RELAÇÃO ENTRE A INGESTÃO DE MICROPLÁSTICOS E PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DO CARANGUEJO *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) EM PRAIAS DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Júlia Ivy Cassamassimo Antochechem[1], Nayra Bento Côgo[2], Karoline Campi[1], Ilana Rosental Zalmon[2], Phillipe Mota Machado[1]

[1]Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Alto Universitário, s/n, Guararema - 29500-000,, Alegre - ES, Brasil, julia.antochechem@edu.ufes.br, phillipe.machado@edu.ufes.br

[2] Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Av. Alberto Lamego, 2000 - Parque California - 28013-602, Campos dos Goytacazes - RJ, Brasil, @nayracogo@gmail.com

Resumo: A poluição por microplástico (MP) é uma ameaça crescente para os ecossistemas costeiros, afetando organismos bentônicos, como o caranguejo *Ocypode quadrata*, espécie bioindicadora de impactos antrópicos. O objetivo deste estudo foi investigar a relação entre o desenvolvimento corporal de *O. quadrata* e os níveis de poluição por microplástico em praias do Espírito Santo. Os indivíduos foram coletados em diferentes áreas menos urbanizadas para análises morfométricas e quantificação de MP ingerido. Os resultados apresentaram predomínio de filamentos (76,39%) e fragmentos (16,67%). Os maiores tamanhos de MP foram registrados em Itapemirim (0,92 ± 1,10 mm), os menores foram observados em Vila Velha (0,06 ± 0,03 mm). Não foram observadas correlações significativas entre a quantidade de MP e o peso ($\rho = 0,15$; $p = 0,119$), a largura ($\rho = 0,16$; $p = 0,105$) e o comprimento da carapaça ($\rho = 0,16$; $p = 0,158$). Esses dados indicam que a quantidade de MP ingerida não apresentou relação significativa com os parâmetros morfométricos de *O. quadrata.* Portanto, o estudo contribuiu para ampliar o conhecimento acerca da ocorrência de MP e seus efeitos em organismos costeiros, sendo relevante para a elaboração de estratégias de monitoramento e conservação desses ecossistemas.
Palavras-chave: *Ocypodidae*. Ecossistemas costeiros. Plástico. Biomonitor

Área do Conhecimento: Área: Biologia. Subárea: Ecologia.

Introdução

No início dos anos 2000, o termo microplástico (MP) foi introduzido pela primeira vez por Thompson *et al.* (2004), ao descrever pequenas partículas plásticas encontradas no ambiente marinho. O MP é uma partícula com diâmetro inferior a 5 mm, que pode ser produzida para uma finalidade na indústria, como cosméticos e fibras têxteis; ou resultar da fragmentação de resíduos maiores (GESAMP, 2015). Devido à má gestão, os MPs estão distribuídos em águas costeiras, sedimentos e coluna d'água (VAN CAUWENBERGHE *et al.*, 2015; WALLER *et al.*, 2017). Devido à elevada área superficial e características hidrofóbicas, o MP atua como vetor de contaminantes, ampliando efeitos tóxicos nos organismos que os ingerem (ROCHMAN *et al.*, 2013).

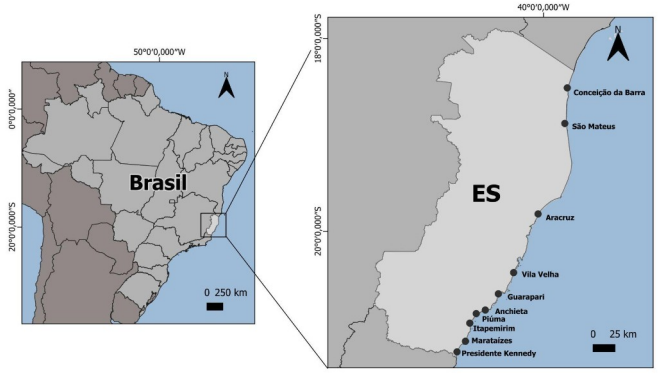
Em praias arenosas, o caranguejo *Ocypode quadrata* é amplamente distribuído na costa brasileira e é considerado bioindicador de impactos antrópicos (Gül & Griffen, 2019; Machado *et al.*, 2019; Gül & Griffen, 2019; Barboza *et al.*, 2021; Schlender *et al.*, 2023). Embora haja registros de MP na costa brasileira (Costa et al., 2010; Ivar do Sul & Costa, 2014; Barletta et al., 2019; Rezende et al., 2020; Carreira et al., 2021), ainda são escassos estudos que relacionem a presença de MP nos organismos a impactos morfológicos em espécies bioindicadoras (Zhang et al., 2023). Neste contexto, este estudo investiga a relação entre a ingestão de MP e o desenvolvimento corporal de *O. quadrata* em praias do Espírito Santo, buscando compreender os efeitos deste poluente sobre essa espécie.

