

Estudo qualitativo da água do Ribeirão Campo Alegre mediante influência da Estação de Tratamento de Esgoto da cidade de Santa Helena de Goiás

Qualitative water evaluation of stream Campo Alegre by influence of sewage treatment plant from the city of Santa Helena de Goiás

Andriane de Melo Rodrigues¹, Édio Damásio da Silva Júnior² e Bruno Botelho Saleh³

¹Graduanda, Departamento de engenharia ambiental, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, Brasil

² Mestre, Departamento de engenharia ambiental, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, Brasil

³ Doutor, Departamento de engenharia ambiental, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, GO, Brasil

Resumo

A disposição final de esgoto sanitário em ambientes aquáticos é uma prática bastante comum, mas que pode implicar em riscos à saúde pública e na qualidade ambiental. Este trabalho objetivou analisar o efeito do lançamento de esgoto sanitário tratado sobre a qualidade da água do Ribeirão Campo Alegre, no município de Santa Helena de Goiás. Foram coletadas e analisadas a qualidade de amostras do esgoto tratado e da água do corpo hídrico, tanto a montante como a jusante do ponto de lançamento, em dois períodos climáticos diferentes. Posteriormente, avaliou-se o atendimento da qualidade do esgoto sanitário tratado e da água do corpo hídrico segundo a legislação ambiental estadual. Observou-se que houve decaimento da qualidade da água do manancial para o período de estiagem e também para o ponto a jusante do lançamento do esgoto. O esgoto tratado atendeu ao estipulado pela legislação quanto ao lançamento em corpos hídricos. Já a qualidade da água do manancial sempre foi característica de corpos hídricos de classe 2, com exceção para o teor de coliformes totais. Em geral, a qualidade do ribeirão em estudo foi alterada significativamente pelo lançamento do esgoto da estação de tratamento segundo a presença de microrganismos patogênicos.

Palavras-chave: Poluição ambiental. Recursos hídricos. Gestão ambiental.

Abstract

The final disposal of sewage in aquatic environments is a fairly common practice, but which can result in risks to public health and environmental quality. This study aimed to analyze the effect of treated sewage launch on water quality of Stream Campo Alegre in the municipality of Santa Helena de Goiás. Were collected and analyzed the quality of samples of treated sewage and water of the stream in upstream and downstream of the release point, in two different climatic periods. Subsequently, were evaluated the quality of treated wastewater and water of the stream under state environmental laws. Was observed a decay of the stream water quality for the dry period and also at the downstream point of sewage disposal. Treated sewage attended the law as stipulated by the release into water bodies. The water quality of the stream has always been characteristic of Class 2 water bodies, except for total coliforms. In general, the quality of the stream under study was significantly altered by the launch of the treated sewage according to the presence of pathogenic microorganisms.

Keywords: Environmental pollution. Water resources. Environmental management.

1 Introdução

A água disponível e acessível ao ser humano é elemento essencial à sua sobrevivência. Porém, em face à má qualidade, serve de veículo para vários agentes biológicos e químicos que refletem em doenças à população. Vários corpos hídricos que margeiam as cidades brasileiras recebem constantemente elevadas cargas de material orgânico e de nutrientes contidas no esgoto sanitário, desprezando, em muitos casos, a capacidade de autodepuração do manancial hídrico, promovendo assim, alterações significativas na qualidade do ambiente aquático (ANDRADE, 2014).

Uma vez que a capacidade de autodepuração do corpo hídrico não seja levada em consideração antes do lançamento do esgoto, suas águas receptoras podem tornar-se impróprias para diversos tipos de usos como o abastecimento público, industrial e agrícola, ou até mesmo segundo a manutenção do equilíbrio ecológico do mesmo (WEI *et al.*, 2009).

Investimentos em serviços de saneamento básico como coleta, tratamento e destino final de esgoto trazem grandes benefícios à saúde da população humana, levando em conta que grande parte das doenças de veiculação hídrica estão relacionadas com o inadequado gerenciamento de esgoto sanitário (CUNHA *et al.*, 2010).

Segundo a última Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada no ano de 2008, a quantidade de municípios brasileiros com serviço de esgotamento sanitário por rede coletora aumentou 3% em relação ao ano de 2000, estando disponível para apenas 55,2% da população. Até este ano, de todos os municípios, apenas 28,5% possuíam algum sistema de tratamento de esgoto (IBGE, 2010).

