

Caracterização físico-química, microbiológica e ecotoxicológica das águas pluviais do sistema de drenagem urbana de Santos (São Paulo, Brasil)

Physical-chemical, microbiological and ecotoxicological characterization of the pluvial waters of the urban Santos drainage system (São Paulo, Brazil)

Caracterización físico-química, microbiológica y ecotoxicológica de las aguas pluviales del sistema de drenaje urbano de Santos (São Paulo, Brasil)

Recebido: 30/11/2020 | Revisado: 06/12/2020 | Aceito: 15/12/2020 | Publicado: 18/12/2020

Carla Vilar Gandra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7157-3258>

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Brasil

E-mail: carla.gandra@etec.sp.gov.br

Luciana Lopes Guimarães

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7230-9571>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: lucianafarm@unisanta.br

Aldo Ramos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0236-1910>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: rsantos@unisanta.br

Fernando Sanzi Cortez

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9151-6878>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: cortez@unisanta.br

Fabio Hermes Pusceddu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0336-7310>

Universidade Santa Cecília, Brasil

E-mail: fabiohp@unisanta.br

Resumo

O município de Santos, Estado de São Paulo, tem por característica seus canais de drenagem de águas pluviais que cortam toda a cidade (canais 1 a 7). O objetivo geral deste estudo consistiu em analisar a qualidade das águas pluviais urbanas do sistema de drenagem do

município de Santos, em períodos de alto índice pluviométrico. Foram realizadas análises microbiológicas, físico-químicas, químicas e ecotoxicológicas. Os procedimentos da coleta seguiram um contexto de investigação do percurso da água pluvial captada sequencialmente em cada ponto de análise: a água da chuva, a água na sarjeta, na saída da galeria e na água depositada no canal. Os resultados foram avaliados com base nos parâmetros estabelecidos pelas resoluções CONAMA 274/00 e CONAMA 357/05. Quando comparado às localidades específicas no canal 3 (área antiga e de densidade populacional mais elevada) e no canal 7 (área de ocupação mais nova e de menor índice populacional), foi possível determinar a existência de esgoto doméstico, tendo maior número de pontos contaminados no canal 3 e no canal 7 apresentou uma contaminação pontual em sua galeria. O estudo demonstrou a presença de contaminantes de influência antrópica, desde o meio urbano até a ligação irregular de esgoto sanitário nos pontos analisados nesta pesquisa. A presença destes contaminantes no sistema de drenagem urbana de águas pluviais pode trazer consequências ambientais para a biota aquática (presentes no corpo receptor) e também para a saúde humana através do contato com estas águas.

Palavras-chave: Águas pluviais; Esgoto; Toxicidade; Canais de drenagem urbana.

Abstract

The municipality of Santos, State of São Paulo, has as its characteristic drainage channels of rainwater that cuts across the city (channels 1 to 7). The general objective of this study was to analyze the quality of the urban rainwater of the drainage system of the municipality of Santos, during periods of high rainfall. Microbiological, physicochemical, chemical and ecotoxicological analyzes were performed. The collection procedures followed a research context of the rainwater trajectory sequentially captured at each point of analysis: rainwater, water in the gutter, exit of the gallery and water deposited in the channel. The results were evaluated based on the parameters established by resolutions CONAMA 274/00 and CONAMA 357/05. Compared to the specific localities in channel 3 (old and higher population density) and in channel 7 (new occupation area and with a lower population index), it was possible to determine the existence of domestic sewage, having a higher number of contaminated points In channel 3 and in channel 7 presented a point contamination in its gallery. The study demonstrated the presence of contaminants of anthropic influence, from the urban environment to the irregular connection of sanitary sewage at the points analyzed in this research. The presence of these contaminants in the urban drainage system of

rainwater can have environmental consequences for the aquatic biota (present in the receiving body) and also for human health through contact with these waters.

Keywords: Rainwater; Sewage; Toxicity; Urban drainage channel.

Resumen

El municipio de Santos, Estado de São Paulo, se caracteriza por sus canales de drenaje de aguas pluviales que atraviesan la ciudad (canales 1 a 7). El objetivo general de este estudio fue analizar la calidad del agua de lluvia urbana en el sistema de drenaje del municipio de Santos, en períodos de alta precipitación. Se realizaron análisis microbiológicos, físico-químicos, químicos y ecotoxicológicos. Los procedimientos de recolección siguieron un contexto de investigación del recorrido del agua de lluvia captada secuencialmente en cada punto de análisis: agua de lluvia, agua en la cuneta, a la salida de la galería y en el agua depositada en el canal. Los resultados fueron evaluados con base en los parámetros establecidos por las resoluciones CONAMA 274/00 y CONAMA 357/05. Al compararlo con ubicaciones específicas en el canal 3 (área antigua con mayor densidad de población) y canal 7 (área de ocupación más nueva con menor índice de población), se pudo determinar la existencia de alcantarillado doméstico, con un mayor número de puntos contaminados. En canal 3 y canal 7, presentó una mancha de contaminación en su galería. El estudio demostró la presencia de contaminantes de influencia antrópica, desde el medio urbano hasta la conexión irregular de alcantarillado sanitario en los puntos analizados en esta investigación. La presencia de estos contaminantes en el sistema de drenaje de aguas pluviales urbano puede tener consecuencias ambientales para la biota acuática (presente en el cuerpo receptor) y también para la salud humana a través del contacto con estas aguas.

Palabras clave: Agua de lluvia; Alcantarilla; Toxicidad; Canales de drenaje urbano.

1. Introdução

Esta pesquisa abrangueu o apontamento da contaminação presente no sistema de drenagem de água pluvial urbana com base nos resultados obtidos através de análises microbiológicas, físico-químicas, químicas e ecotoxicológicas. A abordagem adotada no estudo envolveu a coleta das amostras diretamente do sistema de drenagem urbana (sarjeta, galeria e canal). Todo este percurso não apresenta formas de tratamento. A lei nº 11.445/2007, Brasil (2007), define saneamento básico como o conjunto de quatro serviços públicos: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; drenagem urbana; e manejo de

resíduos sólidos urbanos. A drenagem, além de minimizar os riscos de inundação nas cidades, pressupõe que as águas da chuva, ao passarem pela cidade, sejam tratadas antes de chegarem aos rios, para evitar a sua poluição.

A CETESB aplica no estado de São Paulo a utilização de testes de toxicidade para o controle e monitoramento dos corpos receptores e seus efluentes, através de bioensaios com organismos aquáticos, segundo Cesar (1997). As análises de toxicidade com organismos-teste, *Daphnia similis*, foram avaliadas em efeito agudo conforme norma vigente, conforme Costa, Olivi, Botta e Espindola (2008), com base nas normas brasileiras.

Na cidade de Santos, existem setes canais de drenagem pluvial que desembocam na orla da praia, os quais seis apresentam sistema de comporta que isolam estas águas da orla da praia e as conduzem através de uma tubulação para a Estação de Pré-Condicionamento de Esgoto (EPC) com exceção do canal 7. Em períodos de alta pluviosidade as comportas são abertas e as águas pluviais presentes nos canais (e o material dissolvido) são despejadas diretamente no mar, segundo Ambrozevicius (2010) e Coelho (2012).

No Brasil, grande parte da população reside em cidades, mais da metade (56,1%) da população vive em 304 municípios, segundo o último censo divulgado pelo IBGE (2015).

Conforme observado através das análises laboratoriais, a contaminação através do percurso deste sistema é notória, e ela acontece de diversas formas, desde ligações clandestinas de esgoto, o uso inadequado do espaço público e com as contribuições de práticas incorretas. O crescimento das cidades nas últimas décadas tem sido responsável pelo aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais. Em todo o planeta, praticamente não existe um ecossistema que não tenha sofrido influência direta e/ou indireta do homem, como por exemplo, contaminação dos ambientes aquáticos, desmatamentos, contaminação de lençol freático e introdução de espécies exóticas, resultando na diminuição da diversidade de habitats e perda da biodiversidade, segundo Goulart e Callisto, (2010).

Segundo Monteiro e Mendes (2020), no Brasil há precariedade no sistema de drenagem urbana consolidado, tornando relevante o estudo através de método de avaliação e diagnóstico do sistema, para que futuras providencias devidas sejam adotadas com base no fundamento técnico e científico.

