

**ÁREA TEMÁTICA: ECOLOGIA**  
**SUBÁREA TEMÁTICA: INVERTEBRADOS**

**Toxicidade do óleo cru: uma revisão sistemática dos efeitos agudos em Cnidaria**

Bruna Cristina Ferreira Vasconcelos<sup>1</sup>, Paula Braga Gomes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife. E-mail: vasconcelosbcf@gmail.br

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Campus Recife. E-mail: paula.gomes@ufrpe.br

**INTRODUÇÃO**

Os cnidários bentônicos são animais responsáveis por criar habitats e desempenhar tarefas estruturais e funcionais em recifes (Blackburn *et al.*, 2014). Já os cnidários planctônicos são componentes importantes do ecossistema marinho pois atuam como predadores e presas-chave para diversas espécies (Echols *et al.*, 2015), desempenhando papéis essenciais nas teias alimentares marinhas. No entanto, o ambiente marinho está sendo degradado e um dos impactos que atinge suas comunidades é o derramamento de óleo (Ferrando *et al.*, 2015). O petróleo é constituído por hidrocarbonetos, metais e componentes organometálicos (Nordborg *et al.*, 2018), os quais induzem mortalidade e impactos subletais agudos na morfologia, comportamento, fisiologia e genética dos animais expostos ao óleo (Tarrant *et al.*, 2014). Apesar da escassez de estudos sobre o tema, há dificuldades na identificação das lacunas de conhecimento. Portanto, o presente estudo teve o objetivo de produzir uma revisão sistemática da literatura a fim de reunir e integrar dados atuais sobre efeitos agudos do óleo cru em Cnidaria.

**MATERIAL E MÉTODOS**

A busca foi realizada através dos bancos de dados: Google Acadêmico, *Science Direct*, Periódicos CAPES e *SpringerLink*, utilizando as palavras-chave e operadores booleanos: “*crude oil*” AND *acute* AND (*Cnidaria* OR *coral*) e foi complementada com as classes de Cnidaria. A busca foi limitada a artigos científicos publicados em inglês de 2013 a 2023 e foram seguidas as diretrizes do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), a fim de diagramar cada etapa da pesquisa bibliográfica. Foram extraídos os seguintes dados dos estudos: ano e local de publicação; estágio de vida; grupos e espécies estudadas e abordagens utilizadas nos estudos.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As buscas renderam 1.193 registros, entretanto, 1.103 artigos foram removidos por não atenderem às palavras-chave e critérios. Um artigo foi adicionado pela palavra-chave “Scyphozoa”. Após a triagem, 32 artigos de 24 estudos diferentes, permaneceram no conjunto de dados (Fig. 1).

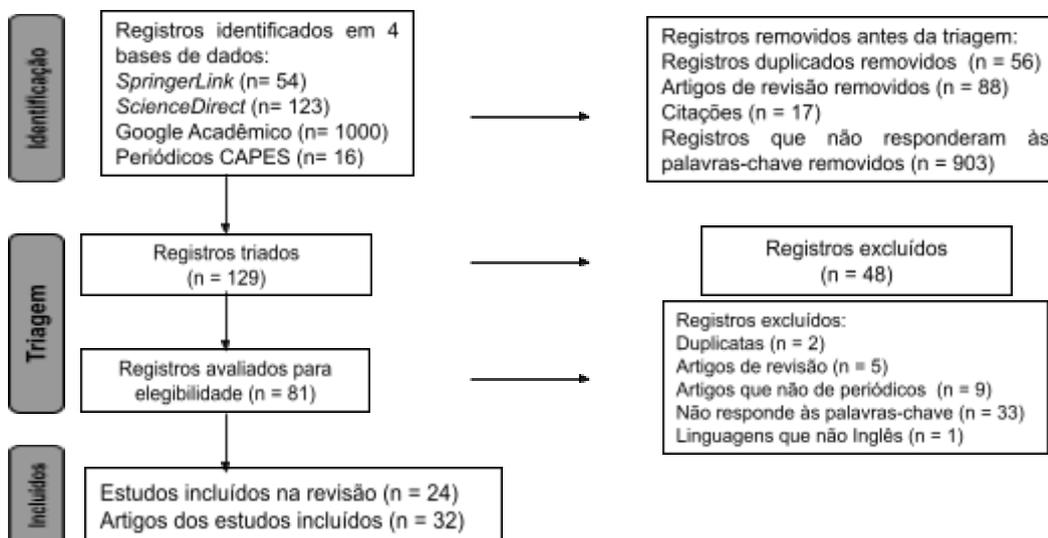


Figura 1. Diagrama das etapas da pesquisa bibliográfica usando a diretriz PRISMA 2020.