O lançamento de águas residuárias, oriunda de fontes diversas, pode ser considerado o maior dos componentes de poluição dos corpos hídricos, pois contribuem para aumentar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e a carga de nutrientes nestes ambientes, causando impactos negativos e desestabilização do ecossistema aquático (ODJADJARE & OKOH, 2010).

Esta forma de disposição final de efluentes tratados não é ilegal no Brasil, uma vez que é possível mediante atendimento à resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 430, de 13 de maio de 2011 (CONAMA, 2011), que complementa e altera a resolução nº 357/2005, dispendo sobre condições e padrões de lançamento de efluentes.

A resolução nº 357, de 17 de março de 2005 (CONAMA, 2005), estabelece padrões de classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Em nível estadual, há o decreto n.º 1.745, de 06 de dezembro de 1979 (SUPERINTENDÊNCIA DO MEIO AMBIENTE, 1979), que aprova o regulamento da lei n.º 8.544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle de poluição do meio ambiente. Dentro desta, também há a regulamentação para lançamento de esgoto em corpos hídricos, desde que obedecendo a determinados limites.

Neste sentido, é importante considerar que o efluente a ser lançado no corpo hídrico atinja padrão de qualidade requerido pela legislação, procedendo de tratamento adequado, proporcionando também ao manancial receptor possibilidade de depuração do esgoto lançado e manutenção da qualidade ambiental.

O presente trabalho objetivou analisar o efeito do lançamento do esgoto sanitário da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) sobre a qualidade da água do Ribeirão Campo Alegre, no município de Santa Helena de Goiás, GO.

2 Metodologia

O local referente a este estudo situa-se na região hidrográfica do Ribeirão Campo Alegre (Figura 1) em coordenadas geográficas 17°49'15,6" Sul e 50°33'03,2" Oeste, no município de Santa Helena de

Goiás, no qual há o lançamento de esgoto sanitário oriundo da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) municipal.

