

## IV-092 – PERFIL DAS CONDIÇÕES HÍDRICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE – GO, 2011 – 2013

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

Farmacêutica Bioquímica (1998) pela Universidade Federal de Goiás. Mestranda em Engenharia do Meio Ambiente pelo Programa de Pós-graduação da Escola de Engenharia do Meio Ambiente (EEC/UFG). Técnica Industrial do Laboratório de Água da SANEAGO-GO.

**Nora Kátia Saavedra del Aguila**

Bióloga (1995), Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos - USP (2002) e Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos-USP (2007). Pós-doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos-USP (2009). Professora adjunta da Universidade Federal de Goiás.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Vereador José Monteiro, 1953 –Saneago, P-SLA, Setor Negrão de Lima - Goiânia - GO - CEP: 74650-300 - Brasil - Tel.: + 55 (62) 32699822 - e-mail: [patricia.keller@hotmail.com](mailto:patricia.keller@hotmail.com)

### RESUMO

A atividade antrópica rompe o equilíbrio natural dos mananciais gerando preocupação com a qualidade da água. Desta forma, apresenta-se estudo sistêmico do Índice de Qualidade da Água (IQA) na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, localizada no Estado de Goiás. Avaliou-se a contribuição de tributários, enquanto aporte de carga orgânica e inorgânica e efeito sobre o Reservatório do Ribeirão João Leite. Os dados analíticos de 2011 a 2013 evidenciaram que o processo de autodepuração do Ribeirão João Leite em seu sistema lótico não está impactando significativamente seu sistema lêntico, que é o reservatório destinado ao abastecimento público de Goiânia e região metropolitana. No entanto, este é um caso plausível de prognóstico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, IQA (Índice de Qualidade da Água), perfil hídrico.

### INTRODUÇÃO

O recurso hídrico possui dinâmica própria que pode ser afetada por atividades antrópicas, bióticas e de natureza física. Essas interfaces dos recursos hídricos apresentam-se de forma contextual ao setor do saneamento básico, segundo perspectiva analítica.

No Estado de Goiás a Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite representa as primícias de responsabilidade da gestão do saneamento básico, que visa associar qualidade e quantidade hídrica em prol do abastecimento público efetivo; para tanto, a empresa Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO realiza o monitoramento dessa bacia segundo exigência legislativa brasileira (CONAMA nº 357/2005). Todavia, o monitoramento deve ser também a oportunidade para pesquisas científicas, que almejam não só cumprir a legislação, mas que anseiam por conhecimentos de grandes maiores (BRASIL, 2005).

Almejando-se níveis de salubridade ambiental, a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais da Agência Nacional de Água (RNQA-ANA), através da Resolução nº 903/2013, enfatiza a necessidade de analisar tendências evolutivas da qualidade das águas superficiais. Analisando a Portaria MS nº 2914/2011, CONAMA nº 357/2005, CONAMA nº 430/2008 (BRASIL, 2011a), Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), é evidente a preocupação governamental brasileira com relação à saúde humana e ambiental (BRASIL, 1997).

Desta forma, baseando-se na perspectiva intrínseca do meio ambiente, com o objetivo de determinar o grau de qualidade do sistema lótico e lêntico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, além de contribuir para seu diagnóstico, determinou-se a relação entre as variáveis consideradas e seus impactos através do IQA; observando a ocorrência de dois ciclos hidrológicos (seca e chuva).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A O trabalho foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, que possui em média 770,18 km<sup>2</sup> entre Ouro Verde de Goiás e Goiânia e declividade de 1,76 m.km<sup>-1</sup> (VEIGA, CARDOSO, LINO, 2011).

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite é uma sub-bacia do Rio Meia Ponte que abrange os municípios de Ouro Verde de Goiás, Campo Limpo, Anápolis, Nerópolis, Goianápolis, Terezópolis, Goiânia e suas águas jurisdicionais. A extensão da bacia apresenta 665,2 km de sistema lótico e não mais que 15 km de sistema lêntico.