Publicações sobre o tema foram encontradas em todos os anos, sendo 2022 o ano com maior número de publicações ( $n=6$ ), pela necessidade de corrigir lacunas de conhecimento, intensificação do tráfego marítimo e ocorrência de grandes derramamentos de óleo (Ashok *et al.*, 2022; Hulver *et al.*, 2022; Miranda *et al.*, 2022). Foram identificadas publicações que relatam os efeitos agudos do óleo cru em Cnidaria em 9 países. Os EUA demonstraram maior número, 13 artigos (=40,6%), seguido da Austrália com 7 (=21,8%); China com 4 (=12,5%); Noruega e Brasil com dois artigos cada (=6,2%); e Arábia Saudita, Panamá, México e Egito com um artigo por país (=3,1%). As classes estudadas foram Scyphozoa (6,2%) e Anthozoa (93,7%), sendo Hexacorallia ( $n=25$ ) e Scleractinia ( $n=23$ ) a subclasse e ordem mais investigadas, respectivamente. No total, 30 espécies de Cnidaria foram avaliadas sendo *Acropora millepora* ( $n=5$ ) a espécie mais estudada.

Todos os artigos combinaram mais de uma abordagem de estudo. "Letalidade" (=56,2%), "Efeitos comportamentais" (=53,1%) e "Efeitos morfológicos" (=37,5%) foram abordados na maioria dos artigos, seguidos de "Genotoxicidade" e "Bioacumulação" (=18,7%), "Efeitos fisiológicos" e "Eficiência fotossintética dos simbiontes" (15,6%). Quanto à metodologia, 81,2% realizaram ensaios experimentais, 42,3% utilizaram fração de óleo acomodada em água, as exposições variaram de 12 a 96h e 46,1% realizaram exposições constantes.

A toxicidade aguda do óleo cru demonstra efeitos sobre a saúde, condição e histologia em corais e eficiência fotossintética dos simbiontes (Renegar *et al.*, 2017; Turner *et al.*, 2021). Artigos sobre genotoxicidade exploraram buscas no genoma (Tarrant *et al.*, 2014), respostas de genes (Xiao *et al.*, 2018) e transcricionais (Deleo *et al.*, 2021). Foi examinada a bioacumulação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) do óleo (Xiang *et al.*, 2018; Ashok *et al.*, 2022), através da absorção, interações e alimentação (Zakaria 2018). Todos os estágios iniciais de vida são afetados pela exposição aguda ao óleo, sendo a metamorfose larval mais sensível (Almeda *et al.*, 2013; Nordborg *et al.*, 2021). Cnidários expostos reduzem a atividade da enzima superóxido dismutase e aumentam a expressão de genes antioxidantes (Overmans *et al.*, 2018). Além disso, a radiação UV potencializa a indução de formação de espécies reativas de oxigênio e danos ao DNA por HPAs (Renegar *et al.*, 2017).

Logo, foi possível observar que o número de estudos sobre o tema é limitado, com relativa carência de publicações por países de longa extensão costeira. Além disso, muitos estudos avaliam efeitos nos maiores táxons formadores de recifes, que estão mais sujeitos aos impactos antrópicos, tornando necessário voltar esforços para outros grupos, a fim de identificar diferentes respostas e alterações nas funções dos organismos no ambiente. Em relação às abordagens, é essencial o preenchimento de lacunas das relações entre bioacumulação e as demais análises, a fim de confirmar que os efeitos ocorrem em resposta à contaminação por petróleo.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que existem áreas sobre efeitos toxicológicos agudos do óleo cru em Cnidaria que necessitam de maiores análises, a exemplo de efeitos fisiológicos e genéticos e efeitos aliados a estressores. Assim, torna-se possível alcançar a compreensão dos fatores que interagem em ambiente natural, necessitando de maior atenção para respostas de diferentes táxons. Assim, estudos utilizando diferentes hidrocarbonetos, espécies e análises correlacionadas podem formar uma imagem completa dos impactos, a fim de traçar estratégias de mitigação de danos em derramamentos e angariar esforços de conservação de ecossistemas complexos como os recifes.

## REFERÊNCIAS

- Almeda, R.; Z. Wambaugh; Z. Wang; C. Hyatt; Z. Liu & E. J. Buskey. 2013. Interactions between zooplankton and crude oil: toxic effects and bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons. Public Library of Science one, San Francisco, 8 (6): e67212.
- Ashok, A.; L. Høj; D.L. Brinkman; A.P. Negri & S. Agusti. 2022. Food-chain length determines the level of phenanthrene bioaccumulation in corals. Environmental Pollution, 297: 118789.
- Blackburn, M.; C.A. Mazzacano; C. Fallon & Black, S. H. 2014. Oil in our oceans: a review of the impacts of oil spills on marine invertebrates. Portland, Oregon, 152p.

