

ANÁLISE DO LANÇAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO NO CANAL DE DRENAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DA TAMANDARÉ/BELÉM – PARÁ

DOI: 10.19177/rgsa.v9e3202092-109

Bruno de Almeida da Silva¹
João Diego Alvarez Nylander²
José Almir Rodrigues Pereira³

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar a ocorrência e o impacto do lançamento de esgoto sanitário da Bacia da Tamandaré, localizado em Belém do Pará, no seu canal de drenagem, que não possui uma estação de tratamento de esgoto e nem uma estação elevatória de esgoto que encaminhe e trate essa produção diária. O estudo foi desenvolvido em três etapas, inicialmente foi realizada a avaliação da infraestrutura de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitário na área da Bacia da Tamandaré, na segunda etapa foram identificadas as tubulações e galerias que lançam esgoto sanitário no canal da Tamandaré e quantificada a vazão média de esgoto desperdiçado e finalmente, na última etapa a avaliação dos impactos do lançamento de esgoto sanitário no funcionamento do canal. Como resultado da pesquisa, foi possível identificar o grave problema de informações no banco de dados dos órgãos responsáveis, os problemas estruturais do canal, presença de resíduos e esgoto na rede de drenagem, uma série de problemas em ambos os sistemas, além de contabilizar um total de 29 contribuições com presença de esgoto das 71 que chegam e quantificando a vazão de esgoto que chega ao canal de 2.383,05 m³/dia, o que equivale a 11,12% do volume útil do canal. Concluindo, os principais impactos ocasionados no canal pelo despejo de esgoto foram a ocupação de volume útil do canal, vegetação e sedimentos do esgoto ocupando volume, contribui para a inundações do canal e o risco de proliferação de doenças, como a leptospirose, causadas pelo contato desse efluente. Portanto, foi comprovada a real necessidade de investimento no sistema de esgotamento sanitário na área da Bacia da Tamandaré que sobrecarrega o sistema de drenagem que já é deficitário.

Palavras-Chaves: Esgoto, Drenagem. Canal da Tamandaré. Saúde Pública.

¹ Engenharia Sanitária e Ambiental (UFPA). <http://orcid.org/0000-0001-8282-1977> E-mail: brunosilva1095@gmail.com

² Doutorando em Engenharia Civil - Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (UFPA), Mestre em Engenharia Civil (UFPA) e Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental (UFPA). E-mail: diego.nylander@hotmail.com

³ Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento (EESC-USP), Mestre em Recursos Hídricos (UFPB), Graduado em Engenharia Sanitária (UFPA) e Professor Titular da UFPA. <http://orcid.org/0000-0002-3144-1787> E-mail: rpereira@ufpa.br

ANALYSIS OF THE SANITARY SEWAGE DISCHARGE IN THE DRAINAGE CHANNEL OF THE HYDROGRAPHIC TAMANDARÉ'S BASIN/ BELÉM – PARÁ

ABSTRACT

The present study had as objective to analyze the occurrence and the impact of the sanitary sewage discharge of the Tamandaré's Basin, located in Belém of The Pará, in its drainage channel, which does not have a sewage treatment plant nor a sewage that addresses and treats this daily production. The study was developed in three stages, initially the evaluation of the infrastructure for drainage of rainwater and sanitary sewage in the area of the Tamandaré's Basin was carried out. The second one identified the pipes and galleries that launch sanitary sewage in the Tamandaré's channel and quantified the average discharge of sewage dumped and finalizing with evaluation of the impacts of the sanitary sewage discharge on the channel's operation. It was possible to identify the serious information problem in the database of the responsible organisms, the structural problems of the canal, the presence of waste and sewage in the drainage network, a series of problems in both systems, besides accounting for a total of 29 contributions of the 71 present and quantifying the flow of sewage that reaches the channel of 2,383.05 m³ / day, which is worth 11,12% of the useful volume of the canal. In conclusion, the main impacts caused by the sewage dump were the occupation of useful volume of the canal, vegetation and sewage sediments occupying volume, channel flooding and the risk of disease proliferation, such as leptospirosis, caused by the contact of this effluent. Therefore, it was verified the existence of sewage in the canal and the real need for investment in the sanitary sewage system in the area of the Tamandaré's Basin.

Keywords: Sewage. Drainage. Tamandaré's drainage channel. Public Health.

1 INTRODUÇÃO

As cidades continuam em crescimento acelerado da população e de sua estrutura física, resultando, todos os dias, em aumento da produção de esgoto gerados e que não são destinados de maneira adequada no meio ambiente (COSTA et al., 2016), necessitando medidas essenciais para a conservação do meio ambiente e prevenção de doenças, como a implementação de infraestrutura de saneamento

básico que, de acordo com Nicácio et al. (2019) e Sousa et al. (2015), é o conjunto de ações multidimensionais articuladas a fatores sociais, econômicos, políticos e culturais, e abrange os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.

O desenvolvimento adequado dos centros urbanos, requer a universalização, integralidade e a igualdade como princípios fundamentais da prestação dos serviços públicos de saneamento básico, conforme estabelecido na lei nº 11.445/07, em que são dispostas as diretrizes nacionais para o saneamento básico (BRASIL, 2007).

