocorrer de diversas fontes antrópicas. Segundo Huang (2020) e Khalid (2021), as fontes mais recorrentes de microplástico ao sistema aquático são esgoto, sistemas de drenagem municipal, desgaste de pneus, resíduos plásticos mal gerenciados ou até mesmo descartados em praias.

Alguns microplásticos entram diretamente na forma de pequenos pellets, que são pequenos grânulos de plásticos que constituem a forma principal com que as resinas plásticas são produzidas e comercializadas (SOUSA, 2022). Servem de matéria prima nas indústrias de transformação, originando os mais variados objetos, que são produzidos após o seu derretimento e moldagem do produto final (MANZANO, 2008) ou em cosméticos (FENDALL E SEWELL, 2009). Também podem ser liberados por derramamento acidental, como grânulos de plástico virgem (THOMPSON ET AL., 2009; ELÍAS, 2015).

Um porto pode ser um vetor de contaminação do local onde está inserido, por ser a forma principal de movimentações do comércio do país com o exterior. De acordo com a SOPESP, as regiões portuárias no Brasil representam cerca de 14,2% do PIB brasileiro (2019), porém, ele pode gerar poluição sonora, atmosférica e poluição do ambiente aquático inserido, devido possíveis descartes inadequados ou até mesmo acidentes com embarcações. Localizado em São Luís, capital do estado do Maranhão, o terminal de uso privado da ALUMAR (TUP ALUMAR) é um complexo portuário inaugurado em 1983 que fica localizado na confluência do Estreito dos Coqueiros com o Rio dos Cachorros. Tem capacidade para operar navios com até 59 mil toneladas de carga e é a via de entrada das principais matérias-primas utilizadas na produção como soda cáustica, carvão e bauxita. Também é pelo terminal portuário que é escoada a alumina vendida para os mercados interno e externo (FACT SHEET ALUMAR, 2022).

De acordo com Reback (2020), o ser humano é refém da contaminação porque não há como evitar que ela aconteça onde existem portos. Existe uma série de impactos já conhecidos e previsíveis que ocorrem em todos os portos

do mundo, além da possibilidade de ocorrer acidentes, há a contaminação crônica, que faz parte da atividade portuária pela própria movimentação das embarcações, pela forma com que é feita a proteção das estruturas de metal. O TUP ALUMAR se encaixa nesse cenário e mesmo trazendo grande visibilidade para o estado, pode influenciar na contaminação por plástico no ecossistema aquático, bem como na infecção por microplástico em peixes.

Sciades herzbergii, conhecido popularmente como bagre guribu, é um peixe da família Ariidae, encontrado em áreas marinhas, água doce e estuarina demersal, pode chegar em um comprimento máximo de até 94,2 cm (CHACON, 1994). Possui boca grande e larga, é capaz de ingerir presas relativamente grandes e, dependendo do grau de poluição por plástico no ambiente, pode se alimentar de resíduos até mesmo maiores que 5 mm. De acordo com Torres (2015), é uma espécie de vários corpos hídricos do Maranhão, comumente capturada nas pescarias artesanais e muito consumida pela população maranhense, tendo elevado valor comercial. Neste sentido, pode ser considerado um excelente bioindicador de qualidade ambiental.

Para Samandra et al. (2022), microplásticos podem ser levados ao interior do organismo por contato direto, via contato dérmico, além de ingestão, inalação e transferência através da cadeia alimentar. Por ser um material químico que são inclusos em poluentes orgânicos persistentes (POPs), são transferidos e acumulados por organismos marinhos resultando na biomagnificação ao longo da cadeia alimentar (MERCOGLIANO et al., 2020). Assim, ao se alimentar de peixes contaminados, mesmo que os danos ainda não sejam conhecidos, há risco de gerar problemas para a saúde humana.

Há evidências emergentes de que os efeitos tóxicos da exposição aos microplásticos incluem inflamação, estresse oxidativo, apoptose e homeostase metabólica (SAMANDRA et al., 2022). Além disso, segundo Mercogliano (2020), células intestinais absorvem parte das partículas de plástico, assim gerando uma maior exposição devido a um transporte desse material pelo corpo, além dessa exposição, o sistema imunológico não consegue eliminar as partículas de plástico e consequentemente, causar inflamação crônica e aumentar o risco de neoplasia.

Diante deste cenário, o presente estudo teve como objetivo verificar presença de microplásticos em estômago do peixe *Sciades herzbergii*, oriundo da pesca artesanal realizada na área portuária localizada entre o Rio dos Cachorros e Estreito dos Coqueiros.

CAPITULO 1

Análise da presença de microplásticos em *Sciades herzbergii* (Block, 1794), capturado na região do Terminal de Uso Privado da Alumar, São Luís, Maranhão

Marina Rocha de Carvalho ^a, Alef Fontinele Teixeira ^b, Marcelo Henrique Lopes Silva ^{a, b, c}

^a Curso de oceanografia, Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, São Luís, Maranhão, Brasil.

^b Laboratório de Ictiologia e Recursos Pesqueiros (LABIRPesq), Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, São Luís, Maranhão, Brasil.

^c Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses, 1966, São Luís, Maranhão, Brasil.

Resumo

Microplásticos (MPs) são partículas plásticas com tamanho inferior a 5mm. Atualmente, microesferas, fragmentos ou microfibras de plástico podem ser encontrados nos mares de todo planeta Terra, oriundos de diferentes fontes e polímeros. A ingestão destas partículas pela fauna marinha tem sido amplamente documentada, resultando na contaminação da cadeia alimentar, inclusive no homem. Este trabalho teve como objetivo verificar a presença desse material em *Sciades herzbergii*, popularmente conhecido como bagre guribu. Um total de 40 peixes foi capturado durante os períodos chuvoso e de estiagem. A análise foi realizada em tecidos estomacais diluídos em hidróxido de potássio a 10%, filtrados e analisados em microscopia óptica. Foram encontrados MPs em 100% dos indivíduos, sendo em sua maioria do tipo fibra. Houve uma concentração maior desse contaminante em fêmeas adultas. Esse resultado tem grande importância para o monitoramento ambiental da comunidade dos coqueiros e para São Luís – MA.

PALAVRAS-CHAVE: contaminação, polímeros, peixes, monitoramento ambiental.

ABSTRACT

Microplastics (MPs) are plastic particles measuring less than 5mm. Nowadays, plastic microspheres, fragments or microfibers can be found in the seas of the whole planet, coming from different sources and polymers. The intake of these particles by marine life had been extravagantly documented, resulting in the

contamination of the food chain, including humans. This paper had as a goal find microplastics in *Sciades herzbergii*, known in Brazil as Guribu catfish. A total of 40 were collected, during the dry and rainy season. The analyses were performed on gut tissues diluted on 10% potassium hydroxide, then filtered and analyzed in optical microscopy. Were found MPs in 100% of the individuals, most of them being fibers. There was a higher contamination on adults females. This result has great importance for the environmental monitoring of the Coqueiros community and for São Luís - MA.

1. Introdução

Os microplásticos (partículas plásticas ≤ 5 mm; KERSHAW, 2019) são problemáticos devido a sua onipresença e tamanho pequeno, sendo acessíveis a ingestão da biota, o que pode gerar problemas físicos e toxicológicos (WRIGHT et al., 2013; ANBUMANI & KAKKAR, 2018; RIST & HARTMANN, 2018; WARDLAW et al., 2022). A abundância dos microplásticos (MPs) são maiores próximo a áreas urbanas e industriais, e os rios que correm nessas regiões carregam e depositam MPs entorno do ambiente (TIBBETTS et al., 2018).

