



II-481 - EFEITOS DA PANDEMIA DE COVID-19 NA CONCENTRAÇÃO DE MICROCONTAMINANTES EM ESGOTOS E NOS RISCOS ECOLÓGICOS POTENCIAIS

Jacineumo Falcão de Oliveira⁽¹⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental. Doutor em Recursos Hídricos, linha de Saneamento Ambiental pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologias da UFERSA.

Heloisa Nascimento de Andrade⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

Joseane Dunga da Costa⁽¹⁾

Engenheira Agrícola e Ambiental. Doutora em Manejo do Solo e Água pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Professora do Departamento de Engenharia e Tecnologias da UFERSA.

Luciene Alves Batista Siniscalchi⁽²⁾

Biologia. Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora adjunta no Departamento de Engenharia Ambiental (DAM) da UFLA

⁽¹⁾ UFERSA, BR 226, KM 405 – Bairro São Geraldo, Pau dos Ferros/RN - e-mail: jacineumo@ufersa.edu.br; heloisa.andrade@alunos.ufersa.edu.br; joseane.costa@ufersa.edu.br

⁽²⁾ Trevo Rotatório Professor Edmir Sá Santos, Universidade Federal de Lavras - MG, 37203-202. e-mail: luciene.batista@ufla.br

RESUMO

Os microcontaminantes são identificados em diferentes matrizes aquáticas, com destaque antibióticos em esgotos. Como consequência, alteram a qualidade dos corpos hídricos e põe em risco a vida aquática. Tal condição foi agravada durante a pandemia de COVID-19. Assim, realizou-se um monitoramento bibliográfico em artigos publicados antes e durante a pandemia da SARS-CoV-2 (2018-2022), analisando sua presença, eficiências de remoção e riscos ecológicos. A estratégia de pesquisa considerou as palavras-chaves emerging contaminant, microcontaminants, antibiotics. Estas foram associadas obrigatoriamente às palavras-chaves: sewage, urban wastewater e domestic wastewater. Os efeitos da pandemia nos microcontaminantes em esgotos foi observado associando-se as palavras-chaves COVID-19 e SARs-CoV-2. Foram identificados mais de 100 estudos, entre 2020 e 2022, associados aos microcontaminantes em esgotos, sendo evidenciado o agravante pandêmico com 65 estudos a mais quando inserido as palavras-chaves associados à COVID-19. Tiveram destaques as palavras-chaves “wastewater treatment”, “wastewater”, “antibiotics”, “antibiotic resistance” e “endocrine discuptor”, antes da pandemia e “wastewater”, “antibiotics”, antibiotic resistance, advanced oxidation processes” e COVID-19. As melhores remoções de microcontaminantes foram alcançadas com sistemas avançados e sistemas alagados construídos, com médias superiores a 70% de remoção. Os riscos ecológicos potenciais dos microcontaminantes evidenciaram 75% de aumento quanto aos efeitos agudos a espécies aquáticas, sendo 25% associados aos riscos crônicos para claritromicina. A identificação de claritromicina durante a pandemia proporcionaram RQ > 1 para as cianobactérias *M. aeruginosa*. Conclui-se que houve maior identificação e quantificação de antibióticos em esgotos sanitários durante a pandemia de COVID-19, o que gerou aumento potencial para espécies de ambiente aquáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Esgotos sanitários, SARS-CoV-2, Poluentes emergentes, Riscos ambientais, Tratamento de esgotos.

INTRODUÇÃO

Os microcontaminantes representam um grupo de compostos naturais ou sintéticos com alta capacidade de alteração dos ecossistemas naturais, identificados e quantificados de forma regular nos últimos anos com os avanços da química (Huang et al., 2019; Lan et al.; 2019). Nos compartimentos ambientais, podem ser



quantificados em concentrações entre ng/L e µg/L, sendo influenciadas em função das ações humanas, principalmente associadas ao consumo de produtos (Rout et al., 2021).

