

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA QUALIDADE DA ÁGUA: ESTUDO DE CASO SUB-BACIA DO RIO PINHALZINHO II, UMUARAMA – PR

Vanessa Daneluz Gonçalves¹; Otávio Cristiano Montanher²; Jorge Luiz Barbarotto Junior³; Paula Mariko Hatsumura⁴; Natália Silva Daneluzzi⁵; Pedro Henrique do Amaral Gurgel Alves de Souza⁶; Gabriel Shirassu Kodama⁷ & William Bacheга Brito⁸

RESUMO – Neste estudo, a sub-bacia do rio Pinhalzinho II, na área urbana da cidade de Umuarama-PR, foi subdividida em 5 sub-bacias de drenagem, as quais foram classificadas quanto ao uso e ocupação do solo nas categorias Floresta, Macega, Pastagem, Áreas impermeáveis, Solo exposto e Corpos d'água. Para cada sub-bacia, foram estimados os parâmetros de qualidade da água: temperatura, pH, turbidez, condutividade, oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Na sub-bacia do rio Pinhalzinho II área urbana, foi observado o predomínio de Áreas impermeáveis (69%), seguida de Pastagens (20%) e cobertura por Floresta (8%). A qualidade da água permaneceu predominantemente em desconformidade com a Classe II de enquadramento do rio. Os resultados sugerem indícios de poluição com degradação da qualidade da água, possivelmente pela introdução de efluentes não tratados, diante dos valores médios para a sub-bacia de 3,1 mg L⁻¹ de OD e 6,3 mg L⁻¹ de DBO; e pela falta de conservação das margens do rio, já que foram registrados processos erosivos nas margens, bancos de areia no canal em estudo, e elevados valores médios de turbidez (115 UNT) e condutividade (220 µS cm⁻¹).

ABSTRACT – In this study, the watershed of the Pinhalzinho II river, in the urban area of the Umuarama city in the state of Paraná - BR, was subdivided into 5 drainage area, which were classified as soil use and occupation in the categories Forest, Shrub, Pasture, Impermeable Areas, Exposed Soil and River. For each drainage area, water quality parameters were estimated: temperature, pH, turbidity, conductivity, dissolved oxygen (DO) and biochemical oxygen demand (BOD). In the watershed of the Pinhalzinho II urban area, it was observed the predominance of Impermeable Areas (69%), followed by Pastures (20%) and Forest cover (8%). The water quality remained predominantly in disagreement with Class II of the river framing. The results suggest evidence of pollution with degradation of the water quality, possibly due to the introduction of

1) Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 - Parque Danielle, Umuarama - PR, 87506-370, Fone: (44) 3621-9300. vdgoncalves@uem.br

2) Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av Colombo, 5790 – Jd. Universitário, Maringá – PR, 87020-900, Fone (44) 3011-4290. otaviocmontanher@yahoo.com.br

3) Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), Estrada Doutor Altino Bondensan, 500 - Eugênio de Mello, São José dos Campos - SP, 12247016, Fone (12) 3205-0124. jrbarbarott@hotmail.com

4) Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Rua Quirino de Andrade, 215 – Centro, São Paulo – SP, 01049-010, Fone (11) 5627-0233. paulahatsumura@gmail.com

5) Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (FUMEP), Av. Monsenhor Martinho Salgot, 560 - Areião, Piracicaba - SP, 13414-040, Fone (19) 3412-1100. nat_daneluzzi@hotmail.com

6) Niagara College, Niagara-on-the-Lake, Ontatio – Canadá, L0S 1J0. gurgelph@gmail.com

7) Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Avenida dos Pioneiros, 3131, 86036-370, Londrina – PR, Fone (43) 3315-6100. gabrielkodama@hotmail.com

8) Prefeitura de Adamantina, Rua Osvaldo Cruz, 262, Centro, Adamantina – SP, 17.800-000, Fone (18) 3502-9000. bachegeawilliam@gmail.com

untreated effluents, associated to the average values for the watershed of 3.1 mg L⁻¹ DO and 6.3 mg L⁻¹ BOD; and the lack of conservation of the river banks, since erosive processes were recorded at the banks, sand banks in the river under study, and high average value of turbidity (115 UNT) and conductivity (220 μS cm⁻¹).

