

IV-023 – SISTEMA DE DRENAGEM UTILIZADO COMO REDE COLETORA DE ESGOTO: UM ESTUDO DE CASO EM FORTALEZA – CE

Germário Marcos Araújo⁽¹⁾

Doutorando do Curso de Pós-Graduação de Engenharia Civil/Saneamento Ambiental-UFC. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-Campus Juazeiro do Norte.

Iran Eduardo Lima Neto⁽¹⁾

Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos pela Universidade de Alberta, Canadá. Professor do Departamento de Eng. Hidráulica e Ambiental da UFC - Campus do Pici.

Helena Becker⁽¹⁾

Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos. Professora do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da UFC - Campus do Pici.

Endereço⁽¹⁾: Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - Campus do Pici, UFC, Bloco 713 - Fortaleza – Ceará. e-mail: germariomarcos@gmail.com

RESUMO

A má qualidade da água em sistemas de drenagem urbana no Brasil está ligada principalmente a baixa eficiência de coleta do sistema de esgoto e, isso tem comprometido a qualidade dos recursos hídricos nas cidades brasileiras. Desde 1912, no Brasil, tem-se adotado sistemas separados para esgotos sanitários e escoamento de águas pluviais, no entanto, é perceptível que na prática estes dois sistemas se tornaram interligados. A situação atual representa uma ameaça importante para a qualidade da água em rios e lagos urbanos. O presente trabalho analisou a qualidade da água em um sistema urbano composto por um canal de drenagem interligado a um pequeno reservatório (Santo Anastácio), localizado na cidade de Fortaleza/CE. Foi possível perceber que a comunidade que reside nas proximidades do canal não dispõe de saneamento básico ou não está interligada a ele, sendo o canal o receptor de dejetos e resíduos, o que piora a qualidade da água. Os quatro pontos monitorados demonstram uma deterioração progressiva da qualidade da água ao longo do canal e uma posterior recuperação da mesma na saída do reservatório. Essa melhora na qualidade indica que o referido reservatório está funcionando como uma estação de tratamento de esgotos. Devido à grande carga afluente ao açude, o mesmo não consegue remover a mesma ao ponto de atender o que estabelece a Resolução do CONAMA 357/05 para mananciais de classe 02, isso é notado nos parâmetros DBO e fósforo total. Os piores resultados foram obtidos nos pontos situados no canal, com valores de DBO, OD e fósforo total acima da legislação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, sistema de drenagem, poluição, saneamento, lançamento de esgotos.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano nas cidades brasileiras geralmente é acelerado e desordenado, além disso, é notória a falta de infraestrutura do saneamento, principalmente no que diz respeito à coleta e tratamento de esgotos domésticos, resíduos sólidos e drenagem urbana CANHOLI (2005); BRITES (2005). Isso tem repercutido diretamente na qualidade da água das cidades, que muitas vezes é utilizada como fonte de abastecimento humano.

Moriham *et al.*, (2012) relata que o governo brasileiro em 1912, decidiu que o sistema separador deve ser adotado em todas as cidades do país, separando assim, águas pluviais e esgotos. Infelizmente, as cidades cresceram muito mais rápido do que a capacidade de investimento em infraestrutura adequada para a coleta e tratamento de esgoto. O resultado é que, até hoje, apenas 48,6% da população brasileira tem acesso à coleta de esgoto e apenas 39% do esgoto é tratado (Instituto Trata Brasil 2015).

A Lei Federal 11.445 veio preencher uma lacuna na legislação específica para o setor, sancionada em 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, entretanto, mesmo com a regulação dessa lei, o saneamento não é encarado como

prioridade nos municípios brasileiros. Apesar de existir um avanço notório do saneamento no Brasil, a velocidade com o qual se processa fica aquém da necessidade da população.

Sem rede coletora de esgoto a comunidade procura alternativas para dispor os esgotos domésticos, sejam em fossas sépticas, em canais de drenagem ou rios.

Sistemas de drenagem, são comumente utilizados em cidades para conter as cheias, interligadas geralmente a um reservatório, no entanto é observado que devido o mau uso da população, atuam também como receptores de esgoto doméstico e resíduos sólidos, comprometendo a qualidade da água, principalmente em relação a matéria orgânica e aos nutrientes (nitrogênio e fósforo), sendo que estes últimos, podem causar eutrofização em reservatórios.