A drenagem urbana tem objetivo de escoar as águas pluviais das cidades, com utilização, muitas vezes, de canais antes de destinar ao corpo hídrico (GRIMMLER et al., 2016), evitando catástrofes nos centros urbanos (MOMO et al., 2016). No esgotamento sanitário, segundo Pereira e Silva (2018), em grande parte das cidades brasileiras, o esgoto sanitário é coletado e lançado nos corpos d'água sem receber o tratamento adequado, sendo necessário, portanto, a existência de unidades de coleta, de tratamento e de destinação final adequada.

Por apresentar grande carência de infraestrutura na coleta de esgotamento sanitário, tendo apenas 52,36% (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2017) de coleta no Brasil, muitas das vezes o esgoto é lançado na rede de drenagem, como comenta Tsutiya e Bueno (2004) que no Brasil é adotado o sistema separador absoluto, de modo que as águas pluviais não deveriam chegar aos coletores de esgoto. Contudo, o esgoto sempre chega, não somente por problemas das instalações como também por ligações clandestinas, como Melo et. al. (2018) e Mattos et al. (2016) demonstram, e também por Cruz e Bareiro (2013) que cita a poluição hídrico por esgotos que provém das moradias irregulares.

Diante desse cenário, cidades com déficit de sistema de coleta e tratamento adequados, destinam esgoto bruto ou parcialmente tratado de maneira inadequada, Ferreira (2013) comenta ser recorrente em cidades brasileiras o despejo de esgoto sanitário nas estruturas de drenagem pluvial. Também o inverso ocorre, já que águas pluviais são lançadas nas tubulações de esgoto sanitário. A autora ainda ressalta que o problema não reside no fato do sistema ser do tipo separador absoluto ou unitário, mas na descaracterização de um sistema implantado em torno das falhas na implantação, na ausência de um dos sistemas ou na gestão das estruturas.

O problema ainda pouco discutido e preocupante tanto na questão ambiental, social, estética e na saúde pública, a destinação final inadequada de esgoto sem

tratamento nos grandes centros urbanos como ocorre na área de estudo desse trabalho. Dessa forma, das contribuições dos autores, surgiu o objetivo dessa pesquisa, de analisar a ocorrência e o impacto do lançamento de esgoto sanitário no canal de drenagem da avenida Tamandaré, zona central do município de Belém.

