

XII ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS

ESTUDO PRELIMINAR DA OCORRÊNCIA DO IBUPROFENO NAS ÁGUAS DO RIO BEBERIBE - PE: PRESENÇA E CONCENTRAÇÃO

Tatiane Barbosa Veras^{1}; Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral²; Anderson Luiz Ribeiro de Paiva³; Jonathas Barbosa de Araújo Freitas⁴ & Renata Vitória de Lima Sales⁵*

RESUMO - O rio Beberibe tem grande importância no estado do Pernambuco por estar localizado na região metropolitana do Recife e pelo fato de ser um dos mananciais que abastecem uma parte da população. Porém, devido ao intenso processo de urbanização, suas águas estão servindo de despejos para efluentes domésticos. A presença de poluentes em águas residuárias e naturais, como os fármacos, tem despertado interesse pela comunidade científica devido seus impactos à saúde humana e aos ecossistemas. Este trabalho teve como objetivo analisar a presença e concentração do ibuprofeno em dois pontos do rio Beberibe. As amostras foram submetidas ao processo de extração em fase sólida e analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência. O ibuprofeno foi detectado nos dois pontos analisados em diferentes concentrações (0,019 - 0,045 mg.L⁻¹), onde o Ponto 2 apresentou concentrações mais elevadas, provavelmente pela interferência antrópica e urbanização nas margens do rio. Parâmetros físico-químicos também foram analisados e comparados com os padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA n^o 357/2005, onde a maioria das amostras se enquadraram nos limites estabelecidos.

ABSTRACT - The Beberibe river has great importance in the state of Pernambuco because it is located in the metropolitan region of Recife and because it is one of the sources that supply a part of the population. However, due to the intense urbanization process, its waters are serving as effluents for domestic effluents. The presence of pollutants in wastewater and natural waters, such as pharmaceuticals, has aroused interest in the scientific community due to its impacts on human health and ecosystems. This study aimed to analyze the presence and concentration of ibuprofen in two points of the Beberibe River. The samples were submitted to the solid phase extraction process and analyzed by high performance liquid chromatography. Ibuprofen was detected at the two points analyzed at different concentrations (0.019 - 0.045 mg.L⁻¹), where Point 2 presented higher concentrations, probably due to anthropic interference and urbanization on the river banks. Physico-chemical parameters were also analyzed and compared with the water quality standards established by CONAMA Resolution No. 357/2005, where most of the samples were within the established limits.

palavras-chave: fármacos, qualidade de água, poluição de águas urbanas.

^{1*} Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFPE do Centro Acadêmico do Agreste, Rodovia BR 104 Km 59, s/n, Nova Caruaru, Caruaru- PE, Fone: 0 xx (81) 2126-7774, e-mail: tatiane_veras@yahoo.com.br;

² Prof. da Universidade de Pernambuco – UPE e Prof do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife – PE, Brasil, Fone: 0 xx (81) 2126-8223, e-mail: jcabral@ufpe.br; jaimejcabral@yahoo.com;

³ Prof. Adjunto do Dept. Engenharia Civil e Ambiental – DECIV e PPGEC, UFPE, Fone: (81) 2126-8223, e-mail: andersonlrpaiva@gmail.com;

⁴ Doutorando do PPGEC, Fone: 0 xx (81) 988066707, e-mail: jonathasfreitas77@gmail.com.

⁵ Doutoranda do Programa de Engenharia Química UFPE, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, Recife – PE, Brasil, Fone: 0 xx (81) 988066707, e-mail: renatavsales@gmail.com.

1 - INTRODUÇÃO

A crescente taxa de ocupação urbana e o desenvolvimento dos centros industriais tem elevado progressivamente o risco de contaminação dos ambientes aquáticos situados próximos a essas áreas, propiciando discussões e gerando novas pesquisas relacionadas a influência e as consequências das atividades de origem antrópica na degradação das matrizes aquáticas urbanas. As preocupações com o uso e a qualidade de água adquirem especial importância, principalmente nos grandes centros urbanos, onde muitas vezes os resíduos são despejados *in natura* nos corpos d'água. Além disso, o lançamento de efluentes domésticos diretamente nas matrizes aquáticas urbanas inviabiliza diversos usos humanos dos ecossistemas aquáticos.

