

## IV-036 – DETERMINAÇÃO DA CAFEÍNA EM MANANCIAL DE SUPERFÍCIE EM TEREZÓPOLIS DE GOIÁS

**Patrícia Pereira Ribeiro Keller<sup>(1)</sup>**

Farmacêutica Bioquímica pela Universidade Federal de Goiás. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente (PPGEMA/UFG). Técnica em Saneamento na SANEAGO.

**Nora Kátia Saavedra del Aguila**

Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP. Professora adjunta da Universidade Federal de Goiás (UFG/EEC/PPGEMA).

**Camila Ferreira dos Santos**

Graduanda em Engenharia Civil pela PUC-GO. Graduanda em Tecnologia em Saneamento Ambiental pelo IFG-GO.

**Keyle Borges e Silva**

Farmacêutica Bioquímica pela Universidade Federal de Goiás. Mestre em Engenharia do Meio Ambiente (PPGEMA/UFG). Bioquímica na SANEAGO.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Fued José Sebba, 1245, Jardim Goiás - Goiânia - GO - CEP: 74805-100 - Brasil - Tel.: (62) 3243-3589 - e-mail: patriciakeller@saneago.com.br

### RESUMO

A legislação brasileira de recursos hídricos não contempla em seus requisitos o monitoramento de poluentes emergentes. No entanto, é de preocupação cosmopolita, principalmente no meio científico, os efeitos adversos que estes compostos acometem à biota aquática e até mesmo aos seres humanos. A cafeína é um alcaloide que atua como indicador de contaminação antropogênica por água residuária, principalmente em regiões com maior densidade demográfica e com despejo de efluente recente (IDE e ARTIGAS, 2012). O município de Terezópolis de Goiás está totalmente inserido na Área de Proteção Ambiental do Ribeirão João Leite e vislumbra a expansão urbana nesta região. Com o intuito de avaliar o impacto negativo da cidade já existente sobre o manancial, foi quantificada cafeína no Ribeirão João Leite através de método cromatográfico de alta resolução (HPLC); inferindo a presença de poluentes emergentes, principalmente os desreguladores endócrinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cafeína, Poluentes Emergentes, HPLC, Ribeirão João Leite, Terezópolis de Goiás.

### INTRODUÇÃO

A cafeína é uma metilxantina encontrada naturalmente em plantas como *Camellia sinensis* (chá), *Paullinia cupana* (guaraná), café arábica. Essa substância é utilizada também como pesticida natural, estimulante metabólico e neurológico, redutor de fadiga física, ativador do sistema de alerta. A eliminação metabólica ocorre pela via cinética de primeira ordem, meia vida variável, metabolismo hepático pela enzima *isozyme 1A2* do citocromo P450, inibidor competitivo dos receptores de adenosina (TAVARES e SAKATA, 2012). É uma droga utilizada em larga escala e em combinação com várias substâncias, principalmente fármacos (SARKER e NAHAR, 2007).

Pescara e Jardim (2011) avaliaram a capacidade de remoção da cafeína em estações de tratamento de água – ETA e esgoto – ETE concluindo que aproximadamente 40% podem ser removidos em ETA, enquanto pouco mais de 98% pode ser removido através de tratamento biológico em ETE.

Sampaio e colaboradores (2012) avaliaram na bacia do Alto Iguaçu, em região metropolitana de Curitiba, concentrações de cafeína em manancial de superfície (Rio Iguaçu, Rio Belém e Rio Barigui) e verificaram que em todos os pontos amostrados havia concentrações de cafeína ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) porém em concentrações variadas conforme sazonalidade, que está relacionada com a diluição do composto. As maiores concentrações foram encontradas no Rio Belém, com valor máximo de  $66,28 \mu\text{g.L}^{-1}$ ; nesta região 90% do esgoto lançado no rio tem origem doméstica e 10% tem origem industrial. Enfim, considera a cafeína um traçador de atividade antrópica sugestivo de presença de contaminantes emergentes capazes de causar efeitos tóxicos (produtos farmacêuticos,

produtos de higiene pessoal, drogas ilícitas, hormônios sexuais, subprodutos industriais, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e outros).