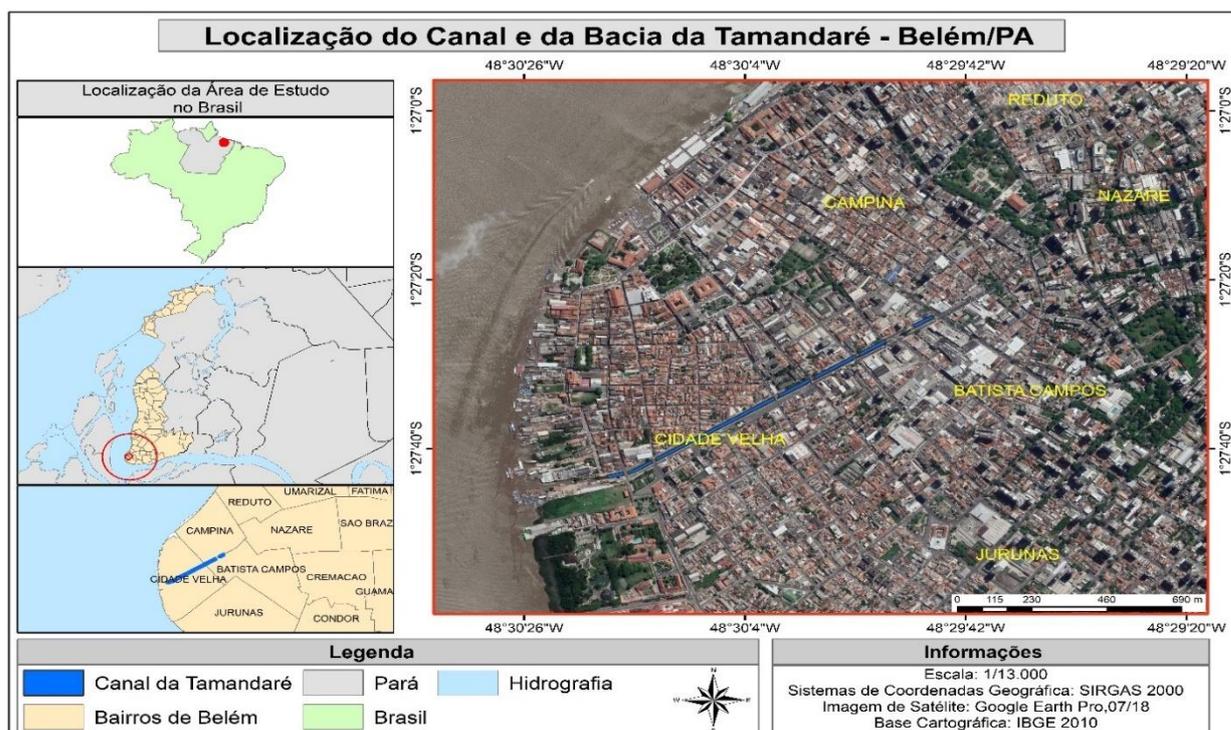
2 METODOLOGIA

A base metodológica utilizada foi de pesquisa documental e com levantamento de informações em campo, para possibilitar a avaliação da infraestrutura de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitário, a identificação e quantificação do volume de esgoto lançado e a avaliação dos impactos do lançamento de esgoto sanitário no canal de drenagem da Bacia Hidrográfica da Tamandaré (Bacia da Tamandaré).

A área de estudo é a bacia da Tamandaré e seu canal de drenagem, localizados no quadrante sudoeste do município de Belém no Estado do Pará, tendo área formada por quatro bairros da zona central, no caso Cidade Velha, Campina, Batista Campos e Jurunas. Na Figura 1 é apresentada a localização da Bacia Hidrográfica da Tamandaré e seu canal.



Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica da Tamandaré e seu canal de drenagem.



Fonte: Autores (2019).

O desenvolvimento do estudo foi realizado em três etapas: a) Avaliação da infraestrutura de drenagem de águas pluviais e de esgotamento sanitário na Bacia da Tamandaré; b) Identificação e quantificação do volume de esgoto lançado no Canal; e c) Avaliação do impacto do lançamento de esgoto no canal.

Na primeira etapa foi realizado o levantamento de informações em documentos e em meio eletrônico, bem como consultados documentos técnicos da Secretária de Saneamento de Belém (SESAN - Belém), Secretária de Meio Ambiente de Belém (SEMMA - Belém) e a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA) e além de utilizados os softwares *AutoCAD 2016*, *ArcGIS 10.2.2* e *Google Earth Pro 7.3.2.5776* para verificação, organização e caracterização dos componentes dos sistemas de esgotamento sanitário e de drenagem urbana.

Finalizando essa etapa foi realizada a primeira visita técnica no dia 03 de Setembro de 2018, para a identificação de eventuais problemas nos componentes e dispositivos dos sistemas de drenagem urbana e sistema de esgotamento sanitário.

A segunda etapa foi dividida em duas fases, na primeira foram identificados os coletores com lançamento de esgoto no canal da Tamandaré, enquanto na segunda fase foi calculada a produção diária média de esgoto na bacia.

Para isso, foram realizadas mais duas visitas técnicas: a segunda dia 26 de Outubro de 2018 e a terceira no dia 26 de Novembro de 2018, para verificar as características e a determinação dessas contribuições que chegam no canal de drenagem, buscando obter as seguintes respostas: número de contribuições, diâmetro, e ocorrência de contribuição sem influência de fatores hidrológicos (precipitação pluviométrica e maré). Por precaução, as visitas técnicas foram precedidas de consulta da tábua de maré da Marinha do Brasil, do Porto de Belém, o que possibilitou a programação nos horários de menor altura da maré, no caso para o primeiro dia 10h50, no segundo dia 8h20 e no terceiro dia 9h00.

Com isso foi, calculando o volume médio diário de esgoto (Q_{es}) em m³/dia produzido na bacia da Tamandaré e que chega ao canal, considerando as contribuições domiciliares (Q_d) e de estabelecimentos comerciais (Q_{ec}) de grande porte contidos na área da bacia. Na determinação da vazão diária média de esgoto gerado em toda bacia, foi utilizada a Equação 1 (PEREIRA e SILVA, 2018).

$$Q_{es} = Q_d + Q_{ec} \quad (1)$$

No cálculo da vazão média diária de esgoto domiciliar (Q_d) em m³/dia foi adotada a Equação 2, considerando a população da área da bacia da Tamandaré (P) em habitantes, a per capita de água domiciliar na bacia (q) em L/hab.dia e Coeficiente de retorno de 0,8 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986):

$$Q_d = \frac{P \times q \times C}{1000} \quad (2)$$

Enquanto na vazão média diária de esgoto dos estabelecimentos comerciais (Q_{ec}), foi determinada pela Equação 3, considerando a per capita de água dos estabelecimentos comerciais na bacia (q_{ec}) em L/m².dia, área dos estabelecimentos comerciais (A) em m² e o coeficiente de retorno de 0,8 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1986):