Metodologia

O estudo foi realizado em áreas com reduzida pressão antrópica de praias localizadas em dez municípios litorâneos do litoral do Espírito Santo (Figura 1). Para facilitar a apresentação e a visualização dos dados nos gráficos, os municípios amostrados foram representados por siglas: CNB

= Conceição da Barra; SMT = São Mateus; ARA = Aracruz; VVL = Vila Velha; GUA = Guarapari; ANC = Anchieta; PIM = Piúma; ITA = Itapemirim; MAR = Marataízes; e PKY = Presidente Kennedy.

Figura 1 – Representação geográfica do Brasil com destaque para o estado do Espírito Santo (ES) e os municípios amostrados.



Fonte: Produção do próprio autor.

Descrição da Figura 1: Os municípios onde foram realizadas as coletas de Ocypode quadrata foram representados por siglas: CNB = Conceição da Barra; SMT = São Mateus; ARA = Aracruz; VVL = Vila Velha; GUA = Guarapari; ANC = Anchieta; PIM = Piúma; ITA = Itapemirim; MAR = Marataízes; e PKY = Presidente Kennedy. Os mapas ampliados destacam as áreas de coleta em cada município amostrado.

Um total de 100 indivíduos de *O. quadrata* foram coletados em 2024, sendo 10 em cada praia de cada município. Em laboratório, registrou-se peso, sexo, comprimento e largura da carapaça. As medidas foram realizadas com paquímetro digital (0,05 mm) e balança analítica.

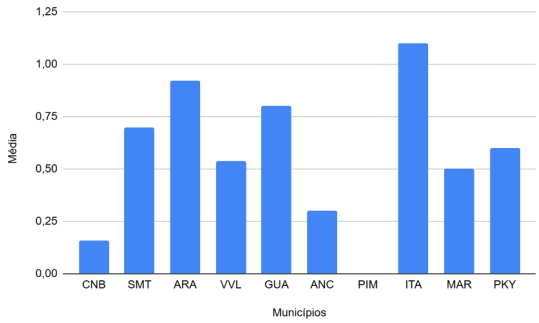
Para a determinação de MP, os tecidos viscerais foram dissecados, submetidos à digestão com H_2O_2 a 30% (75 °C/48 h) e filtrado em membranas Whatman GF/C (0,45 µm). Os filtros foram analisados em estereomicroscópio para identificação e quantificação de MPs, que foram classificados conforme morfotipo (fragmentos e fibras) e coloração.

As diferenças entre municípios foram avaliadas pelos testes de Kruskal–Wallis, seguido de comparações múltiplas pelo teste Dwass–Steel–Critchlow–Fligner (DSCF). A relação entre a quantidade de MP e as variáveis morfométricas foi analisada por correlação de Spearman (ρ), com apresentação dos coeficientes, valores de p e gráficos de dispersão.

Resultados

A presença de MP em *O. quadrata* foi avaliada quanto à ocorrência, quantidade e tamanho das partículas. A maioria dos indivíduos apresentou uma partícula por organismo, porém, em praias de Conceição da Barra e Itapemirim registrou-se maior frequência, com múltiplas partículas (2–5), o que indica maior carga de MP nesses locais.