- DeLeo, D.M.; A. Glazier; S. Herrera; A. Barkman & E.E. Cordes 2021. Transcriptomic responses of deep-sea corals experimentally exposed to crude oil and dispersant. *Frontiers in Marine Science*, Switzerland, 8: 649909.
- Echols, B. S.; A.J. Smith; P.R. Gardinali & G.M. Rand. 2016. The use of ephyrae of a scyphozoan jellyfish, *Aurelia aurita*, in the aquatic toxicological assessment of Macondo oils from the Deepwater Horizon incident. *Chemosphere*, Amsterdam, 144: 1893-1900.
- Ferrando, A; E. Gonzalez; M; Franco; M. Commendatore; M. Nievas; C. Milton; G. Stora; F. Gilbert; J.L. Esteves & P. Cunny. 2015. Oil spill effects on macrofaunal communities and bioturbation of pristine marine sediments (Caleta Valdés, Patagonia, Argentina): experimental evidence of low resistance capacities of benthic systems without history of pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, Germany, 22 (20): 15294-15306.
- Hulver, A.M.; A. Steckbauer; J.I. Ellis; E. Aylagas; F. Roth; N. Kharbatia; T. Thomson; S. Carvalho; B.H. Jones & M.L. Berumen. 2022. Interaction effects of crude oil and nutrient exposure on settlement of coral reef benthos. *Marine Pollution Bulletin*, United Kingdom, 185: 114352.
- Miranda, R.J.; T.K. Pinto; R.V. Lopes; J.W. Santos; C.L. Sampaio; R.G. Santos; P.H.C. Pereira; A.T.C. Cardoso; A.C.M. Malhado & R.J. Ladle. 2022. Oil Spill Disaster in Southwest Atlantic Coast: an Evaluation of Short-Term Effects on Coral Reef Benthic Assemblages. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 94: e20210401.
- Nordborg, F.M.; D.L. Brinkman; G.F. Ricardo; S. Agustí & A.P. Negri. 2021. Comparative sensitivity of the early life stages of a coral to heavy fuel oil and UV radiation. *Science of the Total Environment*, Netherlands, 781: 146676.
- Nordborg, F. M.; F. Flores; D.L. Brinkman; S. Agustí & A.P. Negri. 2018. Phototoxic effects of two common marine fuels on the settlement success of the coral *Acropora tenuis*. *Scientific Reports*, United Kingdom, 8 (1): 8635.
- Overmans, S.; M. Nordborg; R. Díaz-Rúa; D.L. Brinkman; A.P. Negri & S. Agustí. 2018. Phototoxic effects of PAH and UVA exposure on molecular responses and developmental success in coral larvae. *Aquatic toxicology*, Netherlands, 198: 165-174.
- Renegar, D. A.; N.R. Turner; B.M. Riegl; R.E. Dodge; A.H. Knap & P.A. Schuler. 2017. Acute and subacute toxicity of the polycyclic aromatic hydrocarbon 1-methylnaphthalene to the shallow-water coral *Porites divaricata*: Application of a novel exposure protocol. *Environmental toxicology and chemistry*, United States of America, 36 (1): 212-219.
- Tarrant, A. M., A.M. Reitzel; C.K. Kwok & M.J. Jenny. 2014. Activation of the cnidarian oxidative stress response by ultraviolet radiation, polycyclic aromatic hydrocarbons and crude oil. *Journal of Experimental Biology*, Edinburgh, 217 (9): 1444-1453.
- Turner, N. R.; T.F. Parkerton & D.A. Renegar. 2021. Toxicity of two representative petroleum hydrocarbons, toluene and phenanthrene, to five Atlantic coral species. *Marine Pollution Bulletin*, United Kingdom, 169: 112560.
- Xiao, R.; H. Zhou; C.M. Chen; H. Cheng; H. L.; J. Xie; H. Li; H. Zhao; Q. Han & Diao, X. 2018. Transcriptional responses of *Acropora hyacinthus* embryo under the benzo (a) pyrene stress by deep sequencing. *Chemosphere*, Amsterdam, 206: 387-397.
- Xiang, N.; C. Jiang; T. Yang; P. Li; H. Wang; Y. Xie; S. Li; H. Zhou & Diao, X. 2018. Occurrence and distribution of Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in seawater, sediments and corals from Hainan Island, China. *Ecotoxicology and environmental safety*, Orlando, 152: 8-15.
- Zakaria, K. M. 2018. Radiological impacts of norm and poly aromatic hydrocarbon in petroleum industry process on marine ecosystem at the Red Sea, Egypt. *Environmental Analyses and Ecological Studies*, 1 (4): 2578-0336.