

I-184 - AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE ATIVIDADE ESTROGÊNICA NA ÁGUA DA ENSEADA DE JURUJUBA-BAÍA DA GUANABARA

Marília Teresa Lima do Nascimento⁽¹⁾

Mestre em Geologia e Geofísica Marinha. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Dinâmicas dos Oceanos e da Terra da Universidade Federal Fluminense - UFF.

Daniele Maia Bila⁽²⁾

D. Sc. Professora Adjunta. Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental-PEAMB Laboratório de Engenharia Sanitária (LES). Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente (DESMA). Faculdade de Engenharia (FEN). Universidade do Estado do Rio de Janeiro UERJ.

José Antonio Baptista Neto⁽³⁾

Ph. D. Professor Adjunto. Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Dinâmica dos Oceanos e da Terra da Universidade Federal Fluminense/UFF - Departamento de Geologia e Geofísica/LAGEMAR - Instituto de Geociências.

Ana Dalva de Oliveira Santos⁽⁴⁾

Mestre em Geologia e Geofísica Marinha pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Fluminense - UFF.

Endereço⁽¹⁾: Rua Visconde de Itaúna, 2174- Apto 307 – Paraíso – São Gonçalo – RJ- CEP: 24.431-005-Brasil - Tel: (21) 2605-4194 - e-mail: mariliaffp@gmail.com

RESUMO

O impacto causado por poluentes emergentes causando poluição marinha é atualmente uma das grandes preocupações ecológicas, pois podem interferir no sistema endócrino, afetando a saúde humana e ambiental, mesmo em baixas concentrações de $\mu\text{g L}^{-1}$ e ng L^{-1} . Substâncias denominadas Desreguladores Endócrinos (DEs) são identificadas como: pesticidas, substâncias produzidas nas indústrias químicas, estrogênios naturais e sintéticos entre outros e podem ser encontrados em esgotos domésticos, efluentes de estações de tratamento de esgoto, águas naturais e potáveis, rios, lagos ambientes marinhos. Na Enseada de Jurujuba, apenas parte dos efluentes domésticos sofre algum tipo de tratamento e as principais fontes de esgoto são os rios Cachoeira e Icaraí, pequenos córregos, além da comunidade do entorno que despeja seu esgoto diretamente neste ecossistema. O objetivo deste trabalho é identificar locais e situações de risco; os determinantes relacionados à poluição por (DEs); avaliar a atividade estrogênica para obter o grau de interferência e contaminação em alguns pontos da Enseada. Foram investigados os parâmetros físico-químicos, a toxicidade e a atividade estrogênica da água pelo ensaio (YES). Os resultados mostraram em alguns pontos atividade estrogênica de levemente a moderadamente, sobretudo, na água coletada em profundidade. Apenas uma amostragem de superfície apresentou atividade estrogênica.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Marinha, Micropoluentes, Risco Ambiental.

INTRODUÇÃO

Pesquisas acerca da atividade estrogênica apontam riscos de contaminação em rios, lagos, estuários e águas subterrâneas. Contudo, a grande preocupação ambiental não é necessariamente o volume de produção dos desreguladores endócrinos (DEs), mas, a persistência; atividade biológica; toxicidade e bioacumulação, uma vez que seus efeitos ecotoxicológicos são projetados para atingir órgãos ou rotas metabólicas e moleculares específicas provocando, efeitos colaterais importantes no ambiente aquático (REIS FILHO et al, 2007).

Atualmente, é crescente o interesse da comunidade científica acerca da presença de micropoluentes no meio ambiente devido ao seu potencial adverso na saúde humana e animal. Substâncias sintéticas e naturais de diferentes classes químicas têm sido detectadas na faixa de $\mu\text{g L}^{-1}$ a ng L^{-1} principalmente em ambientes aquáticos. Os também nomeados poluentes emergentes incluem os fármacos; produtos de cuidado pessoal; de limpeza; subprodutos de desinfecção da água potável, como o bromato, entre outros, (BILA e DEZOTTI, 2007).

Estudos realizados na Baía de Guanabara, onde está inserida a Enseada de Jurujuba apontam para um elevado grau de contaminação deste ecossistema, (BAPTISTA NETO et al., 2006). Cercada pela segunda maior aglomeração urbana do país, a Baía da Guanabara apresenta cerca de 10 milhões de habitantes representada pela região metropolitana do Rio de Janeiro contribuindo com uma carga de esgotos domésticos acima de $20 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ dos quais, apenas 25% recebem algum tipo de tratamento evidenciando sérios problemas de saúde pública, pela inadequada gestão dos esgotos domésticos e industriais. Na Enseada, as principais fontes de esgoto são os rios Cachoeira e Icaraí, além de vários córregos com despejos diretos neste corpo hídrico. Tais fatos indicam a importância de trabalhos que contribuam para elucidar a problemática da contaminação humana e ambiental pela presença de micropoluentes.

