

Fármacos em Uma Estação de Tratamento de Esgoto na Região Centro-Oeste do Brasil e os Riscos aos Recursos Hídricos

Juliana Heloisa Pinê Américo, William Deodato Isique, Alessandro Minillo, Sérgio Luís de Carvalho

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – FEIS (UNESP) - Departamento de Engenharia Civil

americo.ju@gmail.com

Nádia Hortense Torres

Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA (USP) - Departamento de Ecotoxicologia

Recebido: 05/08/10 - revisado: 25/04/11 - aceito: 20/06/12

RESUMO

Os fármacos integram um grupo de contaminantes ambientais encontrados com frequência nos últimos anos em águas naturais em decorrência do descarte e lançamento de efluentes das estações de tratamento de esgoto (ETE) sem um tratamento adequado. Estes compostos podem representar riscos severos à saúde humana e um comprometimento a biota aquática mesmo em reduzidos níveis quando detectados. O presente estudo teve como objetivo avaliar a presença de compostos farmacológicos em amostras de afluente e efluente de uma ETE localizada no município de Três Lagoas – MS, que foram coletadas de forma pontual em uma única ocasião e submetidas ao processo de extração em fase sólida e análise cromatográfica a fim de se detectar e determinar a concentração dos medicamentos no esgoto. A presença de cinco fármacos foi confirmada, evidenciando a não eficiência do sistema de tratamento de esgoto do município o que é preocupante devido aos riscos à saúde humana e à biota aquática associados à contaminação dos corpos d'água por estes compostos xenobióticos sendo necessário um gerenciamento ordenado no tratamento das águas residuárias do município.

Palavras-chave: *Contaminação, fármacos, ETE*

INTRODUÇÃO

Após a Segunda Guerra Mundial, a contaminação hídrica intensificou-se devido à fabricação e introdução de novos compostos xenobióticos no meio aquático resultantes do desenvolvimento desenfreado e não sustentável, causando efeitos negativos à saúde humana, animal e aos ecossistemas aquáticos. Segundo Ghiselli e Jardim (2007), dentre os compostos xenobióticos cada vez mais presentes nos ambientes aquáticos, os fármacos vêm recebendo maior atenção, em razão de sua capacidade de persistência no meio ambiente e por estarem relacionados à etiologia de vários tipos de cânceres, além dos prejuízos que podem causar ao sistema endócrino do homem. Dessa forma, os compostos farmacológicos podem representar um expressivo comprometimento à qualidade das águas superficiais e subterrâneas, quando as mesmas forem utilizadas para o abastecimento público sem um tratamento adequado à sua remoção (Jones et al., 2005), e ecológicos em decorrência dos efeitos comprovados

para os organismos integrantes da cadeia trófica aquática (Fent et al., 2006).

A ocorrência de fármacos residuais no esgoto doméstico e águas naturais é um importante tema de discussão pelas comunidades científicas de vários países, como Canadá (Ternes et al., 1999), Brasil (Ternes et al., 1999), Espanha (Gros et al., 2010), Brasil (Torres et al., 2012), entre outros países. Estudos demonstram que os fármacos estão tornando-se presentes em ambientes aquáticos em várias partes do mundo (Bila e Dezotti, 2003). A não eficiência de remoção destes compostos nas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) tem promovido a contaminação das águas superficiais por resíduos deste tipo e o comprometimento da sua qualidade destinada ao abastecimento urbano (Bautitz, 2006).

Diferentes fontes podem ser indicadas para explicar o aparecimento das diversas classes de fármacos encontradas em ambientes aquáticos, como, por exemplo, Gros et al. (2010) e Postigo et al. (2011). Vários autores relataram que as principais vias de exposição a estas substâncias no ambiente provem de esgotos hospitalares, produção industrial, efluente doméstico e também na disposição em

aterros e excreções animais (Sanderson et. al, 2004; Ternes, 2004).

O interesse crescente na determinação desses contaminantes ocorre pelo fato de que eles não estão inseridos em legislações que regulamentam a qualidade da água e, portanto, podem ser candidatos para futuras legislações, dependendo das pesquisas sobre a sua toxicidade e efeitos potenciais ao meio ambiente e à saúde humana (Hernández et al., 2007). Considerando esses aspectos, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a presença e concentração de fármacos em uma análise pontual em amostra afluente e efluente de uma Estação de Tratamento de Esgoto na região Centro-Oeste do Brasil, sabendo-se que os níveis máximos permissíveis para estes compostos não estão descritos na legislação brasileira.