Palavras-Chave – DBO, urbanização, poluição

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação do solo urbano, têm sido considerado um tipo de uso com elevado potencial poluidor da qualidade dos corpos d'água (Porto e Porto, 2008; Wilkins *et al.* 2015), por impermeabilizar o solo, e conseqüentemente reduzir a capacidade de infiltração e aumentar o escoamento superficial (Chu *et al.* 2013); além de gerar efluentes, e estar associado a disposição inadequada de resíduos (Calijuri *et al.* 2012). A área urbana da cidade de Umuarama-PR está situada na sub-bacia hidrográfica do rio Pinhalzinho II, que possui geologia predominante de rochas sedimentares de Formação Caiuá, com textura de arenosa a média, baixo teor de argila e matéria orgânica, e elevado teor de areia variável entre 85% e 90% (Fonseca e Czuy, 2005). A região encontra-se no interflúvio das bacias hidrográficas do Piquiri, do Ivaí e a do Paraná II. O município está situado no noroeste do estado do Paraná, e concentra uma população de 100.676 habitantes sob uma área de 1.232,767 km² (IBGE, 2010). Trata-se de um crescimento urbano rápido e desequilibrado com modificações e interferências no ambiente, causando impactos no uso do solo e na água (Villa, 2010; Villa, 2011).

Ronquin (2010) sugeriu poluição nas nascentes do Rio Mimosa situado na área central da Umuarama, mais especificadamente no interior do Parque dos Xetás; enquanto Takeda *et al.* (2011) e Caetano (2011) sugeriram poluição no Lago Municipal Aratimbó, local de lazer bastante frequentado pelos umuaramenses. O monitoramento da qualidade dos rios (IAP, 2005; Villa, 2010) juntamente com a identificação da influência do desenvolvimento urbano nos ecossistemas naturais (Chu *et al.* 2013; Wilkins *et al.* 2015), auxiliam no diagnóstico e na proposição de mecanismos de gestão desses ambientes (Calijuri *et al.* 2012).

Nesse contexto, diante da influência exercida pelo uso e ocupação do solo na qualidade dos rios e a carência de informações de qualidade da água na região urbana da sub-bacia do rio Pinhalzinho II, este trabalho teve por objetivo classificar a sub-bacia em categorias de uso e ocupação do solo, e avaliar a qualidade da água sob influência da bacia de contribuição urbana, quanto aos parâmetros temperatura, pH, turbidez, condutividade, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Este estudo foi desenvolvido na sub-bacia hidrográfica do rio Pinhalzinho II, área urbana da cidade de Umuarama-PR (Figura 1). O rio Pinhalzinho II deságua no rio Goioerê que, por sua vez, é tributário da margem direita do rio Piquiri (complexo hidrográfico do rio Paraná) (França Júnior, 2010). A bacia do Piquiri está enquadrada na Classe II (PARANÁ, 1991) de qualidade de rios disposta na Resolução CONAMA n° 357/2005 (BRASIL, 2005).

Pontos amostrais e categorias de uso e ocupação do solo

Durante os meses de janeiro, julho e agosto de 2015, foram coletadas amostras de água (ABNT, 1987) e registros fotográficos em 5 pontos: P1 ($23^{\circ}46'44.60''$ S; $53^{\circ}18'25.20''$ O), P2 ($23^{\circ}46'21.67''$ S; $53^{\circ}18'15.28''$ O) e P3 ($23^{\circ}45'45.10''$ S; $53^{\circ}16'51.30''$ O) afluentes do rio Pinhalzinho II; P4 ($23^{\circ}46'51.40''$ S; $53^{\circ}16'34.60''$ O) e P5 ($23^{\circ}46'54.50''$ S; $53^{\circ}16'11.00''$ O) situados rio Pinhalzinho II (Figura 1). Para cada ponto amostral foi delimitada a área de contribuição ou sub-bacia de drenagem, e categorizada quanto ao uso e ocupação do solo em Floresta, Macega, Pastagem, Áreas impermeáveis, Solo exposto e Corpos d'água. Os pontos amostrais foram avaliados quanto à preservação das margens, presença de processos de erosão, assoreamento e resíduos sólidos.

