

RECURSOS HÍDRICOS

ANÁLISE COMPARATIVA DE VARIÁVEIS DE QUALIDADE DA ÁGUA EM DIFERENTE USOS DO SOLO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO CAMPO - PR

Guilherme Redondo – guilherme.r.redondo@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Campo Mourão

Heloise Beatriz Quesada – heloise_bq@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Campo Mourão

Paulo Agenor Bueno – pauloabueno@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Campo Mourão

Eudes José Arantes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Câmpus Campo Mourão

Resumo: O impacto da atividade humana sobre um território pode ser facilmente avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. A avaliação de parâmetros como, por exemplo, pH, oxigênio dissolvido (OD) e turbidez em águas de microbacia hidrográfica auxilia na determinação do nível de qualidade da água. A microbacia do Rio do Campo está localizada no município de Campo Mourão. O presente trabalho teve objetivo de verificar a influência do uso e ocupação do solo sobre a qualidade da água dessa. Foram realizadas três coletas de dados em cinco pontos do Rio do Campo. Os pontos 1 e 2 pertencem à área urbana, e os demais, à área rural. Os parâmetros medidos foram pH, OD, turbidez, condutividade elétrica e temperatura. Realizaram-se análises de Kruskal-Wallis e similaridade Cluster para verificar as diferenças entre os pontos em relação aos parâmetros citados. Em relação ao pH, turbidez e temperatura, os pontos de coleta não apresentaram diferença significativa. Em relação ao OD e condutividade elétrica, os pontos apresentaram diferenças significativas, principalmente entre os pontos localizados na área rural e urbana. Os pontos inseridos na área agrícola apresentaram maior similaridade.

Palavras-chave: Qualidade da água. Uso do solo. Kruskal-Wallis. Similaridade.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A água é um recurso insubstituível em todo o equilíbrio ecológico, sendo indispensável para a manutenção da vida. A utilização desse recurso tem como objetivo atender necessidades pessoais, agrícolas, industriais e sociais. Contudo, a diversificação do

uso da água, quando realizada de forma inadequada, altera sua qualidade (SOUZA et al., 2014).

Durante o ciclo hidrológico, a água sofre alterações em suas propriedades, justificadas pelas relações entre os componentes do seu ciclo com o ambiente, seja pelo uso em centros urbanos, em indústrias, na agricultura e das mudanças ocorridas da ocupação do solo (SETTI et al., 2001).

O impacto da atividade humana sobre um território pode ser avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. Segundo Hermes et al. (2004), existem várias maneiras de monitorar a qualidade da água, sendo exemplos parâmetros químicos, físicos e biológicos.

A qualidade da água depende diretamente do consumo a que se destina, como balneabilidade, utilização humana, irrigação, transporte ou manutenção da vida aquática. A resolução CONAMA nº 357 estabeleceu padrões que definem limites aceitáveis de elementos estranhos, levando em consideração os diferentes tipos de uso (SOUZA et al., 2014).

Tendo uma microbacia hidrográfica como unidade de estudo, é possível a percepção dos diferentes tipos e concentrações de poluentes em distintas formas de uso e ocupação do solo (GONÇALVES et al., 2005).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a influência do uso e ocupação do solo sobre parâmetros de qualidade da água da microbacia hidrográfica do Rio do Campo, no município de Campo Mourão, Paraná.

2. METODOLOGIA

A microbacia do Rio do Campo está localizada predominantemente no município de Campo Mourão, PR. O município situa-se na mesorregião Centro Ocidental do Paraná. A área territorial de Campo Mourão é de 763.637 km² e sua altitude média é de 585 m (IPARDES, 2015).

Em relação à vegetação, o município encontra-se em uma área de ecótono entre Floresta Estacional Semidecidual Montana, Floresta Ombrófila Mista Montana e fragmentos de Cerrado (RODERJAN et al., 2002). O clima é qualificado como Cfa, subtropical úmido mesotérmico, com tendência de concentração de chuva nos meses de verão, sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000). Os solos são classificados como Latossolos Vermelhos, Nitossolos Vermelhos e Neossolos Litólicos (SOUZA, 2003).

