

## I-150 – ANÁLISE DA PRESENÇA DE DESREGULADORES ENDÓCRINOS NA ÁGUA E NOS SEDIMENTOS DE FUNDO DO CANAL DO MANGUE – RJ

**Marilia Teresa L. do Nascimento<sup>(1)</sup>**

Doutoranda do Departamento de Geologia/Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense (UFF).

**Ana Dalva de Oliveira Santos**

Doutoranda do Departamento de Geologia/Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense (UFF).

**José Antonio B. Neto**

PhD em Geologia Ambiental. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra – DOT. Departamento de Geologia - LAGEMAR - Universidade Federal Fluminense (UFF)

**Daniele Maia Bila**

Engenheira Química pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Mestre, Doutora em Engenharia Química pela COPPE/UFRJ. Prof. Adjunto no Depto. de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente da FEN/UERJ

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. General Milton Tavares de Souza, Campus da Praia Vermelha, 24210346 Niterói, Rio de Janeiro – Brasil - Tel. (21) 2629-5917 - e-mail: [marilianascimento@id.uff.br](mailto:marilianascimento@id.uff.br)

### RESUMO

O crescente interesse da pesquisa acerca de compostos desreguladores endócrinos, também denominados contaminantes emergentes, está associada a um conjunto diversificado de compostos amplamente utilizados pela sociedade moderna para diversos fins. Essas substâncias podem apresentar atividade biológica em baixíssimas concentrações da ordem de ( $\mu\text{g L}^{-1}$  e  $\text{ng L}^{-1}$ ) no ambiente aquático, configurando uma grande preocupação ambiental. A dificuldade para detectar e quantificar esses contaminantes no ambiente vem incentivando o desenvolvimento de métodos analíticos adequados. Considerando que cada vez mais o homem e outros seres vivos estão expostos a diferentes substâncias químicas, esse trabalho tem como objetivo avaliar a presença de compostos desreguladores endócrinos em amostras da água e dos sedimentos de fundo do Canal do Manguê (RJ), principal formador do Rio Maracanã. A metodologia consiste em duas etapas: a determinação da atividade estrogênica pelo ensaio *in vitro* Yeast Estrogen Screen (YES) utilizando uma levedura de *Saccharomyces cerevisiae* modificada; ensaios ecotoxicológicos padronizados com organismos de dois níveis tróficos: o microcrustáceo *Daphnia similis*, a bactéria *Aliivibrio fischeri* e a detecção e quantificação do contaminante: 17 $\alpha$ -etinilestradiol por HPLC/FLU.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desreguladores Endócrinos, Ecotoxicidade, Atividade Estrogênica.

### INTRODUÇÃO

O termo microcontaminante emergente vem sendo empregado na literatura em referência aos contaminantes encontrados no ambiente em baixíssimas concentrações e que oferecem sérios riscos para os seres vivos (YOON et al., 2010; WHO, 2002). Esses compostos compreendem entre outros, produtos farmacêuticos e de higiene pessoal, agroquímicos, hormônios naturais e sintéticos, subprodutos industriais e drogas ilícitas (RODIL et al., 2012). A dificuldade para compreender a forma de atuação de micropoluentes em amostras ambientais promoveu o desenvolvimento de metodologias analíticas para identificar e quantificar essas substâncias em matrizes ambientais complexas.

Os desreguladores endócrinos (DEs), também denominados disruptores endócrinos (DEs) ou interferentes endócrinos (IEs) e estão associados a um conjunto diversificado de compostos amplamente utilizados na atualidade para diversos fins, (SHI et al., 2014). Essas substâncias podem apresentar atividade biológica em baixíssimas concentrações da ordem de ( $\mu\text{g L}^{-1}$  e  $\text{ng L}^{-1}$ ) no ambiente aquático, configurando uma grande preocupação ambiental. A dificuldade para detectar e quantificar esses contaminantes no ambiente vem incentivando o desenvolvimento de métodos analíticos adequados. Considerando que cada vez mais o homem e outros seres vivos estão expostos a diferentes substâncias químicas.