Gráfico 1 – Distribuição do número médio de partículas amostradas nos municípios amostrados do Estado do Espírito Santo.



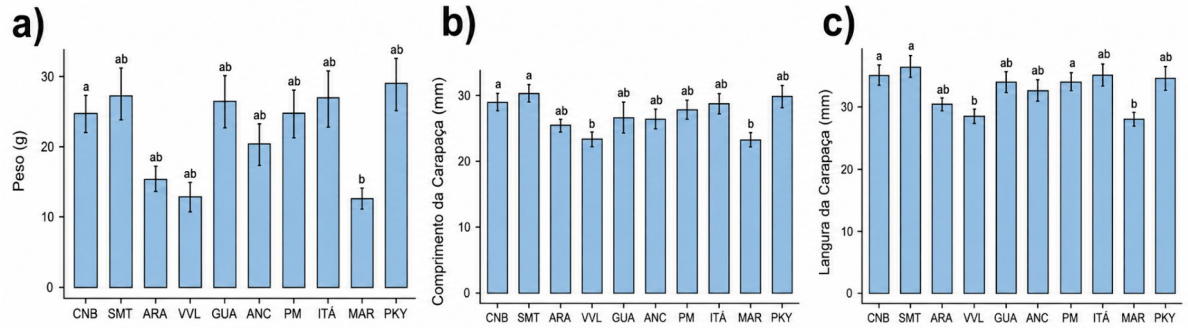
Fonte: Produção do próprio autor.

Quanto ao tamanho das partículas de microplástico, os maiores valores médios foram registrados nas praias de Itapemirim (0,92 ±1,10 mm), Guarapari (0,64 ±0,60 mm) e Anchieta (0,56 ±0,40 mm). Em contraste, os menores tamanhos médios foram observados em Conceição da Barra (0,11 ±0,04 mm), São Mateus (0,08mm) e Vila Velha (0,06 ±0,03 mm). Em relação à morfologia, os filamentos constituíram a categoria predominante, correspondendo a 76% das partículas identificadas, seguidos pelos fragmentos, que representaram 17%. Quanto à coloração, observou-se maior frequência de partículas azuis (29%), seguidas pelas transparentes (24%) e pretas (19%). As demais cores identificadas foram vermelha (12,%), branca (6%), rosa (4%), roxa (3%), marrom (1%) e amarela (1%).

O peso médio dos indivíduos variou entre 12,9 e 28,9 g, sendo os maiores valores registrados na praia de Presidente Kennedy e os menores na praia de Vila Velha. Entre as localidades avaliadas, foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os indivíduos da praia de Conceição da Barra (24,8 ± 8,97 g) e de Marataízes (12,6 ± 4,14 g) (Gráfico 1).

Quanto aos parâmetros biométricos da carapaça, a largura média variou entre 28,1 e 35,8 mm entre os indivíduos. A praia de Marataízes apresentou o menor valor (28,1 ± 2,62 mm), diferindo estatisticamente da praia em São Mateus (35,8 ± 4,02 mm), Conceição da Barra (34,7 ± 4,32 mm) e Piúma (34,0 ± 3,73 mm). Além disso, os indivíduos na praia em Vila Velha diferiram estatisticamente daqueles de São Mateus (Gráfico 1a). O comprimento médio da carapaça também apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as localidades. O menor valor foi registrado em Marataízes (23,2 ± 1,93 mm), que diferiu significativamente dos valores observados em São Mateus (30,2 ± 4,08 mm) e Conceição da Barra (28,2 ± 3,39 mm) (Gráfico 1b).

