VARIAÇÕES SAZONAIS DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS COLETADAS

Mayra Alves Donato (PIBIC/FA), Rafaela Paes de Souza Barbosa (PIBIC/PROVIC), Maria Magdalena Ribas Döll (Orientadora), e-mail: maria.ribas@gmail.com, Gustavo Forastiere Simonelli (Co-orientador), e-mail: gustavofsimoneli@gmail.com.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil.

Engenharia Sanitária, Recursos Hídricos.

Palavras-chave: drenagem urbana, Ponta Grossa, sub-bacias, arroios.

Resumo

O projeto realizado teve como objetivo verificar a qualidade das águas pluviais do município de Ponta Grossa/PR. Para tanto, foram realizadas 10 campanhas com coletas de amostras de 8 pontos presentes nas 4 principais bacias da cidade. O acompanhamento ocorreu no período de agosto/2017 a junho/2018. E foi possível observar as mudanças dos locais, tanto fisicamente quanto quimicamente em análises laboratoriais. Foram considerados 11 parâmetros físico-químicos para a avaliação dos pontos amostrados, dentre esses, apenas 2 parâmetros se encontram dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 357. Dos locais analisados observa-se que os pontos 1, 6 e 8 são os que mais estão em desconformidade com a resolução estabelecida, sendo todos de bacias distintas. Através da análise de Cluster e seus agrupamentos tornou-se ainda mais evidente a grande influência da temperatura e precipitação nos parâmetros analisados, e que a ocorrências de poucas mudanças no local estudado, pode alterar os valores dos parâmetros. Destaca-se pôr fim a importância de trabalhos na área de saneamento, assim como projetos para conscientização da população.

Introdução

O sistema de drenagem urbana constitui um item fundamental no comportamento das cidades. Com o crescimento de áreas urbanizadas ocorre um grande aumento de áreas impermeabilizadas, neste sentido, as grandes e médias cidades dependem cada vez mais dos sistemas de drenagem para assegurar um crescimento ordenado com menores riscos à população (NASCIMENTO, 2011).

Transtornos por conta deficiência na drenagem pluvial vêm, ao longo de décadas, tornando-se um problema crônico. Este cenário se constituiu ao longo dos anos, principalmente, pela falta de planejamento apropriado dos sistemas de drenagem e pela inadequação dos projetos à real dimensão das necessidades nas cidades brasileiras (NASCIMENTO, 2011). As características do processo de urbanização, experimentado no Brasil: com expansões não planejadas e aceleradas, não dispuseram de um crescimento proporcional de infraestrutura urbana.

A cidade de Ponta Grossa, analisada no trabalho em questão, segue os padrões apresentados.

Em 2017, Ponta Grossa se destacou com o 7º melhor lugar no novo Ranking do Saneamento Básico das 100 maiores cidades do país, a partir de dados oficiais, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Ministério das Cidades – ano base 2016. No ano subsequente o município caiu 7 posições no ranking permanecendo, contudo, entre as 20 melhores colocações. O ranking avalia a evolução dos indicadores de água, esgotos, investimentos e perdas de água nas

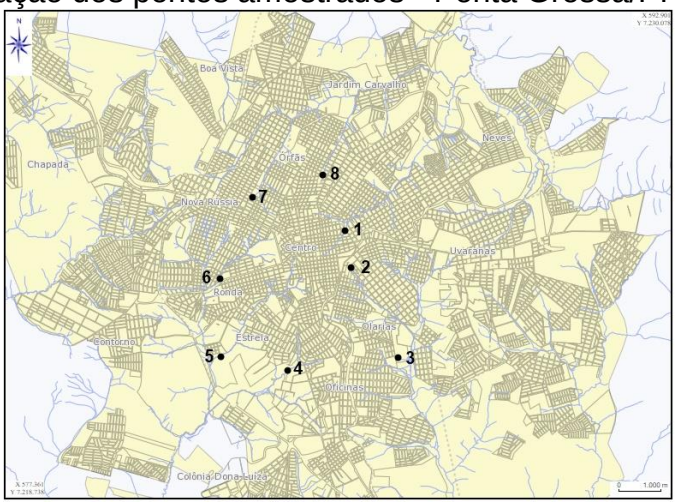
maiores cidades brasileiras (Instituto Trata Brasil, 2016). Apesar da excelente colocação no contexto nacional, não é raro encontrar os arroios municipais em estado precário de qualidade.
Evidenciado por Vega et al. (1998) o monitoramento dos corpos hídricos receptores das águas pluviais pode indicar as atividades do seu entorno, sejam: despejos irregulares, situação das vias públicas não pavimentadas, atividades industriais e além das influências antrópicas, a sazonalidade, devido a fatores climáticos. Na tentativa de localizar pontos críticos e suas causas, apresenta-se este projeto de pesquisa.