$$Q_{ec} = \frac{q_{ec} \times A \times C}{1000} \quad (3)$$

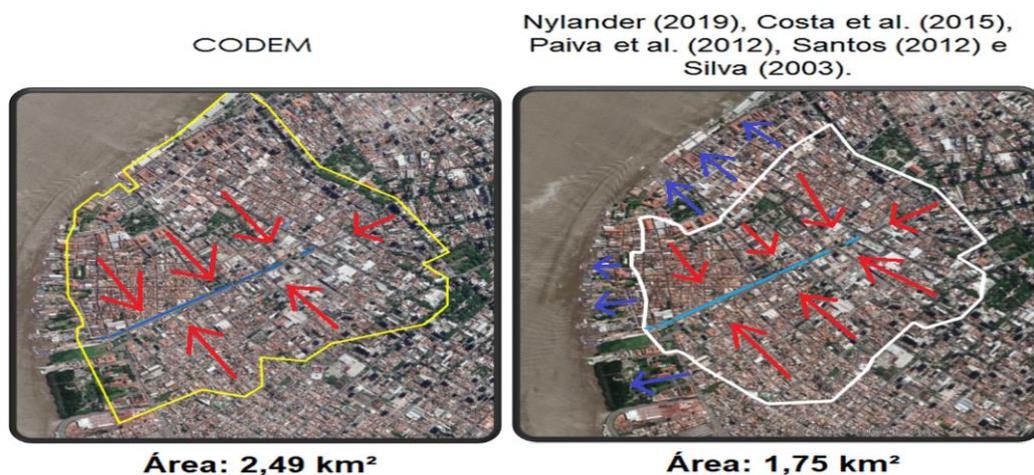
Finalmente, na última etapa foram avaliados os impactos do lançamento de esgoto no canal da Tamandaré, observando o volume útil ocupado indevidamente e a presença de material sedimentado no fundo do canal, os quais foram então relacionados aos eventuais problemas de escoamento de águas pluviais e de saúde pública.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente foi verificado que a área de 2,49 km² da Bacia da Tamandaré da planta da Secretaria de Saneamento de Belém é contestada por Nylander (2019), Costa et al. (2015), Paiva et al. (2012), Santos (2012) e Silva (2003). Esses autores consideram 1,75 km² como o valor correto da área de contribuição da bacia da Tamandaré, valor 0,74 km² (30%) menor do que a da base oficial do município (SESAN). A explicação utilizada por esses autores é que as áreas periféricas apresentam cotas que direcionam o escoamento das águas pluviais diretamente à baía do Guajará e ao Rio Guamá, e não para a parte central em que está localizado o canal da Tamandaré. Na Figura 2 são apresentadas imagens com os limites da SESAN e dos autores anteriormente citados.

Figura 2 – Área de contribuição da Bacia da Tamandaré



Fonte: Autores (2019)

Assim, na presente pesquisa foi considerada a área de contribuição de 1,75 km², que de quatro bairros da zona central, correspondendo a 41,97% da Cidade Velha, 36,79% da Campina, 20,73% da Batista Campos e 0,52% do Jurunas, na pesquisa foi verificada um avançado processo de urbanização nos quatro bairros. Pantoja et al. (2014) afirmam que a bacia da Tamandaré tem predominância de área urbanizada (94,57%), sendo ocupada principalmente por residências e estabelecimentos comerciais.

A delimitação dessa área com os polígonos da base do censo demográfico do IBGE 2010 e a posterior soma dessas quadriculas internas e interpoladas as dos limites com outras bacias resultou em uma população de 18.983 habitantes na bacia da Tamandaré.

Também foi constatado ser grande a precipitação pluviométrica na área da bacia da Tamandaré, sendo considerado o valor 257,02 mm/mês e que, em razão de ainda não haver instalado pluviômetro ou pluviógrafo, foram adotados os valores de precipitação médios mensais de Belém utilizados pelo INMET da Estação “BELEM - PA (82191)”, no caso a média entre 1961 até 2018 para os períodos de maior intensidade pluviométrica, temos valores mensais acima de 300 mm, enquanto que no período menos chuvoso é verificado que o volume precipitado fica abaixo de 200 mm/mês, com exceção de junho.

Na avaliação do sistema de drenagem urbana foi verificado que o volume de água pluvial que escoia pelas sarjetas é encaminhado para as bocas de lobo e, então, para galerias com ponto de jusante no Canal da Tamandaré, além de não haver estruturas de amortecimento.

Esse canal tem formato retangular com soleira trapezoidal, com as dimensões medidas *in loco* por Nylander (2019), foi calculada a altura útil média de 2,08 m, largura média de 9,81 m e comprimento de 1.150 m, o que resulta no volume útil de 23.465,52 m³. Considerando o valor da borda livre de 0,6 m, o volume total do Canal é de 30.234,42 m³. Na Figura 3 é apresentada fotografia do Canal, que apresenta ponto de montante nas coordenadas 1°27'24.55"S e 48°29'45.95"O e exutório nas coordenadas 1°27'43.3"S e 48°30'17.8"W, próximo a confluência do Rio Guamá com a Baía do Guajará.

Figura 3 – Montante e exutório do canal da Bacia da Tamandaré



Fonte: Autores (2019).

Ainda foi observado que o canal da Tamandaré é afetado pela elevação do nível de água da maré que, de acordo com registros da Marinha do Brasil, no período de 1961 e 1987 (registro de maior sequência medido e utilizado para previsões atualmente), em média apresenta o valor máximo da maré 3,34m, tendo impacto em pontos da bacia.