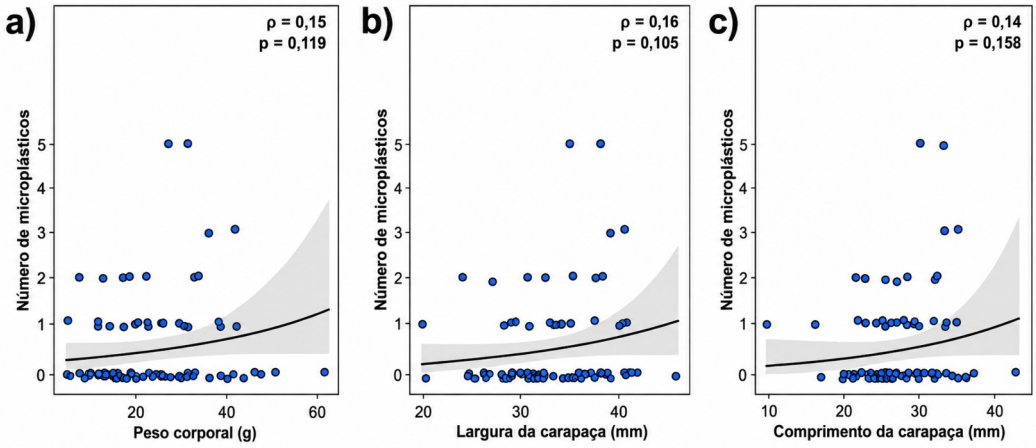
Gráfico 2. Distribuição da média do (a) peso (g) e das médias dos parâmetros biométricos do (b) comprimento da carapaça (mm) e (c) largura da carapaça do caranguejo *Ocypode quadrata* amostrados em praias dos municípios do Espírito Santo. Letras distintas indicam diferenças significativas entre municípios pelo pós-teste DSCF, após Kruskal–Wallis (p<0,001).



Fonte: Produção do próprio autor.

Quando avaliado a correlação entre os parâmetros biométricos e a quantidade de MP encontrados nos caranguejos (Gráfico 2), não foram observadas correlações significativas entre o peso (ρ = 0,15; p = 0,119), a largura da carapaça (ρ = 0,16; p = 0,105) e o comprimento da carapaça (ρ = 0,16; p = 0,158).

Gráfico 3. Análise de correlação entre o (a) peso, comprimento (b) e largura (c) da carapaça, comprimento e a quantidade de microplásticos ingeridos por indivíduos de *Ocypode quadrata* amostrados em praias dos municípios do Estado do Espírito Santo. Os resultados foram apresentados em gráficos de dispersão com linha de tendência, coeficiente de correlação de Spearman (ρ) e respectivo valor de p.



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Discussão

A ocorrência de filamentos e fragmentos condizem com o registro recorrente desses materiais em ambientes costeiros, devido principalmente ao transporte e à fragmentação de resíduos plásticos (GESAMP, 2015). O morfotipo filamento apresentou maior frequência entre os MPs ingeridos por *O. quadrata*. COSTA *et al.* (2019) também encontraram maior percentual de filamento, o que pode sugerir a predominância desse morfotipo na ingestão pela espécie .

Os maiores tamanhos de MP foram encontrados em praias de Itapemirim, Guarapari e Anchieta, já os menores, em Conceição da Barra, São Mateus e Vila Velha. A variação pode ter ocorrido devido às características individuais de cada praia arenosa, e dos diferentes processos de retenção do MP no ambiente costeiro (WALLER *et al.*, 2017).

Não foram observadas correlações entre a quantidade de MP ingerida por indivíduo e o peso, largura ou comprimento da carapaça. Os resultados evidenciam que as diferenças morfométricas observadas entre os municípios não acompanharam a quantidade de MP encontrada nos organismos. No entanto, a ausência de correlação não significa que a ingestão de MP não cause efeitos fisiológicos, uma vez que estudos com outras espécies bentônicas registraram alterações no metabolismo e perda de peso após exposições prolongadas (Costa *et al.*, 2023). O monitoramento de MP em *O. quadrata* pode contribuir para acompanhar a ocorrência do poluente no litoral, porém, mais estudos são necessários para compreender os efeitos sobre a espécie.

