



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

EIXO TEMÁTICO:

- | | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Biodiversidade e Unidade de Conservação | <input type="checkbox"/> Gestão e Gerenciamento dos Resíduos |
| <input type="checkbox"/> Campo, Agronegócio e as Práticas Sustentáveis | <input checked="" type="checkbox"/> Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos |
| <input type="checkbox"/> Cidades Sustentáveis | <input type="checkbox"/> Saúde Pública e o Controle de Vetores |
| <input type="checkbox"/> Educação e Práticas Ambientais | |

EFEITO DA POLUIÇÃO HÍDRICA DEVIDO AO ESCOAMENTO SUPERFICIAL URBANO

Effect of water pollution due to urban runoff

Efecto de la contaminación del agua debido a la escorrentía urbana

José Biscaino Neto

Aluno, UNESP, Brasil.
josebiscainoneto@hotmail.com

Rosane Freire

Professora Doutora, UNESP, Brasil.
rosane@fct.unesp.br

Gabriel Coimbra Rabelo

Aluno, UNESP, Brasil.
Gabriel.crsp@gmail.com



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

RESUMO. Em uma área com influência urbana são através das galerias pluviais que escoam as águas de lavagem atmosférica e da superfície, e estas são encaminhadas para os rios e córregos, juntamente com todos os poluentes presentes nos meios pelos quais passaram. O tipo de poluição descrito é classificado como difusa por ser relacionada aos eventos de chuva e por ser difícil a identificação de um único ponto de origem. Nesse aspecto, foi analisado o efeito da poluição hídrica do tipo difusa na estação verão, devido ao encaminhamento das águas de escoamento superficial urbano para rios e córregos urbanos de Presidente Prudente-SP, inseridos na bacia hidrográfica do córrego do Limoeiro. Para isso, foram amostradas as águas escoadas de três diferentes superfícies urbanas: residencial, comercial e industrial. O monitoramento quantitativo e qualitativo das águas escoadas foi definido ao longo da duração da precipitação. Nesse primeiro momento, a análise dos resultados foi feita comparando os valores de cargas das variáveis estudadas, permitindo assim, discutir a contribuição do escoamento no corpo d'água receptor. As águas de escoamento superficial da porção urbana da bacia hidrográfica do córrego do Limoeiro apresentaram elevadas cargas possivelmente poluidoras na estação verão, decorrente de sólidos totais, demanda química de oxigênio e fósforo total. Esses valores evidenciaram que a poluição originada do escoamento superficial urbano em áreas com influências industriais, comerciais e residenciais pode contribuir fortemente para a degradação e redução da qualidade dos corpos hídricos receptores.

Palavras-chave: poluição difusa, córrego do Limoeiro, carga poluente.

ABSTRACT. In an area with urban influence are through storm sewers that drain the air wash water and the surface, and these are forwarded to the rivers and streams, along with all the pollutants present in the means by which passed. The described type of pollution is classified as diffuse out to be related to rain events and be difficult to identify a single point of origin. In this respect, the effect of water pollution from diffuse type in the summer season was analyzed due to the routing of urban runoff water to rivers and urban streams of Presidente Prudente-SP, entered the basin of the stream Limoeiro. For this, the waters were sampled disposed of three different urban areas: residential, commercial and industrial. The quantitative and qualitative monitoring of the leaked water was set over the duration of the precipitation. In this first moment, the analysis was done comparing the load values of the variables, thus, to discuss the flow contribution in the water body receptor. The runoff water from the urban portion of the watershed Limoeiro Stream possibly had high pollution loads in the summer season, due to total solids, chemical oxygen demand and total phosphorus. These values showed that originated pollution of urban runoff in areas with industrial, commercial and residential influences can contribute greatly to the degradation and reduced quality of receiving water bodies.

Keywords: diffuse pollution, Lemon Tree stream, pollutant load.

RESUMEN. En una zona de influencia urbana son a través de las alcantarillas que drenan el agua de lavado del aire y la superficie, y estos son enviados a los ríos y arroyos, junto con todos los contaminantes presentes en los medios por los que pasaron. El tipo descrito de la contaminación se clasifica como difundirse fuera estar relacionada a la lluvia eventos y ser difícil identificar un único punto de origen. En este sentido, el efecto de la contaminación del agua de tipo difuso en la temporada de verano se analizó debido a la ruta del agua de escorrentía urbana a los ríos y arroyos urbanos de Presidente Prudente-SP, entró en la cuenca del Limoeiro corriente. Para ello, las aguas se muestrearon dispuesto de tres diferentes áreas urbanas: residencial, comercial e industrial. El seguimiento cuantitativo y cualitativo del agua filtrada se estableció durante la duración de la precipitación. En este primer momento, se realizó el análisis comparando los valores de carga de las variables, por lo tanto, para analizar la contribución de flujo en el receptor de cuerpo de agua. El agua de escorrentía de la parte urbana de la cuenca Limoeiro corriente posiblemente tenía altas cargas de contaminación en la temporada de verano, debido a los sólidos totales, la demanda química de oxígeno y fósforo total. Estos valores mostraron que originó la contaminación de desagües urbanos en zonas de influencias industriales, comerciales y residenciales pueden contribuir en gran medida a la degradación y reducción de la calidad de los cuerpos de agua receptores.

Palabras clave: la contaminación difusa, corriente árbol de limón, la carga contaminante.