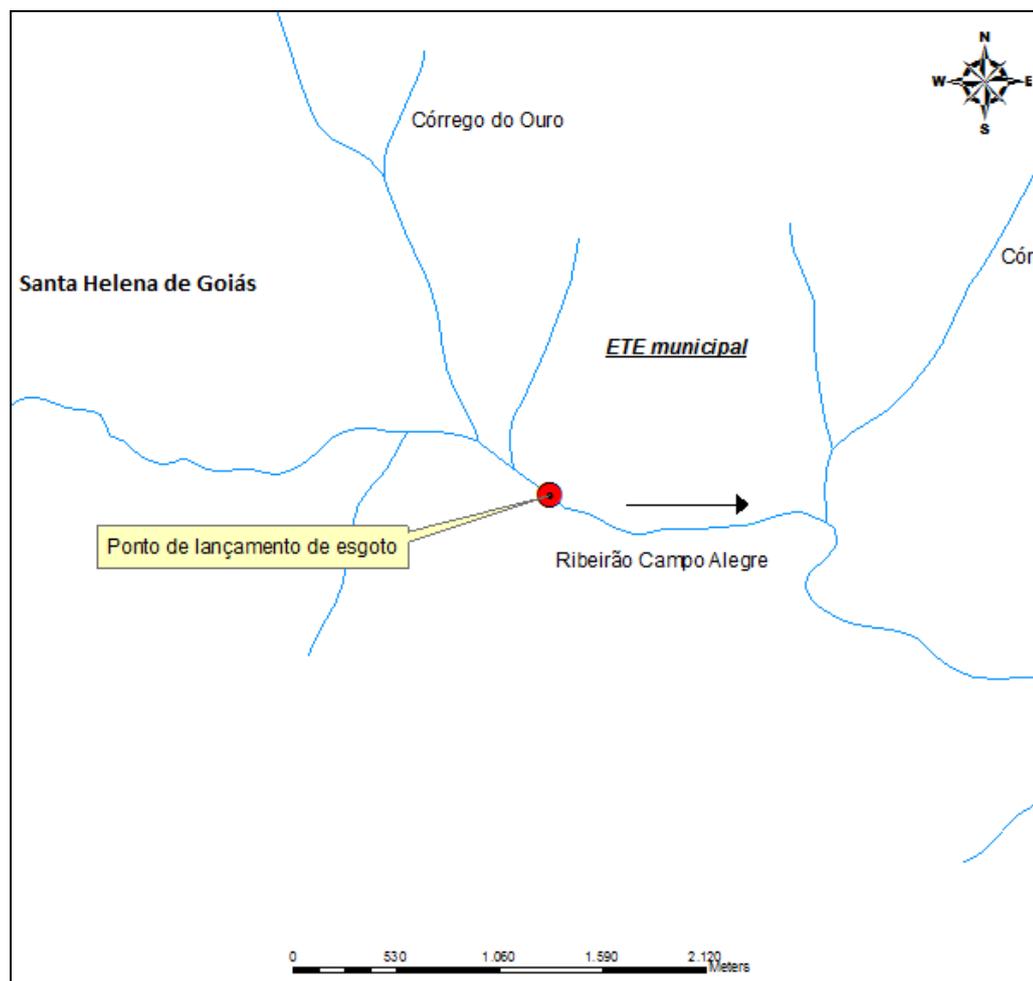


Figura 1 – Imagem representativa da hidrografia do local de estudo.

A vazão média deste corpo hídrico no local de estudo é de cerca de $3.085,3 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$, considerando a área de drenagem de $14.363,7$ hectares no ponto de lançamento de esgoto e a vazão específica média da bacia hidrográfica de $21,48 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$. A área de drenagem foi obtida através do mapeamento e delineamento topográfico do local de estudo utilizando-se o software ArcGIS 9.3™. Já a vazão específica média da bacia hidrográfica foi obtida em Semarh-GO (2012). Posteriormente, multiplicando-se os valores da área de drenagem com o da vazão específica média, obteve-se a vazão média do corpo hídrico no local de estudo.

Foram coletadas amostras de água bruta do corpo hídrico estudado, bem como do esgoto sanitário lançado neste pela ETE municipal.

Esta estação de tratamento situa-se a 400 metros do ponto de lançamento e é constituída por tratamento preliminar (grade e caixa de areia), seguido por três reatores anaeróbios do tipo UASB, com funcionamento em paralelo, três lagoas facultativas, também em paralelo e posteriormente por três lagoas de maturação em série. Após o tratamento, o esgoto tratado é lançado no Ribeirão Campo Alegre a uma taxa média de $34,68 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$.

A água bruta foi coletada a 40 m, tanto a montante (latitude: $17^{\circ}49'13,07''$ sul; longitude: $50^{\circ}33'05,83''$ oeste) como a jusante (latitude: $17^{\circ}49'16,86''$ sul; longitude: $50^{\circ}33'01,35''$ oeste), do ponto de lançamento do esgoto tratado no corpo hídrico (latitude: $17^{\circ}49'16,16''$ sul; longitude: $50^{\circ}33'03,34''$ oeste). Já o esgoto tratado foi coletado na saída da última lagoa de maturação (Figura 2).



Figura 2 – Imagem de satélite com a delimitação do local de estudo, com ênfase nos pontos de coleta de água e esgoto.

A periodicidade das coletas foi semestral, tanto para as amostras de esgoto tratado como de água bruta do corpo hídrico. Foram escolhidos os meses de fevereiro e agosto para avaliação em virtude de abrangerem períodos chuvosos (precipitação média de 198,3 mm/mês) e de estiagem (precipitação média de 26,7 mm/mês), respectivamente (INMET, 2015). O período total de estudo englobou dados dos anos de 2012, 2013 e 2014.

Após coleta, as amostras de água bruta e de esgoto tratado foram levadas ao laboratório para análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Tanto os procedimentos de coleta como de análise laboratorial foram realizadas pela empresa Saneamento de Goiás – SANEAGO, concessionária de saneamento que atua na cidade.

O esgoto sanitário da ETE foi caracterizado segundo os seguintes parâmetros: Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais, sólidos totais fixos (STF), sólidos totais voláteis (STV), sólidos suspensos (SS), óleos e graxas totais, coliformes totais, *Escherichia coli*, temperatura e pH.

A água do Ribeirão Campo Alegre foi caracterizada segundo os seguintes parâmetros: Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD), óleos e graxas totais, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, coliformes totais, *Escherichia coli*, temperatura e pH.

Os métodos analíticos laboratoriais seguem as recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater (APHA, AWWA & WPCF, 2005).

Após caracterização da qualidade do corpo hídrico a montante do ponto de lançamento de esgoto pela ETE, fez-se a comparação destes com os mesmos parâmetros analisados no ponto a jusante, bem como com os parâmetros qualitativos do esgoto lançado pela estação de tratamento em questão. Tanto conceitos teóricos literários como valores qualitativos exigidos pela legislação ambiental estadual foram utilizados para fomentar as discussões.