A Enseada de Jurujuba está localizada na margem oriental da Baía da Guanabara, entre as latitudes de $22^{\circ}54'$ a $22^{\circ}56'S$ e longitudes de $043^{\circ}05'$ a $043^{\circ}07'30''W$. É considerada um corpo restrito e raso com uma superfície aquosa de aproximadamente 9 km^2 e profundidade que varia de 5 a 7 metros na sua entrada, para 3 a 4 metros no centro. Segundo Baptista Neto, (2006) este ecossistema recebe continuamente, enorme aporte de esgoto não tratado diretamente em suas águas, com uma descarga que contém elevado nível de metais pesados.

Neste caso, o conhecimento dos contaminantes nesta área poderá se constituir um indicador da ocorrência e concentrações da poluição, fato que aliado a dados ecotoxicológicos, e testes da atividade estrogênica poderá ser um indicador de possíveis concentrações em seus compartimentos. Nesse sentido, este trabalho tem como objetivo determinar a atividade estrogênica e a toxicidade, identificando locais e situações de riscos relacionados à contaminação por desreguladores endócrinos. Avaliar o ambiente afetado visando à realização de uma análise da variação espacial destes elementos, a fim de obter informações sobre o grau de contaminação por ocorrência dos DEs neste ambiente aquático.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas duas coletas na água da Enseada de Jurujuba. A primeira ocorreu no dia 13 de junho de 2011 e foram coletados 06 pontos. A segunda coleta foi realizada em 06 de maio de 2012, com 07 pontos coletados. As amostras foram devidamente armazenadas em gelo, transportadas e mantidas a 4° C no Laboratório de Engenharia Sanitária (LES) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, (UERJ) para a realização das análises. Na primeira amostragem, 06 pontos foram coletados em áreas de maior dispersão para a parte central da Enseada em relação aos pontos da segunda amostragem. Nesta primeira amostragem foram determinados apenas os parâmetros físico-químicos, porque a determinação da atividade estrogênica pelo ensaio Yeast Estrogen Screen Assay (YES), encontrava-se em fase de implantação.

Na segunda coleta foi utilizada uma sonda multiparâmetros (YFI 556) nos 07 pontos amostrados sete pontos na Enseada. Nos pontos 01, 02, 05 e 07 foram coletadas amostras em superfície e em profundidade, os pontos 03, 04 e 06 na parte intermediária do espelho d'água. O ponto 01 encontra-se localizado próximo uma fábrica de sardinha que está desativada. O ponto 02 próximo à aglomeração dos barcos de pesca. O ponto 03 nas imediações da criação de mexilhões. O ponto 04 foi coletado em uma área de esgoto a céu aberto. O ponto 05 coletado próximo a uma tubulação que despeja esgoto diretamente para a Enseada e próximo a um cemitério, que pode se constituir importante fonte de contaminação por necrochorume. O ponto 06 coletado no encontro do rio Cachoeiras com Enseada e o ponto 07 coletado nos arredores do emissário de Icaraí, uma área de maior dinâmica de marés. Um total de onze amostragens foi realizado nos sete pontos referenciados. A Tabela 01 apresenta as coordenadas geográficas, com os pontos da segunda coleta e na Figura 01 o mapa com os 07 pontos coletados.

Tabela 01 - Coordenadas dos pontos da segunda coleta.

| Pontos | Profundidade | Coordenadas |
|--------|--------------|----------------------------|
| 1 | 3.7 metros | (22°55'32"S / 43°07'09" W) |
| 2 | 4.6 metros | (22°55'49"S / 43°06'58" W) |
| 3 | 1.5 metros | (22°56'00"S / 43°06'41" W) |
| 4 | 2.0 metros | (22°55'54"S / 43°06'05" W) |
| 5 | 4.0 metros | (22°55'19"S / 43°05'45" W) |
| 6 | 2.2 metros | (22°54'56"S / 43°05'48" W) |
| 7 | 11 metros | (22°54'49"S / 43°08'07" W) |