MPs no ambiente marinho enfrentam degradação física, química e biológica, a radiação ultravioleta acelera a degradação de polímeros devido a reações fotolíticas, foto-oxidativas e termo-oxidativas, e na costa, plásticos como polietileno e polipropileno também serão fisicamente degradados devido a ação de ondas (WANG et al., 2016; BAYO et al., 2022).

O nível de MP é altamente associado à densidade populacional e suas atividades humanas, como navegação, operações portuárias, atividades pesqueiras, locais de produção de plásticos e instalações de tratamento de esgoto (BROWNE et al., 2010; WAGNER et al., 2014; CHEN et al., 2021).

O local de trabalho investigado no presente estudo é situado em um ponto de confluência de atividade portuária, TUP ALUMAR, e densidade populacional, no estreito dos coqueiros, região em que a população também é dependente da pesca como forma de subsistência. O bagre guribu, *Sciades herzbergii*, pode ser encontrado em áreas marinhas, ambientes de água doce e estuarina, possui um alto valor comercial e pode ser enquadrado como um bom bioindicador de qualidade ambiental, por conseguir ingerir alimentos de diversos tamanhos como

pequenos crustáceos, por exemplo. Dessa forma, é possível que a contaminação por MPs seja transferida na cadeia alimentar por bioacumulação e biomagnificação (SANTILLO et al., 2017; SELTENRICH, 2015; MAK et al., 2020).

Objetivos

Gerais:

O presente estudo teve como objetivo identificar a presença de microplásticos no bagre guribu, capturado na região do Estreito dos Coqueiros, área portuária do município de São Luís, Maranhão, Brasil.

Específicos:

- Classificar os tipos de microplásticos encontrados
- Analisar os estômagos retirados dos peixes
- Identificar se esta ocorrendo a contaminação por microplástico no estreito dos coqueiros

2. Material e Métodos

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado nas proximidades do terminal de uso privado da ALUMAR, situado na região central do Golfão Maranhense, denominado de estreito dos Coqueiros (Fig. 1). O estreito dos Coqueiros se constitui em um amplo canal natural que se limita ao norte com a baía de São Marcos, com a qual se comunica amplamente e ao sul com o estreito dos Mosquitos, no qual recebe influência das águas da baía de São José (PORTO, 1983), além da vazão do rio dos Cachorros que desagua na região (CASTRO, 1986). A região é fortemente influenciada por marés de grande amplitude (FERREIRA, 1988).

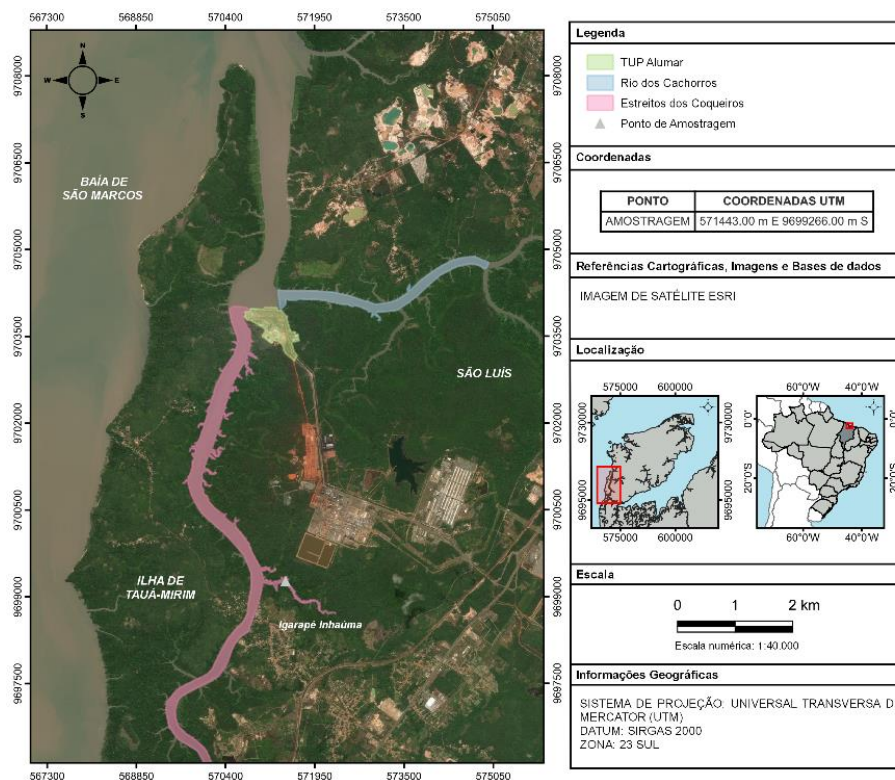


Fig. 1. Mapa da área de estudo, região do estreito dos Coqueiros, Ilha do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil (DIAS, 2023)

2.1 Amostragem

Foram realizadas duas amostragens, sendo uma no período chuvoso, junho/2022, e outra no período de estiagem, setembro/2022. A captura dos peixes foi efetuada através redes de tapagem com malhas de 35 milímetros entre nós opostos e 40 a 50 metros de extensão. As amostragens ocorreram durante a maré de quadratura, com um esforço de pesca padronizado em 6 horas, correspondendo a todo o ciclo de maré vazante. Após a captura, os peixes foram conservados em caixas de isopor com gelo e encaminhados ao Laboratório de Ictiologia e Recursos Pesqueiros, LABIRPesq, da Universidade Federal do Maranhão.

2.3 Processamento das amostras

Em laboratório, os peixes foram descongelados até atingirem a temperatura ambiente para obtenção das medidas biométricas, tamanho e peso dos indivíduos (Fig. 2A). Foi realizada uma abertura longitudinal na região ventral para retirada do estômago. Cada estômago foi pesado e em seguida armazenado em recipiente de vidro, previamente higienizado com água destilada e álcool (Fig. 2B).

Para o processamento das amostras, foi aplicada a técnica de Dhimmer (2017) e Foekema (2013) com algumas adaptações. A técnica de digestão envolveu a dissolução química dos tecidos moles, utilizando hidróxido de potássio PA, seguido de filtração e análises em lupas ou microscópio. Os tratos gastrointestinais foram colocados em um vidro, em seguida foi adicionada a solução de hidróxido de potássio (KOH) a 10% e fechado com papel alumínio.