Contaminantes emergentes podem encontrados em matrizes como, a água, sedimentos e solos, que se constituem em sérios riscos para os seres vivos (YOON *et al.*, 2010). Em amostras ambientais existe a dificuldade para compreender a forma e atuação dos compostos desreguladores endócrinos vem promovendo o desenvolvimento de metodologias analíticas para identificar e quantificar essas substâncias em matrizes ambientais complexas. Assim, para melhor conhecimento dos efeitos potenciais dos micropoluentes adveio uma demanda por métodos de ensaios biológicos *in vitro* e *in vivo* para identificar os efeitos biológicos de uma grande variedade de substâncias naturais e sintéticas presentes no ambiente (FERGUSON *et al.*, 2013); (VALDÉS *et al.*, 2015). Nas estações de tratamento de água (ETAs) e de esgoto (ETEs) estes poluentes não são completamente removidos pelos processos comumente utilizados e podem alcançar as águas superficiais. Nos países industrializados, a maioria do esgoto produzido é tratado em (ETEs), antes de serem lançados no ambiente (HSIEH *et al.*, 2013)

A poluição de rios, lagos e marinha é uma das grandes preocupações ecológicas no que se refere aos impactos, afetando a qualidade da água do sistema receptor provocando redução do oxigênio dissolvido, aumento da turbidez, mudanças do pH, entre outros efeitos com reflexos sobre a manutenção das condições ideais para a sobrevivência dos organismos, (BAPTISTA NETO; PEREIRA & SILVA, 2008). Os efeitos associados aos desreguladores endócrinos descritos na literatura são: a diminuição na eclosão de ovos de pássaros, peixes e tartarugas; a feminização de peixes machos; problemas no sistema reprodutivo em peixes; répteis, pássaros e mamíferos; alterações no sistema imunológico de mamíferos marinhos entre outros, e em alguns casos esses efeitos podem conduzir ao declínio da população.

Em seres humanos esses efeitos incluem a redução da quantidade de esperma, aumento da incidência de câncer de mama, de testículo, de próstata e endometriose segundo Birkett and Lester, (2003). No caso dos fármacos, o efeito mais discutido é o desenvolvimento da resistência bacteriana aos antibióticos. Outro efeito discutido é do bromato, um subproduto formado na ozonização de águas naturais contendo brometo, um composto potencialmente cancerígeno. (BILA e DEZOTTI, 2007). Logo, poluentes podem ser introduzidos no ambiente por algumas vias, como descarte incorreto produtos farmacêuticos, pesticidas; esgoto doméstico e industrial; ineficiência dos processos de tratamento convencional das (ETAs) e de (ETEs). Além disso, podem ser continuamente introduzidos no ambiente por atividades antrópicas, misturas complexa das mais variadas e distintas como a contaminação de solos e a produção de lixiviados (LAPWORTH *et al.*, 2012).

Alguns hormônios naturais e produtos químicos sintéticos podem ser encontrados em águas superficiais. Muitas destas substâncias são resistentes à biodegradação em (ETEs) ou são lançadas diretamente em compartimentos aquáticos sem qualquer tratamento (WANG *et al.*, 2013). Os Compostos desreguladores endócrinos abrangem uma grande faixa de substâncias com estruturas distintas, incluindo substâncias naturais como os estrogênios (estrone e 17 $\beta$ -estradiol) e os fitoestrogênios (genisteína e metaresinol). E uma variedade de substâncias sintéticas utilizadas na agricultura e seus subprodutos (pesticidas, herbicidas, fungicidas e moluscicidas); substâncias utilizadas nas indústrias e seus subprodutos (dioxinas, PCB, alquilfenóis e seus subprodutos, HAP, ftalatos, bisfenol A, metais pesados, retardantes de chama bromados, entre outros, (LI *et al.*, 2012).