3 Resultados e discussão

No trecho estudado do corpo hídrico, existe apenas a contribuição de poluentes oriundos do lançamento de esgoto tratado da ETE municipal, que apresenta eficiência média de 77% de remoção de carga orgânica. Ainda assim, mesmo que esgotos sanitários possuam baixos valores de carga orgânica, quando comparados, por exemplo, a efluentes líquidos industriais, existem riscos potenciais de alteração da qualidade da água do corpo hídrico receptor, principalmente em relação à presença de microrganismos patogênicos. A Tabela 1 apresenta as características do esgoto sanitário tratado e que é lançado no corpo hídrico em estudo.

Tabela 1 - Valores médios (dos anos de 2012, 2013 e 2014) do esgoto sanitário tratado pela ETE nos meses em estudo em comparação com a legislação ambiental estadual

Parâmetros	Fevereiro	Agosto	Legislação estadual (decreto n.º 1.745/1979)
Temperatura (°C)	26,0	26,0	< 40
DBO (mg.L ⁻¹)	57,3	38,3	< 60
DQO (mg.L ⁻¹)	131,0	179,7	-
pH	8,6	8,3	5 – 9
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	397,7	443,7	-
STF (mg.L ⁻¹)	250,0	251,3	-
STV (mg.L ⁻¹)	147,7	192,3	-
SS (mg.L ⁻¹)	76,3	93,7	-
Óleos e graxas (mg.L ⁻¹)	34,1	<10	< 100
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	>2,4x10 ⁴	>2,4x10 ⁴	-
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	336,6	138,3	-

Nota: O símbolo “-” significa que a legislação não contempla o parâmetro em questão.

Certos parâmetros do esgoto sanitário tratado (DBO, temperatura, óleos e graxas e pH) atendem ao estabelecido pela legislação ambiental do Estado de Goiás, segundo sua disposição final em corpos hídricos, implicando que tendem a não promover impactos no ambiente aquático uma vez que lançados no mesmo.

Os demais parâmetros apresentados na Tabela 1 não são contemplados pela legislação ambiental do estado e nem pela de âmbito federal. Entretanto, isso não implica que não podem impactar de maneira negativa a qualidade do corpo receptor.

Os microrganismos, por exemplo, quando patogênicos estão associados a doenças de veiculação hídrica, por terem em comum sua origem nas fezes de indivíduos doentes. De acordo com Cunha et al. (2010), a existência de coliformes e *Escherichia coli* na água indica a presença de microrganismos patogênicos, por se tratarem também de bactérias comuns do intestino de animais de sangue quente.

Embora a legislação aplicada neste estudo não limite o número de coliformes totais e *Escherichia coli* do esgoto tratado a ser lançado no corpo hídrico, a portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011) estabelece padrões de qualidade de água para consumo humano. Esta exige que para que a água seja considerada própria para consumo deve ser ausente destes microrganismos. Neste sentido, o lançamento de esgoto em um ambiente aquático poderá comprometer o seu uso para fins de consumo populacional ou então onerar os custos de tratamento da água de abastecimento.

Em relação aos sólidos, sabe-se que podem impactar o corpo hídrico após seu lançamento, impedindo a penetração de luz, diminuindo a quantidade de oxigênio dissolvido no meio, além de demandarem oxigênio do ambiente aquático para sua decomposição. Podem causar alterações no sabor e coloração de águas de abastecimento. Também, estão ligados ao aumento da turbidez da água de um corpo hídrico, que é uma condição física evidenciada pela presença de partículas em suspensão

(sólidos suspensos) e em estado coloidal, que interferem na passagem da luz através da água e que podem servir de abrigo aos microrganismos patogênicos (CORDEIRO, 2008).

As relações entre sólidos voláteis (orgânicos) e totais do esgoto sanitário em ambos os meses estudados (37,13% em fevereiro e 43,34% em agosto) destacam o tratamento e estabilização (mineralização) do resíduo líquido, também evidenciado pela menor quantidade de sólidos fixos (minerais) em ambos os períodos.

O parâmetro de DQO é bastante similar ao de DBO. A diferenciação é que a DQO leva em consideração fontes minerais ou orgânicas na demanda por oxigênio, enquanto a DBO considera somente a parte orgânica no consumo de oxigênio. De acordo com Bhatti & Latif (2011), quando se trata de esgotos domésticos, a DBO tem mais significância, pois os esgotos domésticos possuem poucos sais minerais solúveis.