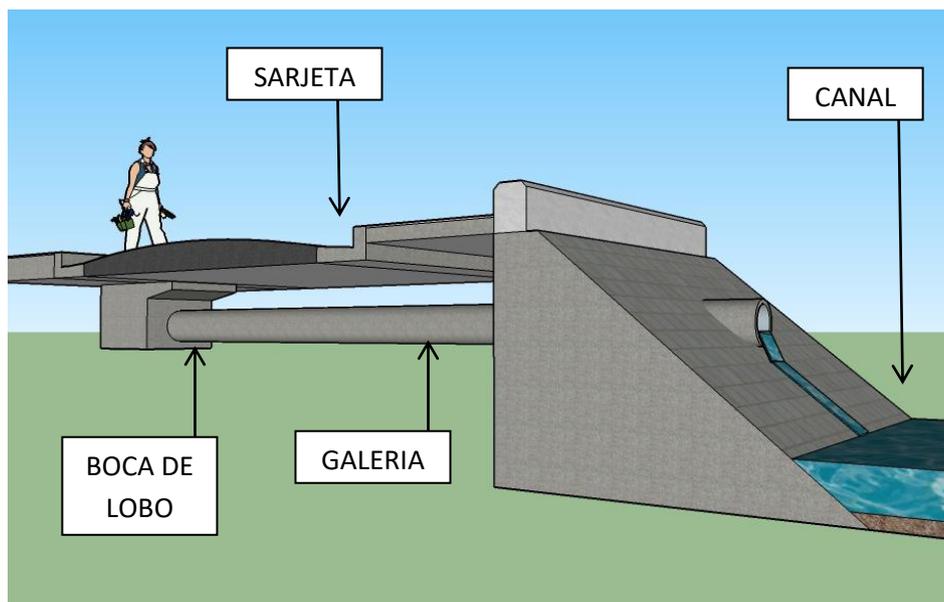
A partir dos resultados obtidos propõem-se soluções diretas que poderão modificar certas práticas e leis com relação ao meio urbano e suas edificações, a partir da adoção de novas regras para que haja resultados positivos nesta implantação, objetivando utilizar o melhor recurso para este fim.

As propostas para a solução dos males foram apontadas para o município em estudo, mas a estrutura desta proposta poderá ser implantada em qualquer outra área urbana. Este projeto foi em busca da qualidade do meio ambiente e um espaço urbano sustentável.

2. O Sistema de Drenagem de Águas Pluviais

Para a comunidade é importante que a área urbana seja planejada de forma integrada, para que todos os melhoramentos públicos sejam planejados em conformidade e é desejável que existam planos setoriais, regionais, municipais, estaduais ou federais com perfeita compatibilidade entre o plano de drenagem urbana e os demais planos de expansão urbana. Quando o sistema de drenagem não é considerado desde o início da formulação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, resulte em alto custo e ineficiência. Em relação aos outros melhoramentos urbanos, o sistema de drenagem tem uma particularidade: o escoamento de águas pluviais sempre ocorrerá independentemente de existir ou não sistema de drenagem adequado. A qualidade desse sistema é que determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores, segundo a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo (2012).

Figura 1 – Perspectiva do Sistema de Águas Pluviais – conjunto de sarjeta, BL (boca de lobo), tubulação de drenagem (galeria) e Canal.



Fonte: Autor Gandra, Carla Vilar (2016).

O sistema de drenagem de águas pluviais é composto de sarjeta, boca de lobo, tubulação de água pluvial, poços de visita, galeria e canal (Figura 1). A água pluvial cai sobre as casas, passeios públicos (calçada), praças e leito carroçável (via pública) e destas superfícies ela percorre até a sarjeta, que se encontra na face da guia, e despeja esta água na BL (boca de lobo), que por sua vez percorre pela tubulação, passando pelo PV (poço de visita), que está ao centro da via. E por esta tubulação central o conteúdo, ao final, passa pela galeria (tubulação) que é despejada no corpo receptor sem nenhum tipo de tratamento. Porém, o município de Santos, dispõem da coleta e tratamento parcial deste efluente, que ocorre em dias sem chuvas em que as comportas dos canais 1 ao 6 estão fechadas (exceto o canal 7 – não possui comporta). Este efluente é direcionado a EPC (Estação de Pré-Condicionamento - Esgoto) e lançado no ES (Emissário Submarino). Por este motivo devemos ter muita atenção para este sistema que pode ser um grande condutor de contaminantes para os corpos d'água. As coletas para esta pesquisa seguem o percurso destas águas através do sistema, percorrendo sarjeta, galeria e canal (às margens do canal de drenagem da cidade).

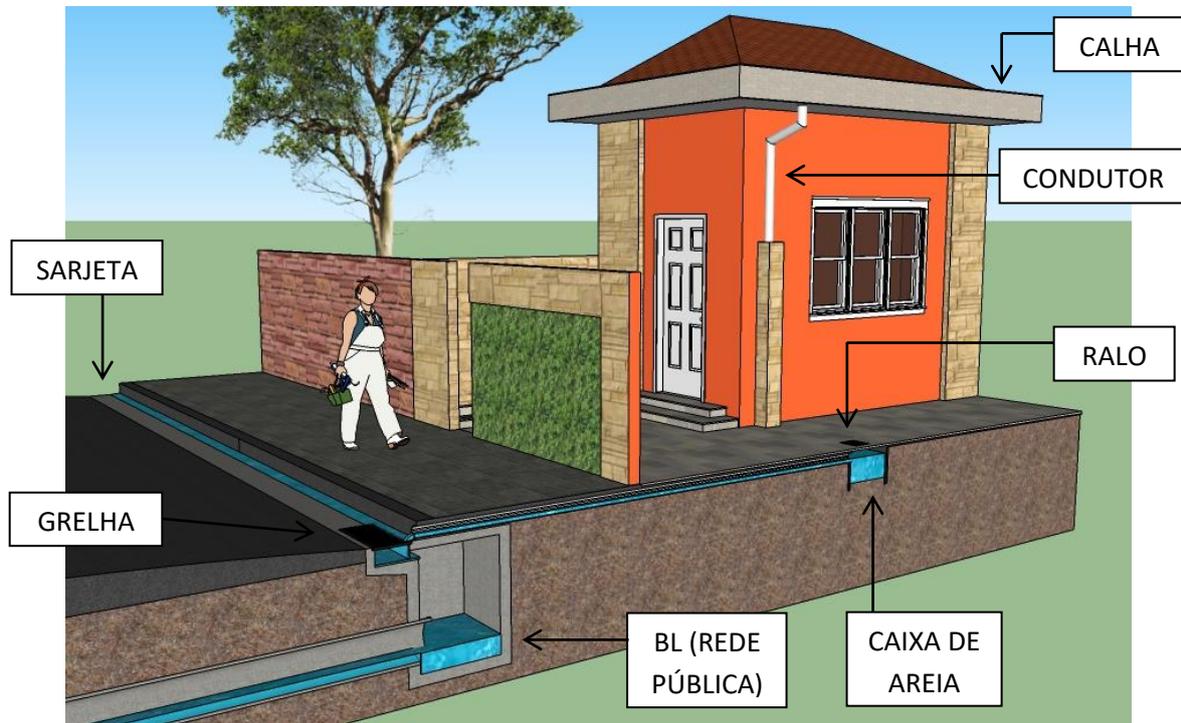
3. O Projeto Arquitetônico e sua Influência no Meio Urbano

Segundo Corbella e Yannas (2003), a Arquitetura sustentável é o parceiro fundamental da Bioclimática considerando a integração do edifício à totalidade do meio ambiente. É dever do projeto arquitetônico planejar e produzir edificações objetivando o aumento da qualidade de vida do ser humano no ambiente construído e no seu entorno, integrando as características da vida e do clima locais em busca de um mundo menos poluído para as próximas gerações.

As edificações são projetadas com atendimento as normas técnicas e as leis de uso e ocupação do solo. De acordo com a norma da ABNT - NBR 10844/1989, são previstos em projeto que a caixa de areia tenha a sua tampa com ralo para a descarga da chuva que percorre o piso externo da edificação.