Na pesquisa foi constatada grande deficiência na disponibilidade de informações dos dispositivos da microdrenagem, pois, a SESAN - Belém não dispõe de cadastro técnico atualizado da rede de microdrenagem. Dessa forma, os dados apresentados foram obtidos nas observações de campo e em conversas com funcionários da Secretária de Saneamento.

Nas visitas técnicas foram verificados os seguintes problemas que prejudicam o funcionamento do sistema de drenagem na bacia da Tamandaré: a) presença de resíduos sólidos no sistema de drenagem, b) deficiência na manutenção das estruturas de drenagem; c) acúmulo de grande volume de sedimentos no canal; d) resíduos sólidos grosseiros no exutório do canal; e e) tubulação afogada. Esses problemas foram registrados em fotografias, bem como foi realizado levantamento de

notícias que constatou f) alagamento na bacia e inundação no entorno do canal, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Problemas no sistema de drenagem de águas pluviais da Bacia da Tamandaré



Fonte: Autores (2019) e Roma News (2019)

Na avaliação do sistema de esgotamento sanitário, foi verificado que as tubulações coletoras estão assentadas parcialmente nos limites da bacia da Tamandaré, no caso em partes dos bairros da Cidade Velha, Campina e Batista Campos, além da ausência de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) ou Estação Elevatória de Esgoto nos limites da bacia, conforme consta na planta fornecida pela COSANPA.

De acordo com técnicos da COSANPA, o esgoto sanitário gerado na parcela que não contém rede da Bacia (o restante da Cidade Velha, Jurunas e Batista Campos) é lançado no sistema de drenagem pluvial, quando não existe uma rede coleta de esgotamento próxima do imóvel, com anuência da SESAN e obedecendo determinados critérios, como um tratamento prévio do efluente. No entanto, foi possível notar que na maioria das vezes as ligações são clandestinas, devido ao efluente na maioria das contribuições que chegam no canal apresentarem uma tonalidade mais escura, provavelmente sem tratamento prévio.

É importante comentar que o canal da Tamandaré também é o destino final do esgoto gerado nos três maiores estabelecimentos comerciais na área da bacia da Tamandaré, no caso dois supermercados (um com área de 7.350 m² e o segundo de 2.787 m²) e um *shopping center* (área de 20.170 m²). Na Figura 5 são apresentados os maiores estabelecimentos comerciais e seu ponto de contribuição de efluente no canal da Tamandaré.

Figura 5 – Localização dos estabelecimentos comerciais na bacia e sua contribuição no canal.



Fonte: Autores (2019).



Foram feitas solicitações de informações sobre os estabelecimentos comerciais a SEMMA - Belém e no momento não havia informações disponíveis. Entretanto, durante uma breve visita aos estabelecimentos, foi possível notar a presença de uma estação de tratamento de esgoto para tratar os seus efluentes

Apesar de alguns domicílios e dos três estabelecimentos comerciais apresentarem tratamento parcial do esgoto sanitário, o seu destino final ainda é o canal da Tamandaré, seja pelas tubulações de esgoto sanitário ou pelos coletores de água pluvial.

Nas visitas técnicas, foram verificados os seguintes problemas relacionados com a deficiência da infraestrutura de esgotamento sanitário da bacia da Tamandaré: a) tubulação com despejo de efluente em período sem precipitação; b) esgoto sanitário em Boca de lobo; e c) Canal da Tamandaré com lodo de esgoto. Conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Problemas no sistema de esgotamento sanitário da Bacia da Tamandaré.



Fonte: Autores (2019).

Vale citar que essas inspeções foram realizadas sem a interferência das condições hidrológicas (precipitação e maré), ou seja, em dia de baixa precipitação (ausente durante todo o período da visita) e a maré baixa durante as três visitas realizadas. Na figura 7 são apresentadas fotografias da medição das dimensões dos coletores.

Figura 7 – Coleta de informações das tubulações.



Fonte: Autores (2019).

Em seguida foram realizadas inspeções para coletar informações (nº de contribuições, diâmetro e ocorrência de contribuição) dos coletores que lançam esgoto no canal, para isso, o canal da Tamandaré foi dividido em 7 trechos, conforme representado na Figura 8.

Figura 8 – Divisões dos trechos do canal.



Fonte: Autores (2019).

Na observação do traçado da malha foi verificado que 12 vias de acesso chegam ao canal. Desse total, 7 vias (Travessa Padre Eutíquio, Travessa São Pedro, Travessa São Francisco, Avenida Dezesseis de Novembro, Rua Ângelo Custódio, Rua Dr. Malcher e Rua Doutor Assis) passam sobre a estrutura do canal e 5 vias (Rua Doutor Rodrigues Santos, Travessa Monte Alegre, Travessa Carlos Carvalho, Travessa Gurupá e Rua São Boa Ventura) finalizam no canal, margeado pela via que o nomeia, Avenida Almirante Tamandaré.

Na pesquisa foi identificado que 29 das 71 contribuições que chegam ao canal da Tamandaré transportam esgoto de origem domiciliar ou dos estabelecimentos comerciais. Esse percentual (40,84%) ainda pode ser maior, já que apenas foram considerados os coletores com contribuição constatada nos períodos das visitas.