Geralmente, o ambiente de água doce é um sumidouro de diferentes tipos de poluições orgânicas (KLEYWEGT *et al.*, 2016). Entre os diversos poluentes, os fármacos compreendem uma classe de poluentes orgânicos emergentes encontrados no ambiente aquático (YANG *et al.*, 2017).

Grande parte dos contaminantes emergentes, inclusive os fármacos, ainda não são monitorados, seus efeitos toxicológicos são desconhecidos ou não possuem legislação (GARZACAMPOS *et al.*, 2016), mas podem ser prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente (YAO *et al.*, 2017). Os resíduos farmacêuticos chegam aos corpos hídricos por diversas vias, sendo que a principal fonte é por meio de águas residuais (LI, 2014). Após sua ingestão, cerca de 40 a 90% da dose administrada de medicamento é excretada na sua forma inalterada ou como um metabólito biologicamente ativo juntamente com urina e fezes no esgoto doméstico (AMÉRICO *et al.*, 2013).

A presença desses compostos nas águas, especialmente na água urbana, é um tema bastante significativo e está relacionado à segurança da saúde humana e ambiental. Estudos mais recentes já relataram alguns possíveis efeitos provocados pela presença de fármacos no ambiente (MONTAGNER *et al.*, 2017; BISOGNIN *et al.*, 2018).

Os anti-inflamatórios não esteróides (AINEs) constituem a classe de medicamentos mais prescrita por médicos e dentistas (BISOGNIN *et al.*, 2018) e têm sido detectados em matrizes aquáticas com concentrações baixas (ng.L^{-1} a $\mu\text{g.L}^{-1}$). Tais compostos se envolvem com a biota local e influenciam significativamente na fisiologia, no metabolismo e no comportamento das espécies (BELISÁRIO *et al.*, 2009). Na extensa classe de AINEs encontra-se o ibuprofeno que pode ser utilizado em diversos tipos de casos contra alívio de febre e dores de leve a moderada.

O aumento populacional aliado ao descarte inadequado dos fármacos, favorece sua introdução nas águas urbanas, traduzindo a necessidade de detectar a presença dessas substâncias nas águas. Sendo assim, considerando que a presença de AINEs em matrizes aquáticas significa um risco para o ecossistema e também para a saúde humana, o objetivo principal do presente trabalho foi identificar a presença e a concentração de resíduos de ibuprofeno num trecho do rio Beberibe, divisa entre as cidades de Recife e Olinda, Pernambuco, a fim de que os resultados sirvam como base na tomada de decisões dos gestores locais.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Área de estudo

O projeto de pesquisa foi desenvolvido em dois pontos de um trecho do rio Beberibe localizado na divisa entre os municípios de Recife e Olinda - PE.