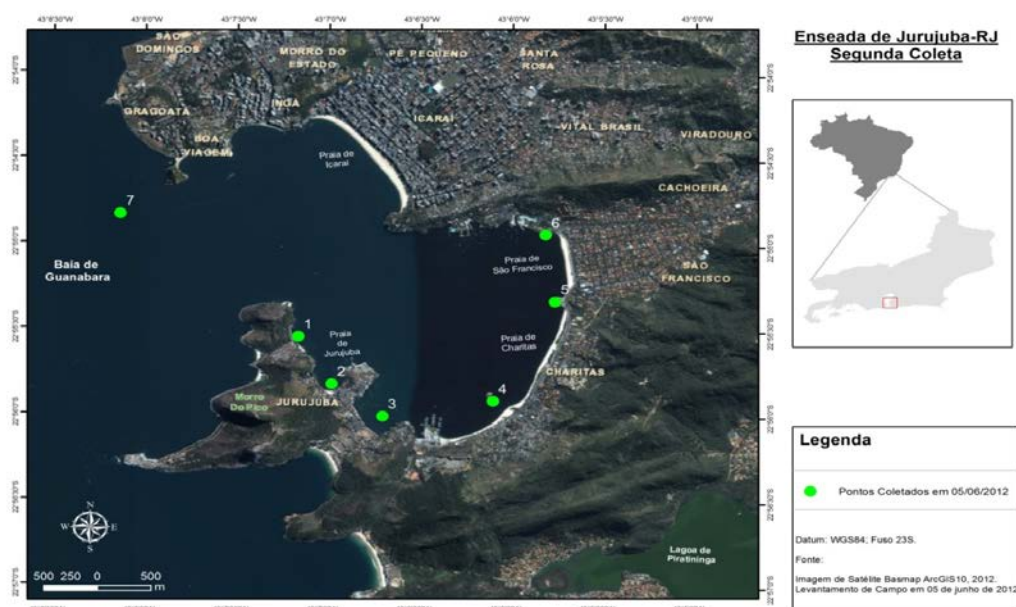


Figura 01 - Mapa da Enseada com os 07 pontos da segunda coleta.

Fonte: Imagem de Satélite Basemap, 2012.

CARACTERIZAÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E TOXICIDADE AGUDA

As amostras coletadas foram caracterizadas pelos seguintes parâmetros físico-químicos: carbono orgânico dissolvido, pH, condutividade, cor, turbidez, cloreto, alcalinidade, nitrogênio amoniacal e a série sólidos. Os métodos empregados na determinação dos parâmetros físico-químicos estão descritos em APHA (AWWA, 2005).

Para estimar o grau de impacto, o teste de toxicidade foi realizado utilizando o Microtox, (SDI, modelo 500 analyser, MICROTOX OMNI 4.1). A toxicidade aguda foi realizada com a *Vibrio fischeri*, uma bactéria marinha luminescente, gram-negativa e anaeróbica facultativa, que necessita de concentrações mantidas a 4°C até a realização do teste, segundo a norma ABNT, NBR 200 (2004.). A toxicidade foi realizada para avaliar a presença de substâncias tóxicas nas amostras, em conformidade com a Resolução Conama 357, seção III art.18

(BRASIL, 2005), que estabelece a realização de ensaios ecotoxicológicos com organismos para verificação de efeitos tóxicos negativos. O ensaio de toxicidade foi realizado apenas nas amostras da segunda coleta.

PREPARO DAS AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE ESTROGÊNICA PELO TESTE YES

As amostras foram separadas e para cada uma o pH foi ajustado para 3,0 com H₂SO₄ concentrado. 1L de cada amostra foi separada em frasco de vidro e filtrada em bomba a vácuo com membranas 0,45 µm. Na sequência, realizada a extração por fase sólida (EPS) com cartucho C18 (3 mL e 500mg), como descrito por Bila, (2005). O processo de EPS foi realizado na capela com o auxílio de um Manifold e cartuchos devidamente condicionados pela passagem de solventes nas quantidades de 3 X 2 mL de hexano; 1mL de acetona; 3 X 2 mL de metanol e 5 X 2 mL de água de ultrapura ajustada para pH 3,0. Após a filtragem das amostras, os analitos foram eluídos com 4 mL de acetona. Após o eluato ser totalmente seco, a amostra foi reconstituída com 2 mL de etanol.

A atividade estrogênica das amostras foi determinada pelo ensaio *in vitro* YES, com uma cultura de levedura *Saccharomyces cerevisiae* iniciada a partir de uma cepa congelada em glicerol a -180°. Após o descongelamento, utilizou-se uma incubadora com agitação orbital (modelo Q816M20 QUIMIS), em temperatura de 5 °C - 50 °C. RPM: 40 ~ 280 rpm, para separação e retirada do sobrenadante. A metodologia utilizada foi a descrita e desenvolvida por Routledge e Sumpter, (1996). Posteriormente a cultura foi acondicionada, replicada e mantida no meio de crescimento em temperatura ambiente até a realização do teste YES em microplacas de 96 poços, que permitem análises de múltiplas amostras em larga faixa de concentrações. O cultivo foi realizado e inoculado com 100µL da solução estoque da levedura e 10 mL de meio de cultivo incubado a 28°C por aproximadamente 24 h a 100 rpm, em uma incubadora com agitação orbital (Modelo Quinus). Para evitar impurezas e contaminação foram observados os devidos cuidados a fim de prevenir falsos positivos no teste.