A eutrofização de corpos hídricos é um dos graves problemas ambientais, sanitários e econômicos enfrentados pela sociedade (VON SPERLING, 2014). No Estado do Ceará, o problema da eutrofização tem sido atribuído a fatores como a erosão intensa, altas cargas poluidoras e baixas profundidades dos lagos e reservatórios (FIGUEIREDO *et al.*, 2007). Um levantamento realizado pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH, 2008) mostrou que cerca de 70% dos 132 reservatórios monitorados por esta companhia, os quais possuem volumes variando entre aproximadamente 1,0 e 6.700 hm³, já apresentam estado eutrófico ou hipereutrófico. Estima-se que a eutrofização também atinja uma parcela significativa de reservatórios com volumes inferiores a 1,0 hm³, os quais apresentam em geral baixas profundidades e condições precárias de proteção ambiental, sendo, portanto, mais susceptíveis ao problema. O problema da eutrofização tem se demonstrado ainda mais grave em lagoas e reservatórios localizados em áreas urbanas da cidade de Fortaleza/CE, por exemplo, os quais recebem muitas vezes contribuições significativas de esgoto bruto e de resíduos sólidos carregados durante a estação chuvosa (BECKER *et al.*, 2010).

O presente trabalho analisou a qualidade da água em um sistema urbano composto por um canal de drenagem interligado a um pequeno reservatório (Santo Anastácio), localizado na cidade de Fortaleza/CE. Devido à existência de residências localizadas em praticamente todo o entorno do canal, o mesmo apresenta aporte significativo de esgoto bruto e resíduos sólidos urbanos no sistema de drenagem, o que tem resultado em um processo intenso e progressivo de eutrofização do açude Santo Anastácio.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada no sistema integrado canal-reservatório Santo Anastácio, localizado na cidade de Fortaleza, conforme mostrado na Figura 1.



Figura 1 – Mapa indicando o sistema integrado canal-reservatório eutrofizado (Santo Anastácio), localizado na cidade de Fortaleza/CE.

O canal recebe as águas vertidas da Lagoa da Parangaba (ver Figura 1), além de contribuições de drenagem das águas pluviais, esgotos brutos e resíduos sólidos ao longo do seu percurso de aproximadamente 2,5 km. Ressalta-se que cerca de 70% da extensão do canal é aberta à atmosfera, sendo o restante coberto em concreto armado. Conforme projeto disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Fortaleza, o canal apresenta seção retangular com largura de 5,0 m e altura de 1,5 m.

2.2 Pontos amostrais e monitoramento

Para a pesquisa foram demarcados 04 (quatro) pontos (Figura 1), distribuídos ao longo do canal e na entrada e saída do açude Santo Anastácio. A seguir são apresentadas as características de cada ponto.

- P1 - Amostra próximo ao vertedouro de saída da lagoa da Parangaba
- P2 - Amostra próximo ao cruzamento das ruas Acre e Amazonas
- P3 - Amostra próximo a entrada do açude Santo Anastácio
- P4 - Amostra próximo ao vertedouro de saída do açude Santo Anastácio

O período de monitoramento foi de maio de 2013 a março de 2014, através de coletas mensais de amostras nos pontos acima citados. Logo que coletadas, as amostras eram acondicionadas e encaminhadas para os laboratórios LABOSAN e LAQUIM da UFC, para determinação dos parâmetros.

2.3 Parâmetros analisados e tratamento dos dados

Os parâmetros analisados foram Potencial Hidrogeniônico (pH), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Fósforo Total. Os métodos analíticos que foram utilizados seguiram as recomendações de APHA *et al.* (2005). As vazões foram calculadas de posse dos dados de velocidade da água e da altura da lâmina de água com o auxílio de um anemômetro eletromagnético (Omni Instruments) disponível no Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – DEHA/UFC. Sabendo que em canais são apresentadas diferentes velocidades do fluxo de água, em que a velocidade nas margens é inferior que no meio do canal, assim como na superfície e no fundo também são diferentes, foram feitas medições nas alturas 0,2 e 0,8 (em relação ao fundo). Com os dados da área do canal e das velocidades nos trechos foi calculada a vazão nos pontos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a estatística descritiva dos parâmetros utilizados na pesquisa. Os resultados obtidos foram comparados com a Resolução 357/05 do CONAMA, tendo em vista que no Capítulo VI, Art. 42 é relatado que “Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2.

Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros nos pontos P1, P2, P3 e P4 e desvio padrão

Pontos	Parâmetros					
	Vazão (L/s)	pH	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	OD (mg/L)	P Total (mgP/L)
P1	198,1 (258)	7,2 (0,6)	27,2 (7,3)	89,4 (24)	6,7 (0,9)	0,88 (0,2)
P2	234,2 (276)	7,3 (0,4)	191,3 (32)	377,5 (131)	1,2 (0,9)	2,43 (1,6)
P3	343,9 (450)	7,4 (0,2)	213,8 (24)	445,4 (124)	0,96 (0,6)	3,25 (1,9)
P4	320,1 (417)	7,4 (0,3)	28,6 (7)	74 (18)	5,42 (0,78)	1,8 (0,9)

O desvio padrão é exibido entre parênteses.

3.1 Vazão

Observando os valores médios de vazão (Tabela 1), verificou-se um incremento desta ao longo da extensão do canal (P1 ao P3). Vale salientar que o ponto P1 recebe água da lagoa da Parangaba, o que mantém uma vazão regular no canal ao longo do ano, mesmo no período de estiagem.

Foi possível verificar ao longo da extensão do canal, ligações clandestinas de esgotos (Figuras 2a e 2b), mesmo se tratando de um dispositivo para drenagem águas pluviais, o que explica o incremento considerável de vazão ao longo do canal. Este incremento é denominado por Von Sperling 2007 como vazão incremental linear “q” em L/s.m (litros por segundo a cada metro).

A distribuição espaço temporal da vazão, visualizada na Figura 3, demonstra o comportamento uniforme da vazão, com exceção de duas campanhas de coleta, onde o ponto P3 foi maior que o P4, e em uma delas o P4 foi menor que todos os pontos, isso foi atribuído ao fechamento das comportas de saída do reservatório do açude Santo Anastácio, onde segundo operadores, isso era feito para controlar o volume do reservatório e facilitar a remoção das macrófitas que se acumulam no vertedouro de saída.



Figuras 2a e 2b – Lançamento de esgotos no canal

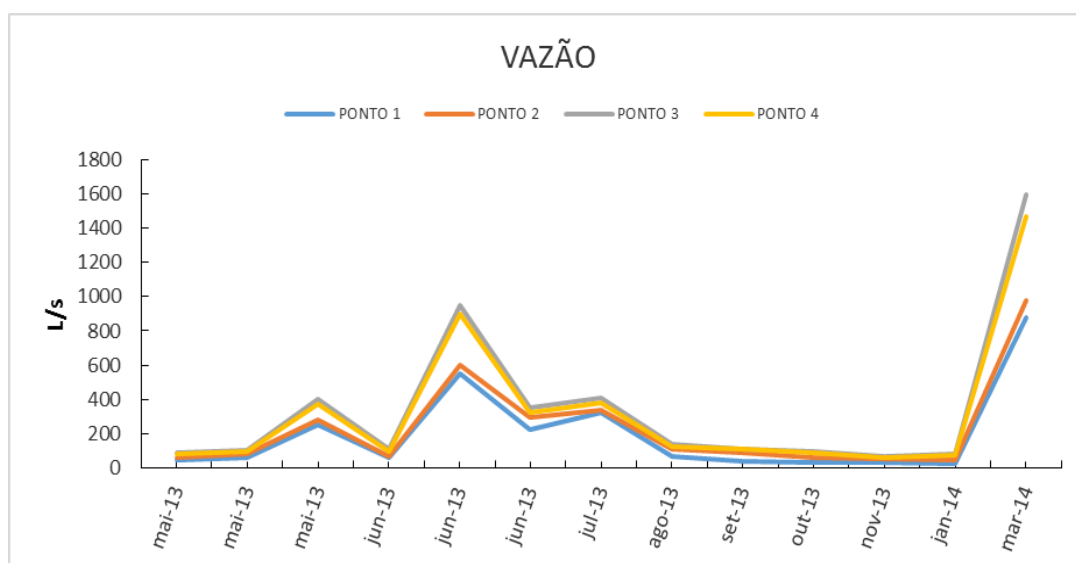


Figura 3 – Distribuição espaço temporal da vazão nos pontos amostrais

3.2 DBO e DQO

Os valores médios de DBO (mg/L) foram de 27,2 em P1, de 191,3 em P2, de 213,8 em P3 e de 28,6 em P4. O aumento nos valores de DBO observados nos pontos P2 e P3 comprovam que o canal recebe muita matéria orgânica ao longo do seu percurso, atribuído principalmente ao lançamento de esgotos, inclusive com valores comparados a esgoto bruto. Isso é comprovado nos resultados de oxigênio dissolvido da pesquisa que mostra valores reduzidos nos pontos P2 e P3 que estão no canal. Comparando os resultados com a Resolução 357/05 do CONAMA que estabelece um limite de até 5 mg/L, observou-se que todos os pontos apresentaram valores fora dos padrões o que sugere que até a lagoa da parangaba pode estar recebendo esgotos domésticos.