De acordo com Silva, LH, Menezes Filho, FCM de, Rodrigues, ALM, & Morais, EB de. (2020), a concentração populacional em meios urbanos com seus déficits habitacionais, falta de infraestrutura e impermeabilização do meio, através das construções urbanas e edificações intensificaram os problemas relacionados ao saneamento ambiental e ocasionando as cheias urbanas.

Figura 2 – Perspectiva esquemática da drenagem de águas pluviais de uma residência (calha, condutor e caixa de areia) e com lançamento à rede pública.



Fonte: Autor Gandra, Carla Vilar (2016).

O piso externo da edificação possui apenas o ralo do sistema de águas pluviais como despejo daquele espaço (Figura 2). Toda a lavagem executada neste piso externo ou de qualquer outro elemento que utilizar este espaço estará transferindo a água de descarte com produto químico direto para a rede de drenagem de águas pluviais, que por sua vez, levará este efluente ao corpo d'água natural.

4. Práticas Negativas no Espaço Público

A crescente e desordenada urbanização e suas consequências sobre as comunidades naturais, sempre fizeram parte das pautas de diferentes encontros internacionais sobre meio ambiente e sustentabilidade. Apesar da urgência dos números, as cidades continuam crescendo por todo o mundo, consumindo recursos e contribuindo para uma perda sensível da qualidade ambiental, especialmente relacionada aos recursos hídricos. Dentro desse panorama, a educação e conscientização das gerações presente e futura possui um valor indiscutível no processo de mudança de atitude, criando novas alternativas aos problemas trazidos pelo nosso estilo de vida, de acordo com Grandisoli (2008).

Dentre as práticas negativas exercidas no espaço público, que contaminam diretamente o sistema de águas pluviais e seu corpo receptor, está o lançamento de esgoto incorreto, a lavagem de veículos, lavagem de térreos de casas e edifícios, lavagem de calçadas, a feira livre com o acúmulo de resíduos e a lavagem da via pública ao final do evento, resíduos sólidos (desde papel de bala a garrafa pet) despejados no passeio ou jogados diretamente no canal e os dejetos de animais domésticos. Este último problema, encontra-se hoje, de forma mais controlada e a maioria da população faz a limpeza do local. Mas todos os outros pontos negativos apontados não possuem se quer a atenção do poder público para que haja ações efetivas. Para o esgoto clandestino falta fiscalização e normalização com a atitude do poder público, sendo que esta situação é inadmissível em área urbana que possui rede de coleta esgoto. Uma grande parte dessas ações está diretamente ligada à mudança de atitude da população que apenas se motiva através de multas. A feira livre está diretamente ligada a uma mudança política e um rearranjo para esta atividade. Já os projetos de edificações deverão passar por uma atualização na norma e inserir de alguma forma uma solução para este caso.

O meio urbano é de todos e o homem faz o mau uso deste espaço. Deve-se mudar as atitudes e as leis para conquistarmos um ambiente saudável.

5. Metodologia

O local do estudo é o município de Santos, que é dividido em área Insular e área Continental, localizada no Estado de São Paulo na chamada Região Metropolitana da Baixada Santista. Considerando que o presente estudo é referente aos danos gerados pela contaminação das águas pluviais urbanas concentradas nos canais de drenagem da cidade e despejados diretamente ao mar, esta situação será abordada na área insular, ambiente mais populoso e ocupado pela malha urbana.

Figura 3 - Imagem Cartográfica do Estado de São Paulo com destaque ao município de Santos.



Fonte: Google Maps, (2015).

A localização do município de Santos no Estado de São Paulo está apresentada na Figura 3.

Coleta

Os procedimentos da coleta seguiram um contexto de investigação do percurso da água pluvial captada sequencialmente em cada ponto de análise: a água da chuva, a água na sarjeta, na saída da galeria e na água depositada no canal.

Os locais de abordagem foram os canais 03 e 07. Sendo, o canal 03 com dois pontos de coleta (P01 e P02) ao longo do seu trecho aberto e sua escolha foi por estar em um ponto estratégico no meio da ilha e receber a influência de uma ocupação densa e inicial da cidade; e o canal 07, também com dois pontos de coleta (P03 e P04), foi escolhido por estar em uma porção mais nova na ocupação da ilha, menos densa e também por estar próximo ao canal do estuário de Santos (Figura 4).

Figura 4 - Imagem Cartográfica do Município de Santos com a localização dos pontos de coleta no canal 3 e no canal 7 com a identificação dos pontos de coleta. Canais abertos com linha contínua (cor azul) e trecho coberto com linha tracejada (cor azul).



Fonte: Google Maps, (2015).

As informações referentes às coordenadas dos pontos coletados foram retiradas através do software Google Earth e estas coordenadas coletas foram convertidas, através da calculadora geográfica do INPE, para coordenadas UTM (Universal Transversa de Mercator) que possuem valores em metro, conforme tabela 1. Cada ponto amostrado recebeu uma sigla correspondente à sua localização, sendo: P01 como C03-A, P02 como C03-B, P03 como C7A e P04 como C7B. Os pontos C3-CH e C7-CH, correspondentes à água da chuva coletada sem contato com o meio físico, serviram como controle de referência dos demais pontos levantados.

Tabela 1 - Coordenadas UTM e Identificação das Amostras dos pontos de coleta.

Tabela de Coordenadas (UTM) e Identificação das Amostras						
PONTO	ESTE (x)	NORTE (y)	CHUVA	SARJETA	GALERIA	CANAL
P 01 (C3A)	365132,2816	7351125,3397	C3 - CH	C3A - S	C3A - G	C3A - C
P 02 (C3B)	364876,5232	7349581,7554		C3B - S	C3B - G	C3B - C
P 03 (C7A)	367754,9343	7347126,3943	C7 - CH	C7A - S	C7A - G	C7A - C
P 04 (C7B)	367828,2293	7346319,5713		C7B - S	C7B - G	C7B - C

Fonte: Autor Gandra, Carla Vilar (2016).

Cada ponto amostrado recebeu uma sigla correspondente à sua localização, conforme Tabela 1.

Para efetuar as coletas houve um acompanhamento, através das informações oficiais do INPE, para obter a previsão do tempo e estimar as datas para saída a campo. As coletas eram previstas em datas que constavam no mínimo 90% de chance de chuva. O parâmetro mínimo utilizado para a quantidade de chuva e equivalência das amostras foi de 5 a 8 mm/h.

Para cada ponto foram coletadas 3 amostras, sendo acondicionadas em garrafa âmbar, à temperatura (+/-5°C), até o momento do processamento no laboratório.

Determinação de *Escherichia coli*

Para a determinação de *Escherichia coli* nas amostras, o método adotado foi da técnica da filtração em membranas, modificado de CETESB (2007) e APHA (2012).

As amostras coletadas foram homogeneizadas 25 vezes, inclinando-se o frasco de modo a formar um ângulo de aproximadamente 45° entre o braço e o antebraço, e com o auxílio de uma pipeta estéril, foram transferidos 5 mL para um frasco contendo 45 mL de uma solução de diluição estéril. A partir da diluição anterior, transferiu-se 1 mL para um novo frasco contendo 99 mL de solução de diluição estéril, obtendo-se então a diluição final de 1000 vezes a partir da amostra inicial. Em seguida, transferiram-se 10 mL para um novo frasco contendo 90 mL de solução de diluição estéril, sendo que este último volume servirá apenas como meio de suporte para a transferência das possíveis bactérias existentes na amostra, possibilitando que se distribuam uniformemente na superfície da membrana ao ser efetuada a filtração.

Após todo o procedimento de diluição, o volume total do último frasco foi filtrado através de uma membrana estéril quadriculada com porosidade de 0,45 µm, sendo as mesmas dispostas, com o auxílio de uma pinça estéril, em placas de Petri contendo o meio de cultura Ágar Biochrome Coliformes (Biolog), obedecendo aos cuidados de assepsia e, a cada filtração, o porta-filtro foi lavado com água de diluição estéril. O meio de cultura utilizado no ensaio, trata-se de um meio cromogênico que permite uma rápida identificação e enumeração simultânea de *E. coli* e outros coliformes, onde a diferenciação é realizada a partir da coloração das colônias de acordo com Manafi (1996) e APHA (2012).