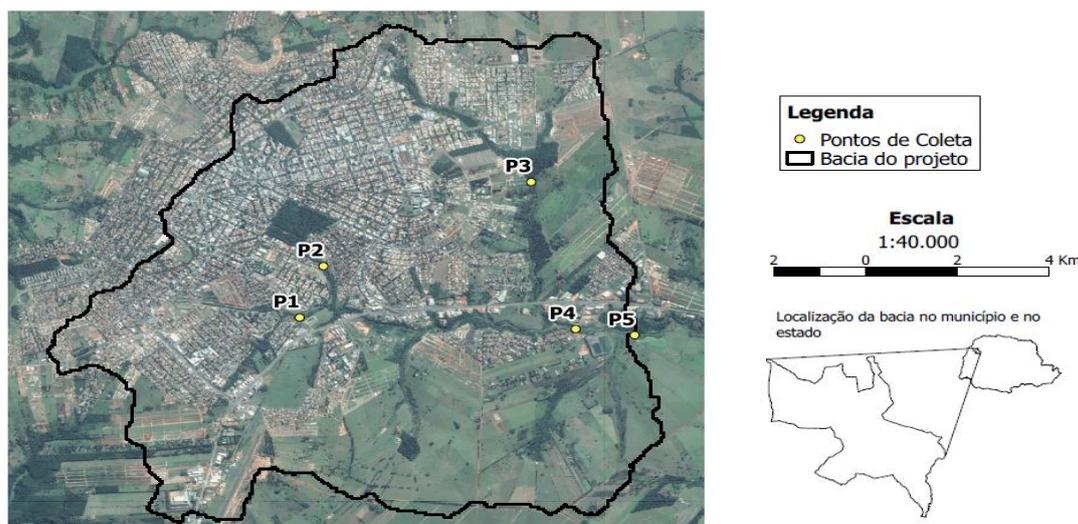


Figura 1 – Delimitação da sub-bacia hidrográfica do rio Pinhalzinho II e localização dos pontos amostrais.

Avaliação da qualidade da água

Foram estimados os parâmetros de Temperatura (TECNOPON/ mCa 150 P); Condutividade Elétrica (CE) (TECNOPON/ mCa 150 P); pH (TECNOPON/ LUCA – 210); Turbidez (Del Lab/ DLT – WV); Oxigênio Dissolvido (OD) (4500-O.C) (APHA, 1998); e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) (5210-B) (APHA, 1998). E comparados com o disposto na Resolução CONAMA n°357/2005 (BRASIL, 2005), recomendações da CETESB (2009) e resultados de trabalhos semelhantes. Os resultados de qualidade da água também foram avaliados estatisticamente quanto a Correlação Linear de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia do rio Pinhalzinho II, área urbana de Umuarama, foi categorizada em 5 áreas (sub-bacias) de contribuição, segundo os pontos amostrados (Figura 2). Cada área de contribuição foi classificada quanto ao tipo de uso e ocupação do solo em Floresta, Macega, Pastagem, Áreas impermeáveis, Solo exposto e Corpos d'água (Figura 2b). A Tabela 1 mostra estes tipos de uso e ocupação em termos percentuais. Pela análise da Figura 2 e da Tabela 1, verifica-se que todas as sub-bacias de contribuição apresentam baixa preservação da vegetação e elevada área impermeável e de pastagens. Mesma observação realizada por França Junior (2010) e Botari *et al.* (2016), ao realizarem estudos de uso e ocupação do solo no local de estudo.