1. INTRODUÇÃO

As ações antrópicas geram alterações na qualidade da água, aqui denominada poluição, por fontes pontuais e difusas em torno do corpo receptor. Segundo Tucci (2005), as fontes poluidoras difusas geralmente são de origem urbana, agrícola, produção agropecuária difusa, mineração dispersa e efluentes de esgotos em fossas. A carga poluidora difusa tem como principal característica uma localização que abrange uma determinada área. A carga poluidora transportada ao longo dessa área entra nos corpos receptores de forma intermitente, provenientes do escoamento superficial e subsuperficial (GIANSANTE, 2006).

Com a preocupação de estudar as águas urbanas, alguns pesquisadores iniciaram seus trabalhos visando o melhor conhecimento sobre os aspectos de qualidade e disposição das águas pluviais que escoam sobre uma superfície. Gnecco et al. (2005) estudaram os efeitos da primeira carga de lavagem (*first flush*) oriundo do escoamento superficial das vias de tráfego e dos telhados dos prédios da Universidade de Gênova (Itália). Os resultados mostraram que os sólidos suspensos respondem por 70% da carga inicial de lavagem.

Em consonância, Wang et al. (2013) estudaram a concentração de poluentes que são transportadas pelo escoamento pluvial de diferentes superfícies urbanas da cidade de Chongqing, China. O estudo mostrou que valores elevados da concentração de sólidos totais, de demanda química de oxigênio, fósforo total, amônia, ferro, cádmio e chumbo foram obtidos nas amostras do escoamento de ruas com tráfego urbano e nas áreas comerciais.

No Brasil os estudos são iniciais. Vivacqua (2005) procurou discutir o conceito de uso das águas de escoamento superficial como uma das ferramentas para o desenvolvimento de empreendimentos e programas de gerenciamento de águas. Para a cidade de São Paulo, foram levantados dados sobre os poluentes (demanda bioquímica de oxigênio (DBO), DQO, amônia (NH₃), PT, Pb, cobre (Cu), zinco (Zn), óleos e graxas, cor e patogênicos) em águas provenientes de telhados e das ruas. O autor concluiu que, os percentuais significativos de valores de poluentes apresentaram-se menores que os limites normalizados em classificação superiores, classe 1 e classe 2, com relação ao enquadramento em normas vigentes.

Campana & Bernardes et al. (2010) determinaram a acumulação superficial de contaminantes em superfícies típicas da cidade de Brasília-DF. Calcularam a carga de lavagem dessas superfícies e mediram a vazão do escoamento superficial, analisando o pH, DQO, além das concentrações de material particulado, como: cobre (Cu), sulfatos, sódio (Na), zinco (Zn) e chumbo (Pb). Os autores concluíram que há a relação dessas cargas com o tempo de recorrência das chuvas e com a qualidade da água do escoamento pluvial urbano, sendo que o grau de comprometimento da qualidade da água da fração inicial do escoamento é diretamente proporcional ao tempo sem chuva antecedente.

Veronez (2011) utilizou dados de pluviometria, monitoramento hídrico e mapeamento do uso do solo da bacia hidrográfica do Igarapé Praquiquara no município de Castanhal, estado do Pará, para identificar a influência da precipitação pluviométrica e de atividades antrópicas sobre a qualidade dos recursos hídricos de bacias hidrográficas localizadas na Amazônia



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

Oriental. Para isso, analisou-se os parâmetros de qualidade de água, incluindo turbidez, sólidos dissolvidos suspensos, sólidos totais, OD, DBO, ferro (Fe) e coliformes termotolerantes. Os parâmetros que apresentaram violações dos padrões legais de qualidade de águas dos corpos receptores foram: pH, OD, DBO e coliformes termotolerantes.

Similar à maioria das cidades brasileiras, Presidente Prudente-SP, possui um histórico de uso e ocupação indiscriminado, sem a consciência de preservação dos cursos d'água e não dando a devida importância à logística de infraestrutura do sistema das galerias pluviais da cidade. O resultado foi a desarticulação do espaço urbano, a linearização e a impermeabilização dos corpos hídricos, juntamente com a ocupação das cabeceiras de drenagem e dos fundos de vale por loteamentos residenciais (FRANCISCO, 2012).

A maneira com que o solo foi e continua sendo ocupado, não só afeta diretamente a existência de enchentes e alagamentos, mas também, proporciona o carreamento, por meio do escoamento superficial urbano, de poluentes para rios e córregos urbanos.

Por esse motivo e pela inexistência de um estudo voltado a essa problemática, a finalidade do presente trabalho foi investigar o efeito da poluição difusa no período do verão em áreas com as influências comerciais, industriais, residenciais e de topo de bacia, causada exclusivamente pelo encaminhamento de águas do escoamento superficial para nos rios e córregos urbanos de Presidente Prudente – SP, de modo a ser possível prever ações futuras de controle locais e específicas.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo foi analisar o efeito da poluição hídrica, do tipo difusa, causado pelo encaminhamento das águas de escoamento superficial para rios e córregos urbanos de Presidente Prudente – SP.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Estudo hidrológico

Com o banco de dados dos últimos 30 anos, fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), foi possível analisar o comportamento da chuva ao longo de doze meses e suas médias pluviométricas, estabelecendo os quatro períodos sazonais. Com esses dados, foi possível analisar também o comportamento da chuva durante o primeiro período de coleta, representando overão, ou seja, de agosto/2015 ao mês de novembro/2015.