Após as filtrações, as placas contendo o meio de cultura e a membrana foram colocadas em posição invertida em bandejas e incubadas a 35 ± 0,5°C, durante 22-24 horas. Após o tempo de incubação, efetuou-se a contagem das colônias típicas de *Escherichia coli*.

Os resultados foram expressos como Unidade Formadoras de Colônias (UFC)/100mL.

Determinação de fosfato

A determinação de Fosfato dissolvido foi realizada pelo método Azul de molibdênio, através da utilização de kit adquirido do fabricante Alfakit (Santa Catarina, Brasil). As determinações foram realizadas de acordo com as instruções do fabricante, efetuando-se a leitura em espectrofotômetro (CELM®, modelo E-225-D) em comprimento de onda (λ) igual a 650 nm. Os resultados dos teores de fosfato das amostras foram calculados por meio de curva construída a partir de solução padrão de Fosfato (Alfakit), com concentrações que variaram de 0,3125 a 10 mg.L⁻¹, utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

Determinação de surfactantes aniônicos

A determinação de surfactantes foi realizada por metodologia adaptada do Standard Methods 21^a ed. 3500 B, 3-58 (2005), através da utilização de Kit adquirido do fabricante Alfakit (Santa Catarina, Brasil), e os surfactantes aniônicos (ou detergentes) foram determinados como compostos que reagem com o azul de metileno em condições especificadas (MBAS – Metilene Blue Active Substances) e, sendo suas concentrações relativas ao sulfonato de alquil benzeno de cadeia linear (LAS), que é utilizado como padrão na análise, efetuando-se a leitura em espectrofotômetro (CELM®, modelo E-225-D) em comprimento de onda (λ) igual a 650 nm. Os resultados dos teores de surfactantes das amostras foram expressos como MBAS (mg.L⁻¹), e calculados por meio de curva construída a partir de solução padrão de LAS (Alfakit), com concentrações que variaram de 0,3125 a 5 mg.L⁻¹, utilizando-se o programa Microsoft Excel for Windows versão 2010.

Parâmetros físico-químicos

Em todas as amostras coletadas dos pontos foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido (OD). Todos estes testes foram efetuados no Laboratório de Ecotoxicologia da Unisanta com os seguintes aparelhos de medição: a temperatura e o (OD) foram medidos com o uso do equipamento portátil

Instrutherm, modelo MO-910; a salinidade com o refratômetro de salinidade (Shibuya®, modelo 145); o pH com o pHmetro (micronal®, modelo B474).

Todos estes procedimentos foram feitos com análise direta da amostra ambiental com leitura automática dos aparelhos citados.

Determinação de nitrogênio amoniacal

A concentração de nitrogênio amoniacal foi determinada pela metodologia volumétrica 4500-D com destilação preliminar como descrita no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1999). 500 mL da amostra foram tamponados em pH 9,5 com 25 mL de tampão de borato. Em seguida, a amostra foi destilada e o nitrogênio amoniacal é coletado em 50 mL de uma solução absorvente de ácido bórico. Esse destilado foi titulado com o uso de um indicador colorido utilizando uma solução de H₂SO₄ 0,02 normal. Os valores observados no término da titulação foram rodados em tabela em função dos parâmetros físico-químicos (salinidade, pH, temperatura e oxigênio dissolvido), gerando automaticamente os valores de amônia total e amônia na forma não-ionizada em mg.L⁻¹.

Ensaio Ecotoxicológico para avaliação de efeito agudo em *Daphnia similis*

O ensaio de ecotoxicidade aguda, conforme NBR 12713/2009, com o micro crustáceo bioindicador *Daphnia similis*, a chamada pulga d'água, foi realizado com o Controle (“água de *Daphnia*” – meio de cultivo) e com as amostras ambientais (canais 03 e 07). Cada amostra, controle e demais amostras ambientais, foram condicionadas em tubos de ensaio organizados em estante e devidamente identificado com 4 réplicas cada. Não houve diluições neste processo. Após completar os tubos de ensaio com 10mL do controle e das amostras ambientais, com 4 réplicas cada, adicionou-se a quantidade de 5 neonatas (filhotes de *Daphnia similis*) em cada frasco através de pesca com pipeta pasteur e o auxílio de lâmpada fluorescente, sendo que, as neonatas estão armazenadas em béquer de 100mL em água do meio de cultivo. Transferiu-se as neonatas aos tubos de ensaio e em seguida armazena este material organizado em estante, e posteriormente é acomodado em um refrigerador chamado câmara de germinação, que mantém sua temperatura em aproximadamente 21,5°C para ambientar os indivíduos. Após 48 horas na câmara de germinação foi retirada a estante com os conteúdos e avaliados conforme a mortalidade ou imobilidade das neonatas sujeitas ao

teste. A leitura foi realizada a olho nu com o auxílio de lâmpada fluorescente para conseguir classificar o número de organismos-teste.

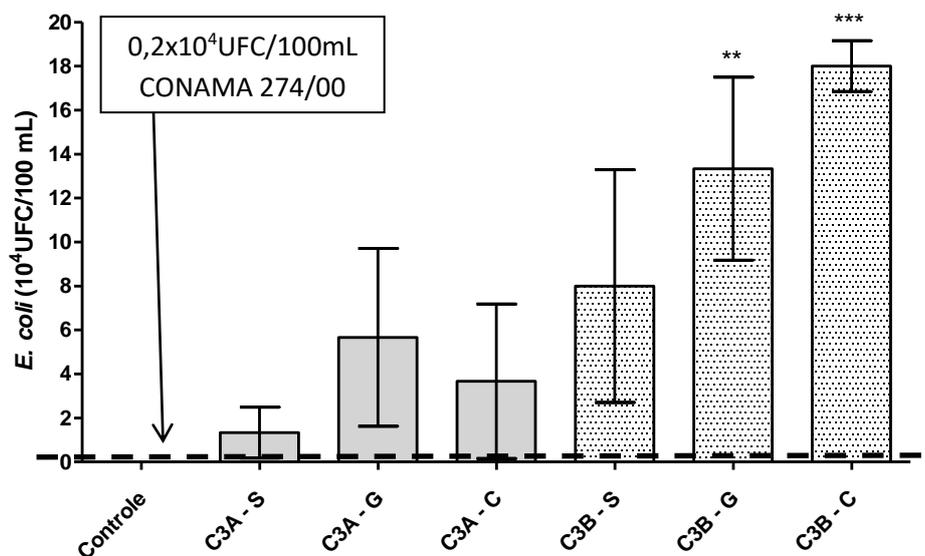
6. Resultados e Discussão

Análises microbiológicas

A *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, mamíferos e pássaros, sendo raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal, conforme CETESB (2009).

Estes resultados revelam um grave problema de saúde pública. Com a abertura das comportas e o escoamento destas águas no mar torna-se um meio direto de contaminação aquática e risco a balneabilidade de nossas praias, possibilitando a disseminação de doenças de contaminação oral-fecal, como hepatite A e rotavírus.

Figura 5 - Resultados das análises de *Escherichia coli*. Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada canal analisado (n=3). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001, quando comparados os pontos referentes ao controle (água da chuva).

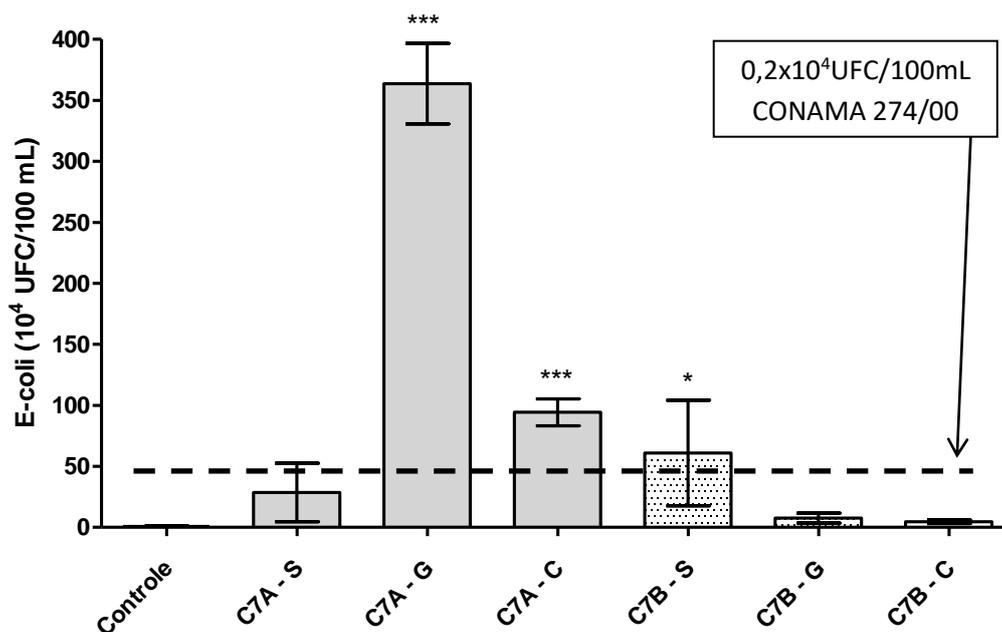


Fonte: Autores, (2016).