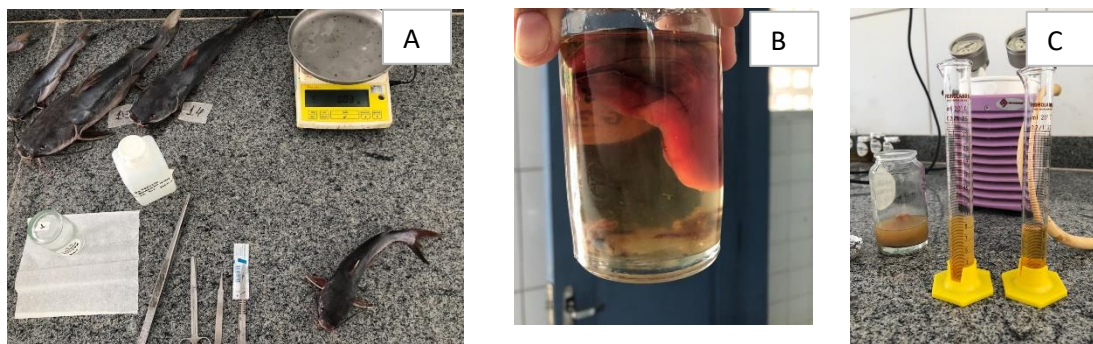


Fig. 2. Processo de preparação da amostra. A – Bancada higienizada; B – Estômago do bagre guriu em processo de diluição de tecidos por KOH 10% d; C – Filtração das amostras diluídas

As amostras digeridas foram filtradas com bomba a vácuo, em microfiltro filtro de vidro GF-3 Macherey-Nagel ($\sim 0,6\mu\text{m}$) (Fig. 2 – C) e logo após foram encaminhadas para estufa a 60°C , por 24 horas, para secagem dos filtros. Os filtros foram observados com auxílio de lupa ocular. As amostras foram armazenadas em placas de petri, para facilitar a contagem do material encontrado e melhor aproveitamento dos dados. Os materiais encontrados foram separados de acordo com suas características específicas, fragmentos ou fibras e coloração, posteriormente foi realizada contagem individual com auxílio de microscópio óptico.

2.4 Análise dos dados

As fibras e fragmentos de microplástico (MP) foram identificadas, fotografadas e registradas de acordo com a cor, medida e tipo de material. Todos os resultados foram aplicados em tabelas e planilhas no software excel para comparações entre tamanho, peso, presença de MPs.

A saúde do peixe foi verificada a partir do Índice de condição de Fulton. Este método relaciona peso e comprimento e é demonstrado na equação 1, onde

K é o índice de condição, W o peso total em gramas e L é o comprimento em centímetros (NASH et al., 2006).

$$K = 100 * \frac{W}{L^3}$$

Equação 1. Índice de condição de Fulton

O índice de condição de Fulton indica a saúde do peixe, para K =1: indica o peixe saudável, <1: abaixo do peso e >1: acima do peso (VRIES et al., 2020).

Após a identificação de todos os valores de K, foi aplicado a equação 2 para a adequação dos valores com os aspectos do bagre guribu.

$$\text{Saudável} = \frac{(MA.K + ME.K)}{2}$$

Equação 2. Índice de condição de saúde para *Sciades herzbergii* aplicados a K

Onde, MA.K é o maior valor de K e ME.K é o menor valor de K. Nesse índice, os valores acima do valor saudável foram considerados acima do peso e valores abaixo foram considerados abaixo do peso.

Para a comparação do peso dos estômagos com a quantidade de MPs, foi aplicado divisão de classes por meio do software livre PAST e posteriormente feita a comparação com o teste paramétrico ANOVA, onde a normalidade foi verificada através do teste de Levene. Os indivíduos foram classificados de acordo com intervalos de peso do estômago, sendo leve, 1,52 a 14,2 g, : moderado, 14,3 a 22,1 g, e cheio, 27,2 a 40,1 g.

A identificação da normalidade dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov e posteriormente teste F de variância e T de student para a comparação entre a ingestão de plástico pelos organismos durante o período chuvoso e de estiagem. As análises estatísticas foram realizadas por meio do software livre PAST.

3. Resultados

Um total de 40 indivíduos da espécie *Sciades herzbergii* foram analisados e os resultados indicaram a presença de microplástico (MP) em todas as amostras. Foram encontradas 511 fibras, 353 fragmentos e 12 pellets, totalizando 876 MP (Tabela 1). No período chuvoso foram registrados 311 MP,

enquanto no período de estiagem foram identificados 565 MP nos tratos gastrointestinais dos espécimes analisados.

Tabela 1. Quantidades e tipos de microplásticos encontrados nos meses de junho e setembro de 2022 nos estômagos do Bagre guribu.

Tipo de fragmento	Mês		Total
	Junho/2022	Setembro/2022	
Fibra	200	311	511 (58,33%)
Fragmento	107	246	353 (40,30%)
Pellet	4	8	12 (1,3%)
Total	311	565	876

Fibra foi o tipo de MP mais encontrado no estudo, correspondendo a 58,33%. As análises indicaram fibras nas cores preta, azul e vermelha (Fig. 3).

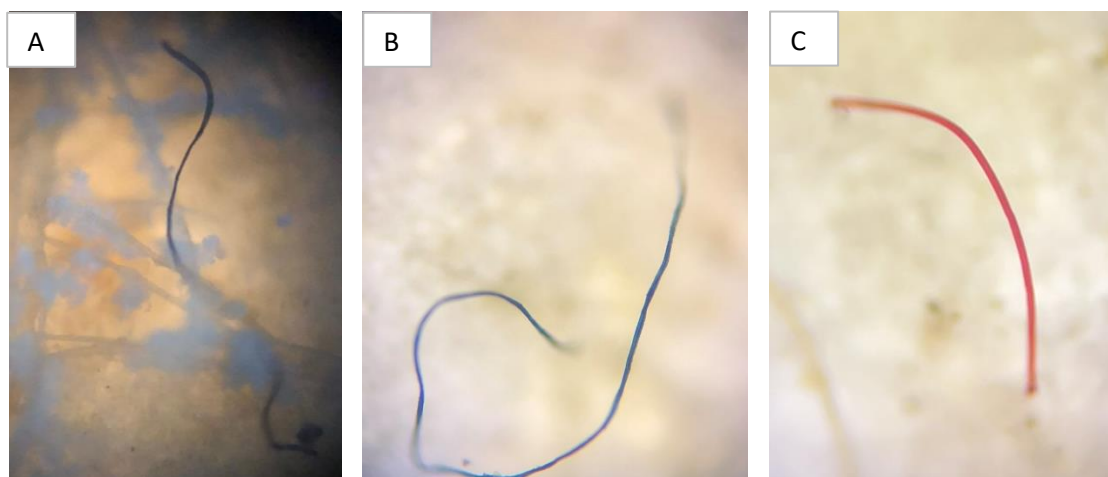


Fig. 3. Microplástico do tipo fibra encontrado nas amostras dos estômagos dos bagres guribus. A) Preta; B) Azul; C) Vermelha

Dentre as 511 fibras identificadas, as mais representativas foram as pretas (45,20%), seguidas de azul (41,88%) e vermelha (12,92%) (Tabela 2).

Tabela 2. Quantidade de fibras encontradas e porcentagem dentre as fibras encontradas nos estômagos dos bagres guribus.

Tipo de fibra	Junho/2022	Setembro/2022	Total	%
Preta	117	114	231	45,20
Azul	60	154	214	41,88
Vermelha	23	43	66	12,92

Os MP do tipo fragmento representaram 40,30% da amostra. Os fragmentos se apresentaram em duas cores: cinza e azul (Fig. 4).