Dentre estes, os produtos farmacêuticos e de higiene pessoal e hospitalar chamaram atenção em função do alto consumo durante os dois primeiros anos da pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 (Coronavírus-2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave) (Pacheco et al., 2021; Morales-Paredes et al., 2021).

Como consequência, houve também aumento no lançamento de esgotos com maiores concentrações de microcontaminantes nos corpos hídricos, aumentando as concentrações quando comparado às características dos esgotos antes da pandemia e tornando-se um agravante da qualidade ambiental (Chen et al., 2021).

Destaca-se que as consequências estão associadas alteração da qualidade dos corpos hídricos, a dificuldade de tratamento desses microcontaminantes pelos sistemas convencionais de tratamento de esgotos e, conseqüentemente, os aumentos potenciais dos riscos ecológicos para espécies aquáticas, contribuindo para o acúmulo e efeitos tóxicos nos organismos, principalmente quanto ao efeito da mistura dos microcontaminantes. Nessa perspectiva, analisar os efeitos da pandemia de COVID-19 nos hábitos de consumo e os incrementos dos microcontaminantes constitui-se fator preponderante para auxiliar na compreensão e necessidade de implementação de estratégias a serem aplicadas nos sistemas de tratamento de esgotos urbanos (ETEs).

Assim, o presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo comparativo bibliográfico a nível nacional e internacional, realizando análises das ocorrências de concentração, os tratamentos empregados e os potenciais riscos ecológicos para espécies de ambiente aquáticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado uma análise bibliométrica para identificar a ocorrência dos microcontaminantes em esgotos sanitários, a capacidade de tratamento dos sistemas convencionais e avançados, bem como quantificados riscos ecológicos. Foi utilizado a base de dados Scopus, considerados dois períodos: 01/01/2018 a 31/12/2019 (antes da pandemia de COVID-19); e 01/01/2020 a 31/12/2022 (durante a pandemia).

A estratégia de pesquisa considerou as palavras-chaves em língua inglesa: emerging contaminant, emerging compound, microcontaminants, antibiotics, anti-inflammatories, endocrine disruptors. Estas foram associadas obrigatoriamente às palavras-chaves: sewage, urban wastewater e domestic wastewater. Os efeitos da pandemia de COVID-19 nos microcontaminantes em esgotos foi observado associando-se as palavras-chaves: COVID-19 e Sars-CoV-2.

Foram utilizados artigos indexados, capítulos de livros, artigos de conferências, documentos curtos e data papers.

A avaliação do risco ecológico potencial dos ECs de esgotos entre o período pré-pandemia e pós-pandemia de COVID-19 foi analisado através do método do quociente de risco (RQ) (European Commission, 2003).

Foram utilizados os dados de ecotoxicidade disponível por Orias and Perrodin (2013). Além disso, foi considerado no cálculo a menor concentração ecotoxicológica disponível (LAEC), metade da concentração de efeito (EC_{50}) ou a metade da concentração letal (LC_{50}), aplicando um fator de extrapolação (AF) em função do quantitativo de dados para determinar a concentração prevista sem efeito (PNEC). Assim, $PNEC = LAEC$ ou $L(E)C_{50}/AF$. Na ausência de dados de revisão, foi utilizado dados gerados pelo Modelo Preditivo de Relações de Atividade de Estrutura Ecológica - ECOSAR, US-EPA (Sanderson et al., 2003). Os valores de risco ecológico (RQ) foram obtidos pela equação $RQ = MEC/PNEC$, onde EC representa a concentração do composto identificados em esgotos sanitários antes do lançamento nos corpos hídricos, constituindo-se, assim, em uma análise de potencial impacto.

A quantificação dos RQ das misturas de ECs foi realizada considerando a extrapolação das somas individuais na concentração da mistura final de cada ECs.