As amostras apresentaram diferenças significativas para os pontos C3B-G e C3B-C em relação ao controle (água da chuva), sendo estas águas consideradas impróprias para o exercício da recreação de contato primário de acordo com limites estabelecidos pela resolução CONAMA 274/00 de $0,2 \times 10^4$ UFC/100ml (Figura 5).

Ao comparar os canais, baseados nos pontos de maiores índices de *E. coli* nos canais 3 e 7, foi possível identificar que o maior índice de contaminação está presente no canal 7 (C7A). E todos os valores expressos, para todos os pontos analisados, para *E. coli*, possuíam valores elevados acima do parâmetro estabelecido pela resolução CONAMA 274/00.

Figura 6 - Resultados das análises de Escherichia coli. Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada canal analisado (n=3). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001, quando comparados os pontos referentes ao controle (água da chuva).



Fonte: Autores, (2016).

As amostras coletadas nos pontos C7A e C7B apresentaram valores de *E. coli* acima do limite de 2.000 UFC/mL (Figura 6). O contato direto poderá ocorrer com humanos e seres aquáticos especialmente porque este canal é o único que não apresenta o sistema de comporta e o seu desague acontece diretamente próximo à praia, no canal do estuário, com o seu lançamento ao mar.

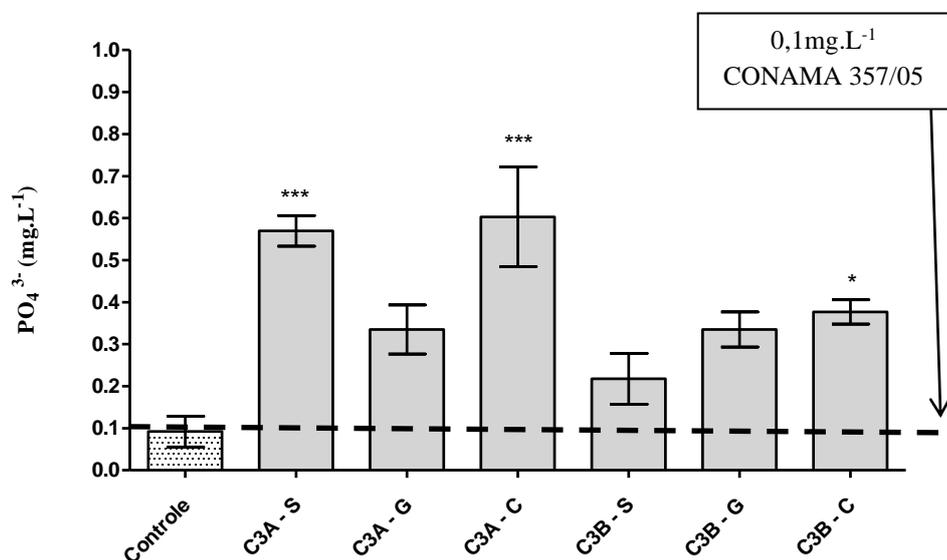
Análises de fosfato dissolvido

O fosfato é um dos principais constituintes do esgoto de um sistema de esgoto urbano, tendo como fonte potencial os detergentes domésticos e que serve como nutriente de algas no meio natural, conforme Manahan (2013).

O ponto C3B apresenta um gradiente significativo no processo de contaminação, tendo como referência a sequência do percurso da sarjeta, galeria e canal, de forma similar aos resultados observados nas análises de *E. coli* (Figura 4), demonstrado uma dinâmica similar deste contaminante.

A maior concentração foi observada no ponto C7A, presente na água coletada da galeria (C7A-G), que em outras análises (*E. coli* e surfactantes) também apresenta valores superiores aos demais, indicando fortemente a presença de esgoto doméstico.

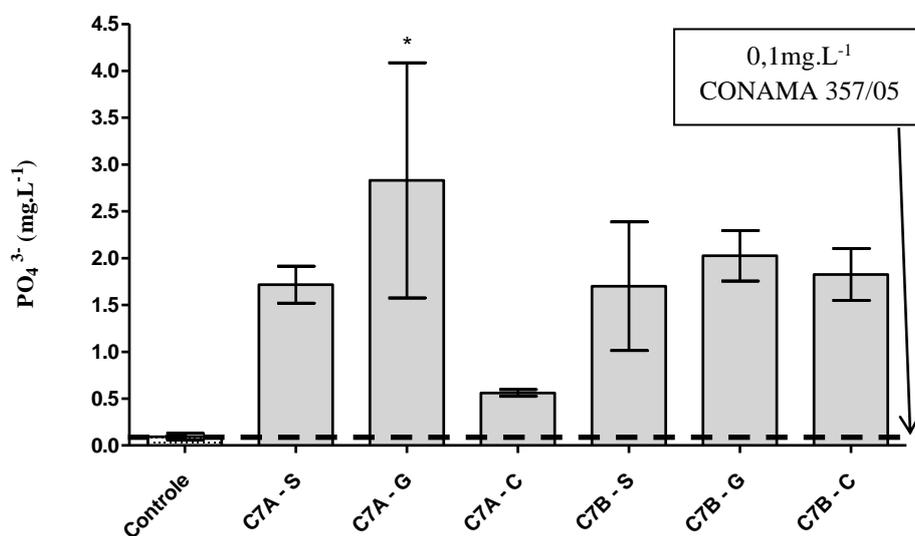
Figura 7 - Resultados das análises de Fosfato. Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada ponto analisado (n=3). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001, quando comparados os pontos referentes ao controle (água da chuva).



Fonte: Autores, (2016).

As análises de fosfato dissolvido efetuadas nas amostras obtidas dos pontos do canal 03 e do canal 07 apresentaram valores significativamente acima dos parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 em relação ao componente de fósforo presente no fosfato (máximo 0,05 mg/L), reforçando a contaminação por esgoto doméstico (Figuras 7 e 8).

Figura 8 - Resultados das análises de Fosfato. Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada ponto analisado (n=3). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001, quando comparados os pontos referentes ao controle (água da chuva).



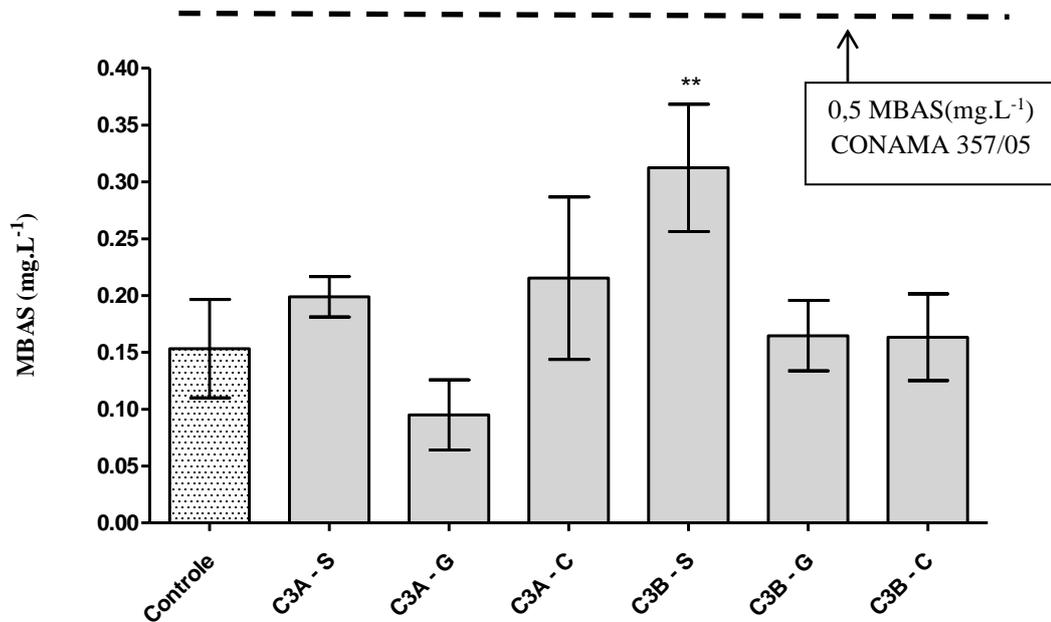
Fonte: Autores, (2016).

