

## **AVALIAÇÃO DA CAFEÍNA, COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMÉSTICO EM ÁGUAS SUPERFICIAIS E ESTUARINAS DO RIO JUQUERIKERÊ – CARAGUATATUBA, LITORAL NORTE DE SÃO PAULO – EM SAZONALIDADES DISTINTAS**

**Alessandra Rodrigues de Carvalho (\*), Márcia Matiko Kondo, Marcos Eduardo Cordeiro Bernardes, Flávio Soares Silva, Ana Carolina Rodrigues de Sá Silva.**

\*Química, Mestranda em Meio Ambiente e Recursos Hídricos (MEMARH) pela Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). E-mail: arcarvalho@unifei.edu.br.

### **RESUMO**

Estudos recentes têm relatado a presença de disruptores endócrinos em águas superficiais contaminadas por efluentes domésticos. Em muitos casos, ainda não há legislação vigente. Dentre elas, estão os fármacos, drogas ilícitas, pesticidas, hormônios, etc. Um potencial indicador de contaminação humana é a cafeína, objeto deste trabalho, amplamente consumida pela população. Concentrações de cafeína entre 5,2 e 1600 ng.L<sup>-1</sup> têm sido encontradas em ambientes costeiros impactados. O objetivo deste trabalho é analisar as concentrações de cafeína em amostras de água do rio Juqueriquerê, sudeste do Brasil. Com extensão aproximada de 13 km, e zona estuarina de 4,0 km, apresenta regime de micromarés, semidiurnas. Além da cafeína, também têm sido realizadas análises tradicionais de qualidade da água: DBO, P, N, dentre outras, para uma melhor caracterização da qualidade ambiental desses corpos d'água. Foram escolhidas sazonalidades distintas, por se tratar de região turística. As amostras foram coletadas em cinco pontos ao longo do rio e do estuário, considerando-se os diferentes usos do solo, períodos de chuva e seca, ambas sob maré de quadratura, o que reduz a influência da água salgada na dinâmica local e seus processos de mistura. Para efeito de comparação com os dados obtidos no corpo d'água, coletou-se também uma amostra de água tratada em uma residência do município. A detecção da cafeína tem sido realizada mediante extração em fase sólida (SPE) e cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), com detector de arranjo de diodos (DAD), que se encontram em análise laboratorial, comparados às demais variáveis e apresentadas no IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental 2013. Os resultados dos parâmetros físico-químicos sugerem uma significativa variabilidade na qualidade da água entre as épocas analisadas, em pontos amostrais suscetíveis à interferência antrópica, ao regime pluviométrico e às fontes naturais. Exemplo disso, DBO aumentou de 3,56 para 35,18 mg.L<sup>-1</sup>, verão e outono, respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Disruptor Endócrino, Esgoto Doméstico, Estuário, Rio Juqueriquerê.

### **INTRODUÇÃO**

Uma das grandes preocupações da humanidade está relacionada à disponibilidade de água potável, bem como à qualidade da mesma. No entanto, o que se percebe ainda são descartes inadequados principalmente de esgoto sanitário diretamente em cursos d'água.

Cerca de 35% dos municípios brasileiros são atendidos pela coleta de esgoto, dos quais 53,5% atendem somente a população urbana. O Brasil coleta 68,2% de todo esgoto gerado e trata somente 37,9% desse volume. Especificamente, a região Sudeste coleta 71,8% do total gerado e trata apenas 40% deste, sendo precedida pelo Centro-Oeste, cuja região trata 43,1% do efluente gerado (SNIS, 2010).

Com isso, os mananciais se tornam cada vez mais contaminados não só com microrganismos patogênicos, mas também com diversas substâncias químicas, para muitas das quais, segundo Gama (2012), ainda não há legislação vigente.

Estudos relatam que essas substâncias, denominadas disruptores endócrinos ou contaminantes emergentes, podem ser responsáveis por vários problemas de saúde, bem como mutações gênicas em organismos aquáticos, além do que os efeitos acumulativos ainda não foram adequadamente estudados. Dentre elas, estão os fármacos, drogas ilícitas, pesticidas, hormônios, metais pesados, produtos de higiene pessoal, etc.

Dessa forma, faz-se necessário o monitoramento dessas substâncias, pois os seres humanos e os ecossistemas estão sendo continuamente expostos a novos contaminantes em todo mundo, inclusive nas regiões costeiras.

Segundo MOURA et al (2012), a relação entre saúde pública e a saúde dos oceanos é diretamente proporcional devido ao aumento do número de pessoas que vivem em áreas costeiras, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, as quais são altamente vulneráveis à variabilidade climática e a eventos extremos.

Logo, por ser uma área de transição, a qual sofre influência direta do continente, da atmosfera e dos oceanos, os estuários também se caracterizam como áreas de grande interferência antrópica, devido principalmente pelas atividades de moradia, portos, turismo, navegação, esporte e pesca, dentre outras atividades (TEIXEIRA; PATRÍCIO, 2008).