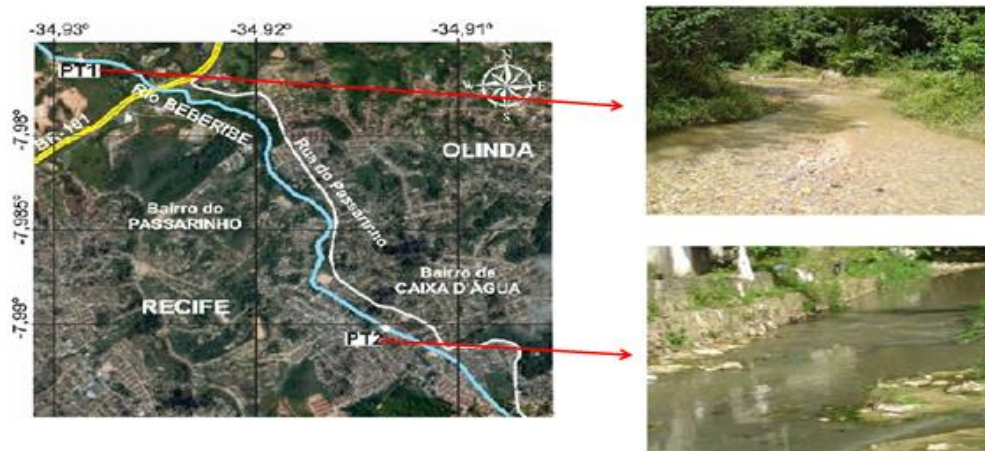


Figura 1 - Localização dos pontos de coleta no rio Beberibe.

O Ponto 1 localiza-se a montante da BR-101, sendo um local preservado, com águas claras e apresenta o mínimo de urbanização em seu entorno. Já o Ponto 2, está localizado a jusante da BR-101, completamente envolto por áreas urbanizadas, onde o rio recebe muitos resíduos de origem doméstica.

De acordo com a Agência Estadual do Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH, 2018), os Mapas da Qualidade das Águas Superficiais da bacia hidrográfica do Beberibe apresentam um índice de qualidade das águas ruim. Além das atividades antrópicas no entorno do rio influenciarem diretamente na qualidade de suas águas, o sistema de esgotamento sanitário das cidades de Olinda e Recife funciona com um déficit, pontuando mais uma condição para a poluição ser agravada.

2.2 - Coleta das amostras e análises

Análises físico-químicas

Foram realizadas quatro coletas (julho, agosto, setembro e outubro) em 2017 nos dois pontos de estudo. As amostras foram coletadas em frascos de polietileno devidamente esterilizados e encaminhadas ao Sistema de Gestão de Controle de Qualidade (SGCQ), laboratório da COMPESA, onde foram processadas.

Os parâmetros foram analisados de acordo com o Standard Methods (APHA, 2005) e os dados obtidos através das análises foram correlacionados com os dados de valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos para os corpos hídricos classe II pela resolução CONAMA, 357/2005 n° 357 de 17 de março de 2005.

Análise do ibuprofeno

Foram coletadas amostras da água superficial (STELATO *et al.*, 2017) dos dois pontos selecionados do rio Beberibe, utilizando um vidro âmbar de 1L devidamente identificado e descontaminado. As coletas foram realizadas nos mesmos dias das amostras coletadas para análise físico-química. Após a coleta as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Engenharia Ambiental e da Qualidade (LEAQ) no Departamento de Engenharia Química da UFPE e permaneceram refrigeradas até o momento da extração.

A extração foi feita por fase sólida (EFS) com cartuchos poliméricos strata-X operando em fase reversa (500 mg/ 6 mL - Allcrom) utilizando bomba peristáltica (Wilson) com vazão de 10 mL·min⁻¹; a fase estacionária foi condicionada com duas alíquotas de 3 mL de acetonitrila (Merck), sendo em seguida adicionadas duas alíquotas de 3 mL de água ultra-pura.

A metodologia do processo de análise dos fármacos seguiu a validação realizada por Monteiro (2017) para o ibuprofeno. A determinação das concentrações foi realizada em equipamento de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) da Shimadzu, equipado com a coluna ULTRA C18 de fase reversa (5 μ m; 4,6 x 250 mm) e detecção UV (SPD-20A) para comprimentos de onda iguais a 285 nm. A fase móvel empregada foi composta por uma solução de água acidificada com ácido acético a 10% e acetonitrila numa razão volumétrica de 65:35. A temperatura do forno do equipamento foi mantida a 40 \pm 1 $^{\circ}$ C com o fluxo de 0,700 mL \cdot min $^{-1}$ e a uma pressão de 53 kgf \cdot cm $^{-2}$. O comprimento de onda para a detecção dos picos cromatográficos foi de 254 nm e a detecção foi efetuada com base em seus respectivos tempos de retenção.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Análises físico-química