METODOLOGIA

Área de estudo

A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em estudo está localizada nas coordenadas 20°48'59''S e 51°41'59''W pertencendo ao município de Três Lagoas - MS, situado na região leste do Estado do Mato Grosso do Sul, a qual se encontra em operação desde 1998. Esta ETE responde pelo tratamento de 50% do esgoto sanitário do município e não incluem os efluentes industriais sendo estes destinados a outra ETE juntamente com os outros 50% de esgoto sanitário do município. A ETE foi projetada para atender uma vazão de 100 Ls⁻¹ de esgoto, no entanto atualmente trabalha com uma vazão de entrada e de saída de 40 Ls⁻¹ de esgoto. O resíduo bruto chega à estação através de bombeamento, este é submetido a um gradeamento inicial para separação de material grosseiro. Após a separação dos resíduos e objetos maiores (por exemplo, plástico, madeira e latas), o esgoto atravessa uma calha Parshal, que registra a quantidade de material a ser tratado, seguindo para os desarenadores.

Na sequência os efluentes domésticos são encaminhados para um reator anaeróbio de leito fluidizado (RALF), o efluente que sai do RALF é submetido a um tratamento físico-químico sendo lançado em um curso de água adjacente (Córrego da Onça – MS). Com base no funcionamento da ETE foram selecionados três pontos distintos de amostragem, sendo estes representados pelas seções do esgoto bruto (A), do efluente do RALF (B) e do efluente tratado (C), com o intuito de verificar

a presença de compostos farmacológicos durante uma coleta pontual realizada no mês de novembro de 2009, devido à dificuldade de obter permissão para entrar na ETE e coletar seus efluentes, sendo que esta só foi concedida uma vez.

Coleta e preparo das amostras para análise cromatográfica

Para a coleta das amostras foram utilizados, baldes graduados e frascos devidamente lavados e higienizados com solução clorada e enxaguados com água desmineralizada. Amostras de esgoto (1,0 L) foram coletadas em cada ponto de amostragem com auxílio de baldes e acondicionadas em frascos, sendo transportadas sob gelo para posterior análise em laboratório. Em laboratório as amostras foram armazenadas sob refrigeração até o momento das análises, estas processadas em um intervalo menor que 12 horas da coleta. As amostras foram filtradas em filtros de fibra de vidro (0,45 µm abertura de poro) para a remoção de partículas suspensas, eliminando a ação de possíveis agentes interferentes

Procedimento de extração em fase sólida (SPE)

A concentração e extração dos fármacos foram realizadas segundo o método proposto por Nebot et al. (2007) com adaptações. Para tanto, foi realizada a pré-ativação dos cartuchos C-18 (Accu-Bond II ODS-C18 de 500 mg) com 5,0 mL de metanol 100%, seguida posteriormente de 5,0 mL de água Milli-Q (pH próximo de 3,0). As amostras (1,0 L) foram eluídas nos cartuchos C18 com velocidade de fluxo de 3,0 mL min⁻¹. Posteriormente, o adsorvente foi lavado com 5,0 mL de água Milli-Q (pH próximo de 3,0), na sequência os cartuchos C-18 permaneceram em repouso (secagem) a temperatura ambiente por 1 h. Após a secagem o eluato foi recolhido com 2,5 mL de acetona (PA) seguido por 5,0 mL de metanol 100%. O eluato recolhido foi evaporado à 55 °C e ressuscitado em 500 µL de metanol 100% para realização das análises cromatográficas

Análise dos fármacos em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE)

As análises para a identificação dos fármacos presentes nas amostras foram efetuadas em um cromatógrafo líquido de alta eficiência (Shimadzu) munido de duas bombas LC-20AT e LC-20AD; Communication Bus Module-CBM-20A (Prominence Communications Bus Module); Injetor Rheodyne

(Rohnert Park, CA, USA) equipado com válvula do tipo loop de 20 µL. Detector SPD-M20A (Prominence Diode Array Detector) empregando software LCsolution. As separações dos picos cromatográficos foram realizadas em uma coluna cromatográfica LC Column Shim-pack C18 (250 mm x 4.6 mm ID, partículas de 5,0 µm).