PREPARO DAS PLACAS PARA O TESTE YES

As placas de 96 poços foram preparadas sempre com duas fileiras de curva padrão e amostras intercaladas com o branco. Uma curva padrão de 17β-estradiol foi preparada com a diluição em série utilizando a solução estoque de 17β-estradiol (54,48 µg. L⁻¹), em etanol absoluto na faixa de 54,48 µg. L⁻¹ a 26,61 ng. L⁻¹. Aliquotas de 10 µL das amostras diluídas em etanol da curva padrão de 17β-estradiol e etanol absoluto foram adicionadas em cada poço da microplaca de 96 poços. Após a diluição serial das amostras em uma placa a parte, 10 µL foi transferido para cada poço da placa teste. O branco foi realizado somente utilizando etanol puro. Com o líquido dos poços evaporados, um volume de 200 µL de meio de análise (composto de meio de crescimento fresco, levedura e CPRG) foi adicionado em cada poço das microplacas, que seladas com fita crepe foram agitadas vigorosamente por 5 minutos, em um agitador de placas (modelo IKA MS3) e incubado por quatro dias a 30°C em uma estufa (modelo 410, Nova Ética).

Após a incubação a absorbância foi lida a 540 nm e 620 nm na leitora de microplacas modelo (SPECTRAMAX M3, Molecular Devices). A mudança da cor amarela para a cor rosa demonstra presença de atividade estrogênica, que pode ser visualizada a olho nu na microplaca. Para cada amostra foi realizada uma curva dose-resposta com os resultados dos valores experimentais das absorbâncias corrigidas. A opção em utilizar o teste YES neste trabalho ocorreu por este teste ser considerado relativamente fácil de ser reproduzido possuir robustez, eficácia podendo ser utilizado com diversas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água foi avaliada de acordo com parâmetros, físico-químicos permitidos pelos órgãos competentes que dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Os parâmetros de caracterização foram escolhidos de acordo com a disponibilidade da metodologia do LES.

Os parâmetros físico-químicos das amostras da primeira coleta apresentaram-se dentro dos limites determinados pela legislação. Nas amostras da segunda coleta, Tabela 02 os valores do COT e o nitrogênio amoniacal apresentaram valores acima dos estabelecidos, os outros parâmetros analisados ainda não estão descritos na legislação (BRASIL, 2005). Embora nenhum desses parâmetros físico-químicos analisados, possa aferir a concentração dos micropoluentes, é imprescindível a realização dessas análises, uma vez que os micropoluentes podem estar presentes em baixas concentrações em ambientes aquáticos, mesmo que tais ambientes estejam dentro dos padrões de qualidade definidos pelos órgãos competentes (BRASIL, 2005; 2011).

Tabela 02 - Parâmetros físico-químicos das amostras da segunda coleta (06/05/2012).

| Parâmetros | 1º Ponto | | 2º Ponto | | 3º Ponto | 4º Ponto | 5º Ponto | | 6º Ponto | 7º Ponto | |
|-------------------------------|----------|--------|----------|--------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|--------|
| | Sup. | Prof. | Sup. | Prof. | Interm. | Interm. | Sup. | Prof. | Interm. | Sup. | Prof. |
| pH (-) | 7,72 | 7,91 | 8,06 | 8,05 | 7,73 | 7,95 | 8,28 | 8,02 | 7,77 | 8,11 | 8,12 |
| Turbidez (NTU) | 8,84 | 8,14 | 65,16 | 65,16 | 3,28 | 65,23 | 7,83 | 27,88 | 44,36 | 2,68 | 3,73 |
| Cor: Aparente (units ptCo) | 59 | 40 | 27 | 227 | 40 | 2514 | 80 | 117 | 326 | 16 | 30 |
| Cor: Verdadeira (units ptCo) | 14 | 10 | 10 | 08 | 15 | 24 | 20 | 11 | 32 | 0,4 | 0,4 |
| Condutividade (mS/cm) | 29,3 | 29,3 | 28,5 | 28,7 | 28,6 | 28,6 | 28,7 | 28,9 | 29,1 | 29,1 | 29,8 |
| Cloreto (mg L ⁻¹) | 19.612 | 19.907 | 19.414 | 19.612 | 19.311 | 19.316 | 19.119 | 19.612 | 19.129 | 19.217 | 20.301 |
| COT (mg L ⁻¹) | 42,8 | 8,8 | 3,1 | 3,1 | 16.099 | 1,8 | 1,7 | 11,5 | 4,7 | 11,5 | 4,7 |
| Sólidos Susp. Totais (mg/L) | 327 | 253 | 313 | 437 | 290 | 310 | 303 | 340 | 343 | 303 | 300 |
| Sol.Susp.Fixos (mg/L) | 363 | 190 | 227 | 333 | 223 | 230 | 247 | 273 | 230 | 250 | 197 |
| Sol.Susp.Voláteis (mg/L) | 64 | 63 | 86 | 104 | 67 | 80 | 56 | 67 | 113 | 53 | 103 |
| Nitrogênio Amoniacal (mg/L) | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 1,37 | 1,2 | 1,16 | 1,49 | 1,36 |
| Temperatura (°C) | 21 | 21,6 | 21, | 21,4 | 22 | 21 | 22 | 22 | 21,6 | 22,6 | 22,4 |