Conclusão

Os resultados não evidenciaram correlações significativas entre a quantidade de MP presente no organismo dos indivíduos de *O. quadrata* amostrados entre o peso, largura e comprimento da carapaça. Os dados sugerem que, nas condições avaliadas, a ingestão de MP pode não ter influenciado o desenvolvimento corporal dos indivíduos. Entretanto, estudos experimentais e avaliações de longo prazo são necessários para compreender possíveis efeitos subletais da ingestão de MP sobre o crescimento, a condição fisiológica e o desempenho ecológico da espécie.

Referências

ANDRADY, Anthony L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, London, v. 62, n. 8, p. 1596–1605, 2011. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.

ANBUMANI, Sadasivam; KAKKAR, Poonam. Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, New York, v. 25, n. 15, p. 14373–14396, 2018. DOI: 10.1007/s11356-018-1999-x.

ARAUJO, Ciro Colodetti Vilar de; ROSA, Daniel de Melo; FERNANDES, Joelson Musiello. Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (*Crustacea, Ocypodidae*) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. Biotemas, Florianópolis, v. 21, n. 4, p. 73–80, 2008. DOI: 10.5007/2175-7925.2008v21n4p73.

ARCELINO, Letícia; BARBOZA, Carlos Alberto de Moura; MACHADO, Phillipe Mota; ARUEIRA, Vitor Figueira; ZALMON, Ilana Rosental; COSTA, Leonardo Lopes. Long-term variation in ghost crab metapopulations: from pre-pandemic degrading scenario to post-pandemic recovery with the establishment of a protected area. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 321, 109345, 2025. DOI: 10.1016/j.ecss.2025.109345.

BARBOZA, Carlos Alberto de Moura; MATTOS, Gustavo; SOARES-GOMES, Abílio; ZALMON, Ilana Rosental; COSTA, Leonardo Lopes. Low densities of the ghost crab *Ocypode quadrata* related to large-scale human modification of sandy shores. *Frontiers in Marine Science*, Lausanne, v. 8, 589542, 2021. DOI: 10.3389/fmars.2021.589542.

COLE, Matthew; LINDEQUE, Pennie; HALSBAND, Claudia; GALLOWAY, Tamara S. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, London, v. 62, n. 12, p. 2588–2597, 2011. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025.

COSTA, Leonardo Lopes; OLIVEIRA, Ariane da Silva; COSTA, Igor David da; SILVA, Thayanne Nascimento; SANT'ANNA, Maria Eduarda Azevedo Sciammarella; TAVARES, Bruna; ZALMON, Ilana Rosental. Multiple species ingest microplastic but few reflect sediment and water pollution on sandy beaches: a baseline for biomonitoring. Marine Pollution Bulletin, v. 193, p. 115235, 2023. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2023.115235.

FARRELL, Paul; NELSON, Kathryn. Trophic level transfer of microplastic: *Mytilus edulis* (L.) to *Carcinus maenas* (L.). *Environmental Pollution*, Amsterdam, v. 177, p. 1–3, 2013. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.01.046.

GALGANI, François; HANKE, Georg; MAES, Thomas. Global distribution, composition and abundance of marine litter. In: BERGMANN, Melanie; GUTOW, Lars; KLAGES, Michael (ed.). *Marine Anthropogenic Litter*. Cham: Springer, 2015. p. 29–56. DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3_2.

GALLOWAY, Tamara S. Micro- and nano-plastics and human health. In: BERGMANN, Melanie; GUTOW, Lars; KLAGES, Michael (ed.). *Marine Anthropogenic Litter*. Cham: Springer, 2015. p. 343–366. DOI: 10.1007/978-3-319-16510-3_13.

GESAMP – JOINT GROUP OF EXPERTS ON THE SCIENTIFIC ASPECTS OF MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment*. London: International Maritime Organization, 2015. 98 p. (GESAMP Reports and Studies, n. 90).

GÜL, Mustafa Remzi; GRIFFEN, Blaine D. Combined impacts of natural and anthropogenic disturbances on the bioindicator *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, Amsterdam, v. 519, 151185, 2019. DOI: 10.1016/j.jembe.2019.151185.