### Pontos de Amostragem

Foram definidos 11 pontos de amostragem, monitorados bimestralmente, durante o período de 2011 a 2013 (Figura 1). Os dados foram obtidos através do Laboratório de Águas da empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO).

Considerou-se como escopo o paredão do Reservatório do Ribeirão João Leite (ponto 1), Ribeirão João Leite em Terezópolis (ponto 2), Córrego Bandeira (ponto 3), Córrego Jenipapo (ponto 4), Córrego Jurubatuba (ponto 5), Córrego Rosa (ponto 6), Córrego Descoberto (ponto 7), Córrego Maria Paula (ponto 8), Córrego Posse (ponto 9), Córrego Mata Pasto (ponto 10) e Córrego Pedras (ponto 11).



**Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem**

Os parâmetros tratados em análises multivariadas foram representados na tabela 1. Os dados analíticos do trabalho foram organizados, refinados (média anual) e caracterizados graficamente considerando o período de seca e chuva.

**Tabela 1 – Variáveis analisadas nos pontos amostrados.**

Variáveis	Método (APHA, 2012)
Temperatura ambiente e da água (°C)	2550-B (termômetro)
Cor (uH)	2120-E (colorímetro)
Turbidez (NTU)	2130-B (turbidímetro)
pH	4500-B (potenciômetro)
Série nitrogenada (mg.L <sup>-1</sup> )	4500-NH <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (espectrofotômetro)
Fósforo total (mg.L <sup>-1</sup> )	4500-P B (espectrofotômetro)
OD (mg.L <sup>-1</sup> )	4500-O C (titulação)
DBO (mg.L <sup>-1</sup> )	5210-B (titulação)
Sólidos (mg.L <sup>-1</sup> )	2510 (gravimetria)
<i>Escherichia coli</i> (NMP.mL <sup>-1</sup> )	9221-F (substrato enzimático)
Ferro solúvel (mg.L <sup>-1</sup> )	3500-Fe B (espectrofotômetro)
Manganês (mg.L <sup>-1</sup> )	3500-Mn B (espectrofotômetro)

A metodologia utilizada para verificar o perfil das condições hídricas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite foi o Índice de Qualidade da Água (IQA). Na primeira etapa do trabalho realizou-se saídas de campo para verificar as condições *in locu* (Tabela 2) em comparação aos dados laboratoriais obtidos.

**Tabela 2 – Descrição dos pontos de amostragem**

<b>Pontos de coletas</b>	<b>Coordenada UTM (E/N)</b>		<b>Descrição do ponto</b>
	<b>E</b>	<b>N</b>	
			<b>Características provenientes de visita em campo</b>
1A	690700	8167711	Paredão superfície – ponto fótico do Reservatório João Leite, próximo à coluna de tomada de água em profundidade visando captação de abastecimento público. Mata ciliar densa, pertencente à Área de Proteção Ambiental João Leite; zona rural
1B	690700	8167711	Paredão meio – ponto de coleta com profundidade abaixo da zona fótica (ponto 1A).
1C	690700	8167711	Paredão fundo – ponto de coleta afótico abaixo do ponto 1B em profundidade.
2	701523	8177751	Ribeirão João Leite – sob a ponte de Terezópolis/GO este ponto é considerado o ponto de intersecção entre o sistema lótico e lêntico. Apresenta mata ciliar escassa e atividade pecuarista em seu entorno.
3	691441	8172798	Córrego Bandeira – mata ciliar densa à direita da margem e pastagem à esquerda. À montante do ponto de amostragem há agricultura; zona rural. Tributário do sistema lêntico.
4	703500	8187549	Córrego Jenipapo – faixa de mata ciliar estreita tipo cerradão envolvida por áreas de pastagem; zona rural.
5	704752	8196488	Córrego Jurubatuba - ponto vicinal à GO 330 em Campo Limpo com estreita margem de mata ciliar seguida por áreas de pastagem; zona urbana.
6	702152	8175112	Córrego Rosa – às margens da BR 153 e desprovido de mata ciliar, este ponto sofre ação pecuarista direta; zona rural.
7	700138	8179447	Córrego Descoberto – desvio do curso do manancial de superfície, presença de represa. Desprovido de mata ciliar.
8	703377	8178020	Córrego Maria Paula – escassa mata ciliar sob atividade antrópica e agropecuária; zona urbana.
9	701107	8189313	Córrego Posse – ausência de mata ciliar no ponto de coleta. Ao lado da estrada de chão este ponto está sobre influência de atividade antrópica e pecuária; zona rural.
10	702506	8194876	Córrego Mata Pasto - o ponto está desprovido de mata ciliar em área de pastagem; zona rural.
11	702647	8196736	Córrego Pedras - escassa margem de mata ciliar e em sua mediação há uma granja, atividade antrópica e agropecuária; zona rural.