AValiação DA TOXICIDADE AGUDA COM A BACTÉRIA *VIBRIO FISCHERI*

A toxicidade aguda foi realizada com a bactéria *Vibrio fischeri* pela exposição de bactérias bioluminescentes às amostras por 0, 15 e 30 minutos e registros da quantidade de luminescência inicial, obtida após a exposição à amostra, onde a toxicidade é determinada pela diminuição da luminescência. No ensaio de toxicidade as amostras de água da segunda coleta da Enseada de Jurujuba, não apresentaram resultados positivos para toxicidade aguda com esses organismos. Todavia é possível que outros organismos de diferentes níveis tróficos permitam detectar outros resultados nas amostras ou um ensaio de toxicidade crônica.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ESTROGÊNICA PELO TESTE YES NAS AMOSTRAS DA SEGUNDA COLETA (MAIO DE 2012)

No ensaio YES, o potencial estrogênico das substâncias e amostras testadas podem ser medidas de maneira colorimétrica observada pela mudança de cor do substrato cromogênico (CPRG) presente no meio reacional. Tal substrato é metabolizado pela enzima β -galactosidase que produz uma resposta à ligação da substância estrogênica no RE da levedura. A curva dose resposta do 17β -estradiol representa o controle positivo e curva do branco o controle negativo, ou seja a curva com a resposta máxima e a resposta mínima estrogênica obtidas.

Os 07 pontos de amostragem foram selecionados intencionalmente pelo nível de poluição a que está exposta a Enseada de Jurujuba. Em alguns pontos foram coletadas amostras de superfície, profundidade e intermediária no espelho d'água e foram conferidas as seguintes nomenclaturas: S = superfície; P = profundidade e I = intermediário de acordo com as amostras coletadas e avaliadas nos pontos 1S e 1P; 2S e 2P, 3I; 4I; 5S e 5P; 6I; 7S e 7P.

Os pontos 1S e 1P foram coletados próximos à fábrica de sardinha atualmente desativada. Contudo, durante o período de produção eram utilizados aditivos químicos para conservação de pescados. Segundo, Andrade et. al, (2010), conservantes são apontados por possuírem atividade estrogênica. Os pontos 2S; 2P; e 3I foram coletados nas proximidades do concglomerado dos barcos de pesca. Nesta área são utilizadas tintas para evitar incrustação de organismos nos cascos de embarcações, como o Tributilestanho (TBT). Anti-incrustantes são apontados como desreguladores endócrinos que causam diversos efeitos danosos aos organismos marinhos. No caso dos moluscos esse tipo de exposição pode fazer as fêmeas adquirirem características masculinas e imposex (BORGES, 2012).

Entre as principais fontes de contaminação na atualidade para o ambiente costeiro, estão os efluentes domésticos e industriais. Os pontos 4I; 5S; 5P; 6I; 7S e 7P localizam-se em área comprometida com despejos de esgotos *in natura*. O esgoto doméstico e industrial, sem tratamento ou mesmo após tratamento convencional possuem substâncias estrogênicas como, os homônios naturais 17β estradiol, estrona e os sintéticos como o 17α etinilestradiol (GEROLIM, 2008). No entorno destes pontos estão além da ocupação antrópica, um hospital psiquiátrico de onde advém uma enorme gama de medicamentos excretados por fezes e urina e um cemitério que pode se constituir importante fonte de necrochorume.

Segundo, Andersen et al., (1999), a resposta estrogênica de uma amostra pode se classificada em altamente estrogênica se a resposta obtida no teste YES for maior que 75 %. Moderadamente estrogênica quando a resposta se apresentar em torno de 75 a 25 %. Fracamente estrogênica quando a resposta for de 25 a 10 % e não estrogênica ou ausente quando a resposta (absorbância) estiver abaixo de 10 % da resposta obtida para o padrão 17β -estradiol. A Figura 02 demonstra as curvas dose resposta dos pontos coletados em superfície da segunda coleta no espelho d'água.