Análises de surfactantes

Os valores de surfactantes presentes nas amostras não atingiram o parâmetro máximo estabelecido CONAMA 357/2005 (0,5 mg/L). Os efluentes sanitários tipicamente apresentam de 3 a 6 mg/L de detergentes (CETESB, 2009).

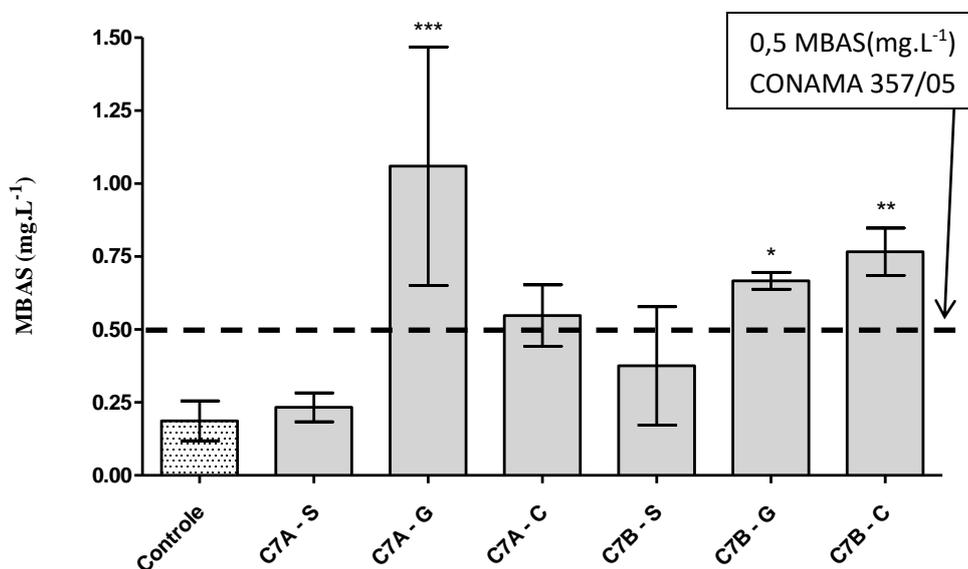
As descargas indiscriminadas de detergentes nas águas naturais levam a prejuízos de ordem estética provocados pela formação de espumas. Os detergentes podem exercer efeitos tóxicos sobre os ecossistemas aquáticos. Os sulfonatos de alquil benzeno de cadeia linear (LAS) têm substituído progressivamente os sulfonatos de alquil benzeno de cadeia ramificada (ABS), por serem considerados biodegradáveis. Os detergentes têm sido responsabilizados também pela aceleração da eutrofização (excesso de nutrientes no corpo d'água – desequilíbrio ambiental). Além da maioria dos detergentes comerciais empregados possuírem fósforo em suas formulações, sabe-se que exercem efeito tóxico sobre o zooplâncton, predador natural das algas, conforme CETESB, 2009. Mesmo com os resultados inferiores, a presença da substância é observada, e na comparação entre os pontos P01 (C3A) e P02 (C3B), a quantidade maior está estabelecida no segundo ponto (Figura 9).

Figura 9 – Resultados das análises de Surfactantes aniônicos (expressos como MBAS). Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada ponto analisado (n=3). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001, quando comparados os pontos referentes ao controle (água da chuva).



Fonte: Autores, (2016).

Figura 10 – Resultados das análises de Surfactantes aniônicos (expressos como MBAS). Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada ponto analisado (n=3). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001, quando comparados os pontos referentes ao controle (água da chuva).



Fonte: Autores, (2016).

Os valores de maior expressão continuam sendo o ponto C7A-G, a galeria do ponto P03, de maneira similar às análises de coliformes, *E. coli* e fosfato dissolvido. O ponto P04 (C7B) possui um padrão de sequência da percolação do componente (Figura 10).

Análises físico-químicas

As avaliações dos dados coletados são comparadas aos parâmetros dados pela legislação vigente, através da CONAMA 357/05, este corpo d'água é classificado como: Das Águas doces - III - classe 2: águas que podem ser destinadas: c) a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000. Foram assim enquadrados em função da ausência no parâmetro de salinidade nas amostragens realizadas. Os corpos d'água possuem inúmeros componentes e características físicas, químicas e biológicas que estão presentes no ambiente natural e também, por ação antrópica. As análises físico-químicas estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas das amostras do canal 3.

Análises Físico-Químicas - Canal 3				
Amostra	pH	O.D. (mg.L ⁻¹)	Temperatura (°C)	Salinidade (%)
CONAMA 357/05	6 a 9	≥ 5,00		≤ 0,5
C3-CH	7,53	7,1	21,0	0
C3A-S	8,52	7,4	21,5	0
C3A-G	8,72	7,2	21,4	0
C3A-C	8,75	6,4	21,5	0
C3B-S	8,10	6,8	21,5	0
C3B-G	7,43	6,6	21,6	0
C3B-C	8,31	6,6	21,7	0

Fonte: Autores, (2016).

Tabela 3 - Resultados das análises físico-químicas das amostras do canal 7.

Análises Físico-Químicas - Canal 7				
Amostra	pH	O.D. (mg.L ⁻¹)	Temperatura (°C)	Salinidade (%)
CONAMA 357/05	6 a 9	≥ 5,00		≤ 0,5
C7-CH	7,24	7,2	21,0	0
C7A-S	7,37	6,7	21,1	0
C7A-G	9,10	6,4	21,2	0
C7A-C	7,87	6,8	21,2	0
C7B-S	7,70	6,9	20,7	0
C7B-G	8,16	7,8	20,6	0
C7B-C	8,49	5,6	21,0	0

Fonte: Autores, (2016).

Análises de Nitrogênio Amoniacal

Conforme resolução CONAMA 357/2005, os limites estabelecidos para o Nitrogênio Amoniacal em relação ao pH, são eles: 13,3 mg.L⁻¹ N para pH ≤ 7,5; 5,6 mg.L⁻¹ N para 7,5 < pH ≤ 8,0; 2,2 mg.L⁻¹ N para 8,0 < pH ≤ 8,5; 1,0 mg.L⁻¹ N, para pH > 8,5. Para cada amostra o nitrogênio amoniacal foi ser avaliado em função do seu pH (Tabelas 4 e 5).

De acordo com a CETESB, 2008, a amônia é um agente tóxico bastante restritivo à vida de organismos aquáticos como os peixes, sendo que muitas espécies não suportam concentrações acima de 5 mg.L⁻¹. A amônia também promove um consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente. É importante também ressaltar que o nitrogênio também serve de nutriente para algas, assim como o fosfato, favorecendo processos de eutrofização.

Tabela 4 - Análise de Nitrogênio Amoniacal das amostras coletadas no canal 3.

Nitrogênio Amoniacal - Canal 3		
H ₂ SO ₄ - Concentração: 0,02N - Fator: 1,0060		
Amostra	Amônia Total (mg.L ⁻¹)	Amônia não ionizada (mg.L ⁻¹)
C3A-S	0,210	0,033
C3A-G	0,140	0,032
C3A-C	0,770	0,180
C3B-S	0,630	0,040
C3B-G	0,140	0,000
C3B-C	2,94*	0,300

*Valor acima do parâmetro permitido pela Resolução CONAMA 357/05
Fonte: Autores, (2016).

