CADERNOS MACAMBIRA

ISSN 2525-6580, Serrinha, Bahia - v.9, n.3, 2024. https://doi.org/10.59033/cm.v9i3.

Área de conhecimento: Ciências Exatas e da Terra.

DETERMINAÇÃO DO RISCO TOXICOLÓGICO A ESPÉCIES AQUÁTICAS DA BACIA HIDROGRÁGICA DO RIO DE ONDAS, OESTE DA BAHIA, BRASIL

DETERMINATION OF TOXICOLOGICAL RISK TO AQUATIC SPECIES IN THE RIO DE ONDAS WATERSHED, WESTERN BAHIA, BRAZIL

Enoc Lima do Rego*[1], José Domingos Santos da Silva[2]

[1]* Autor para correspondência. Doutor em Química. Instituto Federal Baiano, *Campus* Guanambi. E-mail: el.enoc.lima@gmail.com;
[2]Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-graduação em Química Pura e Aplicada. E-mail: silvajdss@gmail.com;

RESUMO: A Região Oeste da Bahia caracteriza-se pela produção de commodities agrícolas, com o uso intensivo de fertilizantes e de defensivos agrícolas. A presença destas espécies químicas e de seus resíduos em concentrações elevadas pode promover o aparecimento de efeitos deletérios a espécies aquáticas. Assim, neste trabalho foi determinado o risco toxicológico de resíduos de pesticidas em amostra de água do rio de Ondas, sendo realizado por meio do cálculo do quociente de risco, que compreende a razão entre a concentração medida nas amostras e a concentração prevista sem efeito com base na exposição crônica disponível na literatura. Nesta avaliação o quociente de risco para a vida aquática, 59% (seco) e 76% (chuvoso) indicaram um cenário crítico para a proteção das espécies, com QR>1. Diante do exposto o estudo demonstrou ser de categórica relevância científica para a região, servindo como alerta e como banco de dados para ações de mitigação.

Palavras-chave: Pesticidas. Água. Toxicologia. Agricultura.

ABSTRACT: The Western Region of Bahia is characterized by the production of agricultural commodities, with the intensive use of fertilizers and agricultural pesticides. The presence of these chemical species and their residues in high concentrations can promote the appearance of harmful effects on aquatic species. Thus, in this work, the toxicological risk of pesticide residues in a water sample from the Ondas River was determined, carried out by calculating the risk quotient, which comprises the ratio between the concentration measured in the samples and the concentration predicted to have no effect with based on chronic exposure available in the literature. In this assessment, the risk quotient for aquatic life, 59% (dry) and 76% (rainy) indicated a critical scenario for the protection of the species, with RQ>1. In view of the above, the study proved to be of categorical scientific relevance for the region, serving as a warning and as a database for mitigation actions.

Keywords: Pesticides. Water. Toxicology. Agriculture.

INTRODUÇÃO

A água compreende um recurso natural indispensável à sobrevivência dos seres vivos. É por meio dela que os seres humanos têm atendidas as suas

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Internacional Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International

necessidades pessoais, econômicas (agricultura e indústria) e sociais (Parron *et al.*, 2011). Porém, o seu uso inadequado leva a significativas alterações, compromete a sobrevivência das espécies em seu ecossistema e, por consequência, seus usos para os diversos fins (Souza *et al.*, 2014).

Os ecossistemas receptam considerável carga de poluentes lançados no ar, no solo ou diretamente nas redes de drenagem, onde atividades antrópicas representam as principais contribuidoras, ao despejar efluentes urbanos, industriais e agrícolas. Dessa forma, uma série de substâncias orgânicas e inorgânicas são lançadas ao ambiente, de forma direta ou indireta, como por exemplo, pesticidas, a partir dos quais, possivelmente, irão causar efeitos deletérios como riscos à saúde humana e ao meio ambiente (Mali, 2018).

A região do extremo Oeste da Bahia, objeto deste estudo, sofreu, nas últimas décadas, expansão do setor agropecuário, com destaque no cenário nacional da produção de grãos, como soja, milho e algodão (Zanella, 2016). Tais atividades se baseiam em um modelo de manejo com o uso intenso de pesticidas, em extensas áreas de vegetação nativa (Cerrado) suprimem. A cidade de Luís Eduardo Magalhães (LEM), por exemplo, teve mais de 50% da sua área territorial suprimida para o uso agrícola em 22 anos (1984-2006) (Santos; Epiphanio, 2009).

As bacias hidrográficas que têm inseridas fronteiras agrícolas do Oeste baiano sofrem constantes pressões, ao perderem parte da sua vegetação nativa e tributários, como exemplo, a sub-bacia do rio Pedras, maior afluente da bacia do rio de Ondas. Diante disto, este trabalho buscou determinar os riscos toxicológicos às espécies aquáticas, a partir da concentração de resíduos de pesticidas distribuídos, ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio de Ondas (BHRO), Oeste da Bahia.