3.2. Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica em estudo situa-se na porção urbana do córrego do Limoeiro, localizada em Presidente Prudente – SP, considerando seus principais tributários: córrego do Veado, córrego Colônia Mineira, córrego Guaiuvira e córrego do Saltinho. Com base ao atendimento dos objetivos do trabalho, não foi de interesse considerar as contribuições do Balneário da Amizade (represamento do córrego do Limoeiro), nem as contribuições de um bairro do município adjacente, Álvares Machado - SP, ambos inseridos na bacia hidrográfica do córrego do Limoeiro.

Para atingir a melhor representatividade possível do meio natural estudado quanto às ações de monitoramento das águas urbanas fluviais, foram selecionadas três áreas de amostragem qualitativa e quantitativa de água (Figura 1).

As áreas de amostragem foram selecionadas considerando as potenciais fontes de poluição bem como o aspecto de acessibilidade, linearidade do trecho, ausência de obstáculos, profundidade acessível para tomada de dados e proximidade das áreas de influência residencial, comercial, industrial. Por questões de segurança, foram consideradas apenas as precipitações que ocorreram durante o período diurno.

Os trechos monitorados foram estabelecidos em parceria com Comitê de Bacia Hidrográfica do Pontal do Paranapanema (CBH-PP), visando atender os interesses da Câmara Técnica de Planejamento, Avaliação e Saneamento. Com predominância de residências domiciliares, encontra-se localizado na Rua Felipe Carnevale, 197, no bairro Jardim das Rosas, coordenadas -22,119887 S, -51,413705 O, tem-se primeira área de amostragem (P1). A segunda área (P2), com influência de ocupação tipicamente comercial, encontra-se na Avenida Manuel Goulart, 2060, no Bairro Jardim Santa Helena, coordenadas -22,118574 S, -51,403194 O. Com predominância industrial, a terceira área de amostragem qualitativa e quantitativa (P3), coordenadas -22,109895 S, -51,416617 O, localiza-se na Avenida Salim Farah Maluf, 780, no Bairro Jardim das Rosas (Figura 2).



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

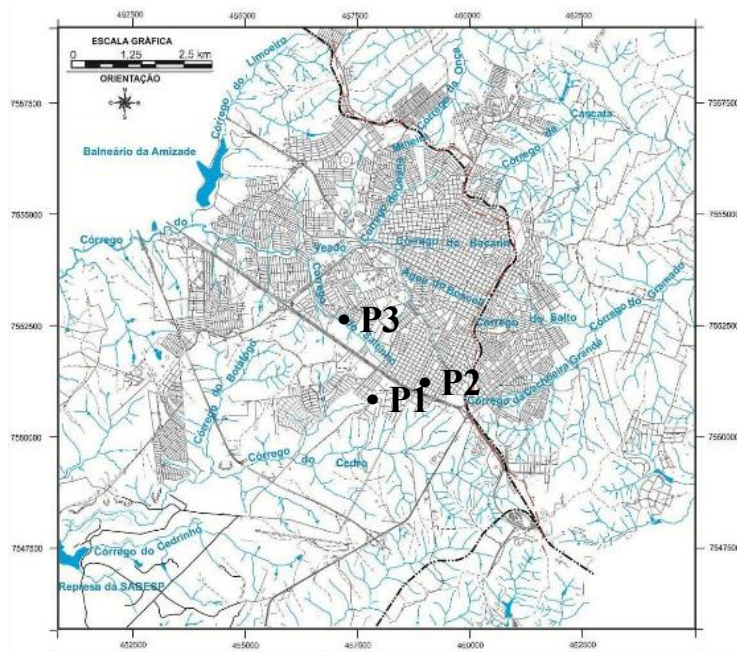
Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

Figura 1 – Rede hidrográfica da área urbana do município de Presidente Prudente com a alocação preliminar das seções (P) de monitoramento



Fonte: Adaptado de PEDRO E NUNES (2012).

Como o monitoramento quantitativo e qualitativo das águas de escoamento superficial baseia-se no efeito da sazonalidade, nesse trabalho as coletas foram feitas no Verão. As amostragens ocorreram em 2016 nos dias 09 e 27 de janeiro e 09 de março, todos no período da tarde.

A amostragem das águas de escoamento superficial foi definida em intervalos de tempo preestabelecidos, considerando a duração total da precipitação conforme a metodologia descrita em Luo et al. (2009). Assim, no ponto P1 coletou-se 6 amostras a cada 5 minutos durante um evento pluviométrico de 25 minutos. Em P2 coletou-se 5 amostras a cada 5 minutos durante um evento pluviométrico total de 20 minutos. No ponto P3 coletaram-se 4 amostras a cada 5 minutos durante um evento pluviométrico de 15 minutos.