Tabela 5 - Análise de Nitrogênio Amoniacal das amostras coletadas no canal 7.

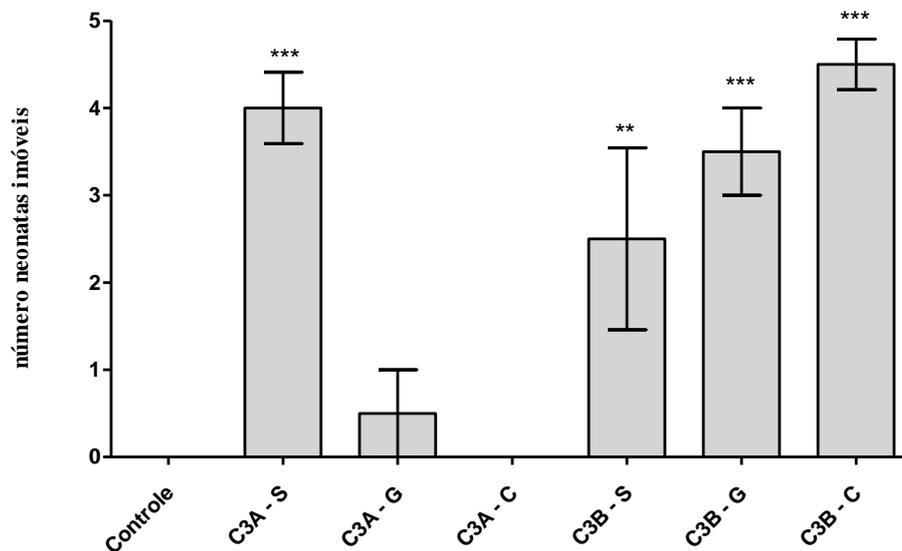
Nitrogênio Amoniacal - Canal 7		
H ₂ SO ₄ - Concentração: 0,02N - Fator: 1,0060		
Amostra	Amônia Total (mg.L ⁻¹)	Amônia não ionizada (mg.L ⁻¹)
C7A-S	0,140	0,004
C7A-G	0,280	0,021
C7A-C	0,600	0,090
C7B-S	0,110	0,000
C7B-G	0,110	0,040
C7B-C	0,320	0,012

Fonte: Autores, (2016).

Ensaio de Toxicidade Aguda com *Daphnia similis*

O controle adotado para o ensaio de toxicidade aguda foi a água própria para o meio de germinação de *Daphnia similis*. Conforme CETESB, 2007, para que a amostra seja considerada tóxica a mesma deverá promover, de modo estatístico através de equações Anova com Dunnett, a comparação de todas as amostras com o valor dado no controle, e com isso, obtém-se o parâmetro de toxicidade que se dá pela diferença significativa da amostra ambiental colhida com o controle.

Figura 11 – Teste Ecotoxicológico Agudo em *Daphnia similis* realizado nas amostras ambientais do canal 3: valores expressos das quantidades de neonatas imóveis como referência de toxicidade. Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada ponto analisado (n=4). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001.

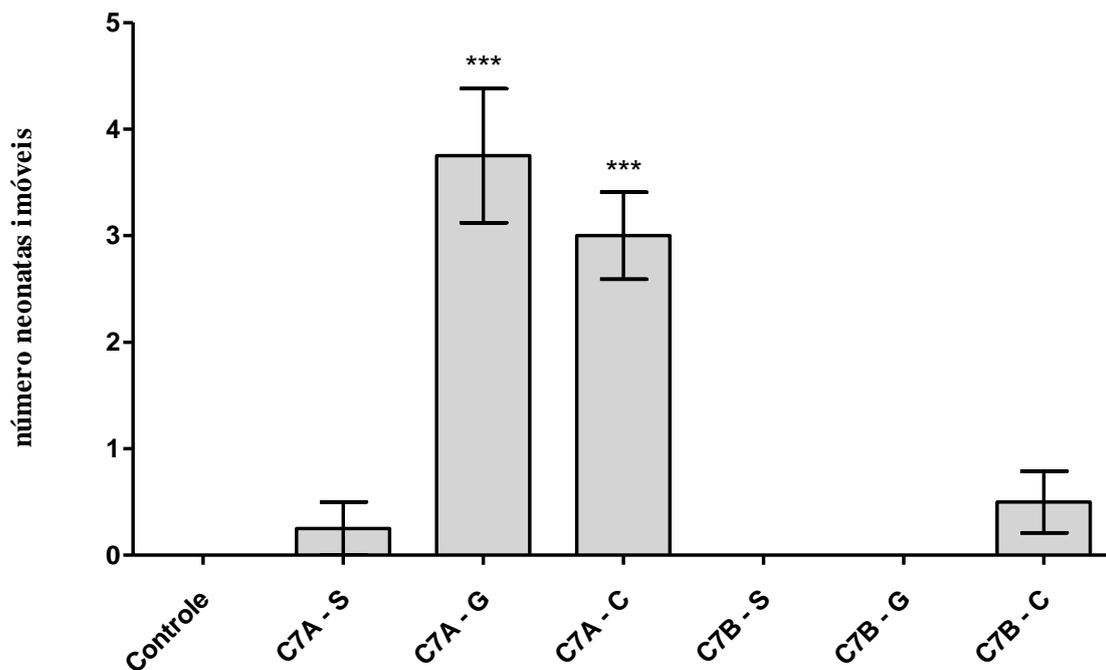


Fonte: Autores, (2016).

O resultado para o canal 3 apontou toxicidade nos pontos C3A-S, C3B-S, C3B-G e C3B-C (Figura 11). Exatamente neste ponto C3B foi notada a gradiente de contaminação no percurso da água pluvial pela sarjeta, galeria e canal, obtendo a conclusão da contaminação do meio urbano através da percolação.

O resultado para o canal 7 apontou toxicidade nos pontos C7A-G, C7A-C (Figura 12). A influência da ligação de esgoto clandestino ocorreu na Boca de Lobo (forte odor presente no local), e conseqüentemente, o canal que recebe este efluente. Não houve um gradiente contaminante neste ponto (A), portanto não havia influência do material percolado do meio urbano.

Figura 12 - Teste Ecotoxicológico Agudo em *Daphnia similis* realizado nas amostras ambientais do canal 7: valores expressos das quantidades de neonatas imóveis como referência de toxicidade. Os valores expressos representam a média \pm desvio padrão para cada ponto analisado (n=4). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001.



Fonte: Autores, (2016).

Considerações finais sobre os resultados das análises microbiológicas, químicas, físico-química e ecotoxicológicas

As análises foram realizadas em períodos de alta pluviosidade, e por este motivo, obtiveram-se índices que não chegam a ultrapassar os valores máximos permitidos, pois a chuva dilui os elementos nocivos e oxigena a água depositada.

O resultado obtido mostrou as condições de contaminações em cada ponto coletado e a visão geral da situação na região levantada. Para esta análise foi preciso adotar parâmetros legais vigentes para demonstrar o comparativo com a situação existente e avaliar a sua condição (tabelas 6 e 7).

As análises efetuadas nos dois pontos do Canal 3 (A e B) e do Canal 7 (A e B), possuem resultados distintos indicando que houve influências urbanas diversas que não se

aplicam para toda a região. Os comportamentos dos resultados apontam as áreas mais contaminadas que estão em desacordo com os parâmetros legais para um ambiente equilibrado.

Tabela 6 – Análise global de todos os pontos coletados no Canal 3 como apoio comparativo e conclusivo das etapas analisadas.

Análise Total - Canal 3						
Amostra	E. coli (10 ⁴ UFC/100mL)	Coliformes Totais (10 ⁴ UFC/100mL)	Fosfato (mg.L ⁻¹ P)	Surfactantes MBAS (mg.L ⁻¹)	Nitrogênio Amoniacal (mg.L ⁻¹ N)	Toxicidade (imobilid.)
Parâmetro Legal	≤0,2x10 ⁴ UFC/100mL	≤0,2x10 ⁴ UFC/100mL	≤0,1mg.L ⁻¹ P	≤0,5 MBAS (mg.L ⁻¹)	2,2mg.L ⁻¹ N 8,0<pH≤8,5	diferença signif.*
Controle (C3-CH)	0,00	0,00	0,03	0,19		
C3A-S	1,33	2,33	0,57	0,20	0,210	S
C3A-G	5,67	7,33	0,33	0,09	0,140	NS
C3A-C	3,67	6,33	0,60	0,22	0,770	NS
C3B-S	8,00	19,00	0,22	0,31	0,630	S
C3B-G	13,33	86,67	0,33	0,16	0,140	S
C3B-C	18,00	78,33	0,38	0,16	2,940	S

 Valores acima dos parâmetros legais

*Os valores expressos representam a média ± desvio padrão para cada ponto analisado (n=4). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001.

