

IX-024 – VARIAÇÃO DE SÓLIDOS SUSPENSOS EM ÁGUAS DE DRENAGEM URBANA, POLUÍDAS POR ESGOTOS SANITÁRIOS

Juscelino Alves Henriques⁽¹⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutorando em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Joseilda de Souza Barros

Aluna do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Clarissa Câmara de Freitas

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Doutoranda em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP).

Mônica de Amorim Coura

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

Rui de Oliveira

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). PhD em Engenharia Civil pela Universidade de Leeds - Inglaterra. Professor aposentado da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor Doutor da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

Endereço⁽¹⁾: Rua Duque de Caxias, 46 – Boa Esperança - Ingá - Paraíba - CEP: 58380-000 - Brasil - Tel: +55 (83) 9128-7328 / +55 (31) 9114-2190 - e-mail: henriqueskj@gmail.com.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as variações de sólidos suspensos nas águas de drenagem afluentes do Canal do Prado, verificando a sua influência no assoreamento ao longo do canal e também a presença de material carbonáceo. O Canal do Prado faz parte do sistema de macrodrenagem pluvial urbana da Bacia do Prado, da cidade de Campina Grande – PB, Nordeste do Brasil. Foram escolhidos os pontos de amostragem, mais precisamente quatro pontos, sendo dois deles os pontos extremos (P1-montante e P4-jusante) do Canal do Prado e os outros dois foram definidos nos trechos de jusante os principais canais afluentes, imediatamente antes do lançamento no canal objeto do estudo. Foram determinados as concentrações de sólidos suspensos totais, sólidos suspensos voláteis e sólidos suspensos fixos. Os resultados encontrados para sólidos suspensos totais e suas frações, indicaram a poluição que o mesmo causa as águas drenadas, assim como o assoreamento do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Drenagem Urbana, Saneamento Básico, Drenagem das águas pluviais Urbanas.

INTRODUÇÃO

Atualmente é percebido que, com o desenvolvimento das cidades e do êxodo rural, houve um aumento significativo dos problemas relacionados ao saneamento básico, principalmente nos países em desenvolvimento, pois estes serviços não acompanharam o crescimento da população.

Em todo o mundo, cerca de 2,5 bilhões de pessoas não têm acesso aos serviços de saneamento básico (ONU, 2014). No Brasil, a situação não é diferente, desde a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) o país vem buscando universalizar os serviços de saneamento básico, que se apresentam com bastante defasagem, principalmente nas Regiões Norte e Nordeste, onde as populações marginalizadas e de baixa renda estão expostas a alto risco de contaminação, através da prevalência de uma série de doenças de veiculação

hídrica, bem como pelo perigo de catástrofes severas relacionadas, tanto ao excesso quanto a escassez de chuva.

Dentre os serviços de saneamento básico, a drenagem urbana e o manejo das águas pluviais urbanas são definidos segundo a Lei 11.445/2007, como sendo um “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas” (BRASIL, 2007), lei esta que também estabelece como princípios fundamentais a disponibilidade dos serviços de manejo e drenagem das águas pluviais em todas as áreas urbanas, prevendo que os serviços sejam realizados de modo a garantir a segurança da vida, do patrimônio público e privado, bem como de serem adequados a saúde pública (Ibid).

A drenagem urbana pode ser definida como uma série de atividades que tem como meta reduzir os riscos, os quais as populações estão expostas frente às inundações, de forma a promover um equilíbrio harmonioso e sustentável para o desenvolvimento urbano (TUCCI, 2002).

Contudo, observa-se que os sistemas estão a cada dia sendo utilizados para transportar esgotos *in natura*, o que ocasiona sérias consequências para o meio ambiente, pois a quantidade de poluentes que chegam aos mananciais é muito alta, assim como a carga de contaminantes, isto vem a acarretar riscos de contaminação às populações estabelecidas ao longo desses canais.

Na medida em que as cidades se desenvolvem os impactos sobre os sistemas de drenagem pluvial vão sendo observados, como aumento das vazões máximas provenientes da impermeabilização do solo e do acréscimo de escoamento nos canais; elevação da produção de sedimentos, principalmente por resíduos sólidos; deterioração da qualidade da água, notadamente pelo transporte de esgotos sanitários e lavagem de pavimentos, entre outros. Aliados a estas questões, estão o crescimento desordenado, marcado pela ocupação de locais impróprios, como áreas ribeirinhas; projetos de drenagem mal elaborados e os aspectos culturais da população (TUCCI, 2006).