A esses contaminantes são atribuídos efeitos cancerígenos, alterações crônicas no desenvolvimento e na reprodução de várias espécies; perturbação nos sistemas cardiovascular e o neuroendócrino de acordo com, Waye *et al.*, (2011). Poluentes são continuamente introduzidos no ambiente por atividades antrópicas, através de uma mistura complexa de várias e distintas rotas, sendo a principal delas o descarte de efluentes domésticos e industriais. Atualmente existem outras formas de exposição a essas substâncias, como na agricultura; processos industriais, conservantes de alimentos disposição de resíduos sólidos que contaminam os solos e a produção de lixiviados (LAPWORTH *et al.*, 2012). Nos países industrializados, a maioria do esgoto produzido é tratado em (ETEs), antes de serem lançados no ambiente, no entanto, alguns hormônios naturais e produtos químicos sintéticos podem ser encontrados em águas superficiais. Muitas destas substâncias são resistentes à biodegradação em ETEs ou são lançadas diretamente em compartimentos aquáticos sem qualquer tratamento (MELO *et al.*, 2009).

O Canal do Mangue foi escolhido com área de pesquisa devido ao grande aporte de poluição que está exposto. Neste sentido, o desenvolvimento deste trabalho consiste em algumas etapas tais como: determinação da atividade estrogênica pelo ensaio *in vitro* Yeast Estrogen Screen (YES) utilizando uma levedura de *Saccharomyces cerevisiae* modificada (ROUTLEDGE & SUMPTER, 1996). Ensaio ecotoxicológicos

padronizados com organismos de dois níveis tróficos: o microcrustáceo *Daphnia similis*, a bactéria *Aliivibrio fischeri* e a detecção e quantificação do contaminante: 17 $\alpha$ -etinilestradiol realizados no Laboratório de Engenharia Sanitária da (UERJ).

## MATERIAIS E MÉTODOS

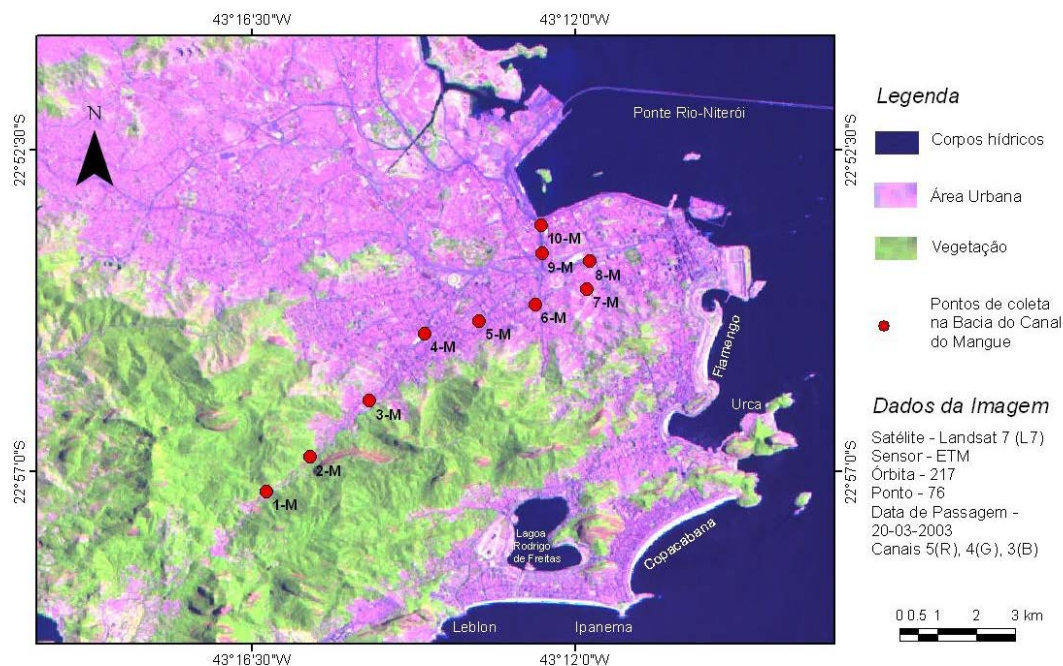
O Canal do Mangue tem como principal formador o rio Maracanã, cujas nascentes se encontram na área do Parque Nacional da Tijuca, em cotas da ordem de 680 m, na parte Sul da bacia. O talvegue principal da bacia, formado pelo rio Maracanã e o trecho do Canal do Mangue, a jusante, se apresentam na direção SW-NE, com extensão de 11 km e sua bacia tem formato intermediário entre o arredondado e o alongado. A área está inteiramente abrigada pelo Município do Rio de Janeiro (PDRH-BG, 2004). O Canal do Mangue faz parte do compartimento das Bacias do oeste da Guanabara.