MACEDO *et al.*, 2011 cita que devem ser tomadas medidas de curto, médio e longo prazo tais como o correto gerenciamento de esgotos e resíduos sólidos e a relocação de famílias instaladas em áreas irregulares para controle de lançamentos de esgotos em áreas urbanas.

Na Figura 4 é possível visualizar o comportamento da DBO nos pontos, no período estudado, e vemos que os pontos P1 e P4 são os que apresentam valores mais baixos, mas não suficientes para atender a legislação ambiental. Nos pontos P2 e P3 foram obtidos valores elevados, o que sugere uma elevada contribuição antrópica para tais resultados.

Com relação ao parâmetro DQO o comportamento foi semelhante aos da DBO, apresentando valores médios de 89,4 em P1, de 377,5 em P2, de 445,4 em P3 e de 74 em P4. No ponto P4, há um decaimento nos valores médios de DBO e DQO, o que mostra que o açude santo Anastácio funciona como uma estação de tratamento de esgotos.

Na Figura 5 observamos o comportamento da DQO, é evidente a diminuição dos valores, reforçando a ideia de que o açude funciona como uma estação de tratamento de esgotos, visto que no canal há um acréscimo dos valores desta variável.

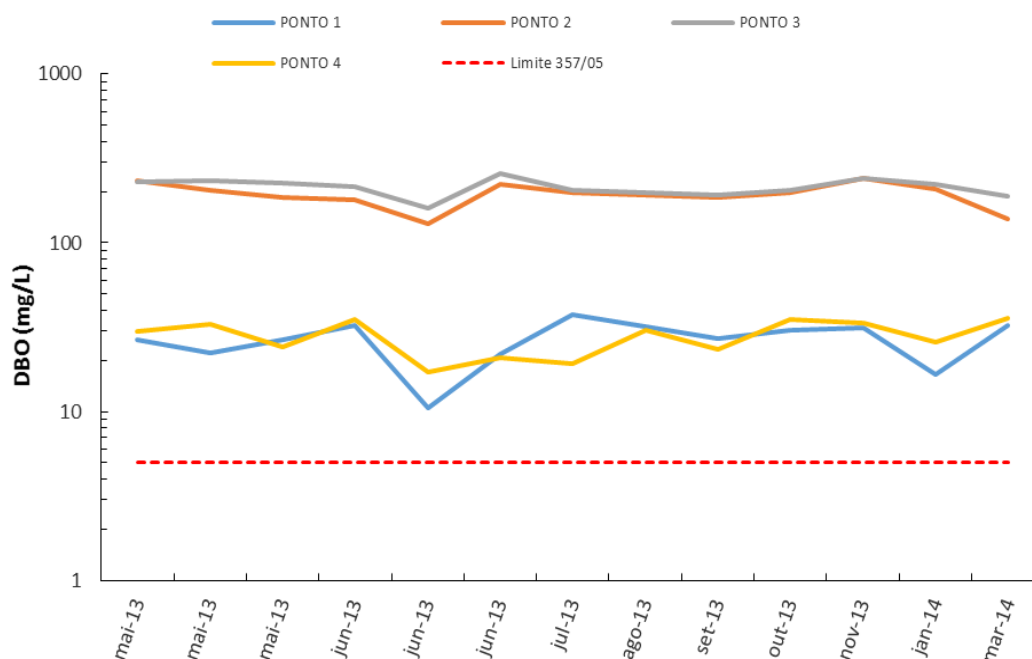