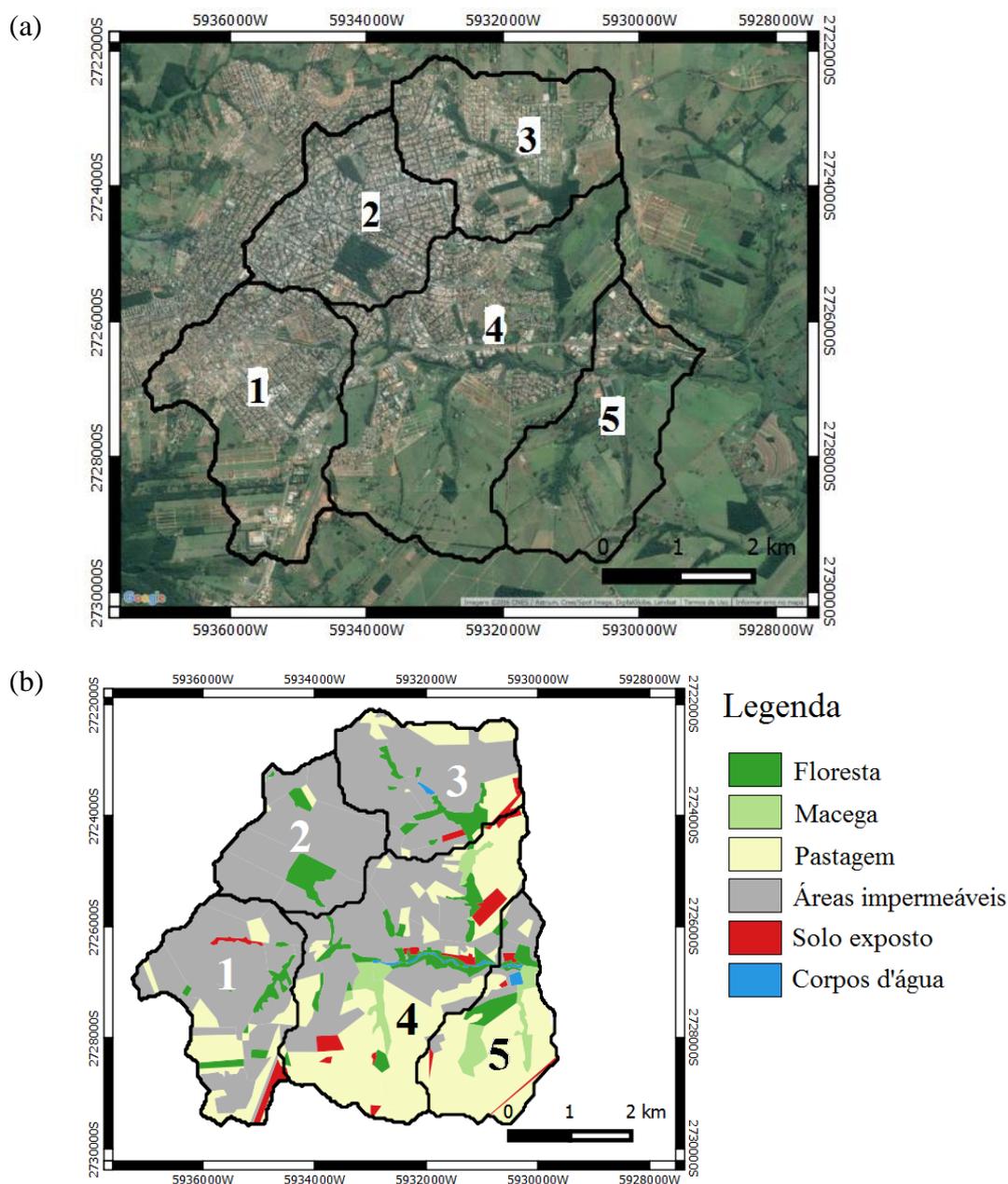


Figura 2 – Subdivisão da sub-bacia hidrográfica do rio Pinhalzinho II, região urbana, em áreas de contribuição da drenagem urbana: (a) Imagem de satélite; (b) Imagem com categorias de uso e ocupação do solo.

Tabela 1 – Classes de uso e ocupação do solo segundo em porcentagem (%).

Sub-bacia	Solo exposto	Floresta	Macega	Impermeável	Corpo d'água	Pastagem
1	3,0	5,2	<0,1	70,6	<0,1	21,3
2	0,0	9,4	<0,1	89,5	<0,1	1,1
3	2,3	8,9	0,2	70,7	0,4	17,7
4	2,7	7,6	2,0	61,2	0,3	26,3
5	2,6	7,6	3,2	54,3	0,5	31,9

Apesar do elevado uso urbano, os 5 pontos amostrados permanecerem 100% em conformidade com Classe II de enquadramento para o pH que varia de 6,0 – 9,0 (segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005). Em diagnóstico anterior da qualidade da água feito nas proximidades do P3, foi determinado o valor médio de pH de 6,96 (Takeda *et al.* 2011) e de 5,89 (Caetano *et al.* 2011). Observa-se que independentemente do grau de poluição do corpo hídrico o parâmetro de pH se mantém estável (Villa, 2010; Caetano *et al.* 2011) devido ao efeito tampão do ambiente aquático, que rege o potencial de acidez e de alcalinidade do meio, de modo a impedir e/ou minimizar possíveis alterações extremas do pH através da adição de ácidos ou bases fortes.

A sub-bacia 1 (Figura 2) tem uso e ocupação do solo com cerca de 70% de área impermeável, 20% de pastagens e demais entre floresta e solo exposto. A Figura 3a mostra uma imagem do local de amostragem da água, onde observa-se a presença de moradias, processos erosivos na margem do córrego e a formação de banco de areia. Durante a amostragem na sub-bacia 1 (Coleta 2), haviam obras urbanas de terraplanagem nas proximidades, fato que introduziu elevados volumes de solo ao curso d'água e culminou com a elevação da turbidez em cerca de 10 vezes a habitual (Figura 4a), e com o predomínio do parâmetro em desconformidade com a Classe II (40 – 100 UNT). A Figura 4c,d mostra que em termos de valores médios, os parâmetros de OD (3,24 mg L⁻¹) e DBO (5,22 mg L⁻¹), também permaneceram em desconformidade com a Classe II de ≥ 5 mg L⁻¹ e $\leq 5,0$ mg L⁻¹, respectivamente. Os resultados de OD e DBO, juntamente com o valor médio de condutividade de 242,2 μ S cm⁻¹ (Figura 4b), acima do limite de 100 μ S cm⁻¹ definido pela CETESB (2009), sugerem poluição orgânica, possivelmente por efluentes domésticos e/ou industriais.