METODOLOGIA

As concentrações dos resíduos de pesticidas, distribuídos em 18 (dezoito) pontos, ao longo do Rio de Ondas, obtiveram-se, por meio do uso do cromatógrafo gasoso com detector de massas. Para se quantificar 29 (vinte e

nove) substâncias, com uso permitido e proibido, realizou-se extração líquido-líquido, utilizando hexano: diclorometano (85:15, v/v). Após a obtenção dos dados, corrigidos de acordo com a metodologia aplicada, procedeu-se à avaliação de risco toxicológico para as espécies aquáticas, determinado o índice de QR (Quociente de Risco). Para isso, determinou-se o QR pela razão entre a concentração medida nas amostras e a concentração prevista sem efeito (CPSE), com base na exposição crônica disponível na literatura ou em agências ambientais de diversos países (Acayaba *et al.*, 2021; Baqar *et al.*, 2018). Dessa forma, utilizou-se a classificação da avaliação de QR, a saber: 0,01 ≤ QR < 0,1, representando baixo risco; 0,1 ≤ QR < 1, expressando risco médio; e QR ≥ 1, indicando alto risco (Baqar *et al.*, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os critérios de qualidade da água utilizados para a determinação do quociente de risco, bem como o alcance de cada pesticida quantificado com relação ao QR para a vida aquática, nos dois períodos de coleta, estão disponíveis na Tabela 1. O QR para o Endrin, Endrin aldeído e Endrin cetona no período seco, assim como o Endosulfan sulfato, Fenitrotion e Paration no período chuvoso foram determinados em apenas uma amostra, por estarem acima do limite de quantificação apenas nessas amostras.

Das vinte e nove substâncias analisadas para o RQ, 59 % (período seco) e 76 % (período chuvoso) foram superiores a 1 indicaram um cenário crítico para a proteção da vida aquática na BHRO. Esses resultados se assemelham aos encontrados por Albuquerque *et al.* (2016), quando o risco potencial se observou para 59 % (n=14) dos pesticidas estudados em cinco estados brasileiros. Os maiores riscos foram observados no Heptacloro, DDE, Dieldrin, β-Endosulfan, Fenitrotion Permetrina 1 e 2 no período seco, e γ-HCH, Heptacloro, Aldrin, Heptacloro epoxide, DDE, Dieldrin, DDD, Permetrina 1 e 2, no período chuvoso, com $RQ_{min.}$ maior que 1, indicando alto risco entre as amostras quantificadas. Além disso, os resultados apontaram muitas substâncias de uso proibido, em concentrações de alto risco, indicando a

presença destas como contaminação histórico e/ou uso clandestino.

Tabela 1. Avaliação de risco para a vida aquática: quociente de risco máximo e mínimo calculado para cada pesticida nos períodos seco e chuvoso.

	Proteção da vida aquática		Período Seco		Período Chuvoso	
Composto alvo	**Critérios de qualidade da água (ng L^{-1})**	**Referências**	**$QR_{mín.}$**	**$QR_{máx.}$**	**$QR_{mín}$**	**$QR_{máx.}$**
		Organoclorados				
α- HCH	20	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.052	6,339	0.054	2.165
γ – HCH	20	(INERIS, 2022)	0.148	2.743	2.452	50.656
β – HCH	20	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.122	0.346	0.173	1.758
δ – HCH	20	(Von Der Ohe et al.. 2011)	0.144	1.515	0.191	2.768
Heptacloro	0.03	(INERIS, 2022)	101.077	6,385.232	83.378	2,401.307
Aldrin	2	(INERIS, 2011)	0	0	1.266	1.510
Heptacloro epoxide	5	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0	0	182.673	309.175
DDE	0.6	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	3.918	6.741	3.370	11.239
Dieldrin	2	(INERIS, 2011)	2.046	8.415	2.014	4.208
Endrin	10	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.332	0.332	0.488	9.262
β-Endosulfan	5	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	1.041	2.483	0.521	1.241
DDD	0.64	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	3.046	31.046	12.577	21.958
Endrin aldeído	590	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.009	0.009	0.005	0.013
Endosulfan sulfato	5	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0	0	0.491	0.491
DDT	10	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.567	1.474	0.398	3.187
Endrin cetona	2.78	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.01	0.01	0.002	0.009
Metoxicloro	7.8	(Zeng *et al.*, 2018)	1.122	11.808	0.747	10.124
Tiocarbamato						
Molinato	7.6	(Finizio *et al.*, 2011)	0.282	2.856	0.28	1.736
Organofosforados						
Diazinon	17	(Von Der Ohe *et al.*. 2011)	0.152	1.094	0.124	1.149
Dissulfoton	4	(INERIS, 2022)	0.932	7.315	0.354	0.397
Dementon-S	560	(Von Der Ohe *et al.*, 2011)	0.003	0.118	0.002	0.003
Metil Paration	16.6	(INERIS, 2022)	1.378	6.861	0.939	2.276
Fenitrotion	8.7	(INERIS, 2022)	0.246	2.007	3.553	3.553
Malation	6	(INERIS, 2022)	2.065	18.617	0.447	131.066
Paration	2.5	(Finizio *et al*,. 2011)	0.802	1.345	3.550	3.550
Clorpirifós	33	(INERIS, 2022)	0.108	0.907	0.057	0.219
Piretróides						
Permetrina 1	0.47	(Paijens *et al.*, 2020)	14.635	246.853	7.762	204.242
Permetrina 2	0.47	(Paijens *et al.*, 2020)	11.273	169.614	6.992	196.838
Esttrobilurina						
Azoxistrobina	950	(INERIS, 2022)	0.007	0.071	0.009	0.131
RQ_{soma}			179.358	6,973.779	314.869	3,376.230