O rio Maracanã nasce na Floresta da Tijuca e possui uma extensão de aproximadamente 7 km, abrangendo do Largo da Usina até o Canal do Mangue. Seu curso tem direção sudeste-noroeste. É acompanhado paralelamente pela Rua Conde de Bonfim, alcançando a Avenida Maracanã, com vários pontos de inundação em ruas próximas ao canal. O Rio Trapicheiros situa-se entre as sub-bacias do Rio Comprido e do Rio Maracanã e possui dois braços principais: um localizado no Parque Nacional da Tijuca e outro no Morro do Salgueiro. É muito atingido por deposição de carga sólida proveniente da erosão causada por desmatamentos nas encostas para a ocupação por comunidades. Diversos fatores afetam a área e geram zonas críticas: influência da maré cotas extremamente baixas, trechos onde o gradiente de declividade é baixo, diversas obras hidráulicas inadequadas, assoreamento, ocupação de encostas e lixo (PDRH-BG, 2004).

A qualidade da água do Canal do Mangue e do seu principal formador, o Rio Maracanã, continua sofrendo sérios impactos em virtude dos descartes domésticos e industriais produzidos nesta região. As áreas ocupadas nesta região localizam-se em uma significativa porção da Zona Norte do município do Rio de Janeiro. Os elementos físicos e morfológicos são importantes na compreensão da disposição e do desenvolvimento espacial da população (AMANTE, 2006).

Foram realizadas coletas de água e de sedimentos no Canal do Mangue. Para análise dos sedimentos a metodologia foi adaptada de EMBRAPA (2000). As amostras de água foram caracterizadas por parâmetros físico-químicos segundo metodologias descritas em AWWA (APHA, 2012). A extração em fase sólida foi realizada de acordo com Lopes (2007). As análises cromatográficas e de atividade estrogênica pelo teste YES estão em andamento. As amostras de água foram preservadas à temperatura abaixo de 4 °C até a realização dos ensaios. As análises físico-químicas caracterizadas com base nos parâmetros segundo metodologia descrita em AWWA (APHA, 2012). Os testes de ecotoxicidade realizados utilizando organismos de dois níveis tróficos: o microcrustáceo *Daphnia similis* e a bactéria *Aliivibrio fischeri* nas amostras de água, esses ensaios foram realizados segundo metodologias descritas nas normas da ABNT NBR12713 (ABNT, 2009) e NBR15411-3 (ABNT, 2006), respectivamente. Além desses ensaios estão sendo implementados alguns padrões para posteriores análises como o: 17 $\beta$ -estradiol, estrona e 17 $\alpha$ -etinilestradiol para análises cromatográficas no HPLC/FLU (Waters).

As coletas foram realizadas em 10 pontos considerados poluídos por descargas de esgotos domésticos e industriais. As coordenadas destes pontos de amostragens podem ser visualizadas na (Figura 01 e na Tabela 01). O ponto 01 localizado no Alto da Boa Vista é considerado o ponto menos contaminados. O ponto 02 está localizado próximo a rua Conde de Bonfim e comunidade do Borel e do hospital São Francisco de Assis. O ponto 03 está localizado na avenida Heitor Beltrão com tráfego intenso. O ponto 04, próximo ao estádio Maracanã. O ponto 05 fica na Praça da Bandeira e Metrô de São Cristóvão. O ponto 06 no rio Trapicheiros. O ponto 07, o rio Comprido. O ponto 08 localizado na avenida Presidente Vargas próximo a prefeitura. O ponto 09, encontro dos afluentes, entre a Presidente Vargas e a Leopoldina e o ponto 10, próximo a rodoviária Novo Rio.