Foi utilizado os critérios de classificação de riscos ecológicos estabelecidos por Gosset et al. (2021), classificados em cinco níveis: sem risco, $QR < 0,1$; risco desprezível, $0,1 < RQ < 1,0$; baixo risco, $1 < RQ < 10$; risco médio, $10 < RQ < 100$; e (muito) alto risco, $RQ > 100$.

RESULTADOS

Os estudos de microcontaminantes em esgotos foram relevantes durante a pandemia, com quantitativo de estudos superiores a 100. O efeito da COVID-19 além de agravar o número de doentes e mortes, proporcionou a corrida para se conhecer os reais riscos dos microcontaminantes presentes nos esgotos domésticos, como possibilidade de contaminação humana e a alteração da estabilidade de diferentes ecossistemas.

Durante a pesquisa, quando adicionado o termo COVID-19, observou-se aumento de 65 estudos que, direta ou indiretamente, relacionavam esgoto e COVID-19, condição que foi caracterizada como Fator Pandemia nos quantitativos médios de estudos.

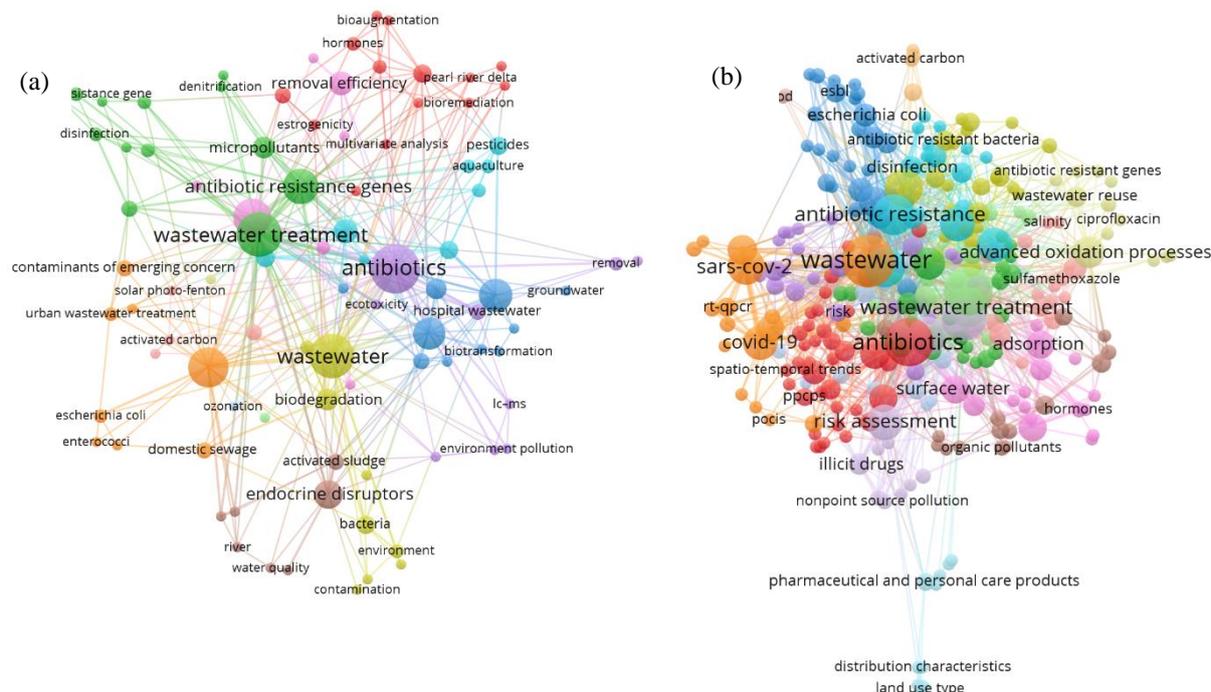


Figura 1: Co-ocorrência de palavras antes (a) e durante (b) a pandemia de COVID-19.