As fases móveis constituíram-se de metanol (100%) (fase A) e água Mili-Q (fase B), ambas acrescidas de 0,1 % de ácido trifluoracético (TFA). O uso de um gradiente linear de 95%-50% de A por 15 minutos (a temperatura ambiente), com fluxo de 1,0 ml min⁻¹ foi utilizado na separação dos picos cromatográficos, pois alguns fármacos principalmente os ácidos somente são eluídos em fase móvel orgânica (acidificadas), decorrentes do aumento da concentração de metanol sobre a fase aquosa o que explica o uso da cromatografia em fase reversa (predominância da fase orgânica) para esse tipo de análise. De acordo com os diferentes pKas (constante de dissociação dos ácidos) para cada fármaco, inicialmente os compostos com menor tempo de retenção são os primeiros a eluírem e posteriormente os de maiores tempos de retenção. O volume de injeção das amostras foi de 25,0 µL, sendo as amostras analisadas em triplicata. Os comprimentos de onda utilizados para a detecção dos picos cromatográficos foram de 240; 260 e 280 nm. A identificação de cada fármaco foi efetuada de acordo com os seus respectivos tempos de retenção e também através de cada perfil espectrofotométrico.

As curvas analíticas foram efetuadas através do método do padrão interno, de acordo com INMETRO (2010). Concomitantemente os limites de detecção (LD) e os limites de quantificação (LQ) (µg mL⁻¹) também foram obtidos por meio de planilha de validação proposta por Ribeiro et al. (2008) (Tabela 1). Foram utilizados padrões de fármacos de elevado grau de pureza (98 a 99%) da Sigma-Aldrich para identificação e construção da curva analítica.

Tabela 1 - Limites de quantificação (LQ) e detecção (LD) dos fármacos encontrados na ETE de Três Lagoas – MS

Fármaco	LQ (µg mL ⁻¹)	LD (µg mL ⁻¹)
Diclofenaco	0,24	0,12
Ibuprofeno	0,40	0,25
Naproxeno	0,12	0,07
Paracetamol	0,21	0,13
Piroxicam	0,44	0,28

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados exibiram a presença de cinco compostos farmacológicos distintos nas amostras coletadas da ETE. Na amostra de esgoto bruto o naproxeno, o diclofenaco e o ibuprofeno apresentaram-se em maiores concentrações do que os outros compostos analisados, o que pode estar associado ao elevado consumo destes medicamentos pela população. No caso do ibuprofeno que é um dos medicamentos de maior prescrição no tratamento de dores reumáticas e febres no mundo a sua dose terapêutica relativamente alta – entre 600 e 1.200 mg dia⁻¹ (Morant e Ruppner, 1994 *apud* Almeida e Weber, 2005) pode estar relacionada com sua elevada concentração encontrada no esgoto. Vieno et al. (2005) observaram a ocorrência destes antiinflamatórios em esgoto bruto na Finlândia, onde as concentrações médias foram 23,4 µg L⁻¹ para ibuprofeno, 8,6 µg L⁻¹ para naproxeno e 0,46 µg L⁻¹ para diclofenaco.

A ocorrência de paracetamol no esgoto bruto apresentou uma concentração reduzida em relação aos demais compostos encontrados. Contudo, este analgésico é largamente utilizado em regiões endêmicas de dengue que é o caso da área na qual o estudo foi realizado. Os baixos níveis detectados deste fármaco no efluente tratado podem estar associados a processos que contribuam para sua remoção, como por exemplo, adsorção, biodegradação ou fotodegradação que podem ter favorecido sua eliminação no esgoto tratado, pois segundo Henschel et al. (1997) o paracetamol possui uma biodegradabilidade de 57% quando livre no ambiente (Tabela 2).

Tabela 2 - Concentração dos compostos farmacológicos (µg mL⁻¹) detectados nas etapas do tratamento do esgoto da ETE de Três Lagoas – MS, no mês de novembro de 2009.