Figura 4 – Distribuição espaço temporal da DBO nos pontos amostrais

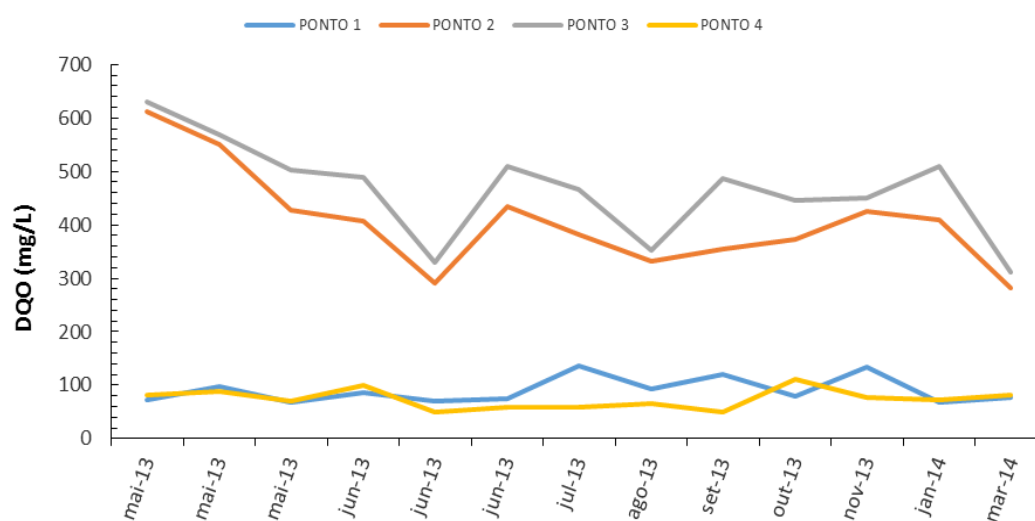


Figura 5 – Distribuição espaço temporal da DQO nos pontos amostrais

3.3 OD

Os valores médios de OD (mg/L) foram de 6,7, 1,2, 0,96 e 5,4 nos pontos P1, P2, P3 e P4, respectivamente. Estes resultados confirmam o comportamento da água no canal que se deteriora do P1 ao P3 e se recupera no P4. Os baixos níveis observados no ponto P2 e P3 são atribuídos ao lançamento de esgotos o que acarreta no consumo do oxigênio dissolvido pela ação dos microrganismos para degradação da matéria orgânica. Assim quanto maior a carga de matéria orgânica, maior o número de microrganismos decompositores e, consequentemente, maior o consumo do gás oxigênio.

Comparando os resultados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 que cita para águas doces classe 2, não deve ser inferior a 5,0 mg/L de OD, os pontos P2 e P3 estão fora dos padrões e os demais atendem à legislação ambiental em seus valores médios.

A Figura 6 mostra a variação espaço temporal do parâmetro OD, é notório no gráfico a diferença dos pontos P1 e P4 (valores maiores) dos pontos P2 e P3 (baixos valores), nestes últimos, também era perceptível maus odores, caracterizando esgotos.