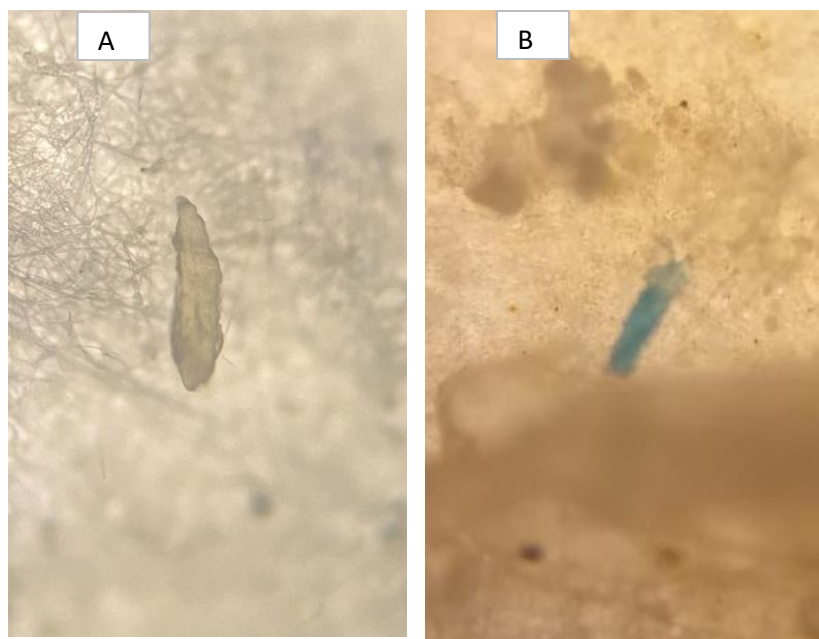


Fig. 4. Microplástico do tipo fragmento encontrado nas amostras. A) Cinza; B) Azul

Pellets foram encontrados em apenas 1,3% do material analisado (Fig. 5).

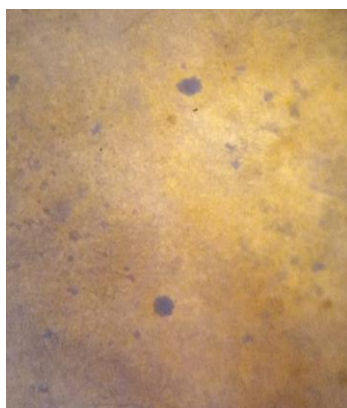


Fig. 5. Pellets encontrados na amostra

A amostra foi dividida em classes de acordo com o peso dos estômagos e a quantidade de MPs (Fig. 6). A classificação a partir do peso caracterizou os estômagos em 1- leve, 2 - moderado e 3 - cheio (Tabela 3).

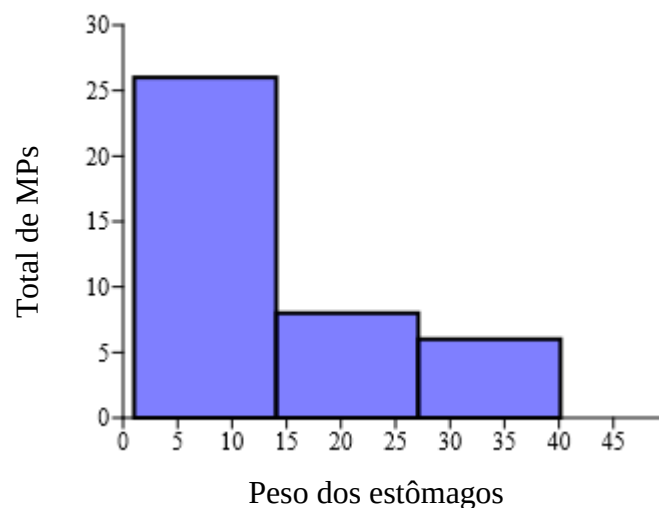


Fig. 6. Histograma de divisão de classes dos pesos de estômagos e quantidade total de microplástico das amostras.

Os resultados indicaram que 25 indivíduos apresentaram foram categorizados com estômago leve, 9 com moderado e 6 para a categoria estômago cheio, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. Categorias dos estômagos dos indivíduos do bagre guribu analisados nos meses de junho e setembro de 2022

JUNHO				SETEMBRO			
Sexo	Categoria	Peso do estômago	TMP	Sexo	Categoria	Peso do estômago	TMP
F	1	5,71	40	F	3	32,43	99
M	2	16,19	35	F	3	31,43	53
F	1	9,37	33	F	2	22,06	48
F	2	23,68	28	F	1	3,82	47
F	3	31,02	27	F	1	8,12	42
M	1	6,98	25	F	3	32,75	38
F	3	30,67	20	NI	2	23,01	35
F	3	40,14	17	F	1	2,93	34
M	1	1,52	17	M	1	3,88	33
F	2	19,69	12	F	1	5,44	25
M	2	3,44	9	F	1	3,85	20
F	1	14,93	9	M	1	9,24	15
M	1	6,45	9	M	1	1,02	15
M	1	2,37	9	F	1	4,13	14
NI	1	2,25	5	M	1	2,24	12
F	2	16,58	4	M	1	3,07	12
F	2	6,9	4	F	1	4,22	11
F	2	26,47	3	F	1	9,88	6
M	1	1,89	3	F	1	5,76	5
M	1	5,86	2	M	1	3,64	1

Após a aplicação da ANOVA, não foi verificada relação de peso do estômago e quantidade de MP (2,90; $p=0,06$), ou seja, estômagos mais cheios não necessariamente refletem em maior presença de MP.

O teste t de Student foi aplicado para verificar se há relação na quantidade de MPs entre fêmeas ($n=24$) e machos ($n=14$) e por classificação gonadal (Fig. 7). Os resultados demonstraram que ocorre uma diferença significativa na quantidade de MPs entre machos e fêmeas ($t=2,37$; $p=0,023$), visto que a média de plásticos em fêmeas foi de 26,63 e em machos de 14,07.

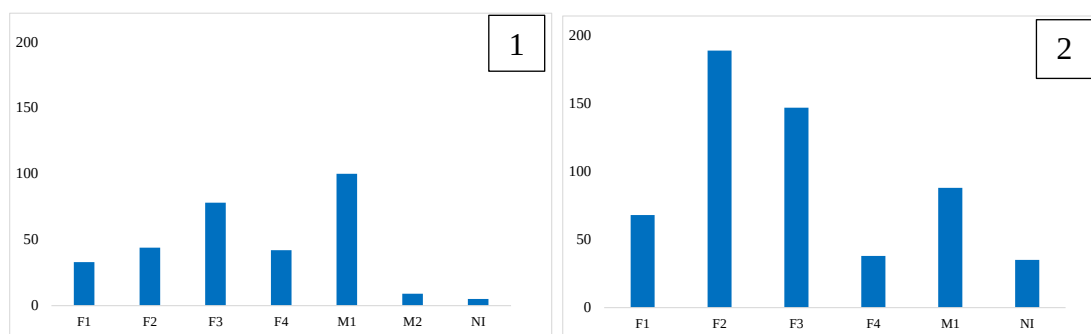


Fig. 7 Quantidade de MPs por classificação gonadal em junho (1) e setembro (2) dos bagres guribus analisados

A Fig. 7 demonstra que a incidência de plástico nos indivíduos se diferiu por sexo e por maturidade sexual, houve maior presença de MPs em fêmeas adultas quando comparada aos machos. Foi observado ainda, que a presença de MP aumentou de acordo com a maturidade. Indivíduos de estágio 1, categorizados como jovens, ainda não alcançaram maturidade sexual. A partir da classificação 2, os indivíduos são considerados adultos, logo, fêmeas adultas possuem uma concentração de plástico maior que machos.

Quanto a quantidade de MP de acordo com a sazonalidade, o teste t de Student demonstrou que ocorre uma diferença significativa quanto a quantidade de MPs entre os períodos chuvosos e de estiagem ($t=2,19$; $p=0,03$). A presença de microplásticos é maior durante o período de estiagem, com média igual a 28,25 MPs, enquanto no período chuvoso foi de 15,55 MPs.