Tucci (2006a) relata os problemas associados a ocupação desordenada em regiões próximas de corpos de água, particularmente quando da causa de inundações ribeirinhas, tendo em vista que este tipo de sinistro pode ocorrer de forma natural através de fatores hidrológicos. No entanto, estes acontecimentos são resultantes da urbanização, quando da impermeabilização do solo, canalização do escoamento e obstrução desta. Os impactos causados por tais atividades são perdas material e humana, prevalência de doenças de veiculação hídrica, interrupção de atividades econômicas, e contaminação de mananciais pelo lançamento de poluentes, etc.

Este fato ocorre em sua grande maioria nas cidades brasileiras de médio e grande porte, e em meio a estas cidades encontra-se Campina Grande-PB, tendo seu sistema de drenagem composto por três principais bacias urbanas, Prado, Bodocongó e Piabas, sistema este que também vem passando por uma série de problemas, destacando-se entres eles o lançamento e transporte de águas residuárias.

Portanto se faz necessário monitorar as águas de drenagem, fazer o levantamento de alguns indicadores físico-químicos, de modo a mensurar a contribuição da matéria sólida presente no sistema de drenagem de águas pluviais de Campina Grande-PB, afim de desenvolver políticas públicas que visem melhores condições de salubridade e resultem em benefícios para a saúde ambiental e melhoria da qualidade de vida da população.

A partir do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar a concentração de sólidos em suspensão, e sua influência no processo de assoreamento do canal de drenagem urbana da cidade de Campina Grande – Paraíba, determinando a matéria sólida suspensa contida nas amostras e verificando a poluição causada devido a sua presença.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo do presente trabalho está situada na cidade de Campina Grande (7° 13' 51'' Sul e 35° 52' 54'' Oeste), sede do município homônimo, localizada na sub-bacia do Médio curso do Rio Paraíba, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil. Além da sede, o município é composto pelos distritos de São José da Mata, Galante, Catolé de Boa Vista, Catolé de Zé Ferreira e Santa Terezinha.

A referida cidade 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 804,9 mm (MACEDO et al., 2011).

Segundo IBGE (2014), o município de Campina Grande possui uma população estimada de 400.002 habitantes, ocupando uma área de 594,182 km², que resulta numa densidade demográfica de 673,197 hab.(km²)-1.

O saneamento básico de Campina Grande, assim como a maioria das cidades brasileiras, possui alguns serviços prestados por empresas públicas e por empresas terceirizadas. Os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário estão sob responsabilidade da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), o serviço de limpeza urbana é realizado pela Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA) e os serviços de coleta e disposição final de resíduos sólidos urbanos e de resíduos de serviços de saúde são divididos entre a SESUMA e empresas terceirizadas (PMCG, 2014a).

Campina Grande possui um sistema de macrodrenagem que abrange 3 importantes Bacias Urbanas: Piabas, Bobocongó e Prado, e dele fazem parte canais trapezoidais e retangulares, em sua maioria abertos. Quanto ao sistema de microdrenagem, este é composto por bocas de lobo, poços de visita, galerias, tubos de ligações e sarjetas.

A Bacia Urbana do Prado possui uma área de 37,15 km² e um perímetro de 43,78 km, e é composta por 9 sub-bacias. Esta também compreende de forma parcial e/ou total 22 bairros.

O canal em estudo foi o Canal do Prado, sendo este o talvegue da bacia de mesmo nome. O referido canal tem início no extravasor das águas excedentes do Açude Velho (7° 13' 35,8" Sul e 35° 52' 47,7" Oeste), e término no bairro Jardim Paulistano, nas coordenadas 7° 14' 47,6" Sul e 35° 53' 22,1" Oeste; após este ponto, o canal deixa de ter seu revestimento, seguindo seu percurso até desaguar no Riacho Bodocongó, o qual é afluente do Rio Paraíba, principal rio do estado.

A realização deste trabalho se deu a partir da escolha dos pontos de amostragem, a coleta de amostras e vistorias das condições do Canal e a realização da análise físico-química.