Material e Métodos

1. Área considerada

O município de Ponta Grossa possui 12 bacias hidrográficas urbanas e dentre os arroios existentes na cidade, destacam-se os que nascem no centro, como os arroios Pilão de Pedra, de Olarias e Ronda, e os que nascem e atravessam a periferia, como os arroios Lajeado Grande e Madureira, que cortam os bairros, sem contato com o centro da área urbana (CRUZ, 2009).
Dentre as bacias hidrográficas citadas, no presente projeto foram estudadas as quatro bacias principais, se tratando, portanto: Olarias, Pilão de Pedra, Ronda e Lajeado Grande. Os pontos amostrados se encontram distribuídos da seguinte maneira: ponto 1 – Pilão de Pedra; pontos 2 e 3 – Olarias; pontos 4, 5 e 6 – Ronda e pontos 7 e 8 - Lajeado Grande.
Na Figura 1 a seguir é possível observar a distribuição dos mesmos pela cidade.

Figura 1 – Localização dos pontos amostrados - Ponta Grossa/PR



Adaptado de: Prefeitura Municipal de Ponta Grossa, 2018.

2. Amostragem

Ao longo dos doze meses de projeto foram realizados dez monitoramentos nos pontos de amostragem, seguindo sempre a mesma metodologia de campo. As amostras de água foram retiradas, sempre que possível, do centro da seção do corpo hídrico, aproximadamente na metade da profundidade do arroio. Todos os utensílios utilizados para a coleta de água foram previamente esterilizados e as amostras coletadas foram mantidas resfriadas em, aproximadamente, 4ºC. Adotando para a preservação das amostras procedimentos que também são determinados pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA,* 2012).

3. Análises laboratoriais

Os parâmetros físico-químicos, incluindo temperatura da água (Tº), pH, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), sólidos totais dissolvidos (STD) e algas cianofíceas (BGA), foram medidos *in situ* com a sonda Multiparâmetros *Aquaread* AP-2000. Além dos parâmetros e observações retiradas do campo, em laboratório foram realizadas as análises de turbidez, nitrogênio amoniacal ($N\text{-}NH_4^+$), fósforo inorgânico ($P\text{-}PO_4^{3-}$) e total (P-total), e carbono orgânico total (COT).

4. Método de agrupamento

Na intenção de se ter uma análise ampla sobre os resultados dos 8 pontos amostrados realizou-se sobre estes, e seus parâmetros, agrupamentos por uma análise estatística. A análise de Cluster ou análise de agrupamentos é o termo usado para descrever diversas técnicas numéricas, onde o propósito fundamental é classificar os valores de uma matriz de dados sob estudo em grupos discretos. Esta técnica classificatória multivariada pode ser utilizada quando se pretende explorar as similaridades entre casos, indivíduos, parâmetros, ou outras variáveis, como é o caso desse estudo. Dessa análise obtém-se dendogramas no qual estão dispostas linhas ligadas segundo os níveis de similaridade que agrupam os diversos pares de variáveis (METZ, 2006).

Resultados e Discussão

Para a discussão dos muitos dados obtidos, além da observação dos dados por médias anuais, médias em tempo seco e tempo úmido, foi realizada avaliações estatísticas multivariadas pelo método de Cluster. Pelo método estatístico os resultados dos pontos analisados foram agrupados de acordo com suas similaridades nas variações sazonais. Na Tabela 1 é possível observar os resultados obtidos em todas as campanhas realizas.

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos dos pontos de coleta, valores mínimo e máximo obtido (e média calculada) de todas as coletas.

Parâmetro/Ponto	1 (n=10)	2 (n=10)	3 (n=9)	4 (n=9)	5 (n=9)	6 (n=9)	7 (n=10)	8 (n=10)
Temperatura (ºC)	14,9 – 21,4 (19,1)	17,8 – 22,9 (20,3)	15,9 – 22,4 (19,3)	17,6 – 22,6 (20,4)	14,7 – 21,5 (18,8)	14,1 – 21,9 (18,9)	16,6 – 21,9 (19,4)	18,1 – 22,0 (20,5)
pH	5,8 – 7,2 (6,3)	5,9 – 7,3 (6,4)	5,7 – 7,3 (6,3)	5,3 – 7,0 (5,8)	5,8 – 7,3 (6,1)	5,7 – 7,3 (6,2)	5,9 – 7,5 (6,2)	5,8 – 7,4 (6,1)
CE (µS/cm)	170 – 275 (231)	204 – 253 (230)	217 – 318 (257)	140 – 443 (184)	198 – 260 (227)	172 – 795 (303)	263 – 827 (344)	281 – 531 (433)
STD (mg/L)	110 – 178 (138)	132 – 164 (149)	141 – 206 (167)	91 – 287 (119)	128 – 169 (147)	111 – 516 (196)	170 – 537 (223)	182 – 345 (281)
OD (mg/L)	1,3 – 9,4 (5,8)	4,4 – 7,3 (6,0)	4,2 – 9,3 (7,9)	5,8 – 8,1 (7,2)	5,8 – 8,4 (7,1)	4,9 – 9,0 (6,8)	1,5 – 8,4 (5,6)	1,6 – 6,2 (3,9)
Turbidez (UTN)	1,0 – 30,4 (9,5)	1,8 – 12,9 (5,3)	3,0 – 19,3 (6,5)	1,1 – 4,0 (2,6)	1,6 – 49,3 (8,52)	6,7 – 26,2 (14,6)	2,3 – 9,7 (5,2)	14,4 – 95,7 (27,5)
PO4-T (mg/L)	0,0 – 1,1 (0,4)	0,3– 0,6 (0,4)	0,1 – 0,9 (0,4)	0,1 – 0,2 (0,2)	0,2 – 0,7 (0,5)	0,1 – 0,4 (0,3)	0,3 – 1,4 (0,9)	0,3 – 3,3 (1,0)
PO4-I (mg/L)	0,0 – 0,9 (0,3)	0,2– 0,5 (0,3)	0,0 – 0,7 (0,3)	0,0 – 0,2 (0,1)	0,1 – 0,6 (0,4)	0,0 – 0,4 (0,2)	0,2 – 1,3 (0,8)	0,2 – 2,7 (0,7)
COT (mg/L)	1,1 – 20,2 (10,8)	5,0 – 13,5 (10,1)	3,8 – 15,5 (10,9)	2,1 – 9,3 (6,4)	4,3 – 11,4 (7,8)	5,0 – 13,3 (9,8)	7,2 – 21,2 (12,6)	10,8 – 49,4 (23,8)
NH4+ (mg/L)	0,1 – 4,8 (1,9)	1,2 – 4,4 (2,9)	0,5 – 11,8 (3,4)	0,3 – 2,0 (1,2)	0,4 – 4,8 (1,8)	0,9 – 6,1 (3,6)	4,9 – 12,6 (7,7)	3,8 – 18,3 (8,0)