Para a análise do índice de condição dos peixes, a Tabela 4 demonstra os valores de K, que são relacionados com a saúde do indivíduo de acordo com o peso e o comprimento.

Tabela 4. Valores de K por indivíduos de acordo com o Índice de condição de Fulton em comparação a quantidade de MP

JUNHO				SETEMBRO			
C.T	PESO	K	TMP	C.T	PESO	K	TMP
44,5	885,7	1,01	3	44,2	869,53	1,01	48
45,6	905,25	0,95	17	43,6	751,12	0,91	99
40,6	585,9	0,88	28	34,3	349,03	0,86	53
42,4	644,3	0,85	20	42	614,07	0,83	35
19,2	59,31	0,84	5	30,3	222,42	0,80	15
41,9	609,05	0,83	27	42,8	621,61	0,79	38
37,5	435,25	0,83	4	30,2	208,05	0,76	6
28,3	180,36	0,80	35	21,2	69,96	0,73	33
37,2	407,67	0,79	12	25,5	121,04	0,73	47
26,2	141,78	0,79	25	28,4	166,97	0,73	42
26,7	144,72	0,76	40	27,5	148,5	0,71	25
28	166,29	0,76	33	28,1	158,09	0,71	5
18	41,97	0,72	3	23,7	94,75	0,71	12
19,9	54,87	0,70	9	20,2	58,5	0,71	12
30	186,42	0,69	9	28,4	158,39	0,69	20
28,3	155,89	0,69	4	27,5	143,02	0,69	14
19,3	47,8	0,66	17	24,4	95,8	0,66	1
22,4	74,73	0,66	2	24,1	91,42	0,65	34
21,8	64,41	0,62	9	26,5	120,47	0,65	11
34,8	211,8	0,50	9	21,2	57,4	0,60	15

Para uma comparação mais adequada à espécie utilizada, foi aplicada a equação 2, do qual foi encontrado 0,75 como índice de saúde para o bagre guribu. Nenhum indivíduo foi considerado saudável, onde 47,5% dos espécimes foram identificados como abaixo do peso e 52,5% acima do peso. O teste T de Student confirmou a diferença significativa de quantidade de MPs por peso (2,14; $p=0,041$), em que indivíduos acima do peso possuem uma maior quantidade de MPs quando comparados aos indivíduos abaixo do peso.

4. Discussão

Os MP do tipo fibra foram os mais representativos e essa dominância é comumente encontrada em estudos com MP. Dhimmer (2017), em estudo com 164 peixes da espécie *Trachurus trachurus* no estuário de Montego, em Lisboa, Portugal, identificou 399 MP, onde 79% dos MP eram fibras. Justino (2021), em estudos sobre a ingestão de MP por peixes no complexo estuarino do canal de Santa Cruz, Pernambuco, analisou 82 indivíduos de variadas espécies, também observou maior presença de fibras, sendo 47% do total.

Esse tipo de MP é encontrado principalmente em roupas feitas de poliéster. Esse material é proveniente de esgoto domiciliar descartado incorretamente no estuário ou ainda pode ser poliamida (nylon), caracterizando material proveniente de pesca (DA LUZ, 2018). Dentre as fibras analisadas, foi perceptível a predominância de material na cor preta, seguidas por azul e posteriormente vermelha. Da Luz (2018), usando a mesma metodologia, analisou 126 indivíduos e encontrou mais MPs do tipo fibra e desses 52% foram na cor preta e 17% foram na tonalidade azul.

Quanto a MP do tipo fragmento, foram encontradas maior quantidade no período de estiagem, este fato pode ser explicado em função da tendência de maior concentração desse poluente na época em que são registradas os menores índices pluviométricos (GEROLIN, 2020). A fragmentação no meio ambiente ocorre quando existe uma combinação de diversos fatores ambientais, que incluem a radiação UV, presença de oxigênio, mudanças de temperatura, umidade, ação das ondas e contato com contaminantes e microrganismos (OLIVATTO et al., 2018). Sendo esses, fragmentação de materiais como sacolas plásticas, garrafas PET e PVC.

Pellets foram encontrados em baixíssimas concentrações. Esse tipo geralmente ocorre na forma de pequenas esferas, de 2 a 5 mm (COSTA, 2009). Essas baixas proporções são atribuídas ao fato de ser o formato dito virgem de plástico. Horton (2018), em análise da influência da exposição fisiológica da ingestão de microplásticos por peixe de água doce no rio Thames, Reino Unido, encontrou as mesmas proporções, 75% de fibras, seguidos por 22,7% de fragmentos e por último pellets com 2,3%.

De acordo com Bellas (2016), os MP tendem a se acumular em organismos bentônicos. Sendo assim, é recorrente a biomagnificação desse contaminante em predadores de peixes e crustáceos (PEGADO et al., 2018). Isto pode explicar o grau de contaminação encontrado no bagre guribu. Em estudos feitos por Romeo et al. (2015), foi observado que MPs são mais frequentemente ingeridos por espécies que costumam se alimentar de pequenas presas do substrato, aumentando o grau de contaminação, já que estes costumam ser ingeridos quando estão também contaminados.

Indivíduos mais pesados e mais maduros sofreram uma maior ingestão por plástico. O aumento da ingestão de MP com o tamanho do peixe, estão correlacionados com a maior necessidade de alimentos para alcançar a alta demanda de energia de um peixe adulto (HOLKER e BRECKLING, 2001). Porém, isso não se aplicou aos estômagos, visto que o teste ANOVA mostrou que não houve relação de MP e peso dos estômagos.

A maior presença de MPs ocorreu em fêmeas maduras. Horton (2018) afirma que o estágio de vida talvez influencie a ingestão de partículas de MPs devido aos hábitos alimentares. Essa alta quantidade de MPs nesses indivíduos adultos é vista diretamente com o fator de biomagnificação desse poluente, em decorrência de um período de vida mais longo, existe um consumo maior de impurezas que não são digeridas. A concentração maior de MPs em fêmeas pode ser explicada devido a diferenças específicas do gênero que devido ao evento de reprodução/desova leva a uma necessidade maior de energia das fêmeas (FOLTZ e NORDEN, 1977; LAMBERT e DUTIL, 2000).

A quantidade de MPs nos indivíduos durante o período de estiagem foi maior que os resultados da estação chuvosa, este fato pode ser explicado em decorrência da baixa pluviosidade, ocorrendo, assim, maior concentração desse material.

Estudos realizados em um reservatório subtropical na África do Sul (MBEDZI et al., 2020), indicaram que ocorre a concentração maior de resíduos nos sedimentos durante o período seco, esta evidência foi justificada em função da redução do fluxo de água e baixa da pluviosidade, assim, os sedimentos geraram fontes de MPs para o ambiente aquático.

A contaminação por MP nesse ponto da região portuária também pode ser agravada pela presença humana, a comunidade dos Coqueiros está localizada próxima à área de estudo, e em geral, a incidência de detritos de poliéster e poliamida no ambiente podem ser relacionadas a descarga de esgoto doméstico sem tratamento prévio (HUANG, 2020; KHALID, 2021).