Pontos de Amostragem:

Foram escolhidos quatro pontos para a realização deste trabalho, sendo dois deles os pontos extremos (montante e jusante) do Canal do Prado e os outros dois definidos nos principais canais afluentes, imediatamente antes do lançamento no canal objeto do estudo. A escolha dos principais afluentes levou em consideração suas vazões e as áreas drenadas por cada um deles.

O Ponto P1 (7° 13' 48,7" Sul e 35° 52' 51,6" Oeste), situado a montante de todas as contribuições diretas do Canal do Prado, representativo das águas excedentes do Açude Velho e das águas pluviais das sub-bacias D4 e D5, provenientes do Centro e de uma pequena porção do bairro do Catolé;

Ponto P2 (7° 14' 0,6" Sul e 35° 53' 1,5" Oeste), um dos pontos que representam, qualitativamente a maior vazão contribuinte, inicia sua área de drenagem no bairro da Bela Vista, passando pela Prata, São José, Estação Velha até chegar ao canal em estudo, drenando as sub-bacias D2 e D3;

Ponto P3 (7° 14' 10,2" Sul e 35° 53' 2,3" Oeste), representativo da drenagem da sub-bacia D6, correspondendo a outra parcela do bairro do Catolé;

Ponto P4 (7° 14' 42,3" Sul e 35° 53' 16,6" Oeste), amostragem de jusante de todas as contribuições. Cinco estacas (100 m) antes do final do canal em estudo.

Coletas das amostras e vistorias das condições do canal:

As coletas de amostras para as análises físico-químicas, foram feitas no mês de agosto de 2014. A frequência de coleta foi de uma ou duas vezes por semana.

O horário adotado para a realização desta pesquisa foi 9 horas da manhã, pois a partir de estudos desenvolvidos na Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários – EXTRABES, por vários anos, foi observado que o horário era o mais representativo das características qualitativas e quantitativas dos esgotos sanitários de Campina Grande.

As coletas das amostras foram realizadas com o auxílio de um balde e uma corda (Figura 1). Do balde a amostra era transferida para um béquer de polietileno onde eram realizadas as medidas de temperatura e posteriormente era feita a transferência da amostra para os recipientes de coleta.

Para cada tipo de análise foi utilizado um recipiente diferente, em todos os pontos de amostragem, sendo utilizado um recipiente estéril de 1.000 ml para as análises físico-químicas.

O acondicionamento dos recipientes das amostras coletadas para as análises físico-químicas foi em caixas de isopor, com gelo para manutenção da temperatura em torno de 4° C e sem gelo para a manutenção da temperatura ambiente, respectivamente.



Figura 1 – Coleta da amostra utilizando balde e corda

Após serem coletadas, as amostras eram encaminhadas ao Laboratório de Saneamento da Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UFCG, para realização das análises, neste caso físico-químicas.

Nos dias de coleta, também foram realizadas vistorias em toda a extensão do canal, a partir do Parque da Criança (7° 13' 35,8" Sul e 35° 52' 47,7" Oeste) até a Av. Assis Chateaubriand (7° 14' 47,6" Sul e 35° 53' 22,1" Oeste).

Na realização deste trabalho foram determinados alguns parâmetros físico-químicos, os quais foram: sólidos suspensos totais (SST), sólidos suspensos voláteis (SSV), e sólidos suspensos fixos (SSF). Estes parâmetros foram escolhidos por reunirem informações relevantes sobre a poluição proveniente da quantidade de matéria sólida presente nas águas de drenagem pluvial.

Na Tabela 1, abaixo apresentada estão todos os parâmetros físico-químicos utilizados, e as metodologias de análises.

Tabela 1: Parâmetros e Técnicas Analíticas Utilizadas.

PARÂMETROS	TÉCNICA ANALÍTICA	UNIDADE
SST	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L
SSV	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L
SSF	Standard Methods, Gravimétrico	mg/L

Para melhor entendimento, está detalhada abaixo a metodologia aplicada para determinação dos Sólidos Suspensos e suas frações:

1. Determinação de sólidos suspensos totais (SST) pelo método gravimétrico utilizando papel filtro, o qual prevê secagem a 103-105 °C da amostra até peso constante: foi utilizado 1h para a secagem de papel filtro em estufa, com 50mL das amostras coletadas. Após o tempo supracitado, foram transferidos para dessecador para esfriarem, e em seguida foram pesados;
2. Para determinação das frações de sólidos suspensos fixa e volátil, ignizou o filtro em forno-mufla à 500±50°C, durante 15 minutos e esfriou o mesmo em um dessecador para posterior pesagem do mesmo.