### **Índice da Qualidade da Água**

O Índice da Qualidade da Água (IQA) utilizado neste trabalho é referenciado pela Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2009) e reconhecido nacionalmente adaptado pela CESTESB do NSF. O IQA em questão é determinado pelo produtorário ponderado de nove parâmetros indicadores da qualidade da água: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez.

Todavia, como o Conama nº 357/2005 determina que o monitoramento de coliformes termotolerantes possa ser substituído pelo monitoramento de *Escherichia coli*, este será o parâmetro adotado para determinar o IQA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

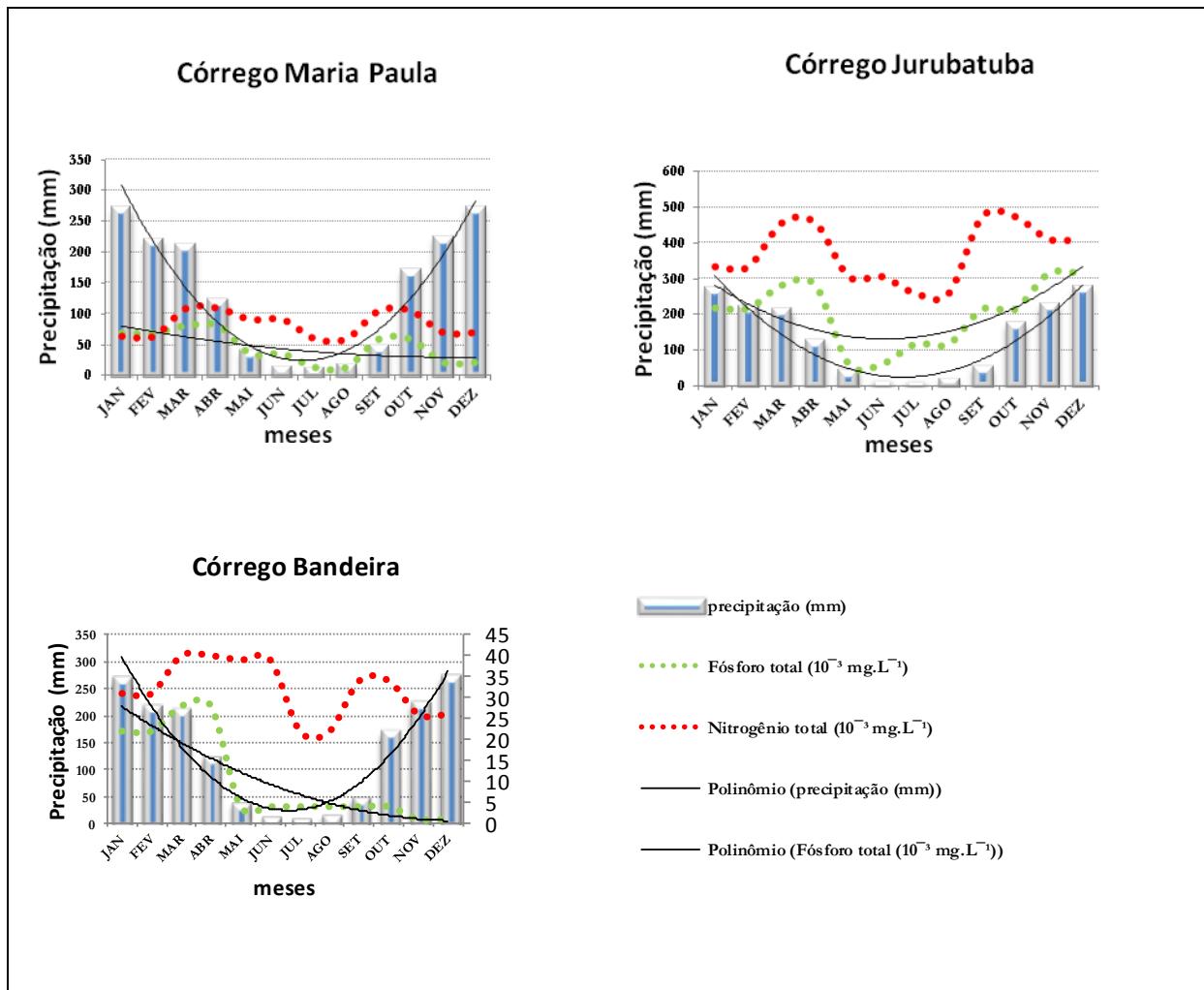
As temperaturas ambientais observadas caracterizam duas variáveis climatológicas médias no período de estudo: estação de chuva (outubro a março) e estação de seca (abril a setembro). Além do padrão da temperatura ambiental a temperatura da água mantém uma variação em torno de 15 a 21°C.