Fonte: Autor Gandra, Carla Vilar (2016).

Tabela 7 - Análise global de todos os pontos coletados no Canal 7 como apoio comparativo e conclusivo das etapas analisadas.

Análise Total - Canal 7						
Amostra	E. coli (10 ⁴ UFC/100mL)	Coliformes Totais (10 ⁴ UFC/100mL)	Fosfato (mg.L ⁻¹ P)	Surfactantes MBAS (mg.L ⁻¹)	Nitrogênio Amoniacal (mg.L ⁻¹ N)	Toxicidade (imobilid.)
Parâmetro Legal	≤0,2x10 ⁴ UFC/100mL	≤0,2x10 ⁴ UFC/100mL	≤0,1mg.L ⁻¹ P	≤0,5 MBAS (mg.L ⁻¹)	2,2mg.L ⁻¹ N 8,0<pH≤8,5	diferença signif.*
Controle (C7A-CH)	0,00	0,00	0,05	0,18		
C7A-S	28,66	116,33	1,72	0,23	0,140	NS
C7A-G	363,67	1017,00	2,83	1,06	0,280	S
C7A-C	94,33	596,00	0,56	0,55	0,600	S
C7B-S	61,00	222,33	1,70	0,38	0,110	NS
C7B-G	7,67	53,00	2,03	0,67	0,110	NS
C7B-C	4,67	73,00	1,83	0,77	0,320	NS

Valores acima dos parâmetros legais

*Os valores expressos representam a média ± desvio padrão para cada ponto analisado (n=4). ANOVA com teste posteriori de Dunnett: *p<0.05; **p<0.01; *** p<0.001.

Fonte: Autor Gandra, Carla Vilar (2016).

Quando comparado às localidades específicas, canal 3 e canal 7, em ambos os trechos analisados, foi possível determinar a existência de esgoto doméstico, tendo maior número de pontos contaminados no canal 3 (área antiga e de densidade populacional mais elevada), porém o canal 7 (área de ocupação mais nova e menor índice populacional) apresentou uma poluição pontual em sua galeria, mas que marcou maiores índices ultrapassando valores muito superiores aos parâmetros permitidos.

7. Conclusões

Este estudo avaliou os dados poluentes encontrados nas águas pluviais urbanas, através do escoamento pelo sistema, provocados tanto pelo espaço urbano como pelas ligações irregulares de esgoto e seus males ao meio ambiente. A investigação foi feita em locais pontuais que significam: Sarjeta: indica a contaminação do espaço urbano; Galeria: aponta a ligação direta de esgoto sanitário na boca de lobo; Canal: a poluição difusa do esgoto despejado.

As coletas foram realizadas em períodos diferentes para cada canal, mas considerando a importância de ter o mesmo volume pluviométrico. Os parâmetros biológicos estavam acima do máximo permitido para todos os pontos levantados, os parâmetros físico-químicos não apresentaram valores superiores ao índice legal. As análises químicas tiveram valores acima do parâmetro legal em alguns pontos distintos em ambos os canais. A toxicidade aguda foi um dado decisivo no apontamento dos focos contaminantes.

O estudo concluiu que os contaminantes de influência antrópica, desde o meio urbano até a ligação irregular de esgoto sanitário, encontram-se presentes nos pontos levantados, podendo afirmar que estes males permanecem presentes no sistema de drenagem urbana de águas pluviais e que ações deverão ser tomadas para minimizar os prejuízos ambientais.

A recomendação para trabalhos futuros, relacionados ao sistema de drenagem pluvial, é a adoção de novas análises e apontamentos de possíveis contaminantes em outra área de estudo, aproveitando a metodologia aplicada e desenvolvendo soluções de engenharia para controle e readequação do sistema.

Referências

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 12713/2009 (2009). Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp* (Crustacea, Cladocera).

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10844/1989 (1989). Instalações Prediais de Águas Pluviais.

Ambrozevicius, A. P. & Abessa, D. M. S. (2008). *Acute toxicity of waters from the urban drainage channels of Santos (São Paulo, Brazil)*. Pan-American Journal of Aquatic Sciences, 3(2): 108-115.

APHA, AWWA, WEF (1999). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20^o st ed. Washington, D. C.: American Public Health Association.

APHA, AWWA, WEF (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 21^o st ed. Washington, D. C.: American Public Health Association.

APHA, AWWA, WEF (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22^o st ed. Washington, D. C.: American Public Health Association.

Brasil. CONAMA, Resolução Federal n.º 274/00, de 29 de novembro de 2000 (2001). Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, Diário Oficial da União, de 25 de janeiro de 2001, Seção 1, páginas 70-71.

Brasil. CONAMA, Resolução Federal n.º 357/05 (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. Conselho Nacional do Meio Ambiente, Brasília, Diário Oficial da União, de 17 de março de 2005.

Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico

Cesar, A., Silva, S. L. R. & Santos, A. R. (1997)- Testes de Toxicidade Aquática no Controle da Poluição - Universidade Santa Cecília - UNISANTA – Santos - SP, Brasil.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2007). Métodos de Avaliação da Toxicidade de Poluentes a Organismos Aquáticos – Cursos e Treinamentos – Volume 2 - Setor de Transferência de Conhecimento Ambiental. São Paulo – SP, Brasil.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (1994). Norma técnica L5.018, Água – teste de toxicidade aguda com *Daphnia similis* Claus, (Cladocera, Crustacea): método de ensaio. São Paulo - SP, Brasil.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2009). Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo – Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem. São Paulo - SP, Brasil.

Coelho, F. R., Santos, A. R., Cortez, F. S., Pusceddu, F. H., Toma, W. & Guimarães, L. L. (2012). Caracterização da qualidade das águas dos canais de Santos (São Paulo, Brasil). UNISANTA BioScience, v. 1, p. 54-59.

Corbella, O. & Yannas, S. (2003). Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os Trópicos – Conforto Ambiental. Editora: Revan.

Google Maps (2015). Imagens Cartográficas do município de Santos.

Goulart, M. D. C. & Callisto, M. (2010). Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. Revista FAPAM (Universidade Pará de Minas), ano 2, nº 1, Pará de Minas – MG, Brasil.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). Estimativa populacional, Brasil.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2015). Calculadora Geográfica DPI-Inpe – Conversões de coordenadas geográficas - “www.cptec.inpe.br” - Brasil.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2015). Precipitação por radar. “www.cptec.inpe.br” – sigma.cptec.inpe.br/radar - DSA (Divisão de Satélites e Sistemas Ambientais) – Brasil.

Manafi, M. (1996). Fluorogenic and chromogenic enzyme substrates in culture media and identification tests. International Journal of Food and Microbiology, Elsevier Science Ltd, v. 31.

Manahan, S. E. (2013). Química Ambiental – tradução: Félix Nonnenmacher – 9ª Edição. Editora: Bookman. Porto Alegre, RS, Brasil.

Monteiro, P.R. A. & Mendes, T.A. (2020). Avaliação e diagnóstico de sistema de drenagem urbana consolidado. Research Society and Development, 9 (8), e961986516. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6516>

São Paulo. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo (2012). Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana – Volume I. São Paulo, Brasil.

Silva, LH, Menezes Filho, FCM de, Rodrigues, ALM, & Morais, EB de. (2020). Sistemas de bioretenção para gestão de águas pluviais: visão geral e critérios de projeto. Research, Society and Development, 9 (11), e69591110335. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10335>

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Carla Vilar Gandra – 50%

Luciana Lopes Guimarães – 20%

Aldo Ramos Santos – 10%

Fernando Sanzi Cortez – 10%

Fabio Hermes Pusceddu – 10%