**Figura 01: Mapa com os pontos de coleta determinados no Canal do Mangue. Fonte: RANGEL, 2011**

**Tabela 01: Coordenadas dos 10 pontos de coleta de amostras ao longo do Canal do Mangue.**

Pontos / Descrição	Latitude/longitude
Alto da Boa Vista – acima da CEDAE	(22°57' 71.4"S /43°16'46.1" W)
Início da rua Conde Bonfim, próximo a Comunidade Morro do Borel e do Hospital São Francisco de Assis	(22°56'35.8" S /43°14'70.4"W)
Próximo ao Extra Tijuca/Avenida Heitor Beltrão.	(22°56'33.1" S /43°14'91.3"W)
Próximo do Estádio do Maracanã	(22°54' 74.6" S/43°13'57.2"W)
Praça da Bandeira em frente à Estação do metrô de São Cristóvão	(22°54'38.3" S/43°13'17.7" W)
Rio Trapicheiros/Av. São Francisco Xavier próximo a Igreja São Francisco Xavier.	(22°54'49.7" S /43°13'33.7"W)
Rio Comprido, embaixo do viaduto/Perto do posto de gasolina	(22°55'01.6" S /43°12'35.9"W)
Avenida Presidente Vargas /Próximo a Prefeitura.	(22°54'49.7" S/ 43°13'33.7"W)
Encontro dos afluentes entre as Avenidas Presidente Vargas e a Francisco Bicalho (Leopoldina)	(22°54'60.4" S /43°12'53.1"W)
Próximo a Rodoviária Novo Rio	(22°53'94.0" S /43°12'61.6"W)

## RESULTADOS OBTIDOS

Os parâmetros físico-químicos determinados nas amostras de água (Tabela 02) apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução 357 (CONAMA, 2005), classe I para águas salinas. No ensaio de toxicidade aguda realizado com o organismo-teste *Aliivibrio fischeri*, as amostras da água do Canal do Mangue, apresentaram resultados inesperados, apresentando um aumento de luminosidade dos organismos após 30 minutos de contato com a amostra. No entanto, este fenômeno não pode ser interpretado como ausência de toxicidade e sim como a presença de substâncias que provocaram stress nos organismos teste.



CALABRESE (2008) denomina este efeito como “hormensis” ressaltando a necessidade de testes de toxicidade crônica ou testes de toxicidade aguda em maior concentração para perceber os contaminantes tóxicos corretamente. Ainda segundo o autor, a hormesis pode ser considerada um mecanismo de evolução, pois gera uma resposta adaptativa dos organismos de forma a evitar a extinção da espécie.

**Tabela 02. Parâmetros físico-químicos das amostras de água do Canal do Manguê.**  
**Pontos de coleta**

Parâmetros Físico-químicos	Pontos de coleta									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Alcalinidade (mgCaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> )	12	85	122	113	125	98	143	153	125	128
pH	7,14	7,01	6,9	7,12	6,69	7,30	6,78	7,13	7,01	7,36
Turbidez (UNT)	198,	204,	0,0	0,1	0	0	0	0	0	0
Cor (mgPtCo L <sup>-1</sup> )	Aparente	60	200	410	250	480	150	760	550	270
	Verdadeira	10	80	100	110	190	60	270	140	140
Condut. (mS cm <sup>-2</sup> )	0	0,31	0,4	0,42	0,48	0,44	0,54	0,67	0,55	39,2
Nitrito (mg L <sup>-1</sup> )	1,5	9,3	0,9	0,6	0,7	0,4	0,8	0,4	0,3	0,2
SDT (mg L <sup>-1</sup> )	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	26,3
Temperatura (°C)	22,2	27,0	29,	29,9	30,4	29,6	28,5	29,5	28,9	23,3
Fósforo Total (mg L <sup>-1</sup> )	0,3	2,6	3,2	3,2	3,6	2,3	6,4	4,9	3,4	3,3
Clorofila CHL (g L <sup>-1</sup> )	415.	330.	00	395.	235.	337.	329.	158.	207.	193.
Nitrogênio Amoniacal (mg L <sup>-1</sup> )	-	4,4	10,	10,0	19,0	5,1	14,0	15,3	10,0	10,6