Em seguida, foi calculada na vazão de esgoto domiciliar para 18.983 habitantes, onde Fenzel et al. (2018) determinam que a média do consumo diário per capita em Belém é de 158 L/hab/dia e o coeficiente de retorno de 0,8. Portanto, utilizando a Equação 2, foi obtido valor de vazão de esgoto sanitário (Q_d) produzido na bacia Tamandaré de 2.504,54 m³/dia.

Com os dados coletados, na Tabela 2 foram sintetizados os dados das contribuições que chegam ao canal da Tamandaré.

Tabela 2 – Quantificação das contribuições presentes no canal da Av. Tamandaré

Trecho	Vias Transversais		Diâmetro mais frequente (mm)	N ^a de contribuições com presença de ES	N ^a de contribuições sem presença de ES	Total de Contribuições
	Montante	Jusante				
1	Tv. Padre Eutíquio	Tv. São Pedro	300	5	4	9
2	Tv. São Pedro	Tv. São Francisco	300	6	3	9
3	Tv. São Francisco	Av. Dezesesseis de Novembro	300	3	4	7
4	Av. Dezesesseis de Novembro	Rua Ângelo Custódio	300	2	4	6
5	Rua Ângelo Custódio	Rua Dr. Malcher	300	9	14	23
6	Rua Dr. Malcher	Rua Dr. Assis	300	2	3	5
7	Rua Dr. Assis	Rio Guamá	100	2	10	12
Total				29	42	71

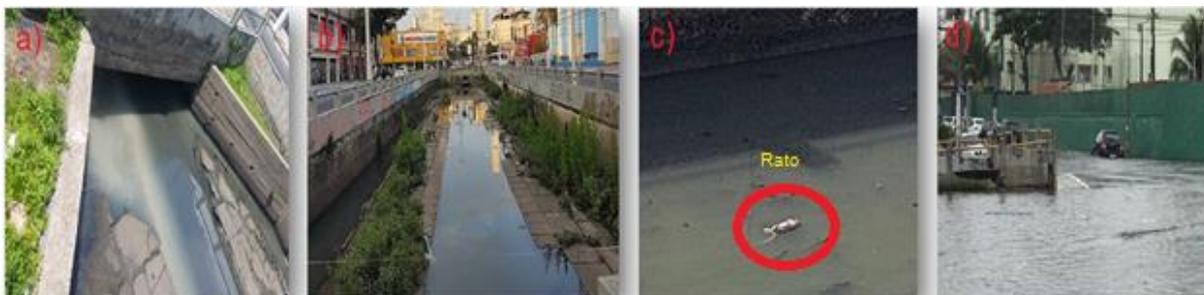
Considerando o valor per capita do consumo de água de 5 L/m².dia para a vazão de esgoto dos supermercados (SANEPAR, 2010) e de 4 L/m².dia para o shopping center (NUNES, 2006) e o mesmo valor do coeficiente de retorno de 0,8, foi calculada a contribuição de esgoto sanitário com a Equação 3, resultando em 29,4 m³/dia no Supermercado 1, 11,15 m³/dia no Supermercado 2 e 64,54 m³/dia para o Shopping Center. Totalizando uma vazão de estabelecimento comercial (Q_{ec}) de 105,09 m³/dia.

Com as duas vazões obtidas, foi possível determinar a vazão de esgoto (Q_{es}) na bacia da Tamandaré estabelecida na Equação 1. Foi quantificado em 2.609,64 m³/dia.

Pereira et al (2003) e Tavares (2017), comentam que a rede coletora de esgotamento sanitário dessa parte de Belém foi executada de forma isolada, sem a implantação dos coletores troncos de ligações, interceptores, estações elevatórias e emissários para lançamento dos efluentes no corpo receptor. Dessa forma, como comprovado nas outras etapas deste trabalho, ocorre todos os dias lançamento de esgoto no sistema de microdrenagem e no canal da bacia da Tamandaré. Essas ações inadequadas ocasionam problemas no sistema de drenagem urbana, como: a) Presença de esgoto; b) Vegetação e sedimentos do esgoto presentes no canal; c)

Contribui para a inundação do canal da Tamandaré; e d) Proliferação de doenas. Esses problemas são evidenciados na figura 9:

Figura 9 – Impactos gerados pelo lanamento de esgoto no canal



Fonte: Autores (2019) e Roma News (2019).

O grande valor de esgoto não tratado ou tratado apenas parcialmente despejado no canal da Tamandaré corresponde a 11,12% do volume útil do canal. Além disso, os sólidos do esgoto sedimentam e ficam retidos no fundo do canal, com a matéria orgânica e os nutrientes favorecendo o crescimento de vegetao e de macrófitas.