Foram realizadas três coletas de dados nos meses de outubro e novembro de 2015 em cinco pontos do Rio do Campo (classe 2), localizados dentro do município de Campo Mourão. Os pontos 1 e 2 estão localizados na área urbana e os demais, 3, 4 e 5 em área rural. Para as coletas foi utilizado uma sonda multiparamétrica de qualidade da água modelo 6600 V2, da marca YSI. Os parâmetros medidos foram: potencial hidrogeniônico (pH), temperatura, condutividade elétrica, turbidez e oxigênio dissolvido (OD).

Realizaram-se análises de similaridade com o software livre Past e análises de variância (Kruskal-Wallis) com o software livre BioEstat 5.0. O teste a posteriori utilizado foi o Student-Newman-Keuls, para comparar cada um dos pontos separadamente. Para a descrição do uso e ocupação do solo da microbacia foi utilizado o software livre Qgis 2.8.3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Uso e ocupação do solo

O mapa de uso e ocupação do solo está representado na Figura 1. No mesmo, também estão inseridas as localizações dos pontos de coleta. Observa-se que a cultura temporária, caracterizada por seu ciclo rápido, é dominante no uso da terra da microbacia.

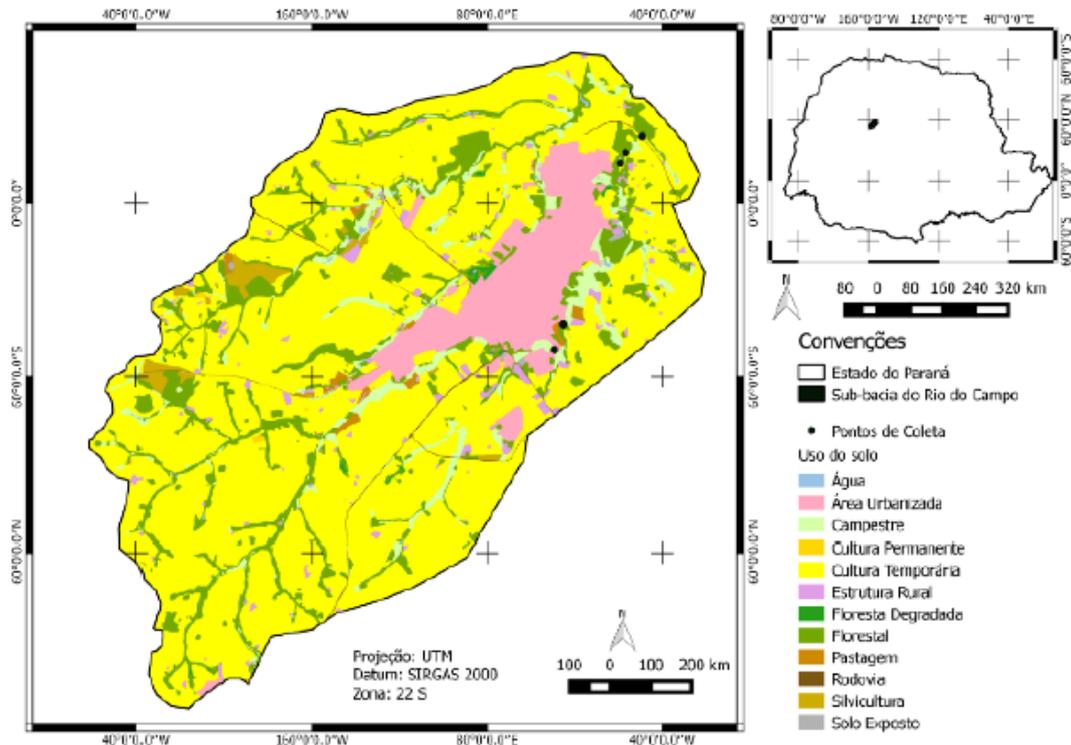


Figura 1 - Uso do solo da microbacia do Rio do Campo.

3.2. Parâmetros sem significância estatística

Os parâmetros que não apresentaram diferença significativa entre os pontos foram pH, turbidez e temperatura. Os valores de pH obtidos nas coletas estão inseridos na Tabela 1.