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação toxicológica mostrou que a maior parte das amostras possui elevado risco às espécies aquáticas, principalmente no período chuvoso, quando ocorre o período de maior aplicação de pesticidas. Diante do exposto, esta pesquisa denota uma preocupação acerca dos riscos toxicológicos dos poluentes para as espécies aquáticas, sendo necessária a realização urgente de estudos na região acerca dos possíveis efeitos que já vêm sendo produzidos.

AGRADECIMENTOS

À Capes pela Bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

ACAYABA, R. D.; DE ALBUQUERQUE, A. F.; RIBESSI, R. L.; UMBUZEIRO, G. de A.; MONTAGNER, C. C.. Occurrence of pesticides in waters from the largest sugar cane plantation region in the world. **Environ. Sci. Pollut. Res**., v. 28, n. 9824, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-020-11428-1.

BAQAR, M.; S., Y.; AHMAD, S. R.; MAHMOOD, A.; LI, J.; ZHANG, G.. Organochlorine pesticides across the tributaries of River Ravi, Pakistan: Human health risk assessment through dermal exposure, ecological risks, source fingerprints and spatio-temporal distribution. **Sci. Total Environ**, v. 618, n. 291, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.234.

FINIZIO, A.; AZIMONTI, G.; VILLA, S.. Occurrence of pesticides in surface water bodies: A critical analysis of the Italian national pesticide survey programs. **J. Environ. Monit**., v. 13, n. 49, 2011. DOI: https://doi.org/10.1039/c0em00192a.

INERIS. L'Institut national de l"environnement industriel et des risques – **Disulfoton**. Disponível em: https://substances.ineris.fr. Acesso em: 17 fev. 2021.

MALI T. Envenenados: agrotóxicos contaminam cidades, intoxicam pessoas e já chegam às mesas dos brasileiros. In: **Rev. Galileu**, 2018. Disponível em: https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2017/10/melhor-tecnica-para-limpar-frutas-e-utilizar-bicarbonato-de-sodio.html. Acesso em: 17 fev. 2021.

PAIJENs, C.; BRESSY, A.; FRÈRE, B.; MOILLERON, R. Correction to: biocide emissions from building materials during wet weather: identification of substances, mechanism of release and transfer to the aquatic environment. **Environ. Sci. Pollut**. **Res**., v. 27, n. 3792, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-019-07000-1.

PARRON, L.M; MUNIZ, D.H de F; PEREIRA, C.M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. **Embrapa** - Doc 232 69, 2011. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57612/1/Doc232ultima-versao.pdf. Acesso em: 10 jun. 2023.

SANTOS, P. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Historical evaluation of agricultural expansion over the Cerrado in the municipality of Luís Eduardo Magalhães. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal-RN, p. 6181–6188, 2009. Disponóvel em: http://marte.sid.inpe.br/attachment.cgi/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.19.36/doc/6181-6188.pdf. Acesso em: 23 set. 2023.

SOUZA, J.R de; MORAES, M. E. B de; SONODA, S. L.; SANTOS, H.C.R.G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. REDE - **Rev Eletrônica do Prodema,** v. 8, n. 1, p. 26–45, 2014. Disponível em: http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/217. Acesso em: 17 fev. 2021.

VON DER OHE, P. C.; DULIO, V.; SLOBODNIK, J.; DE DECKERE, E.; KÜHNE, R.; EBERT, R. U.; GINEBREDA, A.; DE COOMAN, W.; SCHÜÜRMANN, G.; BRACK, W. A new risk assessment approach for the prioritization of 500 classical and emerging organic microcontaminants as potential river basin specific pollutants under the European Water Framework Directive. **Sci. Total Environ.** 409, 2064, 2011. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.01.054.

ZENG, H.; FU, X.; LIANG, Y.; QIN, L.; MO, L. Risk assessment of an organochlorine pesticide mixture in the surface waters of Qingshitan Reservoir in Southwest China. **RSC Adv.**, v. 8, 17797. 2018. DOI: https://doi.org/10.1039/C8RA01881B.

ZANELLA, C. Panorama Agroeconômico do Oeste da Bahia e Safra 2016/2017. Disponível em: https://aiba.org.br/wp-content/uploads/2020/09/AibaRural-Edicao-17-Digital.pdf. Acesso em: 03 mar. 2022.