

IX-027 - LEVANTAMENTO DE INDICADORES DE CONTAMINAÇÃO FECAL EM ÁGUAS DE DRENAGEM: ESTUDO DE CASO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DE CAMPINA GRANDE-PB

Juscelino Alves Henriques⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba. Engenheiro de Segurança do Trabalho pela Faculdades Integradas Anglo Americano. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professor do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Ibatiba.

Rui de Oliveira

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual do Maranhão. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. PhD em Engenharia Civil pela Universidade de Leeds - Inglaterra. Professor aposentado da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande. Professor da Universidade Estadual da Paraíba.

Mônica de Amorim Coura

Possui Licenciatura Plena em Química pela Fundação Universidade Regional do Nordeste. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba. Doutora em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande. Professora Associada da Universidade Federal de Campina Grande.

Marcelo Libânio

Graduado em Engenharia Civil e mestrado em Engenharia Sanitária - ambos pela Universidade Federal de Minas Gerais. Doutorado em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo e pós-doutorado pela Universidade de Alberta. Professor Titular do Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais.

Mariana Rivera Freire

Engenheira Civil pela Universidade Federal da Bahia. Mestranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Av. 7 de novembro, 40 - Centro - Ibatiba - ES - CEP: 29395-000 - Brasil - Tel: (28) 3543-1335 ramal 37 - e-mail: juscelino.henriques@ifes.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar as contribuições de contaminação fecal dos canais de drenagem afluentes do Canal do Prado, que faz parte do sistema de macrodrenagem pluvial urbana da Bacia do Prado, cidade de Campina Grande – PB, Nordeste do Brasil. Para a realização deste trabalho foram escolhidos sete pontos de amostragem, sendo dois deles os pontos extremos (P1-montante e P7-jusante) do Canal do Prado e os outros definidos nos trechos finais dos principais canais afluentes, imediatamente antes do lançamento no canal objeto do estudo. O ponto P1 apresentou os menores valores de CTT, já os demais pontos, particularmente o P4, apresentaram valores bem maiores, típicos de águas residuárias domésticas. Também, foi verificada associação inversa entre a pluviosidade e a variação desses indicadores de contaminação fecal. A presença de tão elevada concentração de indicadores de contaminação fecal em um canal de água pluvial é um indicativo de contribuições clandestinas de esgotos, sendo estas responsáveis pelas principais fontes de poluição difusa nos corpos receptores.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana, Contaminação fecal, Ovos de helmintos.

INTRODUÇÃO

Para se discutir sobre a qualidade das águas de drenagem urbana pluvial é necessário, antes de tudo, entender a dinâmica da água dentro deste sistema. As interações que ocorrem se iniciam com a precipitação; nesta etapa ocorre a lixiviação de poluentes gasosos dissolvidos na atmosfera, os quais irão reagir com os vapores de água e, posteriormente, precipitar. Além dos gases existem os materiais particulados que também são lixiviados.

Após a precipitação, outro fator contribuinte para a variabilidade das características da água de drenagem é o escoamento. Sendo a qualidade destas águas influenciadas pelas ações que correm na bacia hidrográfica, o escoamento é dependente do uso e da ocupação do solo, bem como dos aspectos morfológicos da bacia. As diferenças entre áreas pavimentadas e não pavimentadas implicam no transporte de sedimento, bem como na velocidade do escoamento. O tipo do pavimento também é um fator interveniente, tendo em vista que os do tipo poroso tem uma maior contribuição no processo de percolação e infiltração, contribuindo para o processo natural do escoamento. No entanto, os do tipo impermeáveis como o asfalto, além de proporcionarem picos de vazão, são considerados como medidas insustentáveis para os sistemas de drenagem.

As fontes poluentes do sistema de drenagem podem ser pontuais, como o lançamento clandestino de esgoto diretamente neste sistema; ou difusas, como o lançamento constante destes poluentes presentes na superfície do pavimento. Segundo Ahlman (2006), no sistema de drenagem o que predomina é a poluição difusa, particularmente pelo carreamento de poluentes através do escoamento superficial. As superfícies dos pavimentos dos centros urbanos e periferias estão repletas do acúmulo de poluentes, tais como nutrientes, metais pesados, hidrocarbonetos, material sólidos, e principalmente organismo biológicos causadores de diversas patologias. É importante destacar que a distribuição destes poluentes é realizada conforme a área de ocupação, em setores comerciais, por exemplo. Os escoamentos destas áreas possuem características diferentes de áreas predominantemente residenciais, ou áreas industriais, locais próximos de rodovias, entre outros.