Em todos os pontos, no canal de passagem (sarjetas), foi calculada a área da seção de escoamento, mensurando, por meio de uma trena, a altura da lâmina d'água e a largura do escoamento superficial urbano, seguindo as recomendações de Azevedo Neto (1998) e Gribbin (2014). Como foi adotada uma área retangular, a seção transversal do escoamento superficial foi determinada a partir do produto entre a largura e altura da lâmina d'água (Equação 1).

$$\text{Área (m}^2\text{)} = \text{largura (m)} \times \text{altura (m)} \quad [1]$$

Para calcular a vazão nas áreas de amostragem utilizou-se o método indireto, empregando flutuadores para estimar a velocidade média do escoamento. Sendo assim, para determinar a velocidade foram utilizados objetos de baixa densidade, como folhas e galhos. Esses flutuadores foram lançados em uma distância previamente determinada e, utilizando-se



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

cronômetro, foi registrado o tempo de deslocamento. Com isso, obteve-se a velocidade média pela relação espaço por tempo, representado na Equação 2.

$$Velocidade\ Média\ \left(\frac{m}{s}\right) = \frac{Distancia\ (m)}{Tempo\ (s)} \quad [2]$$

Após os cálculos da área e da velocidade média foi possível determinar a vazão de cada ponto estudado, Equação 3.

$$Vazão\ \left(\frac{m^3}{s}\right) = Velocidade\ Média\ \left(\frac{m}{s}\right) \times Área\ (m^2) \quad [3]$$

As amostras de escoamento coletadas foram armazenadas em garrafas de Politereftalato de Etileno (PET), com capacidade de 1 L, as quais foram limpas previamente, seguindo os procedimentos analíticos de amostragem, armazenamentodescritos em APHA(1998) e CETESB (2011), e acondicionados em uma caixa de isopor com gelo para transporte.

In loco foram realizadas a medição da temperatura (T - °C) e a do Oxigênio Dissolvido (OD - mg/L), utilizando termômetro de mercúrio e oxímetro HANNA (HI 9146), respectivamente. As outras variáveis físicas e químicas foram analisadas na Central de Laboratórios da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente – FCT/UNESP.

Foram realizadas análises laboratoriais para a caracterização das águas urbanas fluviais e de escoamento por meio da medida de sólidos totais (ST - mg/L), demanda química de oxigênio (DQO – mg/L), fósforo total (FT - mg/L), nitrato (NO₃ - mg/L), condutividade elétrica (CE - μScm⁻¹), pH, turbidez (Turb - NTU), no qual foram utilizados condutivímetro (Tecnozon, mca 150), pHmetro (Gehaka, PG 2000), turbidímetro (Tecnozon, TB 1000), espectrofotômetro (Femto 700), seguindo os procedimentos de preservação e execução descritos em APHA (1998).

A carga do poluente foi calculada por meio da Equação 4 (VON SPERLING, 2007):

$$Carga = C \cdot Q \quad [4]$$

em que:

Carga representa a relação ente massa de poluente em um intervalo de tempo (g/s);

Q é a quantidade de água da chuva escoada durante o intervalo de tempo (L/s);

C é a concentração do poluente durante o intervalo de tempo (g/L).

Os dados coletados foram armazenados em planilhas eletrônicas para a realização de cálculos e geração de gráficos para posterior análises. Para isso, foi utilizado o software Microsoft Office Excel®.

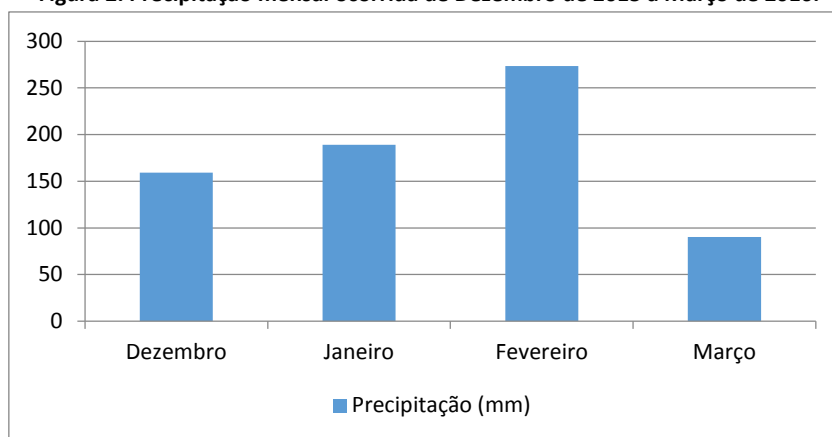


4. RESULTADOS E DISCUSSÃO PARCIAIS

4.1. Estudo hidrológico

A partir dos resultados apresentados na Figura 2 foi possível observar os padrões de precipitação nos meses estudados.

Figura 2. Precipitação mensal ocorrida de Dezembro de 2015 à Março de 2016.