Para os cálculos dos sólidos suspensos e suas frações, foram usadas as seguintes equações matemáticas:

$$\frac{1000 \cdot (E - D)}{VA/1000} = SST \text{ (Sólidos Suspensos Totais); mg/L} \quad (1)$$

$$\frac{1000 \cdot (E - F)}{VA/1000} = SSV \text{ (Sólidos Suspensos Voláteis); mg/L} \quad (2)$$

$$\frac{1000 \cdot (F - D)}{VA/1000} = SSF \text{ (Sólidos Suspensos Fixos); mg/L} \quad (3)$$

Onde:

D = Peso do papel de filtro tratado, g;

E = Peso do papel de filtro após filtração e secagem da amostra, g;

F = Peso do papel de filtro após a ignição, g;

VA = Volume da amostra, ml.

Com os dados digitalizados foi aplicada a estatística descritiva (média, mediana, variância e desvio padrão) para os indicadores (SST, SSF e SSV) e realizada a elaboração de gráficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variações de sólidos suspensos totais (Figura 2), voláteis (Figura 3) e fixos (Figura 4) apresentaram, em todos os pontos, um comportamento análogo. No ponto P3 as concentrações de SST e SSV foram as mais expressivas, comparáveis às de esgotos sanitários *in natura*.

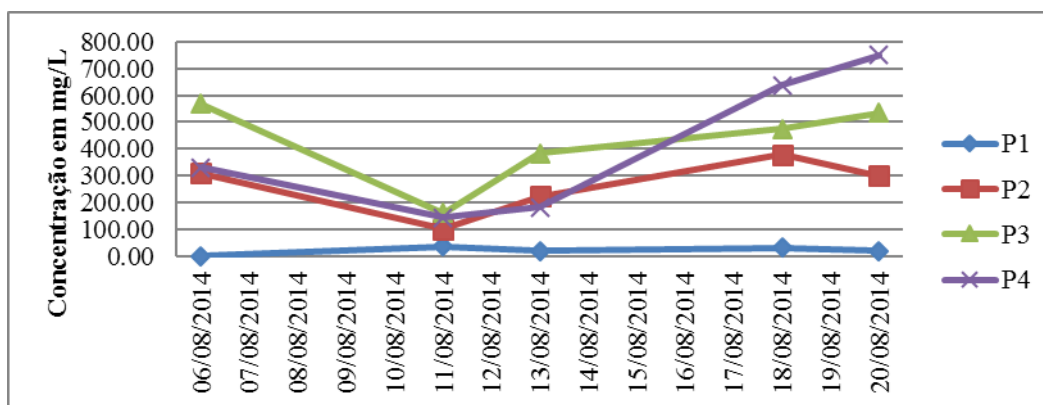


Figura 2: Variações de Sólidos Suspensos Totais

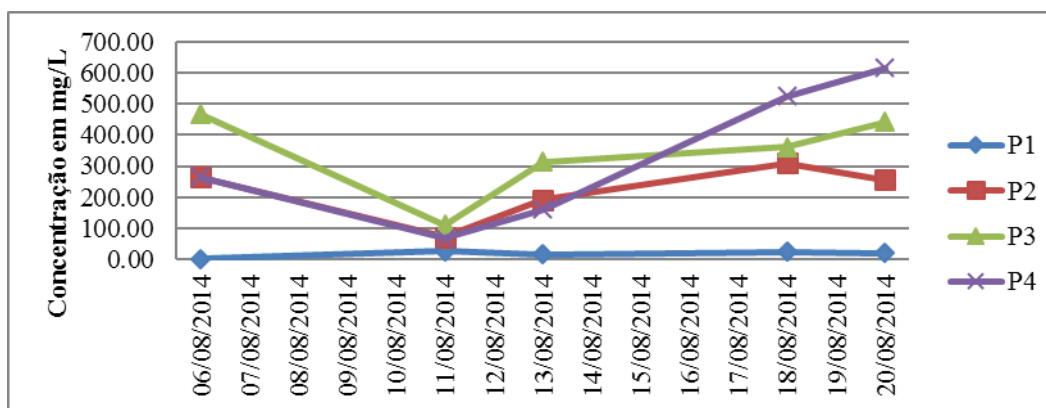


Figura 3: Variações de Sólidos Suspensos Voláteis

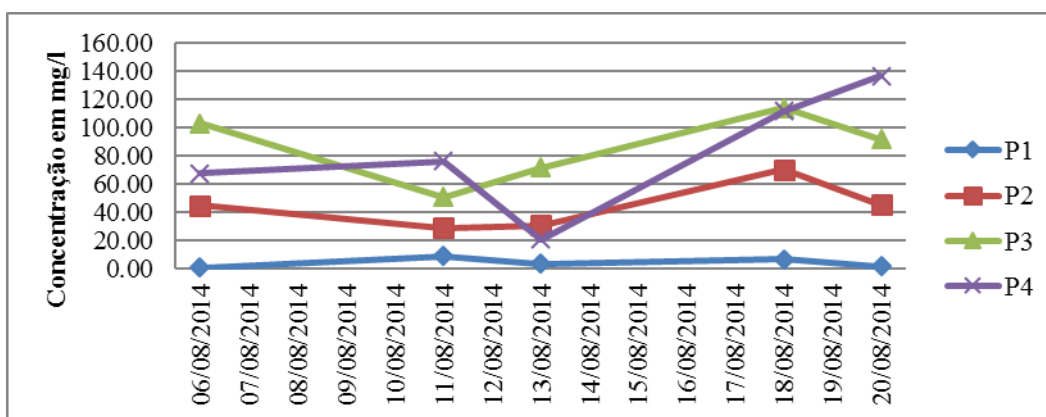


Figura 4: Variações de Sólidos Suspensos Fixos

De acordo com os resultados apresentados pode-se perceber que as variações de sólidos suspensos e suas frações são mais variáveis nos pontos P2, P3 e P4. O ponto mais extremo (P4) apresenta uma variação mais elevada quando comparada aos outros, mostrando-se assim ser este um dos pontos onde o canal recebe maior contribuição, e por isso a variação e a concentração de sólidos nas águas que chega ao fim do canal, são mais altas e são muito altas quando comparadas aos valores consideráveis para sólidos em esgotos, segundo Metcalf e Eddy (1991).