Os ensaios de toxicidade aguda realizados na água do Canal do Manguê com o organismo-teste *Daphnia similis* não apresentaram toxicidade, contudo é imprescindível tais análises, porque a resposta negativa não significa que o ambiente não possui toxicidade, mas sim que são necessários mais testes, principalmente crônicos, que embora mais onerosos e demandando um tempo maior de exposição podem ser significativos na avaliação da ecotoxicidade.

Cabe citar que as análises da avaliação da atividade estrogênica, com o teste YES, nos sedimentos de fundo e na água encontra-se em andamento. O mesmo ocorre com as análises cromatográficas no HPLC.

## CONCLUSÕES PRELIMINARES

As análises dos parâmetros físico-químicas não apresentaram índices compatíveis com o grau de contaminação em que se encontra o Canal do Manguê. Os sedimentos estão sendo analisados.

Em relação aos testes de toxicidade realizados os resultados esperados eram de evidência de forte toxicidade devido ao nível de aporte de esgotos domésticos e industriais, além de outros poluentes a que este corpo hídrico está exposto.

Tais fatores demonstram a relevância da consolidação de diferentes ensaios de ecotoxicidade mais eficientes no controle de efluentes, a fim de evitar impactos aos organismos que vivem em tais corpos hídricos. É importante que legislações pertinentes definam limites para ecotoxicidade de efluentes porque em nível federal, uma vez que a Resolução 430 do CONAMA (Brasil, 2011) não estipula valores de CL50 e/ou CE50 para que efluentes, depois de tratados, possam ser lançados na natureza.