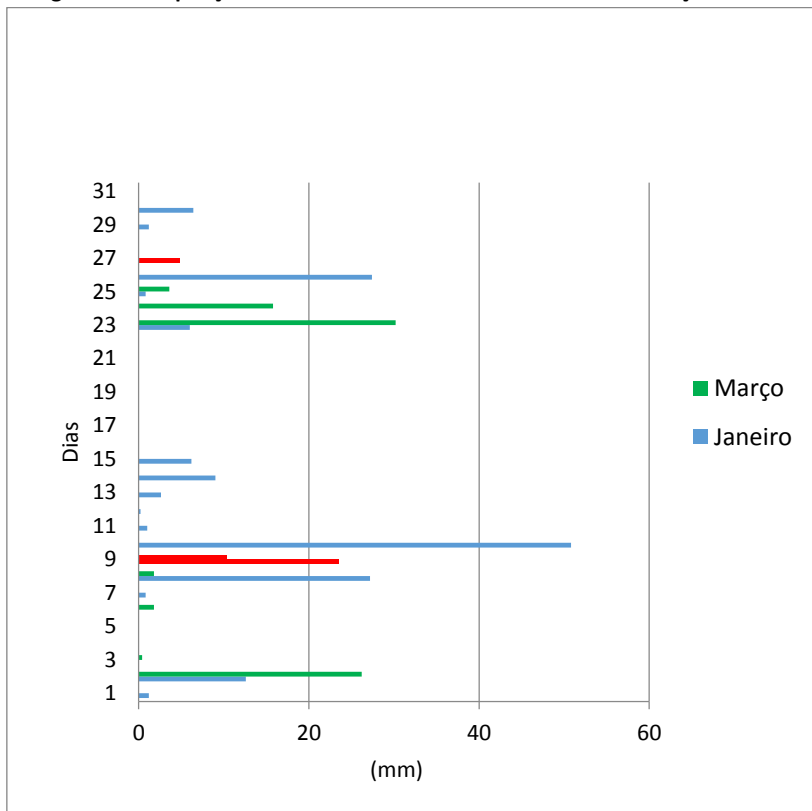
Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), 2016.

Observando a Figura 2, notou-se que as maiores evidências de precipitação para estação Verão no ano de 2016 foi encontrada no mês de fevereiro, aproximadamente 273 mm. O menor valor de precipitação média ocorreu em março com 90 mm.

Para o presente estudo, foi relevante quantificar a precipitação diária para os meses de janeiro e março, quando foram realizadas as coletas amostrais.



Figura 3: Precipitação diária ocorrida nos meses de Janeiro e Março de 2016.



Fonte: INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), 2016. Adaptado.

Analisando a Figura 3, pode-se perceber as precipitações de maiores volumes se acumularam nos dias 10 de janeiro e 23 de março, sendo que para os dias 09 e 27 de janeiro e 09 de março (destacado em vermelho), quando foram realizadas as coletas amostrais, precipitaram 23,5 mm, 4,8 mm e 10,4 mm, respectivamente. A Tabela 1 indica a quantidade pluviométrica ocorrida dos dias 09 e 27 de janeiro e 09 de março e a sua intensidade, ou seja, o quociente entre a precipitação (mm) e a duração (hora) durante a coleta.

Tabela 1: Valores de Precipitação e Intensidade Pluviométrica nos dias coletados

Dias das Coletas	Local da Coleta	Precipitação (mm)	Intensidade Pluviométrica (mm/h)
09/03/16	P2	10,4	24
27/01/16	P3	4,8	14,4
09/01/16	P1	23,5	47

Fonte: AUTOR, 2016.

O estudo de precipitação de Presidente Prudente - SP foi importante com vistas a avaliar a influência da quantidade de precipitação nos resultados, pois, com elevada quantidade de volume de chuva houve um aumento na vazão de escoamento superficial, conseqüentemente, maior lavagem superficial e, possivelmente, maior encaminhamento de materiais aos corpos hídricos receptores das águas urbanas.



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

4.2. Banco de Dados

A Tabela 2 apresenta os valores das concentrações de sólidos totais (ST - mg/L), demanda química de oxigênio (DQO - mg/L), fósforo total (FT - mg/L), nitrato (NO_3 -mg/L), condutividade elétrica (CE - μScm^{-1}), bem como valores de pH, turbidez (Turb - NTU), temperatura (T - °C) e vazão (Q - m^3/s) para as três áreas de amostragem (P1, P2 e P3), de acordo com a duração de suas respectivas precipitações.

Tabela 2: Valores CE, pH, T, Turb e vazão e concentração de N, DQO, OD, FT e ST analisadas em cada área de amostragem, com sua respectiva duração da precipitação, na Estação Verão.

Áreas	Tempo (min)	DQO (mg /L)	OD (mg /L)	FT (mg/L)	ST (mg/L)	N(mg/L)	CE (μScm^{-1})	pH	T (°C)	Turb (NTU)	Q (L/s)
P1	0 – 5	163,00	5,25	5,22	271,50	5,05	49,80	6,25	28	540,00	12,17
	5 – 10	153,00	5,93	3,15	155,00	2,23	48,37	6,74	26	265,00	18,83
	10 – 15	95,50	5,50	1,88	89,00	2,97	47,63	6,80	26	22,40	9,00
	15 – 20	63,00	5,89	0,23	74,00	0,31	33,92	6,78	25	16,50	6,67
	20 – 25	60,50	6,26	0,12	46,00	0,33	31,78	6,95	25	4,39	3,00
	25 – 30	55,50	6,41	0,12	2,00	0,25	19,89	6,96	25	3,75	2,00
P2	0 – 5	315,50	5,09	3,08	255	4,73	87,88	7,1	29	57,7	3,50
	5 – 10	295,50	4,51	2,71	203,5	4,15	79,32	7,71	29	52,8	3,17
	10 – 15	225,50	5,03	1,98	202	3,60	73,89	7,5	29	41,5	2,50
	15 – 20	175,50	4,98	2,00	106,5	2,89	69,68	7,44	29	39,7	1,83
	20 – 25	150,50	4,99	1,82	152	2,58	67,3	7,6	29	38,5	1,17
P3	0 – 5	320,50	5,73	4,10	452,50	3,29	48,14	6,26	29	1063,00	19,83
	5 – 10	225,50	6,00	28,18	589,50	3,13	54,53	6,73	29	1000,00	19,83
	10 – 15	195,50	5,54	26,31	558,00	2,52	60,03	6,95	29	780,00	16,83
	15 – 20	185,50	5,37	24,27	526,50	2,45	65,33	7,02	29	605,10	9,83

Fonte: AUTOR, 2016.