Compostos	Pontos amostrais da ETE		
	Esgoto Bruto	Efluente do RALF	Efluente Tratado
Diclofenaco	2,471	0,381	0,273
Ibuprofeno	2,325	1,993	0,233
Naproxeno	4,603	0,530	0,07
Paracetamol	0,13	ND	ND
Piroxicam	0,602	0,367	0,331

ND: composto não detectado

O composto piroxicam registrou maior concentração no efluente tratado do que os outros anti-

inflamatórios, o que pode sugerir que o fármaco não é tão susceptível como os demais compostos aos processos envolvidos na degradação. A presença do medicamento foi relatada por Quintana e Reemtsma (2004) em amostras de afluente e efluente de uma ETE na Alemanha que deságua no Rio Tegel, no entanto não se determinou a concentração do fármaco, pois este se encontrava numa concentração abaixo do limite de quantificação do método utilizado pelos autores ($1,3 \text{ ngL}^{-1}$) tanto no esgoto bruto como tratado. Esta reduzida concentração observada pode ter ocorrido devido ao baixo consumo do medicamento em países da Europa.

As concentrações dos compostos farmacológicos na ETE apresentaram níveis relativamente elevados em relação a estudos realizados em outros países. Carballa et al. (2004) verificaram em amostras afluente de ETE na Galícia, Espanha, concentrações menores de ibuprofeno ($2,6$ a $5,7 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$) e naproxeno ($1,8$ a $4,6 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$). Análises de efluente de ETE na Itália revelaram a presença de diclofenaco (5 , 21 , 55 ngL^{-1}), de ibuprofeno ($1,2$ a $9,5 \text{ ngL}^{-1}$) e de naproxeno ($0,1$ a $2,2 \text{ ngL}^{-1}$) (Marchese et al., 2003). A concentração destes três antiinflamatórios também foi registrada em estudo com efluente de ETE na França ($0,41 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, $1,82 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, $1,73 \text{ } \mu\text{gL}^{-1}$ respectivamente) por Andreozzi et al. (2003).

Em ETEs localizadas em diferentes áreas urbanas da Grécia as concentrações de diclofenaco no afluente oscilaram entre $0,012$ e $0,56 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ e no efluente entre $0,010$ e $0,365 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ (Koutsouba et al., 2003). O contaminante esteve presente em efluente tratado no Reino Unido ($0,123 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) e na Alemanha ($1,561 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) (Kasprzyk-Hordern et al. 2008; Quintana e Reemtsma, 2004). O ibuprofeno ocorreu em esgoto tratado na Grécia ($0,05 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) e na Suécia ($7,11 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) (Andreozzi et al., 2003) enquanto que o naproxeno foi detectado em efluentes de 11 ETEs (concentração média: $1,29 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$) na Espanha (Camacho-Munñoz, et al., 2010). Contudo, estes estudos em Estações de Tratamento de Esgoto no Brasil ainda são escassos, apenas os autores Ternes et al. (1999) realizaram estudos sobre fármacos em ETEs no Brasil.

Com relação às concentrações dos compostos farmacológicos avaliados no esgoto bruto e no final do processo de tratamento anaeróbio submetido na ETE em estudo observou-se que durante esta análise pontual houve uma redução de 89% de diclofenaco, 90% de ibuprofeno, 98% da concentração de naproxeno, 100% para o paracetamol e 45% de piroxicam. Para todos os compostos encontrados, exceto o ibuprofeno, registrou-se maior eliminação após a passagem do esgoto pelo RALF. Esta remoção

pode estar associada tanto à degradação dos compostos por bactérias anaeróbias presentes no sistema, como a possível adsorção dos mesmos nos sólidos suspensos, que levam a formação do lodo do esgoto. No entanto, devem ser consideradas a ação de processos biológicos e não biológicos que levem a quebra destes compostos no sistema analisado. Isidori et al. (2005) reportaram a ação da foto transformação como um fator de eliminação do naproxeno no meio ambiente e através dela o composto presente na água pode ser parcialmente transformado em diferentes subprodutos por irradiação, alguns com ação mais tóxica do que o composto original. De acordo com Buser et al. (1998) a degradação biológica e a adsorção em partículas de sedimento são insignificantes na remoção do diclofenaco da água sendo a radiação solar a principal responsável pela eliminação do composto.

Segundo Kummerer et al. (1997) e Buser et al (1998) fármacos com caráter ácido, como alguns antiinflamatórios quando ocorrem em sistemas de tratamento com o pH neutro, possuem reduzida tendência de serem adsorvidos no lodo. A redução de pH pode representar um aumento no processo de eliminação desta classe de compostos farmacêuticos.