A sub-bacia 2 compreende a região urbana “antiga”, dado o predomínio de área impermeável (90%) característico de regiões densamente urbanizadas. Os quase 10% de florestas são os parques Xetás e Uirapuru (Figura 2, Tabela 1). Em termos de qualidade da água, verificou-se a conformidade legal com a Classe 2 para o parâmetro de turbidez com valor médio de 12,47 UNT (Figura 4a). Apesar de bastante urbanizada, verifica-se que as nascentes do córrego estão protegidas pela vegetação do Parque dos Xetas (Figura 2), e o córrego no local de coleta apresenta margem rochosas (Figura 3b). Contudo, OD permaneceu com valor médio (3,15 mg L⁻¹) em desconformidade com a Classe II (≥ 5 mg L⁻¹) (Figura 4c); assim como o valor médio de DBO

(6,33 mg L⁻¹) ultrapassou o limite da Classe II (DBO ≤ 5,0 mg L⁻¹). Foi estimado o valor máximo de 9,0 mg L⁻¹ de DBO (Figura 4d), e valor médio de 159,05 μS cm⁻¹ de condutividade (Figura 4b), o que sugere lançamento irregular de esgoto doméstico e industrial (de caráter orgânico). Ronquim (2010) realizou análise bacteriológica no P2 (rio Mimosa) e constatou resultados positivos para coliformes totais e fecais.

A sub-bacia 3 apresentou usos do solo semelhantes a sub-bacia 1 com cerca de 70% de área impermeável, 20% de pastagens e demais entre floresta e solo exposto (Figura 2, Tabela 1); e valores médios de turbidez (59,53 UNT) em conformidade com a Classe II (40 – 100 UNT); e de condutividade (103,31 μS cm⁻¹) próximo do limite aceitável segundo a CETESB (2009) que sugere o valor máximo de 100 μS cm⁻¹ (Figuras 4a,b). Takeda *et al.* (2011), obtiveram 83,3% da amostragem em conformidade com a Classe II para turbidez ao monitorarem logo a montante do P3, com turbidez média mensal de 59,56 UNT, enquanto Caetano *et al.* (2011) estimaram valor de 12 UNT. A presença de um remanescente de vegetação auxilia na contenção do escoamento de sólidos para o curso d'água, e verifica-se margens rochosas no local de coleta (Figura 3c). Neste estudo, o OD permaneceu com valor médio (3,64 mg L⁻¹) em desconformidade com a Classe II (≥ 5 mg L⁻¹). Takeda *et al.* (2011) obtiveram 50% da amostragem de OD em desconformidade com a Classe II no P3. Contudo, neste estudo, a média de DBO (3,95 mg L⁻¹) estimada, permaneceu dentro da Classe II (≥ 5 mg L⁻¹) de enquadramento, apesar de Botari *et al.* (2016) apontarem a presença de tubulação de esgoto afluyente à montante de P3. Takeda *et al.* (2011), obtiveram 100% dos resultados de DBO em conformidade legal com a Classe II neste ponto.

Na sub-bacia 4, observa-se um uso e ocupação do solo mais distribuído entre as classes, entretanto com o predomínio de pastagens e áreas impermeáveis. Em termos de drenagem urbana, constata-se que a sub-bacia 4 recebe contribuições das sub-bacias 1, 2 e 3 (Figura 2). A Figura 3d mostra a presença de floresta e macega nas margens do rio e proximidades. Isso sugere que a turbidez (média 134,6 UNT, Figura 4a) seja oriunda da montante, especialmente da sub-bacia 1 que apresentava obras com maquinário pesado. Por se tratar de um rio raso, eventos de precipitação também podem elevar os valores de turbidez. Dez dias antecedentes a coleta 2 foi registrado 84,32 mm (CEMADEN, 2015) de chuva na região. Os demais parâmetros de qualidade também permaneceram elevados, com condutividade média de 256,25 μS cm⁻¹; OD com valor médio de 3,45 mg L⁻¹ em desconformidade com a Classe II (≥ 5 mg L⁻¹); e DBO com valor médio de 6,56 mg L⁻¹, o que indica estágio inicial de poluição (Figuras 4b,c,d).

Na sub-bacia 5, apesar dos quase 46% de solo permeável, verifica-se o elevado uso do solo pela pastagem (32%) (Figura 2b, Tabela 1). Por se tratar de uma região afastada do centro urbano, esperava-se evidenciar o efeito de autodepuração das concentrações determinadas a montante, contudo, com exceção da turbidez (média 96,53 UNT), todos os demais parâmetros de qualidade

indicaram maior grau de poluição se comparados aos valores mensurados à montante, em P4. Fato que sugere a introdução de poluição pontual. Nesta sub-bacia foram mensurados valores baixos de OD, com média de $1,86 \text{ mg L}^{-1}$ (Figura 4c), bem inferior ao exigido pela Classe II ($\geq 5 \text{ mg L}^{-1}$). A DBO também permaneceu em desconformidade com a Classe 2, com valor médio de $9,44 \text{ mg L}^{-1}$, o que indica poluição do manancial (Figura 4d). Apesar da conformidade legal dos resultados de turbidez apresentados acima e na Figura 4a, observação também realizada por Villa (2010) ao estimar 13,6 UNT; foi registrado no local de coleta processos avançados de erosão da margem, com formação de um desnível de 10 m e um banco de areia (Figura 3e).