Na Tabela 2 observou-se um decréscimo da condutividade elétrica no decorrer da duração da precipitação nas áreas de amostragem 1 e 2. Ficou evidente que no princípio das precipitações a quantidade de íons dissolvidos é elevada, ou seja, a água do escoamento superficial urbano encontra-se com uma elevada condutividade elétrica e com o decorrer das chuvas essa variável tende a diminuir. Porém, na área de amostragem 3, a qual possui influência industrial, os valores da variável não reduziram com o decorrer da precipitação e apresentando as



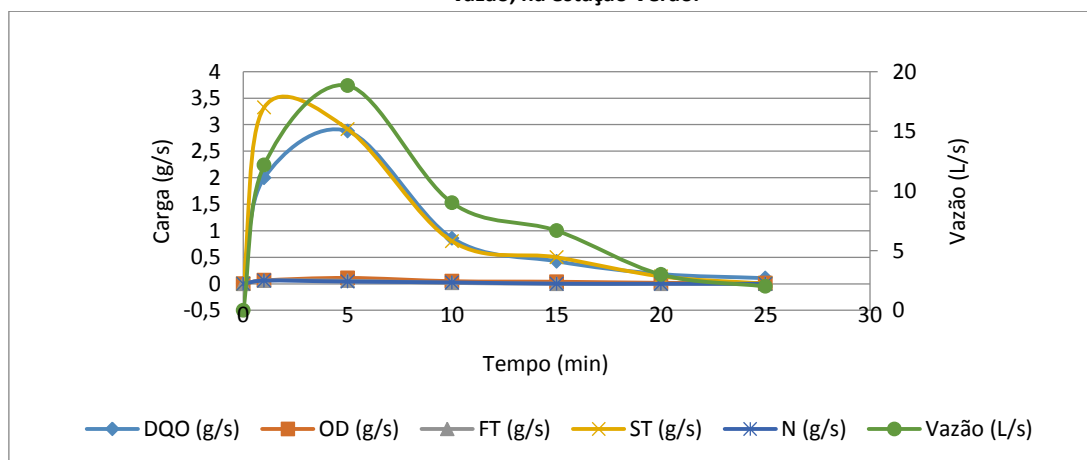
maiores magnitudes. Essa área é industrial e possui um fluxo elevado de automóveis transportando insumos ou mesmo, o próprio processo de operação industrial, pode ter contribuído para o aumento significativo dos valores de condutividade elétrica.

Analisando o pH nas áreas de amostragem, não foi observado alterações significativas de seus valores, pois permaneceram dentro uma faixa de 6,5 à 7,5 em todas as áreas de amostragem. Esse resultado se assemelha a pesquisa de Luo et al. (2009), os quais apresentaram que valores de pH que não tiveram uma alteração significativa e permaneceram próximo de 7 no decorrer da precipitação em todas as áreas de amostragem.

A turbidez apresentou valores dentro do esperado, representado altas magnitudes nos primeiros momentos de precipitação e com o decorrer da chuva ocorreu uma redução de seus valores. Essa situação apenas comprovou que nos primeiros momentos de precipitação a água do escoamento superficial urbano se encontra em seu aspecto mais turvo, pois carrega consigo todo o material depositado nas ruas e nos telhados de qualquer obra civil. Vale ressaltar os altos valores encontrados na área de amostragem 3, a qual apresentou turbidez dentro um intervalo de 1.063,00 à 605,10 NTU. Esses resultados podem ser comparados à pesquisa de FONSECA & SALVADOR (2005), na qual explicitaram que as análises de sólidos totais mantiveram uma relação direta com a turbidez, ou seja, valores máximos obtidos coincidiram com os valores máximos de ST, sendo que essas duas variáveis pode ter sido influenciado por processos erosivos presente nos solos urbanos.

Os parâmetros de demanda química de oxigênio (DQO – g/s), fósforo total (FT - g/s), sólidos totais (ST - g/s), nitrato (NO_3 - g/s) e oxigênio dissolvido (OD – g/s), para as três áreas de amostragens (P1, P2 e P3), de acordo com a duração de suas respectivas precipitações, serão discutidos como cargas de contribuição, em confronto com os dados de vazão de escoamento (Q – L/s) como apresentado nas Figuras 4, 5 e 6.