Metcalf e colaboradores (2003) estudaram a região dos Grandes Lagos (Lago Ontário e Lago Erie) no Canadá analisando água de superfície e efluente final de Estações de Tratamento de Esgoto – ETE nas cidades de Windsor, Harbour e Peterborough. Ao analisar drogas de caráter ácidas e neutras, verificaram que a cafeína geralmente estava presente em efluentes e águas superficiais. A maior concentração de cafeína foi encontrada em efluente final de ETE na cidade de Windsor ( $0,677 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) e os demais pontos de monitoramento tiveram em média  $0,026 \mu\text{g.L}^{-1}$ . Foram detectados também antidepressivos (fluoxetina), antibióticos (trimethoprim), analgésicos e anti-inflamatórios (ibuprofeno, fenoprofen, ketoprofen, diclofenaco, naproxen e indometacina), antiepiléticos (carbamazepina), vasodilatadores (pentoxifilina), antineoplásicos (ciclofosfamida) e reguladores lipídicos (gemfibrozil, atorvastatin, ácido clofibrato e bezafibrato).

A cafeína, enquanto indicador de atividade antropogênica, é responsável por delinear a inserção humana no recurso hídrico. Os micropoluentes necessitam ser minuciados quanto aos efeitos toxicológicos em corpos hídricos e em caso de ingestão, para que sua significância seja enaltecida e considerada. A cafeína é um indicador em ascensão nas pesquisas ambientais e pode ser utilizada em processos de triagem para estudos específicos (TAVARES, SAKATA, 2012).

Terezópolis de Goiás possui uma população de 7.262 habitantes com taxa de crescimento geométrico populacional anual de 2,57%; segundo Instituto Mauro Borges (2014). No banco de dados cadastrais da Secretaria da Fazenda, na Declaração de Informações Econômico-Fiscais, consta no município 14 indústrias (produtos minerais não metálicos, metalúrgica, material de transporte, mobiliário, química, vestuário, calçados e artefatos de tecido, editorial e gráfica), 28 atividades comerciais, 51 produtores agrícolas, 72 produtores pecuaristas.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo determinar a concentração de cafeína no Ribeirão João Leite em Terezópolis de Goiás, a fim de evidenciar a atividade antropogênica junto ao recurso hídrico da região.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo é o Ribeirão João Leite localizado no município de Terezópolis de Goiás, Goiás – Brasil (Figura 1). O ponto de amostragem (PT2) está localizado sob ponte neste município na coordenada 701523/8177751 UTM (E/N), zona 22 K. A bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite constitui-se de sistema lótico e sistema lêntico (Reservatório do Ribeirão João Leite). O ponto PT2 está na intersecção dos dois sistemas, sendo responsável pela contribuição ao reservatório (uso de regularização de nível da bacia e abastecimento público) da maior parte do lixiviado, drenagem urbana e rejeitos.



**Figura 1 – Ribeirão João Leite (PT2) localizado no município de Terezópolis de Goiás, inserido na bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite, à montante do reservatório, na região Centro-Oeste do Brasil**

Foram realizadas seis (6) coletas bimestrais no ano de 2014 na porção fótica do manancial, considerando a sazonalidade. As amostras foram coletadas em frasco âmbar de um (1) litro, acidificadas a pH 2 e filtradas em membranas com  $0,45 \mu\text{m}$  de malha, extraídas em cartucho SPE a vácuo, eluídas com 9 mL de metanol e concentradas com gás nitrogênio em banho-maria ( $45^\circ\text{C}$ ) a 1 mL. A análise foi realizada em cromatógrafo líquido de alta resolução equipado com detector UV-Vis a 274 nm. Utilizou-se uma coluna  $\text{C}_{18}$  com retenção de partículas de  $5 \mu\text{m}$ , fase móvel isocrática de água e mistura reagente (acetonitrila e metanol 1:1) a 50%, com fluxo de  $1 \text{ mL.min}^{-1}$  e tempo de retenção entre 1,6 a 1,8 minutos; cuja curva de calibração possui

linearidade de 0,9998 ( $r^2$ ); este procedimento é uma adaptação do método 1694:2007 do EPA, que foi validado.