Devido aos diversos fatores que interferem na redução da concentração dos fármacos nas ETEs, diferenças nas concentrações observadas em efluente bruto e tratado destas substâncias têm sido reportadas na literatura. Autores registraram eliminações em ETE para naproxeno de 40 a 55% (Carballa et al., 2004), 66% (Ternes, 1998), 78% (Stumpf et al., 1999) e de 0 a 80% (Nakada et al., 2006), enquanto que para ibuprofeno verificou-se 90% (Ternes, 1998), 60 a 70% (Carballa et al., 2004), 75% (Stumpf et al., 1999) e de 90 a 100% (Nakada et al., 2006). No caso do diclofenaco, estudos relataram menores resultados como 17% (Heberer, 2002), 69% (Ternes, 1998), 71% (Roberts e Thomas, 2006) e 75% (Stumpf et al., 1999). No Brasil foram realizados estudos pelos autores Ternes et al. (1999) envolvendo outros fármacos diferentes dos compostos-alvo deste trabalho.

A eficiência de remoção de fármacos em uma ETE é variável, pois o mesmo composto pode apresentar taxas de remoção distintas em diferentes unidades de tratamento e de acordo com a sazonalidade. A maior preocupação está em estimar a eliminação eficiente dos resíduos farmacêuticos durante sua passagem pelas estações de tratamentos de esgotos municipais. A comparação das taxas de eliminação das diferentes estações de tratamento municipais não permitem a aquisição de resultados

confiáveis devido à variabilidade associada aos efluentes, concentração de fármacos e parâmetros operacionais empregados para cada ETE (Ternes et al., 1999; Zwiener e Frimmel, 2003).

Nos últimos anos, uma série de novas tecnologias vêm sendo desenvolvidas de modo a resguardarem a contaminação dos ambientes aquáticos por compostos xenobióticos. Embora este estudo detenha-se em uma avaliação pontual quanto à presença e concentração de compostos farmacêuticos em diferentes etapas do tratamento do esgoto, ele serve como norteador para futuros estudos que devem considerar uma análise temporal mais detalhada da ETE, dos compostos e dos parâmetros físicos, químicos e biológicos do esgoto que atuam para eliminação dos fármacos no efluente. Deve ser considerado que não é apenas o tipo de tratamento dos efluentes sanitários utilizados que determina uma maior ou menor eliminação destes compostos, mas também a interação de diferentes fatores como os processos degradativos, fotooxidativos, adsorção destas substâncias em partículas sólidas (lodo) e as próprias características do efluente que podem condicionar uma maior ou menor contaminação dos ecossistemas aquáticos por tais substâncias.

CONCLUSÕES

A presença de fármacos em afluente de ETE é esperada, pois estes compostos não são totalmente absorvidos pelo organismo humano e dessa forma são eliminados através de sua excreção. No entanto neste estudo foram registradas concentrações elevadas para estes xenobióticos no esgoto bruto, que pode ser explicada pelo uso indiscriminado destes pela população. As concentrações observadas no efluente também foram altas, o que implica em uma reduzida eficiência da ETE em removê-los e como os sistemas atuais de tratamento de esgoto não conseguem eliminar totalmente estes poluentes, algumas melhorias ou modificações devem ser estudadas para uma total remoção destes compostos de modo a atenuar riscos a saúde pública. O contínuo aumento da presença destas substâncias farmacológicas nos mananciais de abastecimento, representa uma das problemáticas mundiais do comprometimento da qualidade das águas destinadas para consumo humano e dos prejuízos inerentes sobre os ambientes aquáticos impactados por estes compostos.

Um efeito esperado é a transferência destas substâncias para os ecossistemas aquáticos podendo ocasionar problemas a cadeia trófica aquática devi-

do à persistência na água ou adsorção no sedimento, além da possibilidade de serem ingeridos pelo ser humano através da alimentação (por exemplo, através do consumo de peixe ou animais que se alimentam do mesmo).