A estatística descritiva destes indicadores (SST, SSV e SSF) estão apresentadas nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente. As referidas tabelas reúnem um conjunto de informações relevantes para o estudo proposto, através das diversas comparações entre as medidas estatísticas e os indicadores.

Tabela 2: Estatística descritiva para Sólidos Suspensos Totais

SST	MÉDIA	MEDIANA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
P1	21,33	20,00	43,64	6,60
P2	262,13	300,67	8,73	2,95
P3	424,67	474,67	10,47	3,24
P4	408,80	330,67	12,57	3,55

Tabela 3: Estatística descritiva para Sólidos Suspensos Voláteis

SSV	MÉDIA	MEDIANA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
P1	17,20	18,67	102,15	10,11
P2	218,27	255,33	20,43	4,52
P3	338,67	360,67	24,52	4,95
P4	326,40	263,33	29,42	5,42

Tabela 4: Estatística descritiva para Sólidos Suspensos Fixos

SSF	MÉDIA	MEDIANA	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO
P1	4,13	3,33	313,77	17,71
P2	43,87	44,67	62,75	7,92
P3	86,00	91,33	75,30	8,68
P4	82,40	76,00	90,37	9,51

Conforme apresentado, os valores encontrados estão muito acima dos máximos permitidos para esgotos forte, médio e fraco segundo Metcalf e Eddy (1991).

Com isso, é percebido que os valores médios de SST indicam o grande carreamento de material particulado para o leito do canal em estudo, sendo os principais contribuintes os pontos P2 e P3. Situação similar foi verificada para os SSV. É importante ressaltar que os SSV também podem ser utilizados como indicadores de matéria orgânica na ausência de outro mais confiável, portanto, neste trabalho, ele tem um papel importante. Os resultados para sólidos em suspensão são comparáveis aos de esgotos *in natura*, entre fraco e forte, conforme Jordão e Pessôa (2009). As concentrações de SST, aqui verificadas, foram comparáveis às apresentadas pela Water Security Agency (WSA, 2014) para água de drenagem urbana de uma província no Canadá, que variaram entre 129 e 350 mg.L-1.