IVAR DO SUL, Juliana A.; COSTA, Mônica F. The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environmental Pollution*, Amsterdam, v. 185, p. 352–364, 2014. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.10.036.

MACHADO, Phillipe Mota; TAVARES, Davi C.; ZALMON, Ilana Rosental. Synergistic effect of extreme climatic events and urbanization on population density of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787). *Marine Ecology*, Weinheim, v. 40, n. 2, e12525, 2019. DOI: 10.1111/maec.12525.

MCNEISH, R. E.; KIM, L. H.; BARRETT, H. A.; MASON, S. A.; KELLY, J. J.; HOELLEIN, T. J. Microplastic in riverine fish is connected to species traits. *Scientific Reports*, London, v. 8, 11639, 2018. DOI: 10.1038/s41598-018-29980-9.

NASCIMENTO, Adriane Baudson do; MACHADO, Phillipe Mota; BULHÕES, Eduardo Manuel Rosa; COSTA, Leonardo Lopes; FANINI, Lucia; ZALMON, Ilana Rosental. Effects of coastal erosion control interventions on *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) populations on sandy beaches in southeastern Brazil. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 328, 109627, 2026. DOI: 10.1016/j.ecss.2025.109627.

PORTER, Adam; GODBOLD, Jasmin A.; LEWIS, Ceri N.; SAVAGE, Georgie; SOLAN, Martin; GALLOWAY, Tamara S. Microplastic burden in marine benthic invertebrates depends on species traits and feeding ecology within biogeographical provinces. *Nature Communications*, London, v. 14, 8023, 2023. DOI: 10.1038/s41467-023-43788-w.

ROCHMAN, Chelsea M.; HOH, Eunha; KUROBE, Tomofumi; TEH, Swee J. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, London, v. 3, 3263, 2013. DOI: 10.1038/srep03263.

SCHLENDER, Kaliegh; CORTE, Guilherme; DURDALL, Allie; HABTES, Sennai; GRIMES, Kristin Wilson. Urbanization driving *Ocypode quadrata* burrow density, depth, and width across Caribbean beaches. *Ecological Indicators*, Amsterdam, v. 153, 110396, 2023. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110396.

SILVA-CAVALCANTI, Jacqueline Santos; SILVA, José Diego B.; FRANÇA, Elton José de; ARAÚJO, Maria Christina Barbosa de; GUSMÃO, Felipe. Microplastics ingestion by a common tropical freshwater fishing resource. *Environmental Pollution*, Amsterdam, v. 221, p. 218–226, 2017. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.11.068.

THOMPSON, Richard C.; OLSEN, Ylva; MITCHELL, Richard P.; DAVIS, Anthony; ROWLAND, Steven J.; JOHN, Anthony W. G.; McGONIGLE, Daniel; RUSSELL, Andrea E. Lost at sea: where is all the plastic? Science, Washington, v. 304, n. 5672, p. 838, 2004. DOI: 10.1126/science.1094559.

VAN CAUWENBERGHE, Lisbeth; VANREUSEL, Ann; MEES, Jan; JANSSEN, Colin R. Microplastic pollution in deep-sea sediments. *Environmental Pollution*, Amsterdam, v. 182, p. 495–499, 2013. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.08.013.

WALLER, Catherine L.; GRIFFITHS, Huw J.; WALUDA, Claire M.; THORPE, Sally E.; LOAIZA, Iván; MORENO, Bernabé; PACHERRES, Cesar O.; HUGHES, Kevin A. Microplastics in the Antarctic marine system: an emerging area of research. *Science of the Total Environment*, Amsterdam, v. 598, p. 220–227, 2017. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.03.283.

ZHANG, Qinzhou; XIE, Jia; MA, Siyuan; CHEN, Yingya; LIN, Fang; DIAO, Xiaoping. Occurrence and characteristics of microplastics in benthic species from mangrove wetlands of Hainan, South China. *Frontiers in Marine Science*, Lausanne, v. 10, 965059, 2023. DOI: 10.3389/fmars.2023.965059.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) – Termo de Outorga: 942/2023 - Processo: 2023-1445H.