Em relação a qualidade de água, os parâmetros físico-químicos analisados comprovaram que as águas dos dois pontos estudados, em sua maioria, se enquadram nos valores permitidos para os corpos hídricos classe II pela resolução CONAMA 357/ 2005 n $^{\circ}$ 357 de 17 de março de 2005. Exceto algumas amostras, principalmente do ponto 2 que se encontra totalmente inserido dentro da área urbana, onde observa-se dejetos na superfície e nas margens do riacho.

A seguir é possível observar os resultados do monitoramento qualitativo (físico-químico) das amostras do trecho estudado do rio Beberibe (Tabela 1), além do VMP estabelecidos para os corpos hídricos classe II pela resolução CONAMA 357/ 2005 n $^{\circ}$ 357 de 17 de março de 2005.

Freitas *et al.* (2017), realizaram um estudo no mesmo trecho estudado na presente pesquisa e encontraram valores similares para os parâmetros analisados nas águas do rio Beberibe.

Apesar dos resultados das análises físico-químicas apresentadas estarem, em sua maioria, dentro do VMP pela legislação, de acordo com a Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco (CPRH, 2014), o rio Beberibe é caracterizado como um rio poluído.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos, variações nas concentrações, concentrações médias, enquadramento na legislação mensurados dos 2 pontos analisados do rio Beberibe.

PARÂMETROS	VARIÇÃO NAS CONCENTRAÇÕES		CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ± DESVIO PADRÃO		VMP CONAMA (375/05)
	P1	P2	P1	P2	
pH	4,1 - 6,9	6,3 - 6,8	6,03 ± 1,31	6,63 ± 0,22	6,0 - 9,0
turbidez (u T)	29,4 - 14,4	57,0 - 15,7	22,20 ± 6,80	36,08 ± 19,97	100
cor - mg (Pt/L)	91,5 - 37,7	86,5 - 48,8	65,23 ± 21,99	67,75 ± 15,57	80
dureza - mg/L	1,69 - 50,5	8,53 - 61,57	19,48 ± 21,51	36,38 ± 21,72	500
amônia - mg/L	0,00 - 3,34	0,00 - 6,35	0,88 ± 1,64	3,23 ± 3,02	1,5
nitrito - mg/L	0,34 - 0,01	0,01 - 3,34	0,10 ± 0,16	0,85 ± 1,66	1
nitrato - mg /L	0,70 - 6,27	0,02 - 1,6	2,18 ± 2,73	0,65 ± 0,75	10

3.2 - Análise do ibuprofeno

No trecho estudado do rio Beberibe foi possível detectar resíduos de ibuprofeno nos dois pontos estudados (Tabela 2). A concentração de ibuprofeno detectada nas amostras analisadas do rio Beberibe variou entre 0,019 e 0,045 mg.L⁻¹. Apesar do Beberibe de ser considerado um rio poluído, em relação a presença de ibuprofeno alguns autores relataram valores mais elevados desse composto, como Stelato *et al.* (2016) nas águas superficiais do Córrego do Veado/Limoeiro que atravessam o município de Presidente Prudente, São Paulo, detectaram concentrações de ibuprofeno relativamente altas (14 e 42 mg.L⁻¹). Marsik *et al.* (2017) analisaram as concentrações de cinco AINEs nos cursos de água da bacia do rio Elba, na República Tcheca e o ibuprofeno foi o fármaco mais abundante com concentração máxima de 3,21 µg / L.

Tabela 2 - Concentração de ibuprofeno, em mg.L⁻¹, no rio Beberibe, Pernambuco.