*n=número de amostras analisadas

De acordo com Instituto das Águas do Paraná (1997) todos os rios da bacia do Tibagi na região de Ponta Grossa foram enquadrados com Classe II, com exceção do Arroio da Ronda que possui Classe III. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, os limites utilizados para o enquadramento do rio em dada classe são baseados nas concentrações de determinadas substâncias que podem estar presentes no corpo hídrico.

Após todas as observações de campo, laboratoriais e de *softwares*, temos como constatar o alto índice de contaminação dos arroios da cidade de Ponta Grossa/PR.

Contaminação essa que pelos resultados obtidos nas análises de fósforo total e nitrogênio amoniacal pode-se afirmar de ser despejos irregulares de esgoto. Além dos perigos apresentados à população, os cursos de água que transportam os despejos de esgoto, sofrem uma redução de OD, matando assim os seres vivos presentes em seu meio. Em casos graves de contaminação pode ocorrer a eutrofização do meio, proliferando microrganismos como bactérias e algas.
Dos 8 pontos amostrados, todos apresentaram no mínimo três ou mais desconformidades durante o período de acompanhamento. Os únicos parâmetros que permaneceram dentro dos limites impostos por lei, foram os de turbidez e os de sólidos dissolvidos totais (STD). Os pontos 1, 6 e 8 são os que apresentaram maior divergência com os limites estabelecidos. Parâmetros como nitrogênio amoniacal (amônia) e fósforo total são os que manifestam a maior desconformidade ao valor permitido. Dentre os três pontos de maior desconformidade, o que apresentou a pior condição está localizado na bacia do Lajeado Grande (ponto 8). A menos de 5m de uma residência, o ponto amostrado mostra total deszelo da população circunvizinha, com presença abundante de resíduos domésticos.

Conclusões

Com as análises de Clusters e seus agrupamentos tornou-se ainda mais evidente a grande influência da temperatura e precipitação nos parâmetros analisados. A elevada precipitação faz com que os parâmetros obtenham uma melhora evidente, principalmente o oxigênio dissolvido (OD). É possível constatar também que mesmo campanhas próximas não necessariamente são semelhantes, pois qualquer mudança, seja ela deposição de esgoto, óleos, detergentes ou mesmo um mantenimento no local estudado, pode alterar os valores dos parâmetros.
Conclui-se, portanto que é necessário ainda muito trabalho na área de saneamento. Não somente em obras para sanar a problemática de ligações de esgoto clandestinas, mas também em projetos para a conscientização da população.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pela proteção, e aos meus pais e amigos próximos por todo o apoio, durante a realização desta pesquisa.
A minha orientadora Dra. Maria Magdalena Ribas Döll, pela oportunidade de aprendizagem, ao Cícero Wislei Fernandes Guerellus e Gustavo Forastiere Simoneli, por toda a paciência, e a Rafaela Paes de Souza Barbosa pela amizade e companheirismo. Em especial agradeço a Fundação Araucária, pela ajuda financeira, ao Complexo de Laboratórios Multiusuários e a Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela infraestrutura oferecida, sem a qual nada disso teria sido possível.

Referências

CRUZ, G. C. F. da. **Clima Urbano de Ponta Grossa-PR: uma abordagem da dinâmica climática em cidade média subtropical brasileira**. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo, 2009.

NASCIMENTO, J. **Manejo de Águas Pluviais**. Atlas de Sanemento – IBGE, 2011.

VEGA, M. et al. **Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis**. Water Research, v. 32, 1998.