A Figura 1 demonstra que as interações entre os microcontaminantes e os sistemas de tratamentos, sistemas ambientais no geral, requerem atenção. Os agrupamentos verde, laranja e vermelho apresentam informações importantes que conectam a fatores de influências na qualidade dos esgotos e, conseqüentemente, a possibilidade de poluição urbana por microcontaminantes em diferentes ambientes hídricos, como observado também pela proximidade da palavra-chave “antibiotics” e “wastewater treatment” durante a pandemia. Além disso, percebe-se que há um aumento no emaranhado e número de palavras-chaves associadas as bactérias coli e aquelas com resistência a antibióticos, condição que requer extrema atenção pelos órgãos ambientais.

Se considerado “author keywords” e “index keywords”, foram identificadas próximo de 6 mil palavras-chaves durante os anos de 2020 a 2022, demonstrando a relevância nos estudos e os esforços em conhecer os riscos da pandemia de COVID-19 na qualidade dos esgotos.

Observou-se pelo menos cinco grupo que se relacionam-se entre si, com destaque para “wastewater treatment”, “wastewater”, “antibiotics”, “antibiotic resistance” e “endocrine disruptor”, antes da pandemia



(Figura 1a); e “wastewater”, “antibiotics”, antibiotic resistance, advanced oxidation processes” e COVID-19, durante a pandemia (Figura 1b). Os sistemas avançados e sistemas alagados construídos tiveram destaque na remoção dos microcontaminantes durante a pandemia, resultando em eficiências de tratamento identificadas superiores a 70% na maioria dos estudos.

Anteriormente à pandemia de SARS-CoV-2, Chen et al. (2021) afirmam que os estudiosos desenvolveram pesquisas principalmente para detectar os diferentes microcontaminantes em esgotos e seus impactos. Por outro lado, os efeitos consorciados entre os hábitos e atividades humanas durante a pandemia, além de intensificar o uso de produtos fármacos, também fortaleceram o desenvolvimento de pesquisas sobre os microcontaminantes dos esgotos.

Observou-se que 75% dos microcontaminantes apresentaram possíveis efeitos toxicológicos agudos em potencial para espécies aquáticas. Os restantes 25% dos compostos apresentaram efeitos tóxicos crônicos, com a claritromicina, destacando-se como a mais letal e tóxica do grupo dos antibióticos presentes nos esgotos. A ciprofloxacina apresentou alto risco ($RQ > 1$) nos antes e durante a pandemia a COVID-19 sobre a cianobactéria *M. aeruginosa*, semelhante aos resultados proporcionados pelo microcontaminante sulfametoxazol as cianobactérias *S.leopoliensis*.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com o início da pandemia de COVID-19, foram identificados aumentos do uso de diferentes fármacos, em ambiente hospitalar e aqueles sem prescrição (Kazemioula *et al.*, 2022). Assim, a qualidade dos esgotos foi alterada de forma abrupta pelos chamados microcontaminantes, resultando em diferentes estudos. Assim, através da análise das palavras-chaves, observou-se a integração entre mudanças na detecção e concentração de antibióticos e anti-inflamatórios nos esgotos. Além disso, os agrupamentos indicam a importância da atenção aos efeitos dos antibióticos nos sistemas ambientais, particularmente em esgotos, e como a qualidade desses resíduos pode alterar a poluição urbana por contaminantes emergentes em diferentes ambientes hídricos.

As altas concentrações de antibióticos nos esgotos antes e durante a pandemia nos países europeus e na China (2018 – 2019) evidenciam os efeitos dos hábitos de consumo de antibióticos, principalmente sob condições de hospitalização, a exemplo dos casos da Itália, onde embora estivesse ocorrendo redução do consumo de antibióticos antes de 2020, com a pandemia de Covid-19, foi observado crescimento entre 18 e 67% em diferentes regiões do país (Ferrara *et al.*, 2023).