Tabela 1 - Valores de pH para os cinco pontos.

	Potencial hidrogeniônico (pH)		
	08/out	27/out	09/nov
Ponto 1	6,91	7,05	7,36
Ponto 2	6,87	6,92	6,43
Ponto 3	6,88	6,94	7,27
Ponto 4	7,04	6,92	7,23
Ponto 5	6,50	6,94	7,27

Observa-se que o ponto 1 apresenta os maiores valores de pH, sendo 7,36 o maior valor registrado nas três campanhas. O menor valor encontrado foi de 6,43, no ponto 2. De acordo com a resolução CONAMA n° 357/2005, o pH pode variar de 6,0 a 9,0 em rios classe 2. Desse modo, o Rio do Campo demonstra valores aceitáveis de acordo com a legislação pertinente. Em estudo de Queiroz et al. (2010), os autores justificaram um resultado semelhante com o uso essencialmente agrícola da microbacia, já que maiores alterações no que se refere ao pH são provocadas por despejos de origem industrial.

Com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi constatado que não há diferença significativa entre os pontos ($H= 4,2813$ e $p= 0,3693$). Porém, foi verificado que os pontos 3, 4 e 5, são mais similares pela análise Cluster de similaridade.

Os valores de turbidez para as coletas realizadas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de turbidez para os cinco pontos.

Turbidez (UNT)			
	08/out	27/out	09/nov
Ponto 1	84	63	105,4
Ponto 2	49,4	45,6	100
Ponto 3	54,4	46,3	49
Ponto 4	58	47,4	48,3
Ponto 5	55,3	47,6	67,2

O ponto 1 contém a maior turbidez em todas as coletas, tendo os demais pontos sem grandes variações, com exceção do ponto 2 no dia 9 de novembro. A turbidez corresponde a redução da transparência da água, sendo consequência principalmente do material suspenso, que dificulta a passagem de luz pela solução (TOMAZONI et al., 2005).

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece o valor máximo de turbidez igual a 100 UNT. O dado do dia 9 de novembro registrou o maior valor de turbidez para os pontos 1 e 2, sendo que o 1 esteve acima do estabelecido pela legislação vigente. Tais valores podem ser justificados pela ocorrência de precipitação nos dias anteriores à coleta. A precipitação gera escoamento superficial devido a saturação do solo, o que propicia o carregamento de sedimentos para o leito do rio, elevando os valores de turbidez.

QUEIROZ et al. (2010) observou valores de turbidez de 5,7 a 23,1 UNT em rio de classe 2, afirmando que baixos valores de turbidez estão relacionados a áreas florestadas, já que essa desempenha função de contenção dos sólidos. Nos pontos de coleta dos autores a mata ciliar era extensa, o que não se observa nos pontos de coleta do presente estudo.

Com o teste de Kruskal-Wallis foi constatado que não há diferença significativa entre os pontos ($H= 5,5$ e $p= 0,2397$). Entretanto, com o teste de similaridade Cluster, pode-se observar semelhança entre os pontos localizados em área urbana e semelhança entre os localizados em área agrícola.

A Tabela 3 expõe os valores de temperatura das três coletas realizadas no Rio do Campo nos meses de outubro e novembro de 2015.

Tabela 3 – Valores de temperatura para os cinco pontos.

Temperatura (°C)			
	08/out	27/out	09/nov
Ponto 1	20,25	21,33	21,51
Ponto 2	21,01	21,5	22,34
Ponto 3	21,31	22,09	22,71
Ponto 4	21,38	22,14	22,8
Ponto 5	21,5	22,25	22,9

Variações de temperatura são consequência do regime climático, bem como da latitude, altitude, taxa de fluxo e profundidade. O comportamento da temperatura também é afetado pelo uso do solo, com tendência de apresentar valores menores em áreas florestadas, justificado pela condição de cobertura das águas, enfatizando a função significativa da vegetação ciliar (BUENO et al., 2005).

Comparando os pontos com o teste estatístico de Kruskal-Wallis não foi verificado diferenças significativas ($H= 3,8652$ e $p= 0,4246$). O teste de similaridade Cluster indica maior semelhança entre os pontos rurais 3, 4 e 5.