O rio Juqueriquerê nasce na Serra do Mar e desemboca na Praia do Porto, no município de Caraguatatuba (SP). Com extensão aproximada de 13 km, o rio tem uma zona estuarina de 4,0 km e apresenta regime de micromarés, semidiurnas. É o maior rio navegável da região. Impactos como: lançamento inadequado de esgoto e de resíduos sólidos, dragagem, retirada de areia, erosão, chorume, queimadas, ocupação irregular das áreas de preservação, além de contaminações a partir da lavagem de embarcações pelas marinas, têm contribuído para prejudicar a qualidade do rio (CARVALHO et al, 2013; PETROBRAS, 2007; SÃO PAULO, 2007).

Para detectar e localizar as fontes de contaminação é de grande utilidade dispor de indicadores adequados. O indicador (ou marcador) ideal é aquele que permite determinar, de forma inequívoca, a fonte e a magnitude da contaminação (MOURA et al, 2012).

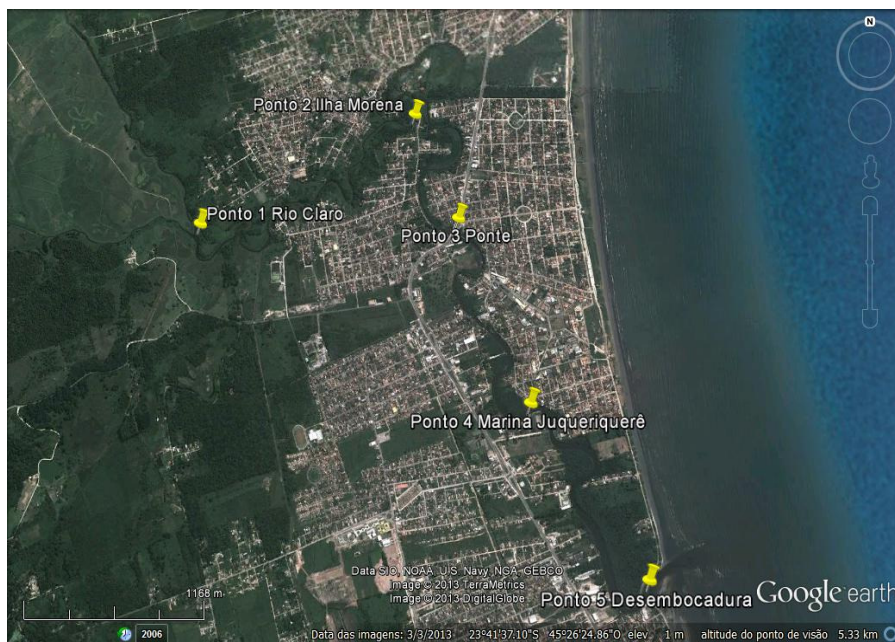
Um potencial indicador de contaminação humana é a cafeína, objeto deste trabalho, amplamente consumida pela população. Concentrações de cafeína entre 5,2 e 1600 ng.L<sup>-1</sup> têm sido encontradas em ambientes costeiros impactados.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar as concentrações de cafeína em amostras de água superficial e estuarina do rio Juqueriquerê e em água tratada, pois entende-se que no ecossistema, onde haja o marcador, contaminantes emergentes ali estão depositados, prejudiciais tanto para as espécies aquáticas, como para o homem.

## **METODOLOGIA**

O plano amostral é composto por 4 campanhas para coletas de dados em diferentes épocas do ano: verão (fev/2013) e outono (maio/2013) as quais já foram realizadas; inverno (ago/2013) e primavera (nov/2013), completando-se assim o ciclo das 4 estações do ano. Foram escolhidas sazonalidades distintas, por se tratar de região turística.

As amostras vêm sendo coletadas em 5 pontos distribuídos ao longo do percurso do rio Juqueriquerê (figura 1), na área urbana de Caraguatatuba (SP), até sua desembocadura na praia de Porto Novo: Ponto 1 (antes do rio adentrar a cidade - Rio Claro), Pontos 2 e 3 (perímetro urbano central – Ilha Morena e Ponte, respectivamente), Ponto 4 (em frente à Marina Juqueriquerê) e Ponto 5 (desembocadura). Esses pontos estão localizados em áreas de maior contingente populacional e em bairros cuja condição sanitária apresenta-se mais crítica.



**Figura 1: Localização dos pontos de coleta. Fonte: Google Earth (2012)**

A coleta dessas amostras, ao longo do rio e do estuário, considera os diferentes usos do solo, períodos de chuva e seca, ambas sob maré de quadratura, o que reduz a influência da água salgada na dinâmica local e seus processos de mistura.

Além disso, 1 amostra de água tratada, pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), tem sido coletada numa das residências do município.

A detecção da cafeína tem sido realizada mediante extração em fase sólida (SPE) e cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), com detector de arranjo de diodos (DAD). As amostras ainda se encontram em análise laboratorial e deverão ser comparadas às demais variáveis para apresentação no IV ConGeA 2013.