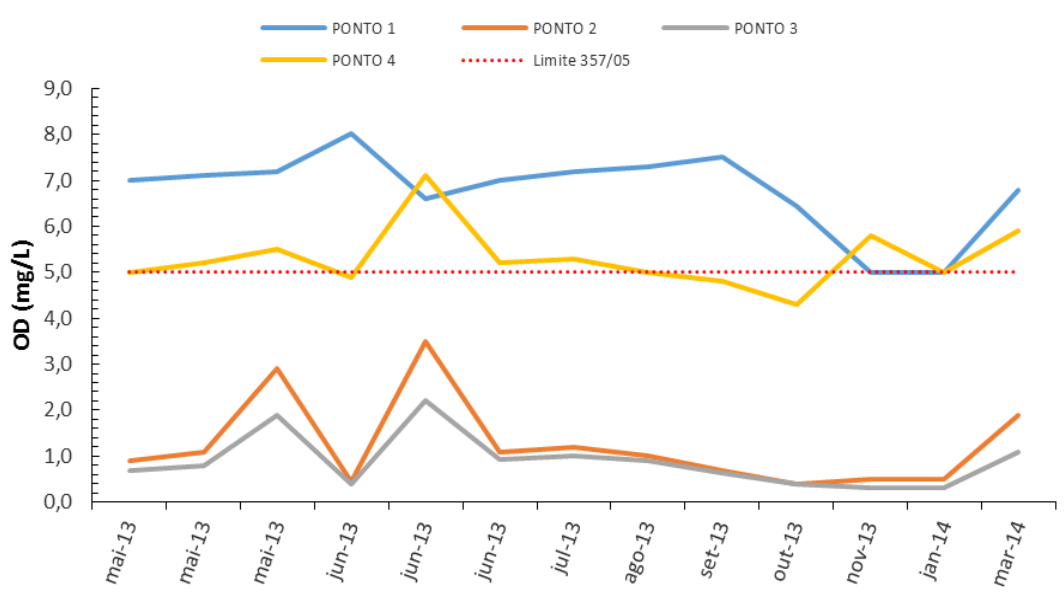


Figura 6 – Distribuição espaço temporal do OD nos pontos amostrais

3.4 Fósforo Total

As concentrações médias de fósforo total (mg/L) apresentaram valores de 0,88 mg/L para o P1, de 2,43 mg/L no P2 de 3,25 mg/L no P3 e de 1,8 mg/L no P4. É possível verificar nos resultados das análises, um teor de fósforo total elevado, se comparado com a Resolução CONAMA 357/05, onde estabelece que as concentrações de fósforo total para classe 2 devem ser de 0,1 mg/L para ambientes aquáticos lóticos e de 0,03 mg/L para ambientes lênticos.

Todos os pontos apresentaram valores acima da Resolução do CONAMA 357/05, isso é atribuído ao lançamento de esgotos no canal sem o devido tratamento que posteriormente deságua no açude Santo Anastácio, contribuindo para a eutrofização do manancial. Em pesquisa realizada por OLIVEIRA (2013) que monitorou o Açude Santo Anastácio nos anos de 2011 e 2012, apresentou valores semelhantes aos obtidos por esta pesquisa no ponto 4, mostrando que o fósforo é constantemente lançado ao longo dos anos.

A Figura 7 apresenta a variação espaço temporal do parâmetro fósforo total, e podemos observar um aumento das concentrações de fósforo total do ponto 01 para o ponto 03 (atribuído também a presença de esgotos e detergentes) e uma diminuição dos valores do ponto P3 ao P4, fato este atribuído a sedimentação do fósforo no reservatório e pela assimilação pelas algas e microrganismo no manancial.

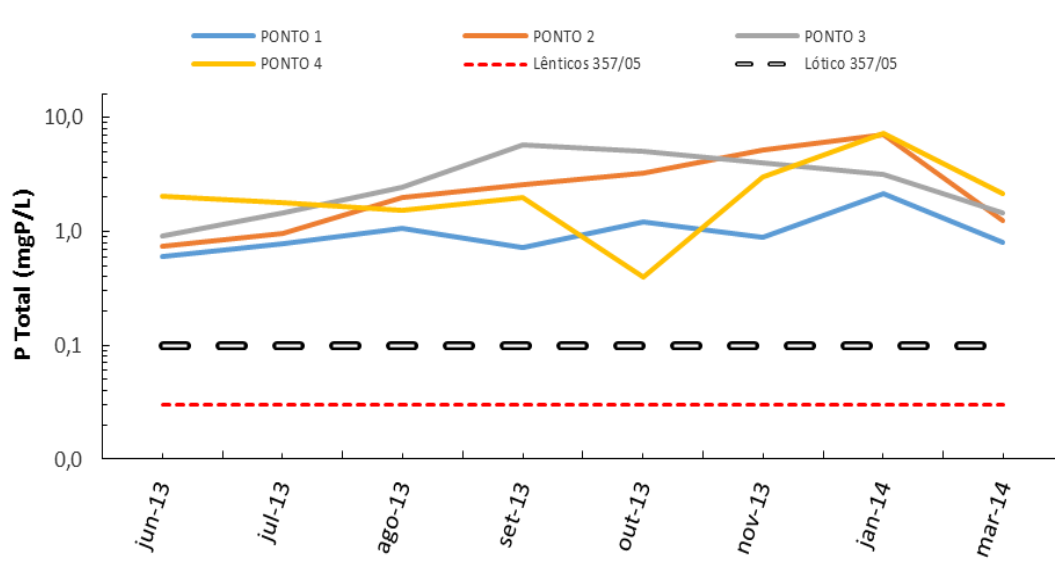


Figura 7 – Distribuição espaço temporal do Fósforo Total nos pontos amostrais

CONCLUSÕES

Neste estudo foi conhecida a qualidade da água de um sistema urbano canal-reservatório em Fortaleza-CE. Os resultados mostraram os impactos ambientais negativos no canal-reservatório devido principalmente ao lançamento indiscriminado de esgotos e resíduos sólidos, em particular no canal de drenagem.