As remoções de antibióticos e anti-inflamatórios por ultrafiltração é resultado da combinação de adsorção (atração eletrostática entre a camada incrustante hidrofóbica e carregada negativamente e os microcontaminantes) (Garcia-Ivars *et al.*, 2017). No caso de sistemas biológicos com meio suporte, Matos e Matos (2017) destacam que a dinâmica de remoção de poluentes nestes sistemas é resultante das características do esgoto de entrada e aos fatores influência do meio, como a absorção por plantas, biodegradação, adsorção, complexação, dentre outros. Além disso, dependendo das propriedades físicas e químicas, persistência biológica do composto, tecnologia, entre outros fatores, as remoções podem ser otimizadas (Shahid *et al.*, 2022).

Destaca-se ainda que os riscos ecológicos elevados indicam as potenciais mudanças da qualidade biótica dos ecossistemas, indicando a necessidade de implementação de novas estratégias para proporcionar maior eficiência nos sistemas atuais e futuras de tratamentos, uma vez que a maioria dos países não apresentam regulamentações de limites para o lançamento nos corpos hídricos por meio de esgotos tratados.



CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Os impactos da pandemia de COVID-19 no consumo de fármacos e suas consequências nos esgotos domésticos, analisados por meio de artigos científicos globais dos últimos 5 anos.

Durante a pandemia houveram aumentos significativos na presença de diversos fármacos nos esgotos, destacando-se os antibióticos.

O uso de reatores avançados com membrana e sistemas alagados construídos tiveram destaque na pandemia foi comum no tratamento de esgotos durante a pandemia.

A pandemia agravou o risco ecológico global dos microcontaminantes presente nos esgotos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chen, X. et al., 2021. Occurrence and risk assessment of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) against COVID-19 in lakes and WWTP-river-estuary system in Wuhan, China. *Sci. T. Environ.*, 792, 148352.

European Commission, 2003. Technical Guidance Document on Risk Assessment in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, C. Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances, and Directive 98/8/EC of the E. Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. Directive 98/8/EC of the E. Parliament and of the Council Concerning the Placing of Biocidal Products on the Market.

Ferrara, F. et al. SARS-CoV-2 caused a surge in antibiotic consumption causing a silent pandemic inside the pandemic. A retrospective analysis of Italian data in the first half of 2022. In: *Annales Pharm. Françaises*. Elsevier Masson, 2023.

Garcia-Ivars, J., et al., 2017. Nanofiltration as tertiary treatment method for removing trace pharmaceutically active compounds in wastewater from wastewater treatment plants. *W. Research* 125, 360-373

Gosset, A., et al., 2021. Ecotoxicological risk assessment of contaminants of emerging concern identified by “suspect screening” from urban wastewater treatment plant effluents at a territorial scale. *Sci. T. Environ.*, 778, 146275.

KAZEMIOULA, G. et al. Prevalence of self-medication during COVID-19 pandemic: A systematic review and meta-analysis. *Front. Public Health*, v. 10, p. 1041695, 2022.

Matos, A.T. and Matos, M.P., 2017. Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos. UFV

Morales-Paredes, C. A., et al., 2021. N. Pharmaceutical compounds used in the COVID-19 pandemic: A review of their presence in water and treatment techniques for their elimination. *Sci. T. Environ.*, v.814, p.152691.

Orias, F. and Perrodin, Y., 2013. Characterisation of the ecotoxicity of hospital effluents: A review. *Sci. T. Environ.* 454-455, 250-276.

Rout, P.R., et al. 2021. Treatment technologies for emerging contaminants in wastewater treatment plants: A review. *Sci. T. Environ.*, 753, 141990.

Sanderson, H., et al., 2003. Probabilistic hazard assessment of environmentally occurring pharmaceuticals toxicity to fish, daphnids and algae by ECOSAR screening. *Toxic. Letters* 144(3), 383-395.

Shahid, M.K. et al., 2021. Current advances in treatment technologies for removal of emerging contaminants from water – A critical review. *Coord. Chem. Reviews* 442, 213993