O acréscimo de esgoto reduz o volume disponível para o escoamento de águas pluviais, resultando em acúmulo indevido em ponto a montante (alagamento) da rede de microdrenagem e ou favorecendo o extravasamento do canal (inundao) pelo esgoto, sendo acentuado no período de chuva intensa e coincidindo com a maré alta, o que frequentemente resulta em inundao no entorno do canal. Segundo relatos da equipe da SESAN apud Tavares (2017), responsável pela manuteno das comportas, quando são submetidas a marés com cheias a partir de 3,6 m e ao mesmo tempo fortes chuvas, as comportas não têm capacidade de suportar a fora da maré e acabam cedendo, ocasionando o transbordamento do canal e, conseqüentemente, a inundao das vias em seu entorno, acarretando em riscos para a populao.

Essa situao   propícia para a proliferao de vetores que transmitem doenas graves, como a leptospirose. Lima et al. (2012), citam 397 casos de leptospirose no município de Belém entre 2006 e 2011, sendo o maior número de casos registrado no período chuvoso dos meses de janeiro a maio e ainda Souza et al. (2018), analisou em Belém e Ananindeua no período de 2011 a 2015, contabilizou 331 casos da doena. Nylander (2019), destaca que o acúmulo indevido de águas pluviais (alagamento) em Belém acaba ocorrendo em todos os meses do ano, enquanto problemas de inundao são verificados no período de maior precipitao pluviométrica e de maré alta, ocasionando o contato com a massa líquida do canal.

Apesar da solução adequada ou ideal ser o encaminhamento do esgoto domiciliar e dos estabelecimentos comerciais para Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), nos limites da bacia não é possível a implantação de uma ETE, em razão da bacia da Tamandaré apresentar um avançado grau de urbanização, além de conter áreas de grande importância histórica para o município de Belém, onde foi instituída a lei municipal nº 7.709/94 (Lei do Patrimônio Histórico), com finalidade de promover a conservação, o tombamento de imóveis e outros fins, tornando ainda mais difícil qualquer obras desse porte.

Um sistema coletivo e compacto, restringindo à pequenas áreas, poderiam ser implantados para tratar esse esgoto sem demandar de grande área e despejar diretamente na baía do Guajará, o efluente tratado. Ainda, outra alternativa, seria a criação de estações elevatórias que bombeariam esse esgoto para uma estação mais afastada em outras áreas da bacia ou em outras bacias adjacentes. Contudo, essas soluções apresentam elevado custo, se faz necessário, de maneira imediata, uma solução para esses problemas que afetam a estética do canal e a saúde de quem mora no entorno e quem transita diariamente.

Portanto, é importante que essas soluções para a bacia da Tamandaré estejam presentes no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Belém, analisando, detalhando e suprindo essas carencias da área da bacia, visto que o mesmo ainda não consta e necessita de uma atualização para atender a lei nº 11.445/07.

4 CONCLUSÃO

O volume de esgoto médio diário gerado corresponde a 11,12% do volume útil do canal, foi possível extrair uma vazão perigosa de esgoto que chega ao canal da Av. Tamandaré, uma informação de grande relevância para complemento dos outros diversos trabalhos a respeito do canal, visto que durante o levantamento bibliográfico, não foram encontrados os valores de vazão de esgoto sanitário e nem um tipo de informação quanto as contribuições.

Com os recorrentes problemas de alagamento do canal e o crescente desenvolvimento urbano no entorno, com a verticalização dos imóveis, temos um volume crescente de esgoto sendo encaminhado, dessa forma, até mesmo os valores determinados neste trabalho podem ser muito superiores

Os órgãos responsáveis não apresentaram projetos de instalação ou ampliação nos sistemas, onde nos últimos anos foram de apenas limpeza e manutenção no entorno do canal, sendo permitido que ocorra a décadas o lançamento indevido de esgoto no canal. Portanto, surge a necessidade de adotar medidas que possam substituir essas soluções paliativas, como construção de uma estação de tratamento de esgoto (ETE) que possa suprir essa demanda, implantar rede coletora e substituição da antiga, além da conscientização da população, demonstrando o risco que eles estão correndo realizando essas ligações indevidas no canal.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649**: projeto de redes coletoras de esgoto sanitário: procedimento. ABNT, 1986.

BELÉM. **Lei nº 7.709, de 18 de maio de 1994**. Disponível em: <<https://cm-belem.jusbrasil.com.br/legislacao/583044/lei-7709-94>>. Acesso em: 26 março. 2019.

BRASIL. **Lei nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 04 de abril de 2019.

BRITO, L. S. A. A intervenção no Centro Histórico e a reorganização sócio-espacial do bairro da Cidade Velha-Belém/PA. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, UFPA, Belém-Pará, 2007.

COSTA, C. E. A. de S. et al. Problemática dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana de Belém/PA. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 329-344, 2015.

COSTA, S. M. F. et al. Crescimento urbano e ocupação da várzea em pequenas cidades da Amazônia: uma discussão premente. **Revista Geografia, Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 114-129, 2016.

CRUZ, A. Graciela; BAREIRO, Edson. A percepção ambiental sobre os efeitos da poluição pelos alunos do ensino fundamental do bairro Santa Quitéria, Curitiba-PR. II Simpósio de Estudos Urbanos. Paraná: UEPR, 2013.