A relação DQO/DBO do esgoto tratado em estudo é de 2,3 para o mês de fevereiro e de 4,7 para o mês de agosto. Segundo Sperling (2005), para esgoto doméstico bruto, a relação DQO/DBO varia em torno de 1,7 a 2,4, mas ao passar por algum tratamento, esta relação vai aumentando, chegando o efluente final do tratamento com valores superior a 3,0. Quanto maior a eficiência do tratamento maior esta relação (5 a 7), implicando que boa parte da fração biodegradável do esgoto já foi metabolizada.

Sendo as águas residuárias da ETE municipal a principal contribuidora de material poluente no corpo hídrico em estudo, no trecho em questão, faz necessário descrever a possível correlação da variação da qualidade do manancial em estudo em função do lançamento de esgoto tratado pela ETE. A Tabela 2 apresenta os dados de amostras de água bruta a montante e jusante do local de lançamento de esgoto, bem como seu padrão de qualidade segundo a legislação ambiental.

Tabela 2 – Valores médios (dos anos de 2012, 2013 e 2014) da qualidade da água do corpo hídrico no período estudado em comparação com a legislação ambiental estadual

Parâmetros	Fevereiro		Agosto		Legislação estadual (decreto n.º 1.745/1979)
	Montante	Jusante	Montante	Jusante	
Temperatura (°C)	25,7	25,6	25,8	25,8	-
DBO (mg.L ⁻¹)	2,5	3,0	4,6	5,7	< 5,0
OD (mg.L ⁻¹)	5,7	6,0	5,2	5,3	> 5,0
pH	7,4	7,2	7,4	7,5	-
STD (mg.L ⁻¹)	62,0	71,0	59,7	89,7	-
Nitrogênio amoniacal (mg.L ⁻¹)	0,2	0,41	0,24	1,0	-
Nitrito (mg.L ⁻¹)	0,021	0,053	0,051	0,08	< 10,0
Nitrato (mg.L ⁻¹)	0,9	0,78	0,86	0,93	< 1,0
Óleos e graxas (mg.L ⁻¹)	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.	V.A.
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	105.958,7	87.048,7	61.178,0	> 241.960,0	< 1.000
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	17.944,3	13.444,3	2.989,0	7.375,70	-

Nota: O símbolo “-” significa que a legislação não contempla o parâmetro em questão.

Um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos consiste no enquadramento dos corpos hídricos em classes de qualidade, segundo os usos preponderantes (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1997). Entretanto, atualmente, nem todos os mananciais brasileiros possuem enquadramento, dificultando sua adequada gestão. Nestes casos, a resolução do Conama n° 357 (CONAMA, 2005) estabelece que aqueles que ainda não foram enquadrados, serão caracterizados como classe 2, como é o caso de todos os corpos hídricos no estado de Goiás.

Aplicando comparação da qualidade da água do Ribeirão Campo Alegre aos padrões de corpos hídricos de classe 2, destaca-se a exigência de avaliação dos parâmetros de DBO, OD, nitrito, nitrato, óleos e graxas, além de coliformes totais. Os demais parâmetros apresentados na Tabela 2 não são contemplados pela legislação estadual.

Pode-se observar na Tabela 2, que existe um padrão característico para todos os parâmetros, que consiste no aumento dos valores estudados no mês de agosto em relação ao mês de fevereiro, tanto para amostras a montante quanto para jusante. Isto se deve ao fato de, durante o mês de fevereiro, período chuvoso, ocorrer aumento da vazão do corpo hídrico, acarretando maior diluição de poluentes em relação ao mês de agosto, período de estiagem. Pelo trecho estudado ser muito pequeno, o arraste de sólidos, nutrientes e material orgânico comuns em períodos chuvosos, se torna desprezível.

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) é um método indireto para quantificação da matéria orgânica presente no corpo d'água, devido os despejos da ETE. Para o mês de fevereiro, os resultados para DBO tiveram sucesso em relação ao estabelecido por lei, podendo ser associados com a capacidade de autodepuração deste corpo hídrico, ou seja, para uma vazão maior devido ao período chuvoso, significa uma DBO menor, indicando que nestes pontos (montante e jusante) durante o período de maior precipitação, o efeito diluição ocorre. No período de estiagem, o valor para jusante de DBO, apresentou superior concentração ao valor requisitado pela legislação.