Segundo Tucci (2006b), a qualidade das águas dos sistemas de drenagem depende de diversos fatores, como manutenção e limpeza dos canais, pluviosidade e intensidade das chuvas, sazonalidade e uso do ambiente urbano. Conforme Ibid, a quantidade de material suspenso na drenagem pluvial é superior à encontrada em esgotos *in natura* e sua qualidade não é melhor que um efluente de tratamento secundário de esgotos sanitários.

A contaminação das águas de drenagem por esgotos merece destaque por ser, dentre as fontes poluidoras, a que mais vem causando entraves na gestão das águas urbanas. Esta contaminação se deve, principalmente, ao antigo hábito da população com a utilização do sistema de esgotamento unitário. Além deste, outro fator preponderante é a falta de gestão, em vários municípios brasileiros as prefeituras autorizam o lançamento de esgotos nos sistemas de drenagem, isso ocorre principalmente pela ausência do sistema de esgotamento sanitário, conforme apresentado por Brasil (2012).

Os coliformes termotolerantes é um subgrupo pertencente aos coliformes totais, portanto são fermentadores de lactose, através da enzima β -galactosidase, se desenvolvem em temperatura de 44,5 °C, estão presentes em fezes humanas e de animais de sangue quente. Apesar de serem considerados indicadores de contaminação fecal, os coliformes termotolerantes podem ocorrer em ambientes não contaminados por fezes (BRASIL, 2005).

A *Escherichia coli* é um subgrupo dos coliformes termotolerantes, da família das Enterobacteriaceae, faz uso da enzima β -glicuronidase, desenvolve-se no trato intestinal dos seres humano e em animais de sangue quente, também chamados de homeotérmicos (Ibid). Naturalmente, não ocorre *Escherichia coli* no ambiente livre (CANADA, 2013).

Investigar a contaminação fecal nas águas de drenagem urbana dos canais afluentes ao Canal do Prado, na cidade de Campina Grande-PB, a partir dos indicadores coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*.

MATERIAIS E MÉTODOS

A cidade de Campina Grande situa-se a aproximadamente 550 m acima do nível do mar e dista 120 km da capital do estado, João Pessoa. Localizada na mesorregião Agreste, o clima predominante é o semiárido, apresentando precipitação anual média de 800 mm (MACEDO et al., 2011).

Segundo IBGE (2014), o município de Campina Grande possui uma população estimada de 400.000 habitantes, ocupando uma área de 594,182 km², que resulta numa densidade demográfica de 673,197 hab.(km²)⁻¹.

No monitoramento dos indicadores aqui relacionados foram obtidos sete pontos ao longo do Canal do Prado, sendo estes escolhidos a partir do plano de amostragem e definidos como, um a montante das contribuições dos canais afluentes, cinco pontos localizados no médio curso do canal (canais afluentes ao canal em estudo) e o último a jusante das contribuições. No primeiro ponto a água foi coletada diretamente do canal, nos pontos intermediários a mesma foi coletada de afluentes e no último ponto foi novamente coletada diretamente do canal.

As campanhas de coleta totalizaram-se em 30, sendo estas com o intuito de ser o mais representativo possível para o diagnóstico da situação analisada. O horário das coletas foi sempre entre as 9h e 10h da manhã, devido a facilidade de locomoção e o objetivo de se obter uma maior vazão das contribuições.

Após as coletas, as amostras eram armazenadas em recipientes de polietileno de 10 L, sem qualquer procedimento de acondicionamento, e conduzidas ao Laboratório de Saneamento da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande onde foram realizadas as análises.

Na determinação dos coliformes termotolerantes foi utilizada a metodologia de membrana filtrante, segundo APHA, AWWA, WEF (2012).

A confirmação de *Escherichia coli* foi realizada a partir da adaptação de Ibid:

1. Esterilizar, em autoclave a 121 °C por 15 min, 100 ml de água destilada;
2. Dissolver o conteúdo de um vial, do meio de cultura seletivo para *Escherichia coli* (Substrato Cromogênico – COLILERT®) na água esterilizada;
3. Distribuir 10 ml do material em tubos de ensaio esterilizados;
4. Retirar, com uma alça de platina, 10% das colônias dos coliformes termotolerantes (Figura 9) e incubá-las no meio contido nos tubos. Cada colônia deve ser incubada em um único tubo;
5. Levar os tubos com as colônias incubadas para estufa a aproximadamente 35 °C por 24 hs;
6. Decorrido o referido tempo, realizar a confirmação presuntiva da *Escherichia coli* por fluorescência, em lâmpada UV com comprimento de onda de 365 nm.