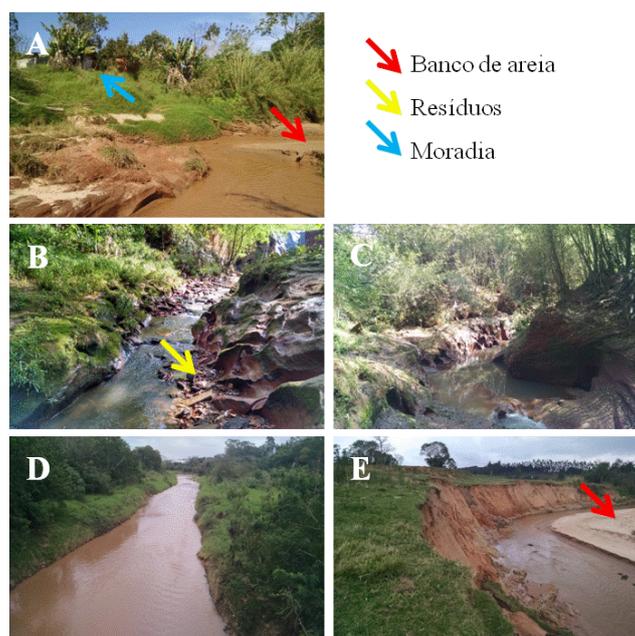


Figura 3 – Imagens dos locais de amostragem da água na sub-bacia do rio Pinhalzinho II, na área urbana da cidade de Umuarama.

Processos erosivos e formação de bancos de areia são recorrentes na região de estudo, como observado em P1 e P5. A região Noroeste do Paraná (Formação Caiuá) contém solos friáveis com alta suscetibilidade à erosão e de baixo teor de argila, classificado quanto à capacidade de uso do solo para práticas agrícolas em “*inapta e uso restrito*”. Enquanto a sub-bacia do rio Pinhalzinho II em Umuarama foi categorizada como “*inapta com potencial de erodibilidade e afloramento rochoso*” (Fonseca e Czuy, 2005). Os indícios de poluição do rio Pinhalzinho II na região urbana, apontados por esta pesquisa, foram observados durante outros estudos na região. França Junior e Villa (2013) registraram elevada degradação nas cabeceiras de drenagem; além da presença de lixo nas margens do rio, cor aparente da água “escura”, presença de óleo e espuma na superfície da água, e odor acentuado no curso médio do rio Pinhalzinho II situado na área urbana. França Junior e Villa (2013) classificaram esse córrego como classe E, ou seja, péssimo grau de preservação segundo metodologia proposta por Gomes *et al.* (2005).