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ANDREOZZI, R.; RAFFAELLE, M.; NICKLAS, P. Pharmaceutical in STP effluents and their solar photodegradation in aquatic environment. *Chemosphere*, v. 50, p. 1319-1330, 2003.
- ALMEIDA, G.A.; WEBER R.R. Fármacos na Represa Billings. *Revista Saúde e Ambiente*, v. 6, n. 2, p. 7-13, 2005.
- BAUTITZ, I.R. Degradação de tetraciclina utilizando o processo foto-fenton. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.
- BILA, D.M.; DEZOTTI, M. Fármacos no Meio Ambiente. *Química Nova*, v.26, n. 4, p. 523-530, 2003.
- BUSER, H. R.; POIGER, T.; MÜLLER, M. D. Occurrence and fate of the pharmaceutical drug diclofenac in surface waters: rapid photodegradation in a lake. *Environmental Science & Technology*, v. 32, n. 22, p. 3449-3456, 1998.
- CAMACHO-MUÑOZ, M.D.; SANTOS, J.L.; APARICIO, I.; ALONSO, E. Presence of pharmaceutically active compounds in Doñana Park (Spain) main watersheds. *Journal of Hazardous Materials*, v. 177, p. 1159-1162, 2010.
- CARBALLA, M.; OMIL, F.; LEMA, J. M.; LLOMPART, M.; GARCIA, C.; RODRIGUES, I.; GOMEZ, M.; TERNES, T. Behavior of pharmaceuticals, cosmetics and hormones in a sewage treatment plant. *Water Research*, v. 38, p. 2918-2926, 2004.
- FENT, K.; WESTON, A.A.; CAMINADA, D. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology*, v. 76, p. 122-159, 2006.

- GHISELLI, G. & JARDIM, W. Interferentes endócrinos no Ambiente. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 695-706, 2007.
- GROS, M.; PETROVIĆ, M.; GINEBRED, A.; BARCELÓ, D. Removal of pharmaceuticals during wastewater treatment and environmental risk assessment using hazard indexes. *Environmental International*, v. 36, p. 15–26, 2010.
- HEBERER, T. Occurrence, fate and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: a review of recent research data. *Toxicology Letters*, v. 131, p. 5-17, 2002.
- HENSCH, K. P.; WENZEL, A.; DIEDRICH, M.; FLIEDNER, A. Environmental hazard assessment of pharmaceuticals. *Regul Toxicol Pharmacol*, v. 25, p. 220-225, 1997.
- HERNÁNDEZ, F.; SANCHO, J. V.; IBÁÑEZ, M.; GUERRERO, C. Antibiotic residue determination in environmental waters by LC-MS. *Trends Analysis Chemistry*, v. 26, n. 6, p. 466-485, 2007.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Orientações sobre validações de métodos de ensaios químicos. DOQ-CGCRE-008, Rio de Janeiro, 2010.
- ISIDORI, M.; LAVORGNA, M.; NARDELLI, A.; PARRELLA, A.; PREVITERA, L.; RUBINO, M. Ecotoxicity of naproxen and its phototransformation products. *Science of the Total Environment*, v.348, p. 93-101, 2005.
- JONES, O. A.; LESTER, N.; VOULVOULIS, N. Pharmaceuticals: a treat to drinking water? *Trends Biotechnology*, v. 23, n. 4, p. 163-167, 2005.
- KASPRZYK-HORDERN, B.; DINSDALE, R. M.; GUWY, A. J. Multiresidue methods for the analysis of pharmaceuticals, personal care products and illicit drugs in surface water and wastewater by solid-phase extraction and ultra performance liquid chromatography–electrospray tandem mass spectrometry. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 391, p. 1293-1308, 2008.
- KOUTSOUBA, V.; HEBERER, T.; FUHRMANN, B.; SCHMIDT-BAUMLER, K.; TSIPI, D.; HISKIA, A. Determination of polar pharmaceuticals in sewage water of Greece by gas chromatography-mass spectrometry. *Chemosphere*, v. 51, p. 69-75, 2003.
- KÜMMERER, K.; STEGER-HARTMANN, T.; MEYER, M. Biodegradability of the anti-tumour agent ifosfamide and its occurrence in hospital effluents and communal sewage. *Water Research*, v. 31, p. 2705-2710, 1997.
- MARCHESE, S.; PERRET, D.; GENTILI, A.; CURINI, R.; PASTORI, F. Determination of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs in Surface Water and Wastewater by Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Chromatographia*, v. 58, v. 5/6, p. 263-269, 2003.
- NAKADA, N.; TANISHIMA, T.; SHINOHARA, H.; KIRI, K.; TAKADA, H. Pharmaceutical chemicals and endocrine disruptors in municipal wastewater in Tokyo and their removal during activated sludge treatment. *Water Research*, v. 40, p. 3297-3303, 2006.
- NEBOT, C.; GIBB, S. W.; BOYD, K. G. Quantification of human pharmaceuticals in water samples by high performance liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, v. 598, p. 87-94, 2007.
- POSTIGO, C.; ALDA, M.L.; BARCELÓ, D. Evaluation of drugs of abuse use and trends in a prison through wastewater analysis. *Environmental International*, v. 37, p. 49–55, 2011.
- QUINTANA, J. B.; REEMTSMA, T. Sensitive determination of acidic drugs and triclosan in surface and wastewater by ion-pair reverse-phase liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* v.18, p. 765-774, 2004.
- RIBEIRO, F. A. L.; FERREIRA, M. M. C. Planilha de validação: uma nova ferramenta para estimar figuras de mérito na validação de métodos analíticos univariados. *Química Nova*, v. 31 (1): 164-171, 2008.
- ROBERTS, P. H.; THOMAS, K. V. The occurrence of selected pharmaceuticals in wastewater effluent and surface waters of the lower Tyne catchment. *Science of the Total Environment*, v. 356, p. 43-153, 2006.
- SANDERSON, H.; BRAIN, R. A.; JOHNSON D. J.; WILSON, C. J.; SOLOMON, K. R. Toxicity classification and evaluation of four pharmaceutical classes: antibiotics, antineoplastics, cardiovascular, and sex hormones. *Toxicology*, v. 203, n. 1/3, p. 27-40, 2004.
- STUMPF, M.; TERNES, T. A.; WILKEN, R. D.; RODRIGUES, S. V.; BAUMANN, W. Polar drug residues in sewage and natural waters in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 225, p.135-144, 1999.
- TERNES, T. A. Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers. *Water Research*, v. 32, p. 3245-3260, 1998.
- TERNES, T.A.; STUMPF, M.; MUELLER, J.; HABERER, K.; WILKEN, R.-D.; SERVOS, M. Behavior and occurrence of

