

# FÁRMACOS E PRODUTOS DE CUIDADO PESSOAL NA ÁGUA SUBTERRÂNEA: REVISÃO DA LITERATURA.

Sueli Yoshinaga Pereira<sup>1</sup>; Ana Elisa Silva Abreu<sup>2</sup>; Adriana Marques<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Rua Carlos Gomes, 250, Cidade Universitária, Barão Geraldo, Campinas – São Paulo. [sueliyos@ige.unicamp.br](mailto:sueliyos@ige.unicamp.br)

<sup>2</sup> Instituto de Geociências – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. [anaelisa@ige.unicamp.br](mailto:anaelisa@ige.unicamp.br)

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP. [adrimarks@ifsp.edu.br](mailto:adrimarks@ifsp.edu.br)

**Palavras-Chave:** Contaminantes emergentes, PPCPs, aquíferos.

## INTRODUÇÃO

Fármacos e Produtos de cuidados pessoal (em inglês *pharmaceuticals and personal care products* – PPCPs) são antibióticos, analgésicos, esteroides, antidepressivos, antipiréticos, estimulantes, antimicrobiais, desinfetantes, fragrâncias, cosméticos e muitas outras substâncias químicas, utilizados largamente e diariamente. Esses produtos podem entrar diretamente ou indiretamente nos sistemas aquáticos por meio de atividades antropogênicas como descarga de esgotos, pecuária, fertilizante e lixiviados de aterros sanitários, resultando na presença em água superficial e subterrânea em níveis de concentração de ng/L a µg/L.

Algumas dessas substâncias são reconhecidas como *endocrine disrupting chemicals* e tem-se demonstrado que os antibióticos e antimicrobiais causam efeitos subinibitórios nos ecossistemas (Rosi-Marshall and Royer, 2012). Apesar disso, essas substâncias ainda estão fora do escopo de regulamentação e monitoramento da legislação brasileira. Em outros países, como nos Estados Unidos e em diversos países europeus, vêm crescendo a regulamentação destes compostos.

Os estudos em águas subterrâneas ainda são poucos, no entanto os PPCPs estão presentes nos sistemas aquíferos e suas condições de ocorrência são pouco conhecidas, principalmente no que tange a biodegradabilidade e o fluxo desses compostos nesses sistemas. Neste artigo é apresentada uma síntese da literatura sobre as ocorrências dos poluentes de preocupação emergente presentes em águas subterrâneas, visando apresentar um cenário global sobre o conhecimento destas substâncias.

## PPCPs NA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Interessante trabalho de Qian Sui et al (2015) apresenta uma revisão sobre ocorrência, fontes e destino de fármacos e produtos de uso pessoal na água subterrânea. Qian Sui et al. (2015) apresentam as substâncias, os aquíferos avaliados, número de amostras, a frequência de detecção das substâncias e a variação da concentração (ng/L). Os grandes grupos de substâncias estudadas foram: antibióticos, anti-inflamatórios, reguladores lipídicos, drogas psiquiátricas estimulantes, repelentes de insetos, contrastes de raio-X, beta bloqueadores, almiscares sintéticos, e agentes de cremes bronzadores. A tabela 1 apresenta uma síntese de seu trabalho, que reuni a pesquisa de diversos artigos científicos de diversas regiões da Europa (por exemplo Espanha, Itália e Suíça) e Ásia (China principalmente) e aquíferos como carste, planícies aluvionares e regiões costeiras.