FERREIRA, K. B. Aplicabilidade de Tipos de Sistemas Urbanos de Esgotamento Sanitário em Função de Variáveis Climáticas e Topográficas. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

FENZL, Norbert; MENDES, Ronaldo Lopes Rodrigues; FERNANDES, Lindemberg Lima. A sustentabilidade do sistema de abastecimento de água: da captação ao consumo da água em Belém. NUMA/ITEC/UFPA, 2018.

GRIMMLER, M. U. et al. Determinação de metais tóxicos em sedimento de canal de drenagem pluvial na zona urbana. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 201-209, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Históricos. INMET, 2018. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 24 de março de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas de População. IBGE, 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 10 de março de 2019.

LIMA, R. J. S. et al. Análise da distribuição espaço-temporal da leptospirose humana em Belém, Estado do Pará, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 3, n. 2, p. 33-40, 2012.

MARINHA DO BRASIL. Tábuas de Maré. Centro de Hidrografia da Marinha. Disponível em: < <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

MATTOS, Sergio M. Barragan L.; SANTOS, Aldo Ramos; GUIMARÃES, Juliana Pereira. Análise da qualidade da água no canal na Zona Noroeste, Santos, SP. **Unisanta BioScience**, v. 5, n. 3, p. 218-224, 2016.

MELO, Eliude Maria; ALVES-COSTA, Cecília Patrícia. Águas e resíduos: uma análise sobre a percepção da comunidade local sobre as condições ambientais do canal Ibiporã, Recife-Pernambuco (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2018.



MOMO, M. R. et al. Desempenho do modelo HAND no mapeamento de áreas suscetíveis à inundação usando dados de alta resolução espacial. **RBRH [online]**, v. 21, n. 1, p. 200-208, 2016.

NICÁCIO, J.; JUNIOR, A. P. SANEAMENTO BÁSICO, MEIO AMBIENTE E A SAÚDE PÚBLICA EM AÇAILÂNDIA-MA. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 123-136, 2019.

NUNES, R. T. S. Conservação da água em edifícios comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center. Rio de Janeiro: Tese (Doutorado) –Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, v. 144, 2006.

NYLANDER, J. D. A. Avaliação da Utilização de Comporta em Eventos Extremos de Precipitação Pluviométrica e de Maré no Canal de Drenagem da Tamandaré. Dissertação (Mestrado) -Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

NYLANDER, J. D. A.; FERREIRA, J. F. H.; PEREIRA, J. A. R. Avaliação de alternativa para amortização de eventos de inundação em bacia de drenagem urbana. In: **SEMINARIO IBEROAMERICANO DE REDES DE AGUA Y DRENAJE**, 1., 2017, Bogotá. Anais. Bogotá - Colômbia: Universidad de Los Andes, 2017. p. 90-98.

PAIVA, A. R. M. et al. A Bacia da Tamandaré e o Simbolismo Entre o Rio-Homem-Cidade. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 6., 2012, Belém. Resumo. Belém, 2012.

PANTOJA, M. A. L. et al. Detecção de Canais e Rios Impactados pelo Despejo Irregular de Efluentes na Cidade de Belém. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA E V CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO, 26., 2014. Gramado, 2014.

PEREIRA, J. A. R.; SILVA, J. M. S. Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação. 3. ed. Belém: GPHS/UFPA, 2018

PEREIRA, J. A. R. et al. Saneamento ambiental em áreas urbanas: esgotamento sanitário na Região Metropolitana de Belém. Universidade Federal do Pará/Núcleo de Meio Ambiente, 2003.

ROMANEWS. Em Belém, canal da avenida Tamandaré transborda e deixa motoristas 'ilhados'. Disponível em: <<https://www.romanews.com.br/cidade/em-belem-canal-da-avenida-tamandare-transborda-e-deixa-motoristas/35474/>>. Acesso em: 10 de maio de 2019.

SILVA, A. M. Gestão de conflitos pelo uso da água em bacias hidrográficas urbanas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2003.

SANTOS, O. C. de O. As Chuvas, Alagamentos e Enchentes, no Período Chuvoso em Belém, Pará. **Revista GEONORTE**, v. 2, n. 5, p. 173-183, 2012.

SOUSA, C. S. S.; SOUSA, S. C. S.; ALVARES, Al. M. Diretrizes normativas para o saneamento básico no Brasil Normative guidelines towards basic sanitation policy in Brazil. **Caderno de Geografia**, v. 25, n. 43, p. 102-115, 2015.

SOUSA, E. et al. Panorama situacional do serviço de esgotamento sanitário e sua relação com doenças de veiculação hídrica na região metropolitana de Belém-Pará. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 487-503, 2018.

TAVARES, L. C. Análise do Sistema de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Tamandaré em Belém-PA. 2017. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL – ITB. Portal Eletrônico. Disponível em:<<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>>. Acesso em: 03 de julho de 2019.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil. **Água Latinoamérica**, v. 4, n. 4, p. 20-25, 2004.

VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Editora UFMG, Vol. 1. 1996.