3.3. Parâmetros com significância estatística

Os parâmetros com diferenças significativas entre os pontos foram oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica. A Tabela 4 apresenta os valores obtidos de OD.

Tabela 4 - Valores de oxigênio dissolvido para os cinco pontos.

Oxigênio dissolvido (mg/L)			
	08/out	27/out	09/nov
Ponto 1	7,3	7,12	7,12
Ponto 2	7,73	7,71	7,65
Ponto 3	8,22	8,13	8,11
Ponto 4	8,11	8,06	8,02
Ponto 5	8,02	7,99	7,92

Observa-se que o ponto 3 apresenta os maiores valores de OD, enquanto o ponto 1, os menores. Do ponto de vista ecológico, o oxigênio dissolvido (OD) é uma variável de extrema importância, pois o oxigênio é necessário para a respiração da maioria dos organismos aquáticos. Geralmente o OD é reduzido ou mesmo desaparece quando a água recebe grandes volumes de despejo de substâncias orgânicas biodegradáveis, como por exemplo, o esgoto doméstico (OLIVEIRA et al., 2012). A resolução CONAMA 357/2005 estabelece que o valor de OD não seja inferior a 5 mg/L, para rios de classe 2.

Quanto menor o valor de oxigênio dissolvido, maior o índice de poluição do curso d'água. Portanto, o ponto 1, que se localiza na área urbana, indica maior poluição por despejo

de esgoto doméstico. Em estudo realizado por Lima (2001), os valores de OD encontrados para o rio Cuiabá de classe 2, variaram de 5,01 a 8,63 mg/L, em estação seca. Alves et al. (2008) constatou que os valores de OD no rio Pirapó variaram de 4,5 a 9,6 mg/L, sendo os pontos com menores concentrações localizados próximos a zona urbana de Maringá, PR,

Com o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, foi possível observar diferenças significativas entre os pontos ($p=0,010$). A maior diferença verificada foi entre os pontos 1 e 3 ($p= 0,0012$), em seguida os pontos 1 e 4 ($p= 0,0137$) e por fim, 2 e 3 ($p= 0,0156$). Com isso, pode-se inferir que os valores de OD para áreas urbanas diferem das áreas rurais. A análise Cluster complementa a discussão, onde pode-se verificar maior similaridade entre os pontos 3, 4 e 5, rurais. Esses pontos possuem similaridade superior a 99%.

Os valores de condutividade elétrica para as coletas realizadas nos cinco pontos do Rio do Campo estão inseridos na Tabela 5.

Tabela 5 - Valores de condutividade elétrica para os cinco pontos.

Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			
	08/out	27/out	09/nov
Ponto 1	27	31	25
Ponto 2	28	27	26
Ponto 3	29	28	27
Ponto 4	36	33	33
Ponto 5	36	32	34

Em geral, os valores de condutividade encontrados nas áreas rurais foram maiores, variando de 27 a 36 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Essa variável pode ser alterada devido à entrada de fertilizantes e defensivos agrícolas no rio. Quanto mais sólidos dissolvidos são adicionados, maior a condutividade da água (MOSCA, 2003). Nos pontos urbanos variaram de 26 a 31 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A condutividade representa a capacidade da água de conduzir corrente elétrica e depende de concentrações iônicas e temperatura. É uma medida indireta de concentração de poluentes. Em geral, valores de condutividade superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2006).

Queiroz et al. (2010) obteve valores de condutividade entre 12 e 19 $\mu\text{S}/\text{cm}$, considerados baixos. Tal resultado foi justificado pela presença de áreas de preservação permanente nas margens dos cursos d'água e pela boa conservação do solo na área agricultável, propiciando maior infiltração, o que evita um intenso escoamento superficial.