Os resultados para o parâmetro oxigênio dissolvido (OD) apresentou qualidade compatível com a condição "classe 2" nos pontos montante e jusante para os meses de fevereiro e agosto. O OD é responsável pela vida dos seres aquáticos aeróbios e o principal parâmetro que caracteriza os efeitos negativos causados pelos despejos da ETE. Dessa forma, entende-se que a quantidade de matéria orgânica lançada no Ribeirão de estudo não ocasiona o decaimento do OD do manancial, sendo capaz de sustentar a presença de vida neste corpo d'água.

Os resultados para nitrito, nitrato e óleos e graxas também estão em conformidade com a legislação estadual estudada. Os valores encontrados nos períodos de fevereiro e agosto para nitrito são menores que os valores de nitrato, o que pode ser explicado devido ao nitrito na presença de oxigênio ser transformado em nitrato pelo processo de nitrificação.

As concentrações de coliformes totais no corpo hídrico, obtidos durante o período de fevereiro e agosto, tanto para os pontos de montante como jusante, excederam os valores permitidos pela legislação estadual. Observa-se também que os valores para este parâmetro aumentaram com certa significância no mês de agosto, o que pode ser explicado devido à concentração desses organismos na água em época de baixa precipitação, quando não ocorre o efeito diluidor das chuvas.

Juntamente aos valores de coliformes totais, a espécie *Escherichia coli* está diretamente ligada ao lançamento do esgoto da ETE, tendo grande importância sua análise. Os resultados médios obtidos da qualidade da água do corpo hídrico não apresentaram as mesmas concentrações do esgoto sanitário tratado pela ETE. Entretanto, a qualidade do manancial, ainda assim, mostrou reduzida (tanto a montante, como a jusante e em ambos os períodos) devido a elevada presença destas bactérias. Destaca-se também que a qualidade do ambiente aquático em relação à presença de *Escherichia coli* já estava deteriorada mesmo antes do lançamento de esgoto pela ETE deste estudo.

A área urbana situa-se a montante do ponto de lançamento. Portanto, há um potencial de contaminação do corpo hídrico por infiltração no solo de esgoto sanitário e/ou industrial. De acordo com dados do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB), do Ministério da Saúde, no ano de 2013, o percentual de famílias atendidas pela rede coletora de esgoto foi de 77,8%, além de 22,0% de domicílios com a presença fossas negras e outros 0,2% de residências com esgoto a céu aberto (SIAB, 2013). Por não ser coletado em sua totalidade, parte do esgoto sanitário gerado na cidade pode infiltrar no solo e atingir o manancial em estudo, o que pode explicar a presença de *Escherichia coli* a montante do lançamento da ETE.

Apesar de não haver legislação ambiental referente ao enquadramento do parâmetro de temperatura em corpos hídricos, sabe-se que ele é um dos fatores que interferem na solubilidade dos gases na água (diminuição com o aumento da temperatura (JORDÃO & PESSÔA, 2011)). A temperatura da água do corpo hídrico em estudo praticamente não teve variação nos meses de fevereiro e agosto, bem como nos pontos montante e jusante do lançamento do esgoto tratado.

Os resultados medidos para o parâmetro pH apresentaram valores neutros e similares durante todo o período estudado, para montante e jusante. Embora não haja recomendação deste parâmetro

para corpos hídricos de classe 2, estes valores conferem às águas do ribeirão, característica de classe 1, de qualidade superior, conforme a resolução do CONAMA n° 357.

Embora a legislação ambiental do estado de Goiás não estabeleça valores de concentração de STD, pode-se observar o impacto da ETE e a capacidade de autodepuração do manancial em relação a este contaminante. Além disso, observam-se também resultados com valores mais altos de concentração deste parâmetro no mês de agosto quando uma vazão menor faz com que os sólidos se concentrem na água.

A legislação ambiental aplicada neste estudo não estabelece padrões de enquadramento para o parâmetro nitrogênio amoniacal em corpos hídricos de classe 2. Por sua vez, a resolução CONAMA n° 357, estabelece que para pH menor ou igual a 7,5, o valor máximo para o parâmetro é de 3,7 mg.L⁻¹, em mananciais de classe 1. Os resultados encontrados a montante e jusante, em ambos os meses, apresentam valores conferentes com a legislação federal.