Do ponto de vista sanitário, as partículas em suspensão ou em estado coloidal são interferências da turbidez, que é um parâmetro de natureza limnológica, assim como os sólidos (LIBÂNIO, 2010). Observou-se no estudo tendência proporcional entre a concentração da turbidez e a presença de *Escherichia coli*. Esta inter-relação justifica uma legislação mais restritiva aos limites de turbidez aceitáveis na saída da Estação de Tratamento de Água, como a Portaria MS nº 2914/2011 (BRASIL, 2011b). A *Escherichia coli* é um coliforme termotolerante cujo habitat exclusivo é o intestino de humanos e animais homeotérmicos. Em 2003 Naumova et al. associaram casos de gastroenterites sugestivos de *Escherichia coli* em idosos de Milwaukee com turbidez da água tratada maior que 1 NTU.

A ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social estabelecido no Plano Nacional de Recursos Hídricos – PNRH deve ser considerado quando o objeto de estudo é a qualidade da água bruta no Brasil. Os córregos Jenipapo (1221 NMP/100mL de amostra), Pedras (1142 NMP/100mL de amostra), Jurubatuba (2618 NMP/100mL de amostra) e o Ribeirão João Leite (ponto 2 – 1084 NMP/100mL de amostra) apresentam concentrações elevadas de *Escherichia coli* (considerando média geométrica anual > 1000 NMP/100mL de amostra).

Com este cenário bacteriológico é interessante verificar a dinâmica dos nutrientes nitrogenados e fosfatados (Figura 2). Observa-se que no período de seca os picos de nitrogênio e fósforo coincidem proporcionalmente aos picos pluviométricos. A redução na concentração destes nutrientes não impacta consideravelmente o IQA anual do manancial, pois há o período de chuva que aumenta o volume de água percolado, a lixiviação, além do carreamento de poluentes atmosféricos (ESTEVES, 2011).

Após a construção da Estação de Tratamento de Esgoto em Terezópolis – GO em 2012, a concentração de fósforo total à montante no Córrego Maria Paula apresentou uma redução de 65,82% (SANEAGO, 2012).



**Figura 2 – Condições dos nutrientes em período de chuva e seca.**

As concentrações (médias geométricas anuais) de fósforo dos Córregos Bandeira ( $0,99 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e Jurubatuba ( $0,12 \text{ mg.L}^{-1}$ ) foram superiores ao valor máximo de  $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$  estabelecido na Resolução CONAMA nº 357/2005 para ambientes lóticos classe II (BRASIL, 2005).

Os níveis de nutrientes relacionados à condição de eutrofização são indicadores de monitoramento refinado. Não houve estreapolação do limite máximo da concentração (média geométrica anual) para nitrogênio total; sugerindo que os mananciais em questão apresentam-se em condições favoráveis.