Para as análises estatística de frequência dos dados e elaboração dos gráficos, foi utilizado o software Excel do Pacote Microsoft Office 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de coliformes termotolerantes (Figura 1) variaram entre as ordens de 10^5 e 10^7 , demonstrando a existência de associação entre a qualidade das águas do sistema de macrodrenagem e o lançamento de esgotos sanitários. O ponto P1 apresentou os menores valores de CTT, já os demais pontos, particularmente o P4, apresentaram valores bem maiores, típicos de águas residuárias domésticas. Também, foi verificada associação inversa entre a pluviosidade e a variação desses indicadores de contaminação fecal.

A Tabela 1 mostra a distribuição temporal das frequências de positividade de *Escherichia coli* em 10% das colônias de coliformes termotolerantes. Nessa tabela, os numeradores significam as colônias positivas para *E. coli* e os denominadores as colônias analisadas. Os resultados demonstraram a presença de *E. coli* em praticamente todos os testes realizados, indicando que a maioria dos CTT analisados tem as fezes humanas e de animais de sangue quente como fontes.

Figura 1 - Distribuição temporal de coliformes termotolerantes nos pontos monitorados

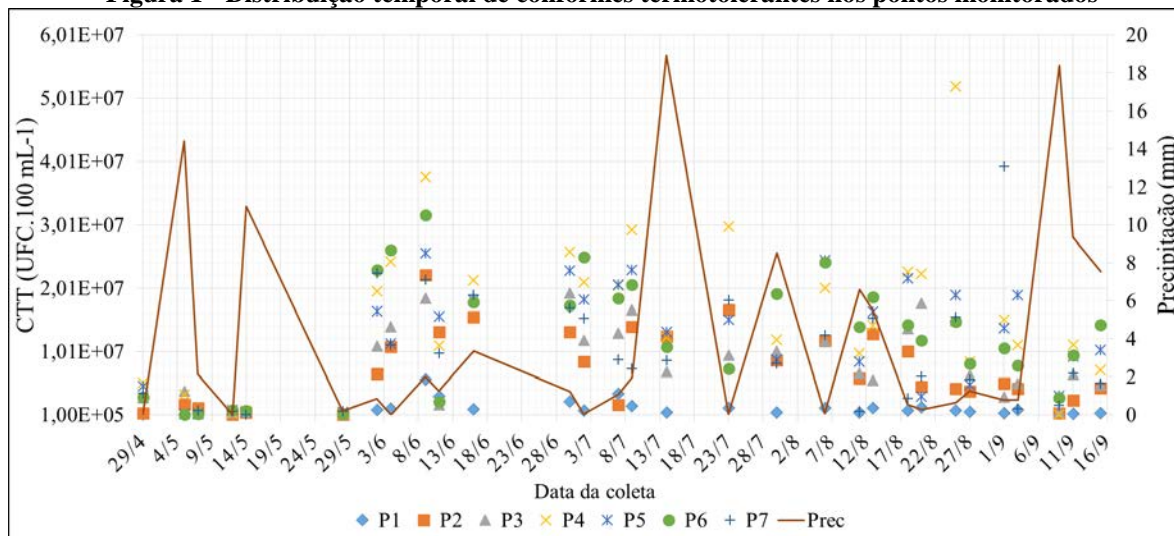


Tabela 1 - Distribuição temporal da frequência de *E. coli* a partir das colônias de CTT