Yun-Ya et al. (2017) estudaram o destino e o transporte de micropoluentes provenientes de tanques sépticos para o aquífero raso. Para isso amostraram solos e água subterrânea e efluentes sépticos e analisaram 20 micropoluentes, incluindo marcadores de efluentes, hormônios, fármacos e produtos de higiene. Os autores observaram que há uma sorção ou degradação incompleta na passagem pelos drenos dos tanques sépticos o que permite que alguns micropoluentes percolem através da zona vadosa e atinjam a água subterrânea. A

presença de sete micropoluentes sendo 2 marcadores de efluentes como sucralose e cafeína, 3 fármacos (acetaminopheno, carbamazepina e sulfamethoxazol) e um produto de higiene (triclorocarban) e um produto de transformação (10,11-epoxycarbamazepina) foram encontrados na água subterrânea localizados a jusante dos drenos do tanque séptico. Ramakrishnan et al. (2015) realizaram uma síntese dos estudos destes compostos em águas subterrâneas a jusante de aterros sanitários e concluíram que ibuprofeno, propifenazona, fenazona, ácido clofibrico, paracetamol, naproxeno, carbamazepina, gemfibrozil são os compostos relatados com mais frequência em lixiviados de aterros sanitários. Os estudos realizados com antibióticos sulfonamidas revelaram que estes compostos são recalcitrantes na zona metanogênica e sulfato-redutora, mas são fortemente atenuados em condições anaeróbicas a jusante dos aterros. Para os demais PPCPs ainda não se dispõem de dados consolidados. Greskowiak et al (2017) apresentam constantes das taxas de biodegradação de compostos orgânicos emergentes (EOCs) no solo e na água subterrânea disponíveis na literatura científica. Foram identificados 82 EOCs pelas quais as constantes taxas de 1ª ordem poderiam ser derivadas, com uma enorme variabilidade natural. Também verificaram que estas substâncias podem ter dependência da temperatura e redox, e de outros fatores como população microbiana local, heterogeneidade química ou física do meio poroso. Concluíram também que qualquer modelo preditivo pode ser somente utilizado quando os resultados do modelo refletirem a enorme incerteza das constantes de taxa de 1ª ordem, exceto quando essas taxas existirem na área de estudo.

## **CONCLUSÕES**

A literatura sobre PPCPs em aquíferos vem crescendo, porém ainda são necessários muitos estudos para seu diagnóstico, para a compreensão de todos os processos envolvidos na circulação destes compostos e para o estabelecimento de regulamentação específica. Como no Brasil muitas áreas ainda não são servidas por água encanada e esgoto e utilizam-se de aquíferos rasos tanto para a disposição in situ de efluentes, quanto para o abastecimento de água, deve-se estudar estes contaminantes nestas áreas em associação a outros contaminantes estudados de forma tradicional, como por exemplo, o nitrato.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Greskowiak, J., Hamann E., Burke, V., Massmann, G. 2017. The uncertainty of biodegradation rate constants of emerging organic compounds in soil and groundwater – A compilation of literature values for 82 substances. *Water Research*. 126 (2017) 122-133.
- Ramakrishnan, A.; Blaney, L.; Kao, J.; Tyagi, R.D.; Zhang, T.C. ;•Surampalli, R.Y. (2015) Emerging contaminants in landfill leachate and their sustainable management. *Environ Earth Sci*. Vol. 73. p.1357–1368 DOI 10.1007/s12665-014-3489-x
- Rosi-Marshall E, Royer T (2012) Pharmaceutical compounds and ecosystem function: An emerging research challenge for aquatic ecologists. *Ecosystems* 15:867-880.
- Qian Sui, Xuqi Cao, Shuguang Lu, Wentao Zhao, Zhaofu Qiu, Gang Yu. 2015. Occurrence, sources and fate of pharmaceuticals and personal care products in the groundwater: A review. *Emerging Contaminants* 1 (2015) 14-24.
- Yun-Ya, Y., Toor, G.S., Wilson, P.C., Williams, C. 2017. Micropollutants in groundwater from septic systems: transformations, transport mechanisms, and human health risk assessment. *Water Research* 123 (2017) 258-267