Em um trabalho desenvolvido por Freire (2014), para outra bacia urbana do mesmo município (Canal das Piabas), as águas de drenagem foram caracterizadas como esgoto doméstico fraco, ou seja, sua qualidade foi superior àquelas analisadas nesta pesquisa. A partir de informações como estas é percebido que, embora haja contaminação das águas de drenagem por esgoto no sistema de drenagem urbana de águas pluviais de Campina Grande, a mesma não é distribuída uniformemente no sistema, já que as águas drenadas pela Bacia Urbana do Prado apresentaram valores para estes indicadores que permitem caracterizá-la como esgoto sanitário classificado como médio.

A realidade do sistema de drenagem da cidade de Campina Grande está ilustrada nesta pesquisa e nas desenvolvidas por Freire (2014) e Caminha (2014), na qual o conceito do sistema separador absoluto foi sistematicamente destruído pela ocorrência de contribuições crescentes de esgotos para o sistema de águas pluviais e de águas pluviais para o sistema de esgotamento sanitário.

O sistema de esgotamento sanitário da cidade passa por diversos problemas, podendo ser citado o furto de esgoto, através de derivações feitas nos interceptores e emissário, por parte de agricultores, para irrigação de diversas culturas, bem como da significativa diminuição da vazão de esgotos que chega à ETE (GOMES, 2013). A principal consequência do funcionamento de dois sistemas de drenagem deficitários é uma maior prevalência de doenças, particularmente infecções por parasitas oportunistas e contaminação dos ecossistemas aquáticos.

Os resultados aqui analisados também indicam uma tendência de piora espaço-temporal, de montante para jusante, do cenário de poluição do sistema em estudo, notadamente pelos valores máximos, em especial às concentrações de matéria orgânica (SSV).

CONCLUSÕES

Com base nos dados pode se concluir que as altas concentrações de sólidos suspensos totais que este canal está recebendo, ocasiona o assoreamento do mesmo devido a formação dos bancos de areia, há também um aumento na poluição por materiais de outra natureza, como por exemplo matéria orgânica, devido à alta concentração de matéria sólida volátil. As águas drenadas pela Bacia Urbana do Prado apresentam características típicas de esgoto sanitário classificado como médio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEF. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19th. edn. American Public Health Association. Washington, DC, 1995.
2. BRASIL. *Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007*. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 29 set 2014.
3. CAMINHA, M. J. *DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO SISTEMA DE DRENAGEM DE SUB-BACIAS URBANAS DE CAMPINA GRANDE - PARAÍBA*. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB, 2014.

4. FREIRE, J. R. P. *ANÁLISE DO SISTEMA SEPARADOR ABSOLUTO NO ÂMBITO DA DRENAGEM PLUVIAL DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - ESTUDO DE CASO DO CANAL DAS PIABAS*. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB, 2014.
5. GOMES, E. F. *PERDAS DE VAZÃO E SEUS EFEITOS NA OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CAMPINA GRANDE-PB*. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande-PB, 2013.
6. 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.
7. JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de Esgotos Domésticos*. 5 ed. ABES: Rio de Janeiro, 2009.
8. 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..
9. METCALF & EDDY, Inc. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, Reuse*. McGraw-Hill International Editions, 3rd ed., New York, 1991.
10. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE - PMCG. *SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS E MEIO AMBIENTE (SESUMA)*. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Campina Grande-PB. Campina Grande, 2014a
11. SOARES, H. M.. Águas Residuárias – Geração, Caracterização e Princípios Básicos de Tratamento. In: V Curso de tratamento Biológico de Resíduos. Florianópolis, SC. 2005.
12. TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. La L.; BARROS, M. T. de. (coords.). *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1995.
13. _____. *Gerenciamento da drenagem urbana*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Vol 7, N° 1, p 5-27, 2002.
14. _____. *Gestão de águas pluviais urbanas*. SANEAMENTO PARA TODOS. V. 4. Brasília: Ministério das Cidades, 2006a.
15. ONU. *Nações Unidas do Brasil*. Disponível em:< <http://www.onu.org.br/25-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-acesso-a-saneamento-basico-em-todo-o-mundo-alerta-onu/>>. Acesso em: 29 set 2014.
16. Water Security Agency - WSA. *Stormwater Guidelines EPB 322*. Saskatchewan: WSA, 2014.
17. World Health Organization - WHO. *Research Priorities for Helminth Infections*. Switzerland: WHO, 2012.