O efeito das variáveis do pH e do oxigênio dissolvido mostrou uma correlação significativa ( $r^2=0,6937$ ), sendo que a coluna vertical no paredão do Reservatório do Ribeirão João Leite obteve importância maior, principalmente no que tange o contraste entre o ambiente fótico e afótico (condição decrescente de oxigênio dissolvido com o aumento da profundidade da coluna de água). No paredão do reservatório também é possível verificar elevado coeficiente de correlação de Pearson entre a cor verdadeira, o ferro solúvel e o manganês variando entre 0,9635 a 0,9999.

Sintetizando as informações obtidas, visando avaliar a qualidade da água bruta nos mananciais estudados, o Índice de Qualidade da Água (Tabela 3) infere a necessidade de atentar-se às condições limites da boa qualidade de água pertencente à Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite.

Salientando que a amostragem é pontual, limitada, e que em outros trechos dos mananciais o perfil pode apresentar-se com outras características.

**Tabela 3 – Avaliação da qualidade da água.**

Amostragem	IQA				
	Ótima 80-100	Boa 52-79	Razoável 37-51	Ruim 20-36	Péssima 0-19
Córrego Bandeira			48		
Córrego Jenipapo		52			
Córrego Posse		56			
Córrego Mata Pasto		55			
Córrego Pedras		52			
Córrego Jurubatuba			47		
Córrego Maria Paula		53			
Córrego Descoberto		58			
Córrego Rosa		52			
Ribeirão João Leite		52			
Paredão – superfície		58			
Paredão – meio		58			
Paredão - fundo		57			

## CONCLUSÕES

O processo de autodepuração do Ribeirão João Leite está eficiente, em relação ao aporte dos tributários; e seu ambiente lótico ao mudar para um ambiente lêntico no reservatório não está comprometendo a qualidade da água, significativamente. No entanto, há influências negativas de condições hídricas pontuais que necessitam ser consideradas.

Para tanto, sugere-se que perante as concentrações de *Escherichia coli* apresentadas nos tributários é interessante o monitoramento da biota mais detalhadamente ao longo da bacia, considerando patógenos emergentes como *Giardia* spp. e *Cryptosporidium* spp. (ESTEVES, 2011), além do Índice de Transformação Antrópica (ORTEGA, CARVALHO, 2013) que justificaria tal impacto antropogênico.

Diante de tantas variáveis, que este trabalho, sobre caracterização do perfil histórico da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite, sirva de alicerce para outros estudos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WPCI. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Washington: S. C., 22<sup>th</sup> ed. 2012.
2. BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: DF, 1997.
3. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: DF, 2005.
4. BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Indicadores de Qualidade – Índice de Qualidade das Águas.** Brasília: DF, 2009. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadoresQA/IndiceQA.aspx>>
5. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 430, 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília: DF, 2011a.
6. BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS nº 2914 de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: DF, 2011b.
7. ESTEVES, Francisco de Assis. **Fundamentos de Limnologia.** Rio de Janeiro: Interciência. 3 ed., 2011.

8. LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água.** Campinas: SP. Editora Átomo. 3 ed., 2008.
9. ORTEGA, Diego Javier Perez; CARVALHO, Sérgio Luís de. Avaliação dos efeitos das atividades antropóficas nos recursos hídricos na sub-bacia hidrográfica do Córrego do Ipê – SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.18, n 3, p. 97-108, 2013.
10. SANEAGO. Saneamento de Goiás S/A. **Saneago inaugura em fevereiro mais uma ETE no Estado.** Goiânia: GO, jan., 2012. Disponível em <<http://www.saneago.com.br>>
11. VEIGA, Aldrei Marucci; CARDOSO, Murilo Raphael Dias; LINO, Natália Cristina. Caracterização Hidromorfológica da Bacia do Rio Meia Ponte. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2011, Maceió. **Anais eletrônico.** Disponível em <<http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=3&ID=81&PUBLICACAO=SIMPOSIOS>>