Para tanto, utilizou-se dos materiais, equipamentos e infraestrutura do Laboratório de Águas da SANEAGO, certificado nos requisitos legais da ABNT NBR ISO 9001:2008 e acreditado pela Rede Metrológica Goiás segundo ABNT NBR ISO 17025:2005; e do Laboratório de Saneamento da EEC/UFG. Os resultados obtidos foram tabulados e a estatística descritiva foi aplicada (VIRGILLITO, 2004). As concentrações de cafeína foram quantificadas em  $\text{mg.L}^{-1}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A sazonalidade está relacionada à concentração obtida da cafeína, sendo observado o efeito de diluição da cafeína no período de chuva e concentração no período de seca (POLTEV *et al.*, 2014). Os resultados obtidos estão organizados na Tabela 2.

Considerando que a cafeína possui meia-vida de 0,8 dias em ambientes aquáticos, este indicador revela a presença de possíveis efluentes recentes como aporte do Reservatório do Ribeirão João Leite (USP, 2011). Desta forma, tem-se evidência da necessidade em considerar parâmetros que suplantam a legislação em vigor conseguir com o intuito de mapear o real impacto da urbanização frente ao manancial em questão, haja vista que a qualidade do mesmo está relacionada ao procedimento e custo operacional da subsequente estação de tratamento de água, que tem por finalidade o abastecimento público da capital Goiânia e região metropolitana.

As concentrações obtidas durante monitoramento estão apresentadas na Tabela 2, sendo o valor mínimo não detectado e o valor máximo de 0,8322  $\text{mg.L}^{-1}$  no mês de junho, quando se observa baixo índice pluviométrico na região.

**Tabela 2 – Resultados de cafeína determinados por HPLC no Ribeirão João Leite em 2014**

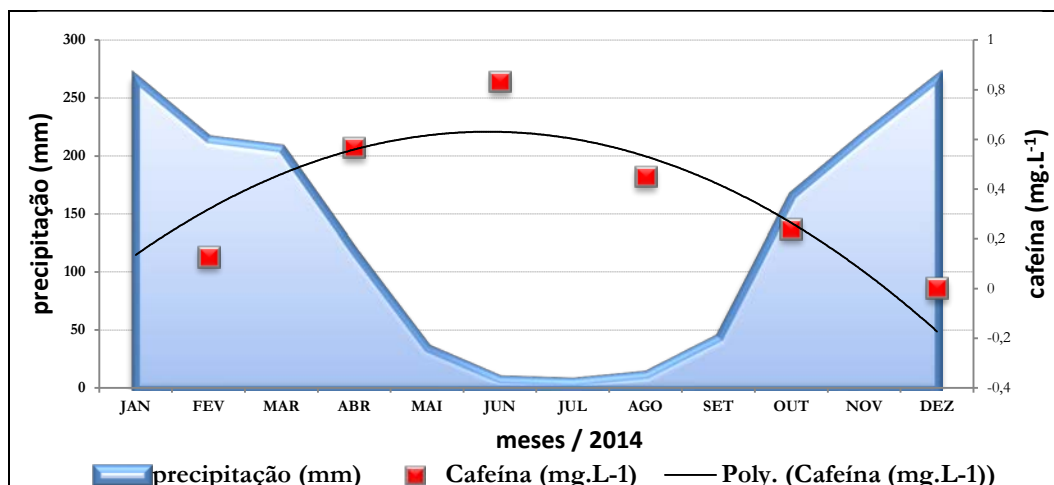
Coleta	Cafeína ( $\text{mg.L}^{-1}$ )
Fevereiro	0,1273
Abril	0,5669
Junho	0,8322
Agosto	0,4498
Outubro	0,2399
Dezembro	ND

ND – não detectado

Conforme os resultados plotados na Figura 2 é possível afirmar que, considerando a cafeína indicador de atividade antropogênica e sua presença em esgoto doméstico, o Ribeirão João Leite está contaminado no ponto monitorado por este rejeito. Salientando que em período de chuva a linha de tendência é sugestiva de diluição da amostra e em período de seca há concentração da mesma.

Sampaio e colaboradores (2012) ao estudarem a bacia do Alto Iguaçu em Curitiba detectaram no Rio Belém o valor máximo da pesquisa de 66,28  $\mu\text{g.L}^{-1}$  e considerou que a alta densidade demográfica e a ausência de sistema de coleta e tratamento de esgoto justifica tal contaminação. Em Terezópolis de Goiás o Ribeirão João Leite atingiu valor máximo de 0,8322  $\text{mg.L}^{-1}$ , o equivalente a 832,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$  de cafeína, resultado este 12,55 vezes superior ao quantificado no Rio Belém.