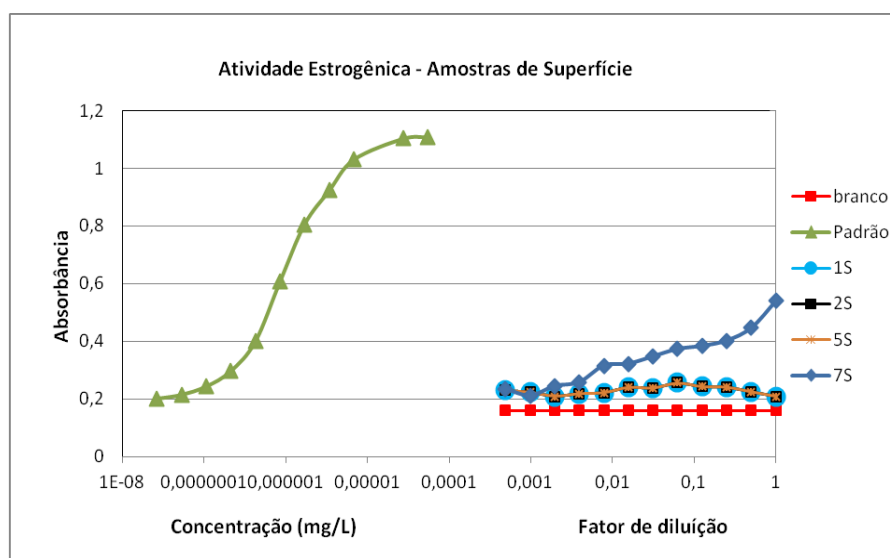


Figura 2- Curvas dose resposta dos pontos em superfície na 2ª coleta no ensaio YES.

Os pontos 1S, 2S e 5S, não exibiram resposta de atividade estrogênica, com fraca mudança da cor amarelo para rosa, na placa de 96 poços. O ponto 7S foi o único ponto de superfície a apresentar resposta estrogênica modernamente de (25%) no teste YES. Segundo Melo (2004), esta área com maior hidrodinâmica possui concentração de material em suspensão mantendo a contaminação na superfície. Os pontos 1P; 2P; 5P com amostras de água coletada em profundidade evidenciaram uma atividade de fracamente a moderadamente estrogênica. Estes resultados podem ser indícios de maiores concentrações nos sedimentos (SANTOS 2013). O ponto 7P não apresentou resposta estrogênica provavelmente devido à hidrodinâmica que aumenta em profundidade resultando na dispersão da poluição fornecida pelo Emissário de Icaraí. A Figura 03 apresenta as curvas dose resposta dos pontos coletados em profundidade na segunda coleta no teste YES.

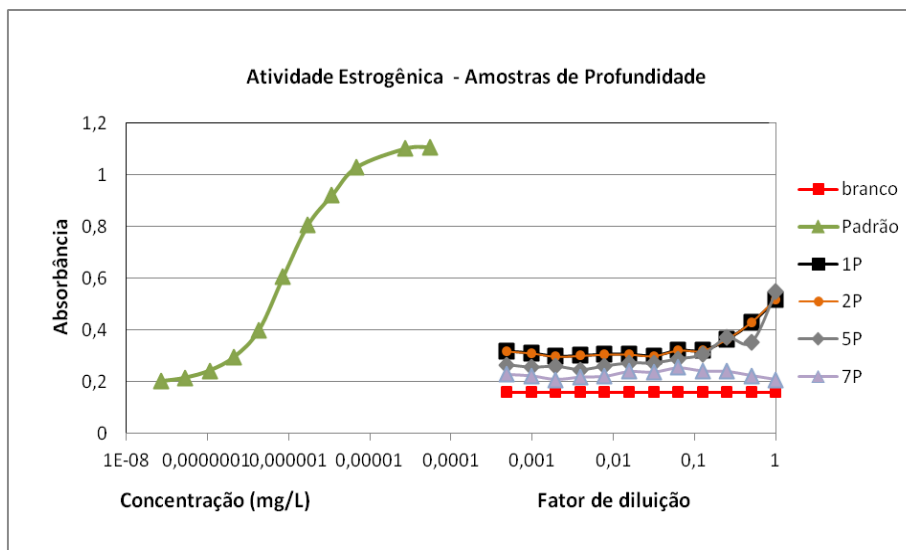


Figura 03 - Curvas dose resposta dos pontos coletados em profundidade na 2ª coleta no ensaio YES.

Entre os DEs encontrados em áreas de despejos de esgotos domésticos e industriais estão alguns fármacos, produtos de higiene pessoal, agrotóxicos, antioxidantes, plásticos, entre outros. Isto traz reflexos sobre a manutenção das condições ideais para a sobrevivência dos organismos. Contudo os resultados das análises dos pontos coletados na parte intermediária do espelho d'água não evidenciaram resposta estrogênica. A Figura 04 demonstra as curvas dose resposta dos pontos intermediários na segunda coleta no ensaio YES.