LOCAL	MÊS DE COLETA (2017)			
	Jul	Ago	Set	Out
Ponto 1	0,019	0,034	0,034	0,027
Ponto 2	0,022	0,045	0,045	0,045

Alguns estudos detectaram uma concentração de ibuprofeno mais baixa do que as encontradas na presente pesquisa. Luque-Espinar *et al.* (2015), detectaram em águas subterrâneas, superficiais e

de irrigação do aquífero "Vega de Granada", região metropolitana de Granada na Espanha, o ibuprofeno foi detectado várias vezes com concentração de até $20,8 \mu\text{g L}^{-1}$. No rio de Jajrood na parte leste da cidade de Teerã - Irã, Zarei *et al.* (2017) detectaram uma concentração de $11,49 \pm 0,33 \mu\text{g L}^{-1}$.

Em todas as coletas realizadas, a ocorrência de ibuprofeno detectada no Ponto 1 apresentou uma concentração reduzida em comparação aos dados encontrados no Ponto 2 (Figura 2).

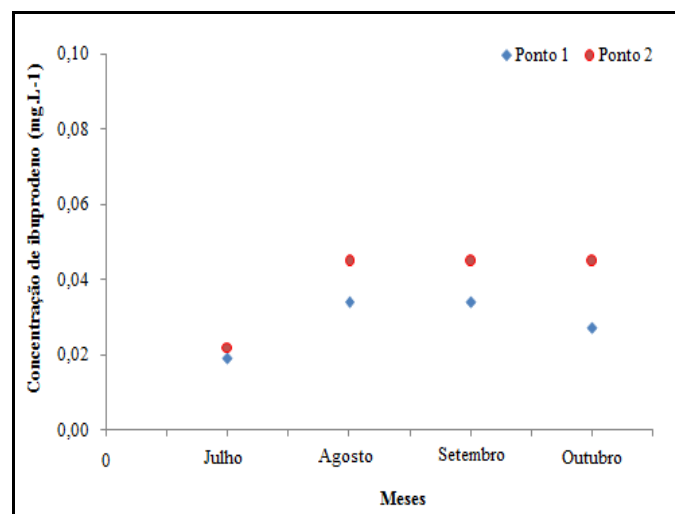


Figura 2 - Concentração de ibuprofeno nos dois pontos analisados do rio Beberibe.

A montante do Ponto 1 existem áreas ainda preservadas e com menor ocupação urbana, esses fatores podem ajudar na minimização do despejo de resíduos do composto estudado, mas mesmo assim também foram detectadas pequenas concentrações. Porém, as maiores concentrações foram registradas no Ponto 2 que está localizado numa área bastante urbanizada.

A diferença das concentrações do ibuprofeno nos pontos estudados, possivelmente está relacionada ao lançamento inadequado de esgoto bruto diretamente nas águas do rio Beberibe. Parte significativa do composto original e/ou seus metabólitos são excretados por meio da urina e fezes após sua administração, atingindo os esgotos domésticos e hospitalares. Resultados similares foram encontrados por Américo *et al.* (2009) que encontraram valores mais elevados na concentração de ibuprofeno no ponto de amostragem localizado a jusante da ETE de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul.

É importante lembrar que mesmo em níveis de concentrações baixos, que não foi o caso do presente estudo, a presença de um composto farmacologicamente ativo no ambiente pode provocar efeitos toxicológicos significativos para o ambiente aquático. A ocorrência ambiental do ibuprofeno, juntamente com a elevada utilização por parte da população, faz com que a exposição aguda e crônica ao fármaco, em ambiente aquático, possa afetar a vida dos organismos (PAÍGA *et al.*, 2013).

Rivera-Jaimes *et al.* (2018) analisaram a presença de 35 fármacos nas águas superficiais e águas residuais de Cuernavaca, estado de Morelos - México, onde detectaram resíduos de 12 compostos. Com base nas concentrações encontradas, inclusive do ibuprofeno (231 - 1983 ng.L), os autores alertam sobre o risco desses resíduos para o ecossistema aquático.