5. Conclusão

Este trabalho indicou a contaminação por microplástico em todos os indivíduos analisados e provavelmente outras espécies que vivem no local

estejam sendo contaminadas também, sendo que durante o período de estiagem indicaram a maior contaminação dos indivíduos. Os resultados causam preocupação, pois representam risco à saúde humana, uma vez que este recurso pesqueiro é consumido pela população local. A presença de microplástico nos peixes pode ser indicativo de ambientes poluídos, servindo como sinalizadores para práticas mitigadoras ou preventivas para tentar reduzir o número desses contaminantes no ambiente e, conseqüentemente nos peixes.

Referências

CARVALHO, Karla; WIDMER, Walter; LIRA, Claudia. Metodologias para quantificação de microplásticos nas águas do rio Cubatão do Sul, Palhoça-Santa Catarina. **Estrabão**, v. 2, p. 210-219, 2021.

OJC OBSERVATÓRIO DE JUSTIÇA E CONSERVAÇÃO. O impacto de um porto. Disponível em: <https://justicaeco.com.br/o-impacto-de-um-porto-2/>. Acesso em: 22 jun. 2022.

MARKIC, Ana et al. Plastic ingestion by marine fish in the wild. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 7, p. 657-697, 2020.

KARBALAEI, Samaneh et al. Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia. **Marine pollution bulletin**, v. 148, p. 5-15, 2019.

WESCH, Charlotte et al. Towards the suitable monitoring of ingestion of microplastics by marine biota: A review. **Environmental pollution**, v. 218, p. 1200-1208, 2016.

TORRES, HETTY SALVINO. BIOMARCADORES HISTOPATOLÓGICOS EM DUAS ESPÉCIES DE BAGRES (PISCES, ARIIDAE) DE IMPORTÂNCIA ECONÔMICA NA BAÍA DE SÃO MARCOS, MARANHÃO. 2015.

FISH BASE. *Sciades herzbergii* (Bloch, 1794) Pemecou sea catfish. Disponível em:

<https://www.fishbase.se/Summary/SpeciesSummary.php?ID=951&AT=Bagre+guriibu>.

Acesso em: 2 jun. 2022.

ELÍAS, Rodolfo. Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. 2015.

PLÁSTIC EUROPE. Microplastics. Disponível em: <https://plasticseurope.org/sustainability/plastics-health/microplastics/>. Acesso em: 2 jul. 2020.

Plastics: The fact 2020. Plastic Europe, Belgium, v. 6, n. 6, p. 15-17, jun./2021. Disponível em: <https://plasticseurope.org/resources/publications/>. Acesso em: 2 jul. 2022.

FALCÃO, Plínio Martins; SOUZA, C. R. G. Avaliação do conhecimento sobre a presença de grânulos plásticos (pellets) em áreas litorâneas do mundo: 1970-2011. In: **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. Anais do III Encontro do Quaternário Sulamericano XIII ABEQUA Congress-The South American Quaternary: Challenges and Perspectives**. 2011.

KERSHAW, P. J. et al. Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean. 2019.

ROMEO, Teresa et al. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. **Marine pollution bulletin**, v. 95, n. 1, p. 358-361, 2015.

FOEKEMA, Edwin M. et al. Plastic in north sea fish. **Environmental science & technology**, v. 47, n. 15, p. 8818-8824, 2013.

MIZOGUCHI, Ian Haas. Os desafios do plástico e cenários para o futuro. 2019.

RIBEIRO, Natasha Ulhiana Ferreira; AMÉRICO-PINHEIRO, Juliana Heloisa Pinê. Peixes como bioindicadores de agrotóxicos em ambientes aquáticos. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 11, n. 22, 2018.

SAMANDRA, Subharthe et al. Microplastic contamination of an unconfined groundwater aquifer in Victoria, Australia. **Science of the Total Environment**, v. 802, p. 149727, 2022.

CAIXETA, Danila et al. MICROPLÁSTICOS COMO INDICADORES DE POLUIÇÃO AMBIENTAL E SEUS EFEITOS SOBRE OS ORGANISMOS. **ENCICLOPEDIA BIOSFERA**, v. 19, n. 40, 2022.

ZBYSZEWSKI, Maciej; CORCORAN, Patricia L.; HOCKIN, Alexandra. Comparison of the distribution and degradation of plastic debris along shorelines of the Great Lakes, North America. **Journal of Great Lakes Research**, v. 40, n. 2, p. 288-299, 2014.

THUSHARI, Gajahin Gamage Nadeeka; SENEVIRATHNA, Jayan Duminda Mahesh. Plastic pollution in the marine environment. **Heliyon**, v. 6, n. 8, p. e04709, 2020.

KHALID, Noreen et al. Linking effects of microplastics to ecological impacts in marine environments. **Chemosphere**, v. 264, p. 128541, 2021.

WU, Panfeng et al. Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 184, p. 109612, 2019.

MERCOGLIANO, R; AVIO, C.G; REGOLI, F; ANASTASIO, A; COLAVITA, G; SANTONICOLA, S. Occurrence of Microplastics in Commercial Seafood under the Perspective of the Human Food Chain. A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2020 68 (19), 5296-5301 DOI: 10.1021/acs.jafc.0c01209

Dean, Bethany, "Factors controlling the abundance, distribution, and composition of macroplastic and microplastic particles in tributary, beach, and benthic sediments of Lake Erie, Ontario" (2016). *Electronic Thesis and Dissertation Repository*. 3828.

<https://ir.lib.uwo.ca/etd/3828>

ROMEO, T.; BATTAGLIA, P., PEDA, C., CONSOLI, P., ANDALORO, F., FOSSI, M.C. First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*. v. 95. pg. 358-361. (2015).

BELLAS, J., MARTÍNEZ-ARMENTAL, J., MARTÍNEZ-CÁMARA, A., BESADA, V., MARTÍNEZ-GOMES, C. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Marine Pollution Bulletin* v.109 pg.55–60 (2016)

PEGADO, T.de S., SCHMID, K., WINEMILLER, O., CHELAZZI, D., CINCINELLI, A., DEI, L., TOMMASO, G., First evidence of microplastic ingestion by fishes from the Amazon River estuary. *Marine Pollution Bulletin*, v.133, pg. 814-821 (2018)

DHIMMER, V.R.; Microplastics in gastrointestinal tracts of *Trachurus trachurus* and *Scomber colias* from the Portuguese Coastal Waters (2017). 33f. Tese de mestrado. Faculdade de ciências e tecnologia / Universidade nova de Lisboa (FCT). Lisboa – Portugal.

SILVA, D. do C. da; VIEIRA, H. A. G. .; ROLIM, V. S. .; SILVA, W. F. da; SOUSA, M. G. de .; PAULINO, M. G.; MARIANO, W. dos S. . Environmental contaminants: effects of microplastics on aquatic and terrestrial organisms. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 7, p. e54310716761, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i7.16761. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/16761>. Acesso em: 18 dec. 2022.

MOVIMENTO REPENSE O PLÁSTICO. **Como o plástico revolucionou a história da sociedade**. Disponível em: <https://repense.eco.br/> . Acesso em: 18 dez. 2022.

ALCOA. Alcoa Fact Sheet Alumar. Disponível em: <https://www.alcoa.com/brasil/pt/pdf/brasil-alumar-fact-sheet.pdf> . Acesso em: 18 dez. 2022.

WARDLAW, Colleen M.; CORCORAN, Patricia L.; NEFF, Bryan D. Factors influencing the variation of microplastic uptake in demersal fishes from the upper Thames River Ontario. **Environmental Pollution**, v. 313, p. 120095, 2022.