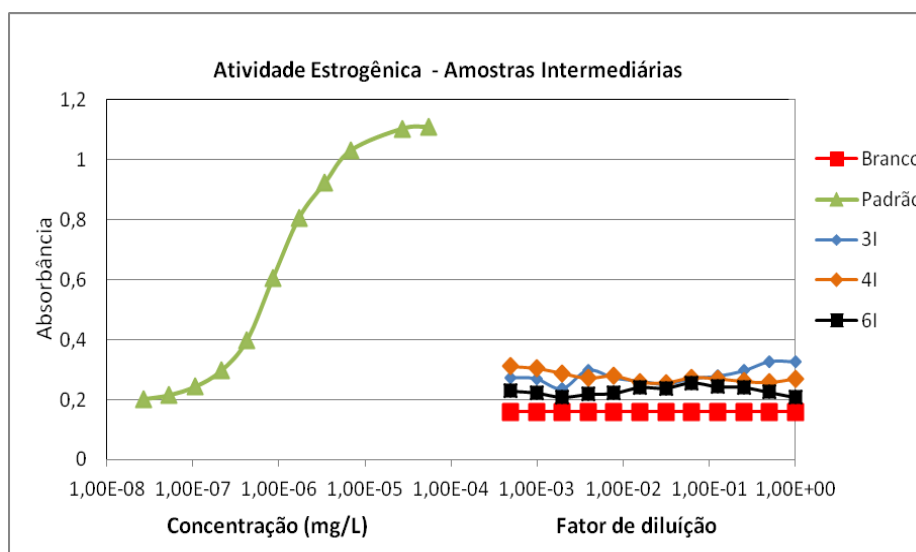


Figura 04 - Curvas dose resposta dos pontos intermediários na 2ª coleta no ensaio YES.

Com base na resposta de todas as amostras coletadas, observou-se maior atividade estrogênica em profundidade de acordo com as seguintes porcentagens: 1S = 0%, 1P = 20%, 2S = 0%, 2P = 20%, 3I = 6%, 4I = 0%, 5S = 0%, 5P = 25%, 6I = 0%, 7S = 25% e 7P = 0. Com resposta de moderadamente a fracamente estrogênica segundo a classificação de Andersen et al., (1999). Na Tabela 03 podem ser visualizados os pontos de coletas, as respostas estrogênica e as porcentagens das amostras da segunda coleta.

Tabela 03 - Resposta estrogênica das amostras da 2ª coleta

| Pontos Coletados | Resposta Estrogênica | % |
|------------------|----------------------|-----|
| 1- Superfície | Ausente | 0% |
| 1- Profundidade | Fracamente | 20% |
| 2- Superfície | Ausente | 0% |
| 2- Profundidade | Fracamente | 20% |
| 3- Intermediário | Ausente | 6% |
| 4- Intermediário | Ausente | 0% |
| 5- Superfície | Ausente | 0% |
| 5- Profundidade | Moderadamente | 25% |
| 6- Intermediário | Ausente | 0% |
| 7- Superfície | Moderadamente | 25% |
| 7- Profundidade | Ausente | 0% |

Os resultados esperados eram de maiores indicativos de atividade estrogênica nos pontos de coleta, uma vez que estes pontos são importantes receptores de contaminantes. Neste contexto é relevante avaliar as peculiaridades do ambiente em questão; como reagem os poluentes; a afinidade das substâncias com potenciais estrogênicos presentes na água e nos sedimentos da Enseada abalizados pela literatura. Além disso é preciso ponderar a incidência de luz solar, pluviosidade, salinidade, degradação dos compostos que estariam na superfície e indução dos poluentes em direção aos sedimentos. E ainda, se os sólidos em suspensão são removidos na filtragem em membrana de 0,45 µm, a presença de substâncias estrogênicas no material particulado, a sensibilidade do ensaio YES, a dispersão dos poluentes devido à hidrodinâmica da Enseada e a presença de outros desreguladores endócrinos com diferentes mecanismos interferindo nos resultados das curvas resposta para atividade estrogênica.

Mediante as peculiaridades do ambiente em questão, o teste YES, forneceu resultados efetivos para a identificação da atividade estrogênica em alguns pontos da Enseada, sobretudo em profundidade, que pode ser um indicativo de maiores concentrações nos sedimentos. No cerne da questão, permanece a expectativa de avançar nas pesquisas utilizando outras metodologias, por meio de ensaios *in vivo* e *in vitro* e diferentes análises químicas, que detectem de forma mais eficaz a presença da atividade estrogênica e desreguladores endócrinos para estimar o nível de contaminação no qual se encontra a Enseada de Jurujuba.

CONCLUSÕES

Os parâmetros físico-químicos analisados nas coletas apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 (Brasil, 2005), classe I para águas salinas. Apenas os parâmetros para o COT e o N-NH₃ ficaram acima dos valores estabelecidos. Os outros parâmetros analisados ainda não estão estabelecidos pela legislação brasileira. No ensaio de toxicidade aguda realizado com o organismo *Vibrio fischeri*, as amostras da água da Enseada de Jurujuba, não apresentaram resultados positivos para esta bactéria.