A rota dos fármacos no ambiente é pouco conhecida, porém sabe-se que o esgoto domiciliar é a sua principal fonte de contaminação. Estudos de investigação relacionados a presença de compostos farmacêuticos em matrizes aquáticas estão sendo alvo de artigos, porém os países em desenvolvimento, principalmente em grandes centros urbanos, precisam intensificar as pesquisas para que a gestão dos resíduos e efluentes acompanhem adequadamente o crescimento econômico e populacional.

4 - CONCLUSÕES

Por suas características e, principalmente, por sua localização geográfica, em pleno centro da Região Metropolitana do Recife (RMR), foco de um intenso processo de urbanização, a bacia do Rio Beberibe passou a reunir as mais diversas manifestações de degradação. O monitoramento dos parâmetros físico-químicos mostrou que as amostras, em sua maioria, se enquadram nos valores permitidos para os corpos hídricos classe II pela resolução CONAMA 357/ 2005 n° 357 de 17 de março de 2005. Exceto algumas amostras, principalmente do Ponto 2.

Resíduos de ibuprofeno foram detectados nos diferentes pontos analisados durante o período monitorado, porém, o Ponto 2 apresentou maiores concentrações chegando a 0,045 mg.L⁻¹. O fato do Ponto 2 estar localizado numa área completamente urbanizada e suas águas servirem de despejo para esgoto doméstico pode ser o motivo pelo qual apresenta maiores concentrações de poluentes e principalmente do composto analisado.

Os dados obtidos no presente estudo contribuem com informações sobre os poluentes em águas urbanas, em especial o ibuprofeno, possibilitando uma linha de base importante para futuras e mais abrangentes investigações. Novas pesquisas são necessárias para identificação dos riscos desse composto para o meio ambiente, para o desenvolvimento de novas técnicas que possam diminuí-los atenuar seus impactos no ambiente, bem como na elaboração de normas e legislação.

AGRADECIMENTOS

À FACEPE (Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco) e à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelas bolsas de pesquisa concedidas aos alunos de Pós-Graduação e apoio financeiro para o desenvolvimento das pesquisas. Os autores agradecem também ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo suporte financeiro nas pesquisas atreladas a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- AMÉRICO, J. H. P.; CARVALHO, A. G. B. M.; CARVALHO, S. L.; LOLLO, J. A.; MINILLO, A. (2009). “Avaliação da presença e diversidade de compostos farmacológicos no Córrego do Onça, Três Lagoas/MS”. In: XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... Recife.
- AMÉRICO, J. H. P.; TORRES, N. H.; AMÉRICO, G. H. P.; CARVALHO, S. L. (2013). “Ocorrência, destino e potenciais impactos dos fármacos no ambiente”. SaBios-Revista de Saúde e Biologia, v. 8, n. 2, p. 59-72.
- BELISÁRIO, M.; BORGES, P. S.; GALAZZI, R. M.; DEL PIERO, P. B.; ZORZAL, P. B.; RIBEIRO, A. V. F. N.; RIBEIRO, J. N. (2009). “O emprego de resíduos naturais no tratamento de efluentes contaminados com fármacos poluentes”. Inter Science Place, v. 2, n. 10.
- BISOGNIN, R. P.; WOLFF, D. B.; CARISSIMI, E. (2018). “Revisão sobre fármacos no ambiente”. 2018. Revista DAE, n. 210, v. 67.
- CPRH - Agência Ambiental do Estado de Pernambuco. “Resultado do Monitoramento de Bacias”, Recife, 2018. Acess: <http://www.cprh.pe.gov.br/>, Abr, 2018
- FREITAS, D. A. DE ; CABRAL, J. J. S. P. ; ROCHA, F. J. S. ; PAIVA, A. L. R. DE ; SENS, M. L.; VERAS, T. B. A. (2017). “Cryptosporidium spp. and Giardia spp. removal by bank filtration at Beberibe river, Brazil”. River Research and Applications, v. 33, p. 1-9, 2017.
- GARZA-CAMPOS, B.; BRILLAS, E.; HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, A.; EL-GHENYMY, A.; GUZMÁN-MAR, J. L.; RUIZ-RUIZ, E. J. (2016). “Salicylic acid degradation by advanced oxidation processes. Coupling of solar photoelectro-Fenton and solar heterogeneous photocatalysis”. Journal of Hazardous Materials, v. 319, p. 34-42.