Discrepante também é o valor entre o Ribeirão João Leite e o Rio Umgeni localizado na cidade de Durban em KwaZulu-Natal na África do Sul sendo que a maior concentração de cafeína foi quantificada no sedimento, valor de 2243,52  $\text{pg.L}^{-1}$ ; equivalente a 0,0022  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (MATONGO *et al.*, 2015). A população local foi responsabilizada por contribuir para a carga de poluentes farmacêuticos no manancial.



**Figura 2 – Cafeína quantificada no Ribeirão João Leite em 2014, relacionada com o índice pluviométrico dos últimos 30 anos (1983 a 2013) no município de Terezópolis de Goiás**

## CONCLUSÃO

A qualidade do manancial de superfície utilizado para abastecimento público reflete diretamente na operação dispensada em estações de tratamento de água. Observando que as legislações pertinentes ao Ministério do Meio Ambiente e ao Ministério da Saúde no Brasil determinam os padrões de qualidade que devem ser cumpridos, os estudos científicos analisam tendências evolutivas da qualidade das águas superficiais em várias vertentes de abordagens que suplantam a dinâmica da qualidade hídrica.

Os micropoluentes necessitam ser minuciados quanto aos efeitos toxicológicos em corpos hídricos e em caso de ingestão para que sua significância seja enaltecida e considerada. A cafeína é um indicador de atividade antropogênica em ascensão nas pesquisas ambientais e pode ser utilizada em processos de triagem para estudos específicos.

No que concerne o resultado desta pesquisa é relevante salientar a necessidade de monitoramento ostensivo no Ribeirão João Leite para que impactos ambientais e antrópicos não comprometam a qualidade hídrica deste manancial que visa o abastecimento público.

## AGRADECIMENTOS

Ao PPGEMA/UFG, SANEAGO e FAPEG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IDE, A. H.; ARTIGAS, A. V. Utilização da cafeína como traçador de atividade antrópica na Bacia do Alto Iguaçu. 2012. Disponível em <<http://www.repositorio.roca.utfpr.edu.br>>
2. EPA. Environmental Protection Agency. Methods 1694: Pharmaceuticals and personal care products in water, soil, sediment, and biosolids by HPLC/MS/MS. December, 2007.
3. METCALFE, Chris D.; MIAO, Xiu-Sheng; KOENIG, Brenda G.; STRUGER, John. Distribution of acidic and neutral drugs in surface Waters near sewage treatment plants in the lower great lakes, Canada. Environmental toxicology and chemistry. v. 22, n. 12, 2881-2889 p., 2003.
4. PESCARA, Igor C.; JARDIM, Wilson F. Remoção de cafeína em estações de tratamento de água e esgoto. 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Florianópolis: SC, 2011. Disponível em <<http://www.sbq.org.br/34ra/>>
5. POLTEV, Valeri; RODRIGUEZ, Efrén; DERIABINA, Alexandra; GONZALEZ, Eduardo; POLTEVA, Nina. Computational study of possible complexes of caffeine and adenosine with adenosine receptor fragments. Computational and Theoretical Chemistry. v. 1043, 17-23 p., 2014.

6. SAMPAIO, Naira Mariana Fiori Monteiro; AZEVEDO, Júlio César Rodrigues de; IDE, Alessandra Honjo; SANTOS, Maurícius Marques; LEITZKE, Filipe Leonardo dos Santos; LEITZKE, Filipe Leonardo dos Santos; PADILHA, Camila Fernanda. Determinação da cafeína em águas da bacia do Alto Iguaçu. SICITE XVII. UTFPR, 2012.
7. SHARKER, S. D.; NAHAR, L. Chemistry for pharmacy students: general, organic and natural product chemistry. Wiley: England, 2007.
8. TAVARES, C.; SAKATA, R. K. Cafeína para o tratamento de dor. Revista Brasileira de Anestesiologia. Campinas: SP, v. 62, n. 3, 2012.
9. USP. U.S. Pharmacopeia. The Standard of Quality. Reference Standard. USP Certificate. Caffeine 200mg, 2011.
10. VIRGILLITO, Salvatore Benito. Estatística aplicada. Editora Alfa-Omega: SP, série 1, v. 3, 2004.