DATA	Frequência de <i>E. coli</i> em 10% do número de colônias de CTT						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
30/06/2014	5/5	2/3	3/4	4/5	2/5	4/4	4/4
02/07/2014	2/2	2/2	2/3	4/5	3/4	6/7	2/3
07/07/2014	6/7	1/1	2/3	5/5	5/5	4/4	2/2
09/07/2014	3/3	2/3	4/4	5/6	2/5	4/5	1/2
14/07/2014	1/1	3/3	2/2	3/3	2/3	2/2	2/2
23/07/2014	3/3	3/4	2/2	6/7	3/4	1/2	4/4
30/07/2014	1/1	2/2	2/2	3/3	3/3	3/4	2/2
06/08/2014	3/3	2/2	3/3	4/4	3/5	6/6	3/3
11/08/2014	1/1	2/2	2/2	2/2	2/2	3/4	1/1
13/08/2014	4/4	3/3	1/2	4/4	4/4	4/4	4/4
18/08/2014	2/2	2/2	3/3	5/5	5/5	3/3	1/1
20/08/2014	3/3	1/1	3/4	5/6	0/1	3/3	0/1
25/08/2014	2/2	1/1	3/3	10/10	4/4	4/5	4/4
27/08/2014	2/2	1/1	2/2	2/2	1/1	1/2	1/1
01/09/2014	1/1	1/1	1/1	3/3	3/3	2/2	6/9
03/09/2014	1/2	1/1	1/1	3/3	4/4	2/2	1/1
09/09/2014	1/1	1/1	2/2	1/1	6/7	5/6	3/4
11/09/2014	1/1	1/1	2/2	2/2	1/2	3/3	1/2
15/09/2014	1/1	1/1	1/1	2/2	3/3	4/4	1/1
17/09/2014	1/1	1/1	2/2	2/2	3/3	1/2	2/2

A concentração de CTT se apresentou de forma mais expressiva para os pontos P4, P5 e P6, com valores médios da ordem de 10^7 , com a maioria mantida acima de 10^6 , o que já é característico para esgotos domésticos *in natura*, conforme Jordão e Pessoa (2009), que apresentam valores entre 10^6 e 10^9 . Quando

comparados aos valores para águas de drenagem, conforme apresentado por Alberta (1999), WSA (2014) e Coelho et al. (2012) foi verificado que, na maioria dos pontos monitorados, os resultados se sobressaem, indicando a situação particular da prevalência de esgoto sanitário.

Segundo Alberta (1999), para a cidade de Edmonton no Canadá, a concentração de coliformes termotolerantes nas águas de drenagem urbana foi da ordem de $1,22 \times 10^5$ UFC.100mL⁻¹, e de acordo com a Water Security Agency (WSA, 2014), na província de Saskatchewan, também no Canadá, foram encontrados valores médios de $9,1 \times 10^4$ UFC.100mL⁻¹ para o mesmo indicador. Conforme verificado nos resultados, praticamente todos os valores de CTT foram acima destes, indicando que as águas transportadas pelo Canal do Prado são constituídas, predominantemente, por águas residuárias.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Conforme os resultados supracitados, é possível constatar que as águas de drenagem em estudo apresentam contaminação de origem fecal, sendo constatada através das concentrações de coliforme termotolerantes e pela presença de E. coli. A presença de tão elevada concentração de indicadores de contaminação fecal em um canal de água pluvial é um indicativo de contribuições clandestinas de esgotos, sendo estas responsáveis pelas principais fontes de poluição difusa nos corpos receptores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AHLMAN, S. Modelling of substance flows in urban drainage systems. 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Técnica Chalmers. Gotemburgo – Suécia, 2006.
2. ALBERTA. STORMWATER MANAGEMENT GUIDELINES for the Province of Alberta. Alberta: Alberta Environmental Protection, 1999.
3. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22 th ed. Washington, D.C. 2012.
4. BRASIL. Ministério das Cidades. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2012. Brasília: SNIS, 2012.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução N° 357, de 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: Ministério do Meio Ambiente, 2005.
6. CANADA. Minister of Health. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline Technical Document – Escherichia coli. Ottawa. Minister of Health, 2013.
7. COELHO, F. R.; SANTOS, A. R.; CORTEZ, F. S.; PUSCEDDU, F. H.; TOMA, W.; GUIMARÃES, L. L. Caracterização da qualidade das águas dos canais de Santos (São Paulo, Brasil). UNISANTA BioScience, Vol 1, N° 2, p 54-59, 2012.
9. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. IBGE Cidades. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 28 de setembro de 2014.
10. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. Tratamento de Esgotos Domésticos. 5 ed. ABES: Rio de Janeiro, 2009.
11. MACEDO, M. J. H.; GUEDES, R. V. de S.; SOUSA, F. de A. S. MONITORAMENTO E INTENSIDADE DAS SECAS E CHUVAS NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE/PB. Revista Brasileira de Climatologia, Vol 8, p 105-117, 2011.
12. METCALF & EDDY. Wastewater Engineering – Treatment and Reuse. 4 ed. Singapura: Mc Graw Hill, 2004.
13. Water Security Agency - WSA. Stormwater Guidelines EPB 322. Saskatchewan: WSA, 2014. BAILENGER, J. Mechanisms of parasitological concentration in coprology and their practical consequences. Journal of American Medical Technology, Vol 41, p 65-71, 1979.