- KLEYWEGT, S., PILEGGI, V., LAM, Y.M., ELISES, A., PUDDICOMB, A., PURBA, G., DI CARO, J., FLETCHER, T. (2016). “*The contribution of pharmaceutically active compounds from healthcare facilities to a receiving sewage treatment plant in Canada*”. Environ. Toxicol. Chem. v. 35, p 850-862.
- LI, W. C. (2014). “*Occurrence, sources, and fate of pharmaceuticals in aquatic environment and soil*”. Environmental Pollution, v. 187, p. 193-201, Apr.
- LUQUE-ESPINAR, J. A.; NAVAS, N.; CHICA-OLMO, M.; CANTARERO-MALAGÓN, S.; CHICA-RIVAS, L. (2015). *Seasonal occurrence and distribution of a group of ECs in the water resources of Granada city metropolitan areas (South of Spain): pollution of raw drinking water*. Journal of Hydrology, v. 531, n. 3, p. 612-625.
- MARSIK, P.; REZEK, J.; ŽIDKOVÁ, M.; KRAMULOVÁ, B.; TAUCHEN, J.; (2017). “*Non-steroidal anti-inflammatory drugs in the watercourses of Elbe basin in Czech Republic*”. Chemosphere, v. 171, p. 97-105.
- MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. D. (2017). “*Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios*”. Quim. Nova, v. 40, n. 9, p.1094-1110.
- PAÍGA, P.; SANTOS, L. H.; AMORIM, C. G.; ARAÚJO, A. N.; MONTENEGRO, M. C.; PENA, A.; DELERUE-MATOS, C. (2013). “*Pilot monitoring study of ibuprofen in surface waters of north of Portugal*”. Environmental Science and Pollution Research International, v. 20, n. 4, p. 2410-2420.
- RIVERA-JAIMES, J. A.; POSTIGO, C.; MELGOZA-ALEMÁN, R. M.; ACEÑA, J.; BARCELÓ, D.; DE ALDA, M. L. (2018). “*Study of pharmaceuticals in surface and wastewater from Cuernavaca, Morelos, Mexico: Occurrence and environmental risk assessment*”. Science of the Total Environment, v. 613-614, p. 1263-1274.
- STELATO, E. S.; OLIVEIRA, T. G.; STUNGES, T. M.; SILVA, E. C. P.; CUBA, R. M. F.; MINILLO, A.; ISIQUE, W. D. (2016). “*Avaliação da presença de resíduos de anti-inflamatórios não esteroides nos córregos veado e cedro do município de presidente prudente (SP), Brasil*”. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n.3, p. 97-113.
- YANG, Y., OK, Y.S., KIM, K.-H., KWON, E.E., TSANG, Y.F. (2017). “*Occurrences and removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) in drinking water and water/ sewage treatment plants: a review*”. Sci. Total Environ. v. 596, p. 303-320.
- YAO, L.; WANG, Y.; TONG, L.; DENG, Y.; LI, Y.; GAN, Y.; GUO, W.; DONG, C.; DUAN, Y.; ZHAO, K. (2017). “*Occurrence and risk assessment of antibiotics in surface water and groundwater from different depths of aquifers: A case study at Jiangnan Plain, central China*”. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 135, p. 236-242.
- ZAREI, M.; MOOGOUEI, R.; TBARI, M. (2017). “*Emerging contaminants in raw water supply in the east of Tehran*”. Iranian Journal of Aquatic Animal Health, v. 3, n. 2, p.53-60.