Foi possível perceber que parte da comunidade que reside nas proximidades do canal não utiliza a rede coletora de esgotos, sendo este o receptor de dejetos e resíduos, o que piora a qualidade da água.

Durante o monitoramento foi possível visualizar a utilização do canal e açude para atividade de pesca nas proximidades do ponto P1, P3 e P4 (em alguns dias de coleta) mesmo com toda a problemática a comunidade ignora os maus odores e as condições insalubres para tal prática.

Os pontos analisados são uma sequência, já que o sistema canal-reservatório está interligado, e mostrou que do P1 ao P3 há uma deterioração da qualidade da água e posterior recuperação no P4 (ponto de saída do açude Santo Anastácio) isso é percebido em todos os parâmetros avaliados, essa melhora na qualidade indica que o referido açude está funcionando como uma estação de tratamento de esgotos, no entanto, não suficiente para retornar ao patamar inicial (ponto P1). Devido à grande carga afluente ao açude, o mesmo não consegue remover a ponto de atender o que estabelece a Resolução do CONAMA 357/05 para mananciais de classe 02, isso é notado nos parâmetros DBO e fósforo total no ponto 04.

Os pontos P1 (próximo a saída da lagoa da parangaba) e P4 (próximo ao vertedouro de saída do açude Santo Anastácio) foram os que apresentaram os melhores resultados dos parâmetros estudados e no tocante ao oxigênio dissolvido até atenderam a legislação ambiental 357/05 do CONAMA, mas não para os parâmetros DBO e Fósforo total.

Os piores resultados foram obtidos nos pontos P2 e P3 (situados no canal), atribuído principalmente pelo lançamento de esgotos e resíduos sólidos no canal com valores de DBO, OD e fósforo total acima da legislação ambiental, mostrando que o sistema de drenagem utilizado como rede coletora de esgoto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (American Public Health Association). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 21^a ed. Washington: American Public Health Association, 2005.
2. BECKER, H.; FARIAS, D. B. A.; SILVA, R.S. **Açude Santo Anastácio: um Estudo de Caso**. In: Juliana M. Oliveira Silva; Edson Vicente da Silva; Giovanni Seabra; José M. Mateo Rodriguez. (Org.). *Gestão dos Recursos Hídricos e Planejamento*. 1^a Ed. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, p. 148-158, 2010.

3. BRITES, A. P. Z. Avaliação da Qualidade da Água e dos Resíduos Sólidos no Sistema de Drenagem Urbana. Departamento de Engenharia Civil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul – RS 2005.
4. CANHOLI, A.P., **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo, Oficina de Textos, 2005.
5. COGERH. Estado Trófico dos Açudes: Últimos Resultados, Dezembro de 2008. Disponível em <<http://portal.cogerh.com.br>> Acessado em: 02 de Agosto de 2013.
6. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. Resolução Conama Nº 357. Disponível em:< www.mma.gov.br/CONAMA> Acesso em 31/05/2014.
7. FIGUEIREDO, M. C. B.; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO, L. F. P.; ROSA, M. F.; PAULINO, W. D.; MOTA, S.; ARAÚJO, J. C. **Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, p. 399-409, 2007.
8. Instituto Trata Brasil. Acessado em: Maio de 2015. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>. 2015.
9. MACEDO, D. R., CALLISTO, M., MAGALHÃES Jr, A. P. **Restauração de cursos d'água em áreas urbanizadas: perspectivas para a realidade brasileira**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, RBRH, v.16, n.3, 127-139, 2011.
10. MORIHAMA, A. C. D; AMARO, C; E. TOMINAGA, N. S; YAZAKI, L. F. O. L; PEREIRA, M. C. S; PORTO, M. F. A; MUKAI, P; e LUCI, R. M. **Integrated solutions for urban runoff pollution control in Brazilian metropolitan regions**. *Water Science and Technology*. 66.4 pag. 704-711, 2012.
11. OLIVEIRA, A. C. D., **Avaliação da Qualidade da Água do Açude Santo Anastácio**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Pós-Graduação em Química UFC, 2013.
12. VON SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Vol. 1. 4ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais. 472 p. 2014.
13. VON SPERLING, M., **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Minas Gerais, Editora UFMG 2007.