Tabela 1 – Síntese do artigo de Qian Sui et al (2015) sobre as substâncias analisadas, e suas condições de ocorrência em aquíferos				
Grupo de Substâncias	Substâncias analisadas	Fonte de contaminação	Principais contaminantes	Ocorrência na água subterrânea
Antibióticos	Sulfametoxazol, Sulfametazina, Ofloxacina, Norfloxacino, Azitromicina, Trimetoprim	Metabolizados ou não são secretados pela urina e fezes. Industrias farmacêuticas , aterros sanitários. Fazendas, fazendas de reprodução e criação de gado	Sulfonamidas – substâncias mais estudadas.	Parcialmente degradados no ambiente. Sulfadimetoxina, sulfaquinoxalina e sulfametazina – capacidade de sorção são maiores em solos argilosos do que em solos arenosos (lipofilicidade de sulfonamidas com a matéria orgânica dos solos, pH e SI controlam o transporte de sulfametoxazol) Fármacos veterinários sulfonamidas – baixo pH possui impacto positivo na sorção pela interação dos cátions das sulfonamidas com as superfícies minerais carregados negativamente; em alto pH há repulsão dos minerais carregados negativamente e as sulfonamidas aniônicas – impacto negativo na sorção. Há algumas substâncias (sulfaclorpiridazina, sulfadimetoxina and sulfatiazol) menos susceptíveis a mudanças de pH, temperaturas e reações relacionadas, como hidrólise, que portanto não são removidas na água subterrânea
Anti-inflamatórios,	Ibuprofeno, Naproxeno, Diclorofenaco, Ácido Salicítico,	Vazamento de efluente para a água subterrânea, recarga natural por água de rio, efluente não tratado ou ouTras emissões.	Ibuprofeno, diclorofenaco e paracetamol	
Reguladores lipídicos	Bezafibrato, Genfibrozila, Ácido Clofbrico	Bacia com rede de esgoto, aterros municipais e municípios com aquíferos urbanos com severa contaminação	Ácido Clofbrico, Bezafibrato, Genfibrozila – em baixas ou concentrações ausentes	Gemfibrozil é pouco adsorvido pelo solo
Drogas psiquiátricas estimulantes	Carbamazepina, Diazepam, Primidona	Aquíferos em áreas urbanas com severa contaminação	Carbamazepina – altas concentrações em águas subterrâneas. Pouco adsorvido pelo solo	Pode estar intacto depois de tempos - de 8 a 10 anos em subsuperfície. Não degrada nem adsorve.

Tabela 1 – Síntese do artigo de Qian Sui et al (2015) sobre as substâncias analisadas, e suas condições de ocorrência em aquíferos				
Grupo de Substâncias	Substâncias analisadas	Fonte de contaminação	Principais contaminantes	Ocorrência na água subterrânea
Estimulantes	Cafeína	Efluente com urina humana (café, chá e bebidas leves), presente em efluentes de esgotos, fossas sépticas, lixiviados de aterros sanitários	Altas concentrações em águas subterrâneas atribuídas a elevado consumo. Podem ser somente sorvidos em solo argilo arenoso	Podem ser removidos no tratamento de efluentes ou degradação rápida. A cafeína pode ser um indicador de descarga somente onde a biodegradação não é significativa; decai sob presença de água subterrânea rico em bactérias. Indicador de aporte de efluentes domésticos
Repelentes de insetos	DEET	Tratamento de efluentes e sistemas sépticos	Necessita de mais estudos para o entendimento das fontes e trajetórias na água subterrânea	
Contrastes de raio-X	Iopamidol, Ácido Diatrizoico	Baixas concentrações na água subterrânea	Ácido Diatrizoico (diminuição da concentração) usado até 2008 e após Iopamidol (aumento da concentração)	
Bloqueadores beta	Propranolol, Metoprolol	Altas concentrações e diferentes padrões	Metoprolol foi observado em maiores concentrações na Espanha	
Almiscares sintéticos	Galaxolide, Tonalide	Compostos detectáveis na água subterrânea	Ocorrem em concentrações maiores que 100 ng/L (Espanha)	
Agentes de cremes bronzeadores.	Octocrylene, Etilxil metoxicinamato			