4 Conclusões

O esgoto sanitário tratado pela ETE apresentou adequado enquadramento segundo os padrões de lançamento em corpos hídricos estabelecidos pela legislação estadual. Por outro lado, determinados parâmetros que não são contemplados na lei podem comprometer a qualidade do ambiente.

Mediante o lançamento do esgoto tratado no corpo hídrico, destacou-se a diminuição da qualidade do mesmo, considerando os pontos de montante e jusante da região de diluição do resíduo líquido. A redução da qualidade da água do manancial hídrico foi evidente também quando comparados os meses em estudo. O período de estiagem sempre apresentou qualidade da água inferior à época chuvosa, em ambos os pontos de monitoramento.

De forma geral, a água do Ribeirão Campo Alegre sempre se enquadrou (em ambos os pontos e períodos de estudo) segundo os critérios de qualidade para corpos hídricos de classe 2, com exceção dos valores de nitrogênio amoniacal e de coliformes totais. Destaca-se que a contaminação por microrganismos de origem fecal é característica do manancial em estudo, mesmo a montante do ponto de lançamento do esgoto tratado da ETE, sendo intensificada a jusante do ponto de diluição do esgoto, comprometendo diversos possíveis usos da água do corpo hídrico.

5 Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Saneamento de Goiás S/A (SANEAGO) pela concessão dos dados das análises laboratoriais, além do apoio e parceria na elaboração do estudo.

Referências

- Andrade, JA. Qualidade das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Embu-Guaçu, contribuinte do Reservatório Guarapiranga – Região Metropolitana de São Paulo [dissertation]. Guarulhos: Mestrado em análise geoambiental/Universidade Guarulhos; 2014.
- Apha, Awwa, Wpcf. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington: 2005.
- Bhatti MT, Latif M. Assessment of water quality of a river using an indexing approach during the low-flow season. *Irrigation and Drainage*. 2011; 60(1): 103-114.
- Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n° 357 de 17 de março de 2005. Classificação da qualidade da água dos corpos hídricos e também as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília (Brasil): CONAMA; 2005.

- Conama – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n° 430 de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n° 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. Brasília (Brasil): CONAMA; 2011.
- Cordeiro WS. Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais [dissertation]. Campos dos Goytacazes: Mestrado em engenharia ambiental/CEFET; 2008.
- Cunha AH, Tartler N, Santos RB, Fortuna JL. Análise microbiológica da água do rio Itanhém em Teixeira de Freitas (BA). *Revista Biociências*. 2010; 16(2): 86-93.
- Ibge – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [internet]. Brasília: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (BR) [cited 2010 jun 08]. PNSB - Plano Nacional de Saneamento Básico 2008. Available from: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf
- Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia. Brasília [internet]: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR) [cited 2015 maio 27]. Monitoramento climático. Available from: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.
- Jordão EP, Pessôa CA. Tratamento de esgotos domésticos. 6° edição. Rio de Janeiro: Editoria ABES; 2011 .
- Ministério do Meio Ambiente. Lei federal n° 9.433 de 08 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 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília (Brasil): Ministério do Meio Ambiente; 1997.
- Ministério da Saúde. Portaria n.º 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. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde; 2011.
- Odjadjare EE, Okoh AI. Physicochemical quality of an urban municipal wastewater effluent and its impact on the receiving environment. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2010; 170(1-4): 383-394.
- Semarh – GO. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídrico do Estado de Goiás [internet]. Goiânia: Superintendência de Recursos Hídricos [cited 2015 maio 27]. Legislação de Recursos Hídricos do Estado de Goiás; 2012. Available from: http://www.semarh.goias.gov.br/site/uploads/files/recursos_hidricos/recursos_hidricos.pdf
- Siab – Sistema de Informação da Atenção Básica [internet]. Brasília: Ministério da Saúde (BR) [cited 2013 jul 10]. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/SIABCbr.def>
- Sperling MV. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 3º edição. Belo Horizonte: UFMG; 2005.
- Superintendência do Meio Ambiente. Decreto n° 1.745, de 06 de dezembro de 1979. Aprova o Regulamento da Lei n° 8.544 de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Goiânia (Brasil): Superintendência do Meio Ambiente; 1979.
- Wei GL, Yang ZF, Cui BS, Li B, Chen H, Bai JH, Dong SK. Impact of dam construction on water quality and water self purification capacity of the Lancang River, China. *Water Resource Management*. 2009; .23(9): 1763-1780.