estrogens in municipal sewage treatment plants - I. Investigations in Germany, Canada and Brazil. *Science of the Total Environment*, v. 225, p. 81-90, 1999.

TERNES, T. A.; HERRMANN, N.; BONERZ, M.; KNACKER, T. A rapid method to measure the solid-water distribution coefficient (K_d) for pharmaceuticals and musk fragrances in sewage sludge. *Water Research*, v. 38, p. 4075-4084, 2004.

TORRES, N. H.; ROMANHOLO FERREIRA, L.F.; AMERICO, J. H. P.; FREGUGLIA, R.M.O.; MOURA-ANDRADE, G. C. R.; TORNISIELO, V. L. Analysis and occurrence of residues of the hormones estriol, 17alpha-ethinylestradiol and 17beta-estradiol in urban water supply by HPLC-DAD. *IOSRJEN Journal of Engineering*, 2012. No prelo.

VIENO, N. M. ; TUHKANEN, T. ; KRONBERG, L. Seasonal variation in the occurrence of pharmaceuticals in effluents from sewage treatment plant and in the recipient water. *Environmental Science & Technology*, v. 39, n. 21, p. 8220-8226, 2005.

ZWIENER, C.; FRIMMEL, F. H. Short-term tests with a pilot sewage plant and biofilm reactors for the biological degradation of the pharmaceutical compounds clofibrac acid, ibuprofen and diclofenac. *Science of the Total Environment*, v. 309, n. 1/3, p. 201-211, 2003.

tamination of bodies of water by these xenobiotic compounds. It is thus necessary to have an organized management for the treatment of municipal wastewater.

Key-words: Contamination, Drugs, WWTP.

Pharmaceuticals in a Wastewater Treatment Plant in the Central-West Region of Brazil and Risks to Water Resources

ABSTRACT

Drugs are part of a group of environmental contaminants frequently found in natural waters in recent years due to the disposal and discharge of effluents from sewage treatment plants (WWTP) without adequate treatment. These compounds can pose severe risks to human health and compromise aquatic life even at low levels when detected. This study aimed to evaluate the presence of pharmacological compounds in samples of influent sewage and effluent of a WWTP located in Três Lagoas - MS, which were collected on a single occasion and subjected to the process of solid phase extraction and chromatographic analysis in order to detect and determine the concentration of drugs in the sewer. The presence of five drugs was confirmed, demonstrating the inefficiency of the city sewage treatment. This is a matter of concern because of risks to human health and aquatic biota associated with the con-