WANG, Jundong et al. The behaviors of microplastics in the marine environment. **Marine Environmental Research**, v. 113, p. 7-17, 2016.

BAYO, Javier; ROJO, Dolores; OLMOS, Sonia. Weathering indices of microplastics along marine and coastal sediments from the harbor of Cartagena (Spain) and its adjoining urban beach. **Marine Pollution Bulletin**, v. 178, p. 113647, 2022.

MAK, Chu Wa et al. Microplastics from effluents of sewage treatment works and stormwater discharging into the Victoria Harbor, Hong Kong. **Marine Pollution Bulletin**, v. 157, p. 111181, 2020.

MBEDZI, Rendani et al. Spatiotemporal variation in microplastic contamination along a subtropical reservoir shoreline. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 19, p. 23880-23887, 2020.

AUDIENCE

Marine pollution environmental scientists, engineers, administrators, managers, politicians and lawyers.

IMPACT FACTOR

2021: 7.001 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2022

ABSTRACTING AND INDEXING

Aqualine Abstracts
Chemical Abstracts
Engineering Village - GEOBASE
BIOSIS Citation Index
Environmental Periodicals Bibliography
Fish and Fisheries Worldwide
EM Biology
Current Contents
Elsevier BIOBASE
Cambridge Scientific Abstracts
Current Contents - Agriculture, Biology & Environmental Sciences
Embase
Health and Safety Science Abstracts
Petroleum Abstracts
Science Citation Index
Tox Abstr Environment Abstracts
Scopus
Marine Literature Review
Oceanographic Literature Review

EDITORIAL BOARD

Editors-in-Chief

Francois Galgani, Ifremer Center of the Pacific, 98719, Taravao, Tahiti, French Polynesia

Gui-Peng Yang, Ocean University of China, 266199, Qingdao, China

Michel Boufadel, New Jersey Institute of Technology, 7102, Newark, New Jersey, United States of America

Associate Editors

R. Almeida, University of Porto Interdisciplinary Centre of Marine and Environmental Research, Matosinhos, Portugal

R. A. Hauser-Davis, Oswaldo Cruz Foundation, RIO DE JANEIRO, Brazil

M. Li, Shenzhen University, Shenzhen, China

G. R. MacFarlane, The University of Newcastle, Callaghan, New South Wales, Australia

M. Pelletier, United States Environmental Protection Agency, Washington, District of Columbia, United States of America

K. Schiff, Southern California Coastal Water Research Project, Costa Mesa, California, United States of America

M. Schintu, University of Cagliari, Department of Medical Sciences and Public Health, Cagliari, Italy

R. Schwaborn, Federal University of Pernambuco, RECIFE, Brazil

H. Shi, East China Normal University, Shanghai, China

K.S. Shin, Chartered Institution of Water and Environmental Management, London, United Kingdom

C. Sun, First Institute of Oceanography Ministry of Natural Resources, Qingdao, China

T. R. Walker, Dalhousie University School for Resource and Environmental Studies, Halifax, Nova Scotia, Canada

V. Wepener, North-West University, Potchefstroom, South Africa

M. Yeager, University of Kentucky, Department of Earth & Environmental Sciences, Lexington, Kentucky, United States of America

Editorial Board

A. Borja, Pasaia, Spain

J.C. Dauvin, Caen, France

M. Elliott, Hull, United Kingdom

J.-D. Gu, Shantou, China

D.A. Holdway, Oshawa, Ontario, Canada

K. M. Y. Leung, Hong Kong, Hong Kong

B.J. Richardson, Hong Kong, Hong Kong

A. Turner, Plymouth, United Kingdom

R.K.F. Unsworth, Swansea, United Kingdom

Young Editorial Board Members

Xiaolong Geng, National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, District of Columbia, United States of America

Groundwater, Dynamics, Contaminant Transport Water, Resources Oil, Biodegradation

Bing Li, Tsinghua University Institute of Ocean Engineering, Shenzhen, China

Nutrient cycling and management, Land-sea coordination, Water pollution and remediation, Urban water management, Phosphorus management and recovery, Hydrochemistry, Carbon flux, Water quality

Nelson Guillermo Rangel-Buitrago, University of the Atlantic, Barranquilla, Colombia

Coastal Geomorphology, Coastal Hazards, Coastal Geology, Physical Geography, Coastal Oceanography, Coastal Management, Sedimentology, Coastal Pollution, Litter, Microplastics, GIS **Giuseppe Suaria**, Institute of Marine Sciences Section of La Spezia, Pozzuolo di Lerici, Italy

Microplastics, Marine litter, Marine debris, Microfibers, Plastic pollution, Marine ecology, Oceanography, Marine Science

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article.

To find out more, please visit the Preparation section below.

INTRODUCTION

Types of articleTypes of paper

Research paper, Baselines, Review, Short Communication and Viewpoint

Description of paper types:

A distinctive feature of Marine Pollution Bulletin is the number of different types of paper which are published. 'Research Papers' form the core of the journal, with a maximum of 10000 words. Guidelines for the preparation of such papers are given under the section "preparation (hyperlink to the section)" below. Baselines' Baseline manuscripts are less than 5000 words, contain an abstract and keywords, brief introductory remarks and discussion but do not have sections or subsections. Baseline manuscripts cannot be only descriptive or case studies. They must bring original data and information to support a better understanding of marine environmental issues. 'Reviews' are generally invited by the editors on subjects which cross traditional lines, but suggestions for topics by experts in their field are welcome. They are between 10 000 and 20 000 words. 'Short communication' are short research papers of less than 4000 words, and a maximum of 3 Figures or Tables. "Viewpoint" articles are generally invited by the editors on timely topics. They are not to exceed 3,000 words" Two volumes are published annually, one of which contains a series of special issues on topics of particular current interest. The importance and influence of these special issues, which address the major marine environmental concerns of our time, is increasingly being recognised not just by the wider scientific community, but also by environmental policy makers at national and international level. The special issues proposal should be discussed with the Editors-in-Chief.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
 - All figures (include relevant captions)
 - All tables (including titles, description, footnotes)
 - Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
 - Indicate clearly if color should be used for any figures in print
- Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable) Supplemental files (where applicable)*

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information on [Ethics in publishing](#).

Declaration of competing interest

Corresponding authors, on behalf of all the authors of a submission, must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential conflicts of interest include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. All authors, including those *without* competing interests to declare, should provide the relevant information to the corresponding author (which, where relevant, may specify they have nothing to declare). Corresponding authors should then use [this tool](#) to create a shared statement and upload to the submission system at the Attach Files step. **Please do not convert the .docx template to another file type. Author signatures are not required.**

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright holder. To verify compliance, your article may be checked by [Crossref Similarity Check](#) and other originality or duplicate checking software.

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Preprint posting on SSRN

In support of [Open Science](#), this journal offers its authors a free preprint posting service. Preprints provide early registration and dissemination of your research, which facilitates early citations and collaboration.

During submission to Editorial Manager, you can choose to release your manuscript publicly as a preprint on the preprint server [SSRN](#) once it enters peer-review with the journal. Your choice will have no effect on the editorial process or outcome with the journal. Please note that the corresponding author is expected to seek approval from all co-authors before agreeing to release the manuscript publicly on SSRN.

You will be notified via email when your preprint is posted online and a Digital Object Identifier (DOI) is assigned. Your preprint will remain globally available free to read whether the journal accepts or rejects your manuscript.