Atualmente no laboratório de Ambiente Aquático da Universidade do Porto (FCUP) está ocorrendo um estágio de doutorado sanduiche utilizando biomarcadores para melhor compreensão da ação de desreguladores endócrinos nos organismos e meio hídrico, afim de pensar ações efetivas que contribuam para um ambiente ecologicamente mais saudável e sustentável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia spp* (Crustacea, Cladocera). NBR 12713, 2009.
2. ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15411. Ecotoxicologia Aquática – Determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a emissão de luz de *Vibrio fischeri* (Ensaio de bactéria luminescente), 2006.
3. AMANTE, F. O. A água no espaço urbano: uma abordagem sócio-ambiental e sua aplicação na Grande Tijuca. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 202p. 2006.
4. APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th edition, American Public Health Association, Washington, D.C., 2005, 2012.
5. BAPTISTA NETO J.A, PEREIRA, P. & SILVA, C. G. Poluição Marinha. Sedimentos de Escoamento Superficial Urbano. Contaminantes Inorgânicos. Part. III, Cap. 13, 351-365. Ed. Interferência, 2008.
6. BILA, D.M; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. Química Nova, v.30, p.651-666, 2007.
7. BIRKETT, J. W., LESTER, J. N., 2003, Endocrine Disrupters in Wastewater and Sludge Treatment Process, 1ª edição, Lewis Publisher.
8. BRASIL. Resolução CONAMA Nº. 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005.
9. CALABRESE, E. Hormesis: why it is important to toxicology and toxicologists. Environ. Toxicol. Chem. V.27. n. 7. P.1451-1474. 2008.
10. FERGUSON, EM; ALLISON, M; ALLISON, G; SEWEARER, SE; HASSELL, KL (2013) Fluctuations in natural and synthetic estrogen concentrations in a tidal estuary in south-eastern Australia. Water Research 47(4).
11. HSIEH CY; YANG L; KUO WC; Zen YP. Efficiencies of freshwater and estuarine constructed wetlands for phenolic endocrine disruptor removal in Taiwan- Science of the Total Environment 463–464 (2013) 182–191.
12. KNIE, J. L. W. & LOPES, E.W. B. Testes Ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações. Florianópolis: FATMA/GTZ, 289 p., 2004.
13. LAPWORTH, D. J.; BARAN, N.; STUART, M. E.; WARD, R. S. Emerging organic contaminants in groundwater: A review of sources, fate and occurrence. Environmental Pollution, v. 163, p. 287-303, 2012.
14. LI, Z; GIBSON, M; LIU C; LU, H (2013) Seasonal variation of nonylphenol concentrations and fluxes with influence of flooding in the Daliao River Estuary, China. Environmental Monitoring and Assessment 185(6).
15. MELO, S. A. S.; TROVO, A. G., BAUTITZ, I. R.; NOGUEIRA, R. F. P. Degradation of Residual Pharmaceuticals by Advanced Oxidation Processes. Química Nova, v. 32, n.1, p. 88-197, 2009.
16. PDRH-BG- Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. PR-3-Relatório de Diagnóstico. 2004.
17. RANGEL, C. M. A. Variabilidade Espacial e Temporal por processos de poluição por nutrientes inorgânicos dissolvidos, fosforo sedimentar e hidrocarbonetos poli-âromáticos (HPAs) em dois sistemas fluviais distintos contribuintes à Baía de Guanabara. Tese de doutorado em Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense (UFF) – Niterói – RJ, 2011.
18. RODIL, R.; QUINTANA, J. B.; CONCHA-GRAÑA, E.; LÓPEZ-MAHÍA, P.; MUNIATEGUILORENZO, S.; PRADA-RODRÍGUEZ, D. Emerging pollutants in sewage, surface and drinking water in Galicia (NW Spain). Chemosphere, v. 86, n. 10, p. 1040-9, 2012.
19. ROUTLEDGE, E. J., SUMPTER, J. P., 1996 “Estrogenic Activity of Surfactants and Some of their Degradation Products Assessed Using a Recombinant Yeast Screen” Environmental Toxicology and Chemistry, v. 15 (3), pp. 241-248.
20. SHI, J; LIU, X; CHEN, Q; ZHANG, H (2014) Spatial and seasonal distributions of estrogens and bisphenol A in the Yangtze River Estuary and the adjacent East China Sea. Chemosphere 111.
21. VALDÉS, ME; MARINO, DJ; WUNDERLIN, DA; SONOZA, G; RONCO, AE, Carriguiriborde, P (2015) Screening Concentration of E1, E2 and EE2 in Sewage Effluents and Surface Waters of the “Pampas” Region and the “Río de la Plata” Estuary (Argentina). Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 94(1)

22. WANG, B, HUANG, B; JIN, W,;ZHAO, S; LI, F; HU, P; Pan, X (2013) Occurrence, distribution, and sources of six phenolic endocrine disrupting chemicals in the 22 river estuaries around Dianchi Lake in China. Environmental Science and Pollution Research 20(5).
23. WAYE, A.; TRUDEAU, V. L. Neuroendocrine disruption: more than hormones are upset. Journal of toxicology and environmental health. Part B, Critical reviews, v. 14, n. 5-7, p.270-91, 2011.
24. WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors: an assessment prepared by an expert group on behalf of the World Health Organization, the International Labour Organisation, and the United Nations Environment Programme. 2002.
25. YOON, Y.; RYU, J.; OH, J.; CHOI, B.-G.; SNYDER, S. A. Occurrence of endocrine disrupting compounds, pharmaceuticals, and personal care products in the Han River (Seoul, South Korea). The Science of the total environment, v. 408, n. 3, p. 636-43, 1 Jan. 2010.