Além da cafeína, também têm sido realizadas análises tradicionais de qualidade da água: DBO, P, N, dentre outras, como salinidade, DQO, sólidos totais, turbidez, condutividade, acidez, carbono orgânico total, para uma melhor caracterização da qualidade ambiental desses corpos d'água.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Os resultados dos parâmetros físico-químicos sugerem uma significativa variabilidade na qualidade da água entre as épocas analisadas, em pontos amostrais suscetíveis à interferência antrópica, ao regime pluviométrico, ao efeito de marés e às fontes naturais. Exemplo disso, DBO aumentou de 3,56 para 35,18 mg.L<sup>-1</sup>, verão e outono, respectivamente (figura 2).

Espera-se que haja cafeína nas amostras coletadas no rio Juqueriquerê e que suas concentrações estejam entre 5,2 e 1600 ng.L<sup>-1</sup>, cujos limites têm sido verificados em ambientes costeiros impactados, conforme literatura pesquisada. Além disso, aguarda-se que os valores para cafeína sejam discrepantes entre as sazonalidades pesquisadas, considerando-se que a região sofre influência do turismo, o que pode aumentar até 9 vezes o n° de pessoas flutuantes na região.

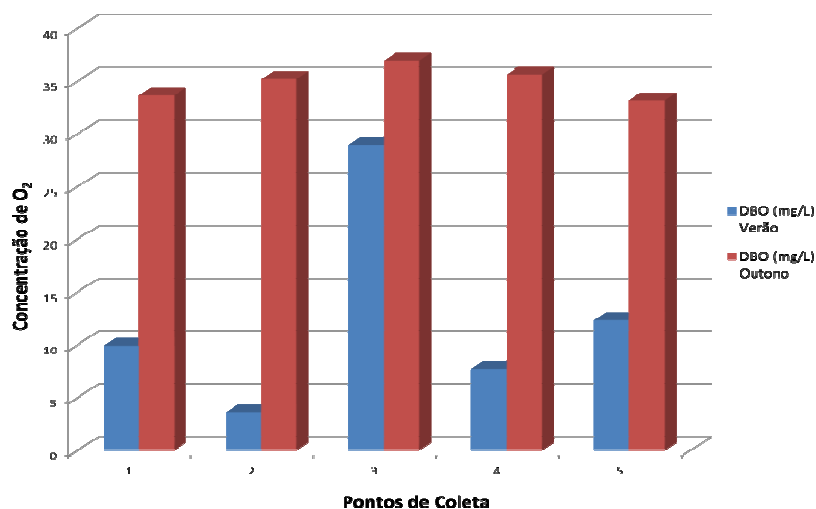


Figura 2: Resultados para DBO – verão e outono de 2013

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tem sido possível determinar os parâmetros físico-químicos, bem como observar sua variabilidade entre as sazonalidades distintas. Logo, espera-se que a cafeína, enquanto indicador de esgoto sanitário em corpos hídricos, também se apresente em concentrações distintas nas épocas analisadas. Como as amostras para determinação de cafeína ainda se encontram em análise laboratorial, os resultados obtidos deverão ser comparados àqueles das demais variáveis, de forma a estimar estatisticamente o comportamento da cafeína em relação aos parâmetros físico-químicos, para apresentação no IV ConGeA 2013.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A. R.; NETO, J. N. P.; MOURA, L. M.; FERNANDES, G. A.; FIGUEIREDO, M. A. M.; FARIA, E. D. (2013). *Environmental diagnosis of the soil usage and the water resources preservation of Juqueriquerê river's basin river system*. Trabalho apresentado no XI JAPAN/BRAZIL INTERNATIONAL WORKSHOP. Caraguatatuba, SP.
- GAMA, M. R. Processos Fenton como Alternativa na Remoção de Interferentes Endócrinos e Outros Micropoluentes Ambientais. *Revista Virtual de Química*, v. 4, nº 6, 2012. Disponível em: <<http://www.uff.br/RVQ/index.php/rvq/article/view/299/283>>. Acesso em 23 de junho de 2013.
- MOURA, J. F.; ROGES, E. M.; SOUZA, R. L.; SICILIANO, S.; RODRIGUES, D. P. *Biodiversity Conservation and Utilization in a Diverse World*. Marine Environment and Public Health. INTECH, Cap. 11, 2012. p.263-284. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/biodiversity-conservation-and-utilization-in-a-diverse-world/marine-environment-and-public-health#article-front>>. Acesso em 05 de janeiro de 2013.
- PETROBRÁS. Petróleo Brasileiro S.A. *Estudo de Impacto Ambiental. Atividade de Produção de Gás e Condensado no Campo de Mexilhão, Bacia de Santos*. Brasil, 2007. p.269-303.
- SÃO PAULO (Estado). *Ato Legal*. 2007. Disponível em: <[hidroweb.ana.gov.br/cd3/sp.doc](http://hidroweb.ana.gov.br/cd3/sp.doc)>. Acesso em 22 de junho de 2013.
- SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SNIS). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2010*. Brasília: MCIDADES, SNSA, 2012. 448p.
- TEIXEIRA, H.; PATRÍCIO, J. *Gestão de Estuários e Directivas Europeias*. 2008. 60f. Trabalho - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra. Coimbra, 2008.