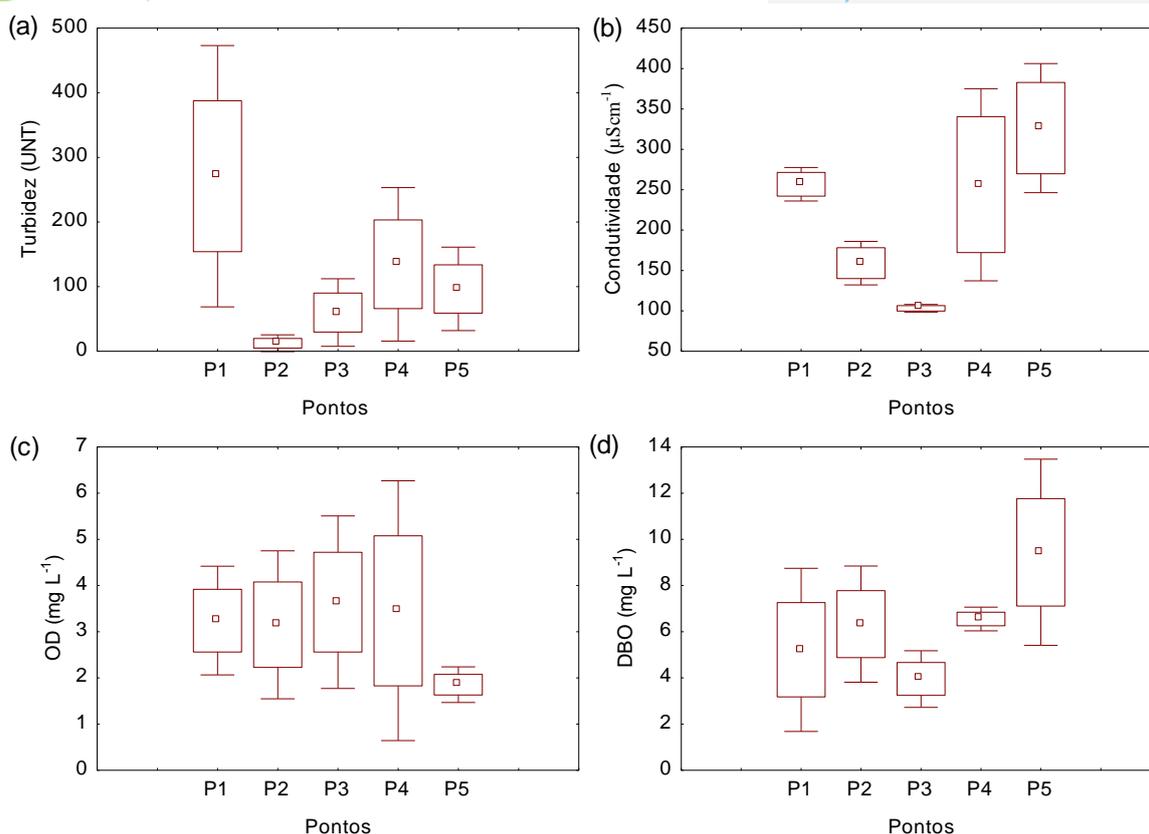


Figura 4 – Média (pontos central), Erro Padrão (retângulo) e Desvio Padrão (barras) dos parâmetros de qualidade da água nos pontos P1, P2, P3, P4 e P5. (a) Turbidez, (b) Condutividade, (c) Oxigênio Dissolvido, e (d) Demanda Bioquímica de Oxigênio.

A análise dos resultados em termos estatísticos permite algumas suposições: a relação entre a temperatura e oxigênio apresentou $r = -0,78$, que representa correlação negativa significativa, ou seja, logicamente quanto menor a temperatura, maior a solubilidade do oxigênio. Já a correlação significativa positiva entre temperatura e DBO ($r = 0,75$) pode indicar que quanto maior a temperatura, maior a DBO, visto que a elevação da temperatura até certo limite acelera os processos metabólicos de microrganismos, inclusive os que exercem a degradação da matéria orgânica. A correlação negativa entre OD e condutividade ($r = -0,73$) sugere um estágio avançado de mineralização da matéria orgânica. Uma vez que a degradação biológica da matéria orgânica consome O_2 e libera, ao ambiente aquático, formas inorgânicas (ex: NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Cl^- , entre outros) que promovem ou contribuem ao valor de condutividade. O que de certa forma corrobora com a correlação negativa entre DBO e OD ($r = -0,92$) e com a correlação positiva entre a DBO e a condutividade ($r = 0,80$). Ou seja, à medida que a DBO é exercida há um consumo de OD e um aumento de condutividade.

CONCLUSÃO

A sub-bacia do rio Pinhalzinho II, região urbana da cidade de Umuarama, foi dividida em 5 áreas de contribuição (ou sub-bacias de drenagem). Cada área de contribuição foi categorizada

quanto ao uso e ocupação do solo em Floresta, Macega, Pastagem, Áreas impermeáveis, Solo exposto e Corpos d'água; e avaliada visualmente quanto à conservação das margens, e quanto a qualidade da água do rio pelos parâmetros de temperatura, pH, turbidez, condutividade, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio. Na sub-bacia 2 foi observada a maior cobertura por Área impermeável de 89,5%. Nas demais sub-bacias foi registrado o predomínio das Áreas impermeáveis (54,3 a 70,7%), seguida de Pastagens (17,7 a 31,9%) e a baixa cobertura por Floresta (5,2 a 7,6%). O predomínio dos resultados de qualidade da água em desconformidade com a Classe II de enquadramento, ou com o limite recomendado em literatura, sugere indícios de poluição com degradação da qualidade da água, seja pela introdução de efluentes não tratados ou pela falta de conservação das margens, já que foram registrados processos erosivos e bancos de areia no canal em estudo. O assoreamento do canal pode ser mitigado por práticas de conservação das margens, a partir da conservação da área de preservação permanente. E a poluição do rio, pode ser mitigada pela identificação dos locais de introdução de efluentes e sensibilização dos responsáveis. Sugere-se para trabalhos futuros, a continuidade do monitoramento da qualidade da água do rio, juntamente com o levantamento da área de preservação permanente e medidas socioeducativas.