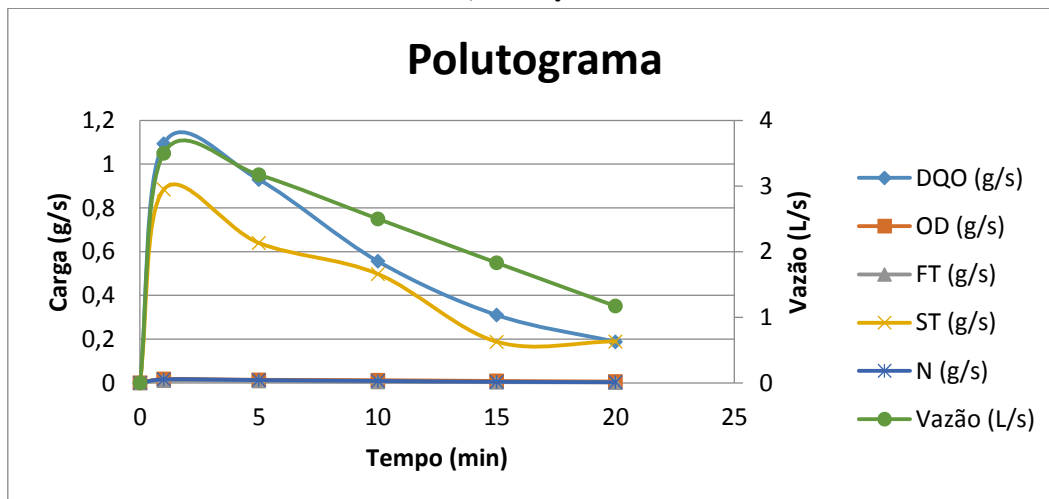
Figura 4: Polutograma da área de amostragem 1, apresentando os valores de carga de DQO,OD, FT, ST e N e sua vazão, na estação Verão.



Fonte: AUTOR, 2016.

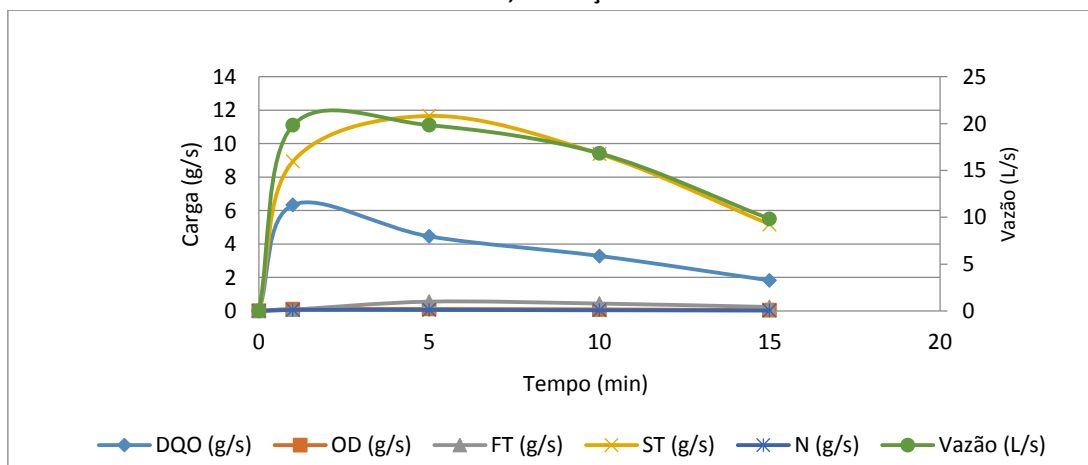


Figura 5: Polutograma da área de amostragem 2, apresentando os valores de carga de DQO,OD, FT, ST e N e sua vazão, na estação Verão.



Fonte: AUTOR, 2016.

Figura 6: Polutograma da área de amostragem 3, apresentando os valores de carga de DQO,OD, FT, ST e N e sua vazão, na estação Verão.



Fonte: AUTOR, 2016.

De modo geral, foi possível observar uma boa relação do comportamento da vazão com a carga de sólidos totais nas três áreas de amostragem. Nos primeiros momentos de precipitação, a vazão obteve em seu maior valor e anteriormente à precipitação, há uma maior concentração de materiais depositados nas ruas, portanto, contribuiu para uma elevada carga de sólidos totais presentes nas águas do escoamento superficial urbano. No decorrer da precipitação, iniciou o decréscimo da vazão e uma constante redução dos valores de sólidos, devido a uma limpeza natural das ruas.

Vale ressaltar o comportamento de sólidos totais na área de influencia industrial (P3), pois no segundo momento de coleta (5 – 10 min) atingiu um alto valor de carga, aproximadamente, 12 g/s. Associando tal resultado com a pesquisa de Wang et al. (2013), fica notório suas



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

semelhanças, pois conclui que as quantidades de sólidos totais encontradas em uma área com influências industriais foram maiores que áreas residenciais e comerciais.

Não diferente dos sólidos totais, os valores de cargas de DQO manteve-se uma forte relação com a vazão. A princípio foi encontrado valores altos para as duas variáveis e com o decorrer da precipitação esses valores reduziram gradualmente. Novamente, destacou-se a área de amostragem 3, apresentando os maiores valores de carga de DQO, a exemplo, nos primeiros 5 minutos de precipitação constatou, aproximadamente, um valor de 6 g/s. Acredita-se que por se encontrar próximo a um frigorífico, possa ter ocorrido a limpeza de pátios de caminhões e depósitos de armazenamento e, conseqüentemente, os materiais foram encaminhados para a calçada, ali permanecendo até um evento de precipitação.

Em todas as áreas de amostragem, a variável OD atingiu seus maiores valores de cargas nos primeiros momentos de precipitação e reduziu no seu decorrer. Seus valores de carga não foram relativamente altos, porém com o excesso de matéria orgânica e um elevado teor de DQO, esperava-se valores de OD ainda menores. Sabe-se que o local de coleta (sarjeta) é irregular e com as altas velocidades do escoamento superficial urbano nos primeiros momentos de precipitação, houve turbulência na água, ou seja, houve um aumento do nível de oxigênio dissolvido da amostra de água. Ressaltando que esse efeito de turbulência causa um impacto positivo nos rios e córregos, segundo Maffezzolli & Nuñez (2006), OD em altas concentrações são essenciais para a manutenção da vida aquática e previnem a formação de substâncias com odores desagradáveis.