For more information about posting to [SSRN](#), please consult the [SSRN Terms of Use](#) and [FAQs](#).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Content should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader; contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition; and use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, stereotypes, slang, reference to dominant culture and/or cultural assumptions. We advise to seek gender neutrality by using plural nouns ("clinicians, patients/clients") as default/wherever possible to avoid using "he, she," or "he/she." We recommend avoiding the use of descriptors that refer to personal attributes such as age, gender, race, ethnicity, culture, sexual orientation, disability or health condition unless they are relevant and valid. When coding terminology is used, we recommend to avoid offensive or exclusionary terms such as "master", "slave", "blacklist" and "whitelist". We

suggest using alternatives that are more appropriate and (self-) explanatory such as "primary", "secondary", "blocklist" and "allowlist". These guidelines are meant as a point of reference to help identify appropriate language but are by no means exhaustive or definitive.

Reporting sex- and gender-based analyses

Reporting guidance

For research involving or pertaining to humans, animals or eukaryotic cells, investigators should integrate sex and gender-based analyses (SGBA) into their research design according to funder/ sponsor requirements and best practices within a field. Authors should address the sex and/or gender dimensions of their research in their article. In cases where they cannot, they should discuss this as a limitation to their research's generalizability. Importantly, authors should explicitly state what definitions of sex and/or gender they are applying to enhance the precision, rigor and reproducibility of their research and to avoid ambiguity or conflation of terms and the constructs to which they refer (see Definitions section below). Authors can refer to the [Sex and Gender Equity in Research \(SAGER\) guidelines](#) and the [SAGER guidelines checklist](#). These offer systematic approaches to the use and editorial review of sex and gender information in study design, data analysis, outcome reporting and research interpretation - however, please note there is no single, universally agreed-upon set of guidelines for defining sex and gender.

Definitions

Sex generally refers to a set of biological attributes that are associated with physical and physiological features (e.g., chromosomal genotype, hormonal levels, internal and external anatomy). A binary sex categorization (male/female) is usually designated at birth ("sex assigned at birth"), most often based solely on the visible external anatomy of a newborn. Gender generally refers to socially constructed roles, behaviors, and identities of women, men and gender-diverse people that occur in a historical and cultural context and may vary across societies and over time. Gender influences how people view themselves and each other, how they behave and interact and how power is distributed in society. Sex and gender are often incorrectly portrayed as binary (female/male or woman/man) and unchanging whereas these constructs actually exist along a spectrum and include additional sex categorizations and gender identities such as people who are intersex/have differences of sex development (DSD) or identify as non-binary. Moreover, the terms "sex" and "gender" can be ambiguous—thus it is important for authors to define the manner in which they are used. In addition to this definition guidance and the SAGER guidelines, the [resources on this page](#) offer further insight around sex and gender in research studies.

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#).

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Article transfer service

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service to find the best home for your manuscript. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated [Scientific Managing Editor](#), a tool assisted recommendation,

or a combination. If you agree, your manuscript will be transferred, though you will have the opportunity to make changes to the manuscript before the submission is complete. Please note that your manuscript will be independently reviewed by the new journal. [More information](#).

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement, it is recommended to state this.

Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

Elsevier Researcher Academy

[Researcher Academy](#) is a free e-learning platform designed to support early and mid-career researchers throughout their research journey. The "Learn" environment at Researcher Academy offers several interactive modules, webinars, downloadable guides and resources to guide you through the process of writing for research and going through peer review. Feel free to use these free resources to improve your submission and navigate the publication process with ease.

Language Services

Manuscripts should be written in English. Authors who are unsure of correct English usage should have their manuscript checked by someone proficient in the language. Manuscripts in which the English is difficult to understand may be returned to the author for revision before scientific review. Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <https://www.elsevier.com/languagepolishing> or our customer support site at service.elsevier.com for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions: <https://www.elsevier.com/termsandconditions>.

Suggesting reviewers

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential reviewers.

You should not suggest reviewers who are colleagues, or who have co-authored or collaborated with you during the last three years. Editors do not invite reviewers who have potential competing interests with the authors. Further, in order to provide a broad and balanced assessment of the work, and ensure scientific rigor, please suggest diverse candidate reviewers who are located in different countries/

regions from the author group. Also consider other diversity attributes e.g. gender, race and ethnicity, career stage, etc. Finally, you should not include existing members of the journal's editorial team, of whom the journal are already aware.

Note: the editor decides whether or not to invite your suggested reviewers.

Page charges

Marine Pollution Bulletin has no page charges.

PREPARATION

Queries

For questions about the editorial process (including the status of manuscripts under review) or for technical support on submissions, please visit our [Support Center](#).

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or lay-out that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions.

If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes.

Divide the article into clearly defined sections.

Abstract

Abstracts should not exceed 150 words.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Where relevant these should include the main species concerned, the geographical area and the contaminant. Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Please note that the instructions related to Abstract and Graphical abstract still apply to all new submissions.

Peer review

This journal operates a single anonymized review process. All contributions will be initially assessed by the editor for suitability for the journal. Papers deemed suitable are then typically sent to a minimum of one independent expert reviewer to assess the scientific quality of the paper. The Editor is responsible for the final decision regarding acceptance or rejection of articles. The Editor's decision is final. Editors are not involved in decisions about papers which they have written themselves or have been written by family members or colleagues or which relate to products or services in which the editor has an interest. Any such submission is subject to all of the journal's usual procedures, with peer review handled independently of the relevant editor and their research groups. [More information on types of peer review](#).

REVISED SUBMISSIONS

Use of word processing software

Regardless of the file format of the original submission, at revision you must provide us with an editable file of the entire article. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

LaTeX

You are recommended to use the Elsevier article class [elsarticle.cls](#) to prepare your manuscript and [BibTeX](#) to generate your bibliography.

Our [LaTeX site](#) has detailed submission instructions, templates and other information.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Please have a look at the examples here: [example Highlights](#).

Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, it is recommended to include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Artwork *Electronic artwork* *General points*

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Preprint references

Where a preprint has subsequently become available as a peer-reviewed publication, the formal publication should be used as the reference. If there are preprints that are central to your work or that cover crucial developments in the topic, but are not yet formally published, these may be referenced. Preprints should be clearly marked as such, for example by including the word preprint, or the name of the preprint server, as part of the reference. The preprint DOI should also be provided.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software](#).

Reference formatting

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct. If you do wish to format the references yourself they should be arranged according to the following examples:

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal requires and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. When sharing data in one of these ways, you are expected to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data page](#).

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Research Elements

This journal enables you to publish research objects related to your original research – such as data, methods, protocols, software and hardware – as an additional paper in Research Elements.

Research Elements is a suite of peer-reviewed, open access journals which make your research objects findable, accessible and reusable. Articles place research objects into context by providing detailed descriptions of objects and their application, and linking to the associated original research articles. Research Elements articles can be prepared by you, or by one of your collaborators.

During submission, you will be alerted to the opportunity to prepare and submit a Research Elements article.

More information can be found on the [Research Elements page](#).

Data statement

To foster transparency, we require you to state the availability of your data in your submission if your data is unavailable to access or unsuitable to post. This may also be a requirement of your funding body or institution. You will have the opportunity to provide a data statement during the submission process. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Author Services](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

Contributors to Elsevier journals are entitled to a 30% discount on most Elsevier books, if ordered directly from Elsevier.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).