REFERÊNCIAS

- ABNT (1987). *NBR 9.898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento*. Associação Brasileira de Normas Técnicas Rio de Janeiro-RJ, 22 p.
- APHA (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20^a Edition*, American Public Health Association; AWWA (American Water Works Association); WPCF (Water Environment Federation). Washington, D.C.
- BOTARI, J.C.; BOTARI, A.; OLIVEIRA, B.C.; SANTOS, L.N.; DANELUZZI, N.S.; HATSUMURA, P.M. (2016). “Análise ambiental urbana e proposta de intervenção nos bairros jardim Harmonia e Jardim Aratimbó do município de Umuarama região Noroeste do estado do Paraná” in Anais do XIV International Conference of Engineering and Tecnology Education, Salvador, Fev. 2016, pp. 258 – 262.
- BRASIL (2005). CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.
- CAETANO, I.C.S.; MARTINS, L.A.; MERLINI, L.S. (2011). “Análise da qualidade da água e dos peixes do lago Aratimbó, Umuarama PR-Brasil”. Arquivo de Ciências da Saúde da UNIPAR 15(2), pp. 149-157.
- CALIJURI, M.L.; COUTO, E.A.; SANTIAGO, A.F.; CAMARGO, R.A.; SILVA, M.D.F.M. (2012). “Evaluation of the influence of natural and anthropogenic processes on water quality in karstic region”. *Water Air Soil Pollut* (223), pp. 2157-2168.
- CEMADEN (2015). Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Nacionais. Ministério da Ciência, Tecnologia e Informação. Disponível em: <http://150.163.255.234/salvar/mapa_interativo/interativo/grafico_CEMADEN.php?idpcd=6382&menu=periodo&ordem=crescente&ordercampo=acc96hr&busca=&uf=PR&idCidade=4128104>. Acesso em: 26 Ago. 2015.

CETESB (2009). *Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas. Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo*. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo-SP, 310 p.

CHU, M.L.; KNOUFT, J.H.; GHULAM, A.; GUZMAN, J.A.; PAN, Z. (2013). “*Impacts of urbanization on river flow frequency: A controlled experimental modeling-based evaluation approach*”. *Journal of Hydrology* (495), pp. 1–12.

FONSECA, F.P.; CZUY, D.C. (2005). “*Formação Arenito Caiuá: uso, ocupação do solo e problemas ambientais na região noroeste do Paraná*” in *Anais do III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira – Presidente Prudente*, Nov. 2005.

FRANÇA JUNIOR, P. (2010). “*Análise do uso e ocupação da Bacia do Córrego Pinhalzinho II utilizando geoindicadores, Umuarama – PR, 1970-2009*”. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

FRANÇA JUNIOR, P.; VILLA, M.E.C.D. (2013). “*Análise macroscópica nas cabeceiras de drenagem da área urbana de Umuarama, região noroeste - Paraná/Brasil*”. *Geografia Ensino & Pesquisa* 17(1), pp. 107 – 117.

GOMES, P.M; MELO, C; VALE, V.S. (2005). “*Avaliação dos impactos ambientais em nascentes na cidade de Uberlândia – MG: análise macroscópica*”. *Sociedade & Natureza* 17(32), pp. 103 – 120.

IAP (2005). “*Monitoramento da qualidade das águas dos rios da região metropolitana de Curitiba, no período de 1992 a 2005*”. IAP Curitiba-PR, 79 p.

IBGE (2010). *Censo demográfico*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Rio de Janeiro-RJ.

PARANÁ (1991). SUREHMA - Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Portaria nº 017 de 01 de Novembro de 1991. Legislação, Paraná.

RONQUIN, J. (2010). “*Degradação do córrego mimosa de Umuarama – Pr*”. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PORTO, M.F.A.; PORTO, R.L. (2008). “*Gestão de bacias hidrográficas*”. *Estudos Avançados* 22(63), pp. 43 – 60.

TAKEDA, A.K.; MENDES, F.M.; MARIN, L.M. (2011). “*Avaliação da qualidade da água do lago Aratimbó no município de Umuarama/Pr*” in *Anais do II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Londrina, Nov. 2011, pp. 1 – 23.

VILLA, M.E.C.D. (2010). “*Fontes de Poluição da Bacia do Córrego Pinhalzinho II em Umuarama – PR*”. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

VILLA, M.E.C.D. (2011). “*Histórico de ocupação e os processos erosivos no município de Umuarama – PR*” in *Anais do II Encontro Estadual de Geografia e Ensino e XX Semana de Geografia*, Maringá, Out. 2011.

WILKINS, P. M.; CAO, Y.; HESKE, E. J.; LEVENGOOD, J. M. (2015). “*Influence of a forest preserve on aquatic macroinvertebrates, habitat quality, and water quality in an urban stream*”. *Urban Ecosyst* (18), pp. 989-1006.