O teste de Kruskal-Wallis constatou diferenças significativas ($p=0,0317$) para os pontos 1 e 4 ($p= 0,0319$), 1 e 5 ($p= 0,0319$), 2 e 4 ($p= 0,0225$) e 2 e 5 ($p= 0,0225$). Novamente, esse resultado pode estar relacionado ao uso do solo. A análise de Cluster apontou maior similaridade entre os pontos 4 e 5 com uma grandeza de aproximadamente 99%. Porém, também se observa similaridade entre os pontos 2 e 3 (aproximadamente 98%).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados pode-se verificar diferenças na qualidade da água no meio urbano e agrícola, para as variáveis oxigênio dissolvido (OD) e condutividade elétrica. Porém, mesmo sem diferenças significativas em relação ao potencial hidrogeniônico (pH), turbidez e temperatura, foi observado maior similaridade entre os pontos localizados na área rural. Em geral, a qualidade da água em meios urbanos é influenciada pelo despejo de esgoto doméstico. Já em meios rurais, a influência consiste principalmente na contaminação por fertilizantes e defensivos agrícolas.

O Rio do Campo, dentro da área de estudo, apresentou parâmetros físico-químicos satisfatórios em relação à legislação pertinente para rios de classe 2, com exceção da turbidez. Porém, esse fato pode ser justificado pela precipitação ocorrida no dia 08 de novembro.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ALVES, E. C.; SILVA, C. F. da; COSSICH, E. S.; TAVARES, C. R. G.; FILHO, E. E. de S.; CARNIEL, A. Avaliação da qualidade da água da bacia do rio Pirapó – Maringá, Estado do Paraná, por meio de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Acta Sci. Technol.**, v.30, n.1, p.39-48. Maringá, 2008.

BUENO, L. F.; GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J. Monitoriamento de Variáveis de Qualidade da Água do Horto Ouro Verde - Conchal - SP. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.742-748, set./dez. 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. 357**, de 17 de março de 2005.

CETESB. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem. São Paulo, 2009.

CAVIGLIONE, J. H. ; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H. ; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD

GONÇALVES, C. S.; RHEINHEIMER, D. dos S.; PELLEGRINI, J. B. R.; KIST, S L. Qualidade da água numa microbacia hidrográfica de cabeceira situada em região produtora de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.391-399. 2005.

HERMES, L.C.; FAY, E.F.; BUSCHINELLI, C.C. de A.; SILVA, A de S.; SILVA, E.F. de F e. Participação comunitária em monitoramento da qualidade da água. Embrapa Meio Ambiente. **Circular Técnica**, n. 8, 2004.

IPARDES. **Caderno Estatístico do Município de Campo Mourão**. 2015.

LIMA, E. B. N. R. **Modelação Integrada para Gestão da Qualidade da Água da Bacia do Rio Cuiabá**. 2001. 184 f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Coordenação de Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2001.

MINEROPAR. **Mapa Geomorfológico**. Estado do Paraná. 2006. Escala 1:650000.

MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental do manejo de florestas plantadas**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2003, p.19 e 20.

OLIVEIRA, T.H. de; SILVA, D.F. da; GALVÍNIO, J.D. Análise da degradação ambiental na região da usina hidrelétrica de Três Marias através de sensoriamento remoto (IVDN) e parâmetros de qualidade da água. UNOPAR Cient. **Exatas Technol**, v.11, n.1, p.47-58. Londrina, 2012.

QUEIROZ, M. M. F.; IOST, C.; GOMES, S. D.; BOAS, M. A. V. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 200 – 210. Mossoró, 2010.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As regiões fitogeográficas do Estado do Paraná. **Revista Ciência e Ambiente**, n.24, p.75-92. 2002.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2001. p. 42, 43.

SOUZA, M. L. Caracterização geotécnica básica dos materiais inconsolidados do município de Campo Mourão (PR). In: Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense (ENGEOPAR). Anais... Maringá: UEM. 2003. p. 86-100.

SOUZA, J.R. de; MORAES, M.E.B. de; SONODA, S.L.; SANTOS, H.C.R.G. A importância da qualidade da água e seus múltiplos usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. **REDE**, v.8, n.1, p.26-45. Fortaleza, 2014.

TOMAZONI, J.C.; MANTOVANI, J.E.; BITTENCOURT, A.V.L.; FILHO, E.F. da. Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios Anta Gorda, Brinco, Coxilha Rica e Jirau – Sudoeste do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 57, p. 49 – 56. 2005.