Na avaliação da atividade estrogênica, as amostras dos pontos 1S; 2S; 3I; 4I; 5S; 6I e 7P, não apresentaram potenciais estrogênicos detectáveis para o teste YES. Não obstante, os pontos 1P; 2P; 5P todos coletados em profundidade e o ponto 7S coletado em superfície no espelho d'água, apresentaram atividade estrogênica de fracamente a moderadamente. Possivelmente a resposta estrogênica das amostras analisadas está relacionada a questões como dispersão ou degradação dos poluentes de superfície induzidos e acumulados aos sedimentos de fundo.

Neste contexto, o teste YES foi considerado efetivo para identificar a atividade estrogênica na água da Enseada de Jurujuba, com respostas obtidas nas curvas dose respostas de fracamente a moderadamente demonstrando sua relevância. A problemática a ser elucidada em relação aos resultados pode estar associada à forma como os contaminantes reagem no ambiente receptor e as transformações a que está exposto na avaliação das implicações. Portanto, permanece a necessidade de melhor avaliação do comportamento dos poluentes na área de estudo, através de outros testes que forneçam diferentes parâmetros de análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSEN, *et al.*, “Comparison of Short-Term Estrogenicity Tests for Identification of Hormone-Disrupting Chemicals”, *Environmental Health Perspectives*, v. 107, pp. 89-108, 1999.
2. ANDRADE, S. C. S; MARSICO, E. T; MASSON, L. M. P; GUIMARAES, C. F. M. Avaliação da estabilidade química de sardinhas-verdadeiras (*Sardinella brasiliensis*) inteiras e evisceradas armazenadas sob refrigeração. *Rev. Inst. Adolfo Lutz* 2010, vol.69, n.4, pp. 562-566.
3. APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21th edition, American Public Health Association, Washington, D.C., 2005.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15411-3. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda: Método de ensaio com bactéria luminescente (*Vibrio fischeri*). Rio de Janeiro. 2006. 18p.
5. BILA, D. M. Degradação e Remoção da Atividade Estrogênica do Desregulador Endócrino 17 β -Estradiol pelo Processo de Ozonização, Tese de Doutorado, UFRJ/COPPE, 2005.
6. BILA, D.M; DEZOTTI, M. Desreguladores endócrinos no meio ambiente: efeitos e consequências. *Química Nova*, v.30, p.651-666, 2007.
7. BAPTISTA NETO, J. A., Gingele F. X; Leipe T., Brehme I. Spatial distribution of heavy metals in superficial sediments from Guanabara Bay: Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Geology*, 49:105.
8. 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.
9. 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.
10. BORGES, C.L.L. Avaliação temporal da poluição por anti-incrustantes organoestânicos no litoral do Estado do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 144pp. 2012.
11. GEROLIN, E. R. R. Ocorrência e remoção de disruptores endócrinos em águas utilizadas para abastecimento público de Campinas e Sumaré - São Paulo. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, Brasil, 2008.
12. GUIMARAES, T. S. Detecção e quantificação dos hormônios sexuais 17 β -estradiol (E2), estriol (E3), estrona (E1) e 17 α -etinilestradiol (EE2) em água de abastecimento: estudo de caso da cidade de São Carlos, com vistas ao saneamento ambiental. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, Brasil.
13. JANEX-HABIBI, M., HUYARD, A., Esperanza, M., Bruchet, A. Reduction of endocrine disruptor emissions in the environment: The benefit of wastewater treatment. *Water Research*, 43: 1565-1576 2009.
14. MELO, G. V. TRANSPORTE DE METAIS PESADOS NO SEDIMENTO EM SUSPENSÃO NA BAÍA DE GUANABARA, EM UM CICLO DE MARÉ. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense, 2004.
15. OTOMO, J. I. Desenvolvimento e Validação de Metodologia Analítica para Detrminação de Hormonios, Considrando Disruptores e Endócrinos, nas aguas detinadas ao abasteciemento Público Na Região do Paraíba do Sul, SP. Dissertação de Mestrado em Ciências da Tecnologia Nuclear. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à À Universidade de São Paulo. 2010.
16. REIS FILHO, R. W.; BARREIRO, J. C.; VIEIRA, E. M.; CASS, Q. B. Fármacos, ETEs e Corpos hídricos. *Revista Ami-Água*, Taubaté, v. 2, n. 3, p. 54-61, 2007.
17. ROUTLEDGE, E. J., SUMPTER, J. P. Estrogenic Activity of Surfactants and Some of their Degradation Products Assessed Using a Recombinant Yeast Screen, *Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 15, n. 3, pp. 241-248, 1998.

18. SANTOS, A.D. Avaliação da Atividade Estrogênica em Sedimentos de Fundo na Enseada de Jurujuba/RJ. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense, 2013.
19. SOUZA, R.R. Desenvolvimento e Validação de Metodologia Analítica para Determinação de Desruptores Endócrinos Resultantes de Atividades Antrópicas nas Águas da Região do Rio Paraíba do Sul, SP. Dissertação de Mestrado em Ciências da Tecnologia Nuclear. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia Associada à Universidade de São Paulo. 2011.