Em relação às variáveis nitrato e fósforo total, pode-se associar à pesquisa de Xue et al. (2012), os quais concluíram que os valores de fósforo total são maiores para em regiões industriais e houve um decréscimo dos mesmos no decorrer da precipitação. Em paralelo a isso, notou-se que em todas as áreas de amostragem obtiveram comportamentos parecidos, possuindo maiores valores de carga no início da precipitação e com o seu decorrer, seus valores reduziram-se gradativamente. Por sofrer influência industrial, a área de amostragem três apresentou os maiores valores de carga de fósforo total e nitrato, durante o segundo momento de coleta das amostras (5 – 10 min), sendo eles, 0,56 e 0,06 g/s, respectivamente. Nessa área de amostragem, existe um conjunto industrial e, por conta disso, há uma grande quantidade de tráfego de caminhões e carros, portanto, é comum a ocorrência de vazamentos de óleos combustíveis, contribuindo para o aumento de carga de fósforo e nitrato. Outra explicação lógica é a ocorrência das limpezas dos caminhões e/ou pátios das indústrias com o uso de detergentes, sabões e material de limpeza em geral, todos contribuindo para os altos valores de cargas encontrados. Além disso, outros processos, tais como a deposição atmosférica pelas águas das chuvas também causam aporte de nitrogênio aos escoamentos superficiais urbanos (Portal da Qualidade das Águas).

5. Conclusão

As águas de escoamento superficial da porção urbana da bacia do córrego do Limoeiro apresentaram elevados valores cargas poluidoras, considerando o período de investigação.



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

Esses valores evidenciaram que a poluição originada do escoamento superficial urbano em áreas com influências industriais e comerciais podem contribuir para a degradação e redução da qualidade dos corpos hídricos receptores.

6. Agradecimentos

À FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, o qual vem sendo o órgão financiador para a realização de minha pesquisa (Processo FAPESP: 2014/18814-7) e também, para a participação em eventos como este.

7. BIBLIOGRAFIA

ANA. Agência Nacional de Águas. **Portal da Qualidade das Águas**. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx#_ftn6>. Acesso em: 06. abril. 2016.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, D.C, 1998.

AZEVEDO NETO, J. M. **Manual de hidráulica**. São Paulo: Edgar Blucher, 1998, 669p.

CAMPANA, N. A.; BERNARDES, R. S. Qualidade do escoamento na rede de drenagem pluvial urbana: a situação de Brasília-DF. **Revista de Gestão de Águas da América Latina**, Brasília, v.7, n.2, p. 53-65, 2010

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

FIORUCCI, A. R.; BENEDETTI FILHO, E. A Importância de Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos. **Química Nova na Escola**, n.22, 2005.

GIANSANTE, A. E. Avaliação de cargas poluidoras difusas para planejamento ambiental em bacias hidrográficas: aplicação na Bacia do Ribeirão Piraí – SP. In: XXX Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 30, 2006, Montevideo. **Anais...** Montevideo. Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), 2006. p.1-18.

GNECCO, I.; BERRETTA, C.; LANZA, L. G.; LA BARBERA, P. Storm water pollution in the urban environment of Genoa, Italy, **Atmospheric Research**, v.77, p.60-73, 2005.

GRIBBIN, J. E. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=354140>>. Acesso em: 03. nov. 2015.

IGC. INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. **Presidente Prudente** 2007. Disponível em: <<http://www.igc.sp.gov.br/busca/index.html?cx=009323197618118939034%3A-h1-wuwpkky&cof=FORID%3A10&ie=ISO-8859-1&q=Presidente+Prudente+mapa&sa.x=0&sa.y=0&sa=Pesquisar>>. Acesso em: 16. out. 2015.



ANAIS DO FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA

Sociedade, Meio Ambiente e Desenvolvimento

ANAP, Tupã/SP, Volume XII, 2016

ISBN 978-85-68242-22-3

CATEGORIA - ARTIGO COMPLETO

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Presidente Prudente** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_iframe.php?codEst=A707&mesAno=2015> Acesso em: 01. dez. 2016

MAFFEZZOLLI, G; NUÑER, A. P. O. Crescimento de alevinos de jundiá, *Rhamdia quelen* (Pisces, Pimelodidae), em diferentes concentrações de oxigênio dissolvido. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 41-45, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das Cidades – Global WaterPartnership - World Bank – Unesco, 2005.

VERONEZ, P. B. **Análise da influência da precipitação pluviométrica e do uso do solo sobre a qualidade da água em microbacias hidrográficas no nordeste paraense, Amazônia Oriental**. 2011. Dissertação (Programa de Pós Graduação)- Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2011.

VIVACQUA M. C. R. **Qualidade da Água do Escoamento Superficial Urbano – Revisão Visando o Uso Local**. 2005. 185 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo. 2005.

WANG, S.; HE, Q.; AI, H.; WANG, Z.; ZHANG, Q. Pollutant concentrations and pollution loads in storm water runoff from different land uses in Chongqing. **Journal of Environmental Sciences**, v.25, n.3, p.502-510, 2013