

QUALIDADE DA ÁGUA EM ARROIOS – INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO E DAS ÁREAS URBANAS OU RURAIS

Denise Peresin^{1}; Gregori Scopel Guerra²; Taison Anderson Bortolin³; Ludmilson Abritta Mendes⁴; Nathália Vieceli⁵; Vania Elisabete Schneider⁶.*

Resumo – Diversas perturbações influenciam na qualidade dos recursos hídricos, dentre elas citam-se a ocupação antrópica e a precipitação. Este artigo teve como objetivo determinar a influência da precipitação na qualidade da água de rios em áreas com ocupação rural e urbana. Para isso, foram avaliados 11 parâmetros de qualidade de água em 6 pontos, 3 localizados em área rural e 3 em área urbana. Em cada ponto foram realizadas duas coletas, uma em período chuvoso e outra em período seco, totalizando ao final 12 amostras. Os dados foram analisados através de estatística descritiva e ANOVA fatorial (Análise de Variância Fatorial). Os resultados apontam que nas áreas com ocupação urbana, o lançamento de efluentes domésticos e industriais, como as principais responsáveis pelas maiores concentrações dos parâmetros físico-químicos analisados, no período seco. Enquanto no período chuvoso, as concentrações foram menores, devido ao aumento da vazão e consequente diluição. Nas áreas com ocupação rural, no período chuvoso, observou-se um aumento das concentrações dos parâmetros avaliados, provavelmente em decorrência do arraste de solo e matéria orgânica. Os resultados apresentados neste trabalho reiteram a importância e necessidade do tratamento dos efluentes, bem como da preservação e manutenção da mata ciliar nas bacias hidrográficas.

Palavras-Chave – pluviosidade; impacto urbano e rural; parâmetros físico-químicos.

WATER QUALITY IN STREAM - INFLUENCE OF THE PRECIPITATION AND OF THE RURAL OR URBAN AREAS

Abstract – Several disturbances influence the quality of water resources, among which we mention human occupation and precipitation. This study aimed to determine the influence of precipitation on the water quality of rivers in areas with rural and urban occupation. Thus, were evaluated 11 water quality parameters in 6 points, 3 located in rural areas and 3 in urban areas. At each point, were performed in two samplings, one in the rainy season and the other in the dry period. Data were analyzed using descriptive statistics and factorial ANOVA (Factorial Analysis of Variance). The results show that in areas with urban occupation, the release of domestic and industrial effluents, as the main responsible for the higher concentrations of physicochemical parameters analyzed in the dry period. While in the rainy season, the concentrations were lower, due to increased flow the water and consequent dilution. In rural areas, in the rainy season, there was an increase in the concentrations of the parameters, probably due to the drag of soil and organic matter. The results presented in this study confirm the importance and necessity of the treatment of wastewater, as well as the preservation and maintenance of riparian vegetation in the watersheds.

Keywords – precipitation; urban and rural impact; physicochemical parameters.

¹ Instituto de Saneamento Ambiental. Universidade de Caxias do Sul. dperesin@ucs.br

² Instituto de Saneamento Ambiental. Universidade de Caxias do Sul. gsguerra@gmail.com

³ Instituto de Saneamento Ambiental. Universidade de Caxias do Sul. taisonbortolin@yahoo.com.br

⁴ Instituto de Saneamento Ambiental. Universidade de Caxias do Sul. ldmendes@ucs.br

⁵ Instituto de Saneamento Ambiental. Universidade de Caxias do Sul. nevieceli@ucs.br

⁶ Instituto de Saneamento Ambiental. Universidade de Caxias do Sul. vechnei@ucs.br

* Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Bloco V – Sala 206. Bairro Petrópolis. CEP: 95070-560. Caxias do Sul – RS – Brasil.

INTRODUÇÃO

Os rios estão sujeitos a perturbações tanto naturais quanto antrópicas (BUSS et al., 2003). Pode-se considerar que há duas formas distintas de usos e influências para os recursos hídricos: na área urbana, onde há a maior densidade demográfica, o maior impacto na qualidade das águas se deve as atividades antrópicas, já na área rural os nutrientes e poluentes que são levados até os corpos hídricos são oriundos das atividades agrícolas. A poluição decorrente das atividades agrícolas muitas vezes pode ser caracterizada como poluição difusa, enquanto que a poluição decorrente do lançamento de efluentes domésticos e industriais é caracterizada como poluição pontual.

Em períodos de alta pluviosidade, os usos e influências, bem como as características topográficas, geológicas e geomorfológicas, influenciarão no arraste de partículas e nutrientes para o corpo hídrico, o que determinará o impacto sobre a qualidade do mesmo. Sendo assim, a realização de estudos locais para compreender este funcionamento são importantes para criar subsídios para a discussão e avaliação de dados de monitoramento da qualidade das águas e das ações a serem elaboradas e implementadas.

Durante a realização de pesquisa bibliográfica para este artigo, observou-se uma quantidade considerável de estudos que contemplam a influência dos diferentes usos, cobertura e ocupação do solo na qualidade das águas, em comparação aos relativos à alteração da qualidade da água em rios e arroios, após períodos chuvosos. Sendo assim, observa-se a necessidade de ampliação de estudos que contemplem este último tema, citado também por Wang & Yin (1997) e Chang & Carlson (2005). Com vistas a ampliar os conhecimentos nesta área foi desenvolvido este estudo que tem como objetivo determinar a influencia da precipitação na qualidade da água de rios em áreas com ocupação rural e urbana em trechos de três arroios localizados no nordeste gaúcho - Rio Grande do Sul - Brasil.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em arroios localizados em 2 municípios da Serra Gaúcha – Rio Grande do Sul – Brasil. Foram coletadas amostras em 6 pontos, sendo 3 destes localizados em área rural e 3 em área urbana. Os pontos da área rural são caracterizados por possuírem mata ciliar preservada. Os pontos caracterizados como urbanos estão localizados próximos à aglomeração urbana, recebendo uma contribuição significativa de efluentes domésticos e industriais e com pouca ou nenhuma mata ciliar. Na Figura 1 é possível observar um mapa de localização dos pontos amostrais.

Em cada ponto foram realizadas duas coletas, uma em período chuvoso e outra em período seco. A precipitação total no período chuvoso, foi de aproximadamente 90 mm (somatório dos 7 dias anteriores a coleta) e correspondem aos meses de fevereiro e setembro de 2012. Enquanto no período seco, a precipitação foi em média de 5 mm (somatório dos 7 dias anteriores a coleta).

Com o auxílio de uma sonda multiparâmetros (U-50 series - Horiba), foram analisados em campo os parâmetros de pH a 25 °C, condutividade (mS/cm), oxigênio dissolvido (OD - mg/L) e turbidez (NTU). Em laboratório foram realizadas análises de sólidos totais (ST - mg/L), demanda química de oxigênio (DQO - mg O₂/L), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅ - mg/L), nitrogênio total Kjeldahl (NT - mg N/L), nitrato (N-NO₃⁻ - mg/L), fósforo total (PT - mg/L) e clorofila-*a* (mg/m³). Os dados foram analisados através de estatística descritiva e ANOVA fatorial (Análise de Variância Fatorial). A ANOVA fatorial foi realizada com vistas a avaliar o efeito dos fatores, precipitação e ocupação urbana ou rural, sobre os parâmetros ambientais coletados. Esta

análise foi realizada utilizando o programa estatístico SYSTAT 12 para *Windows*, versão 12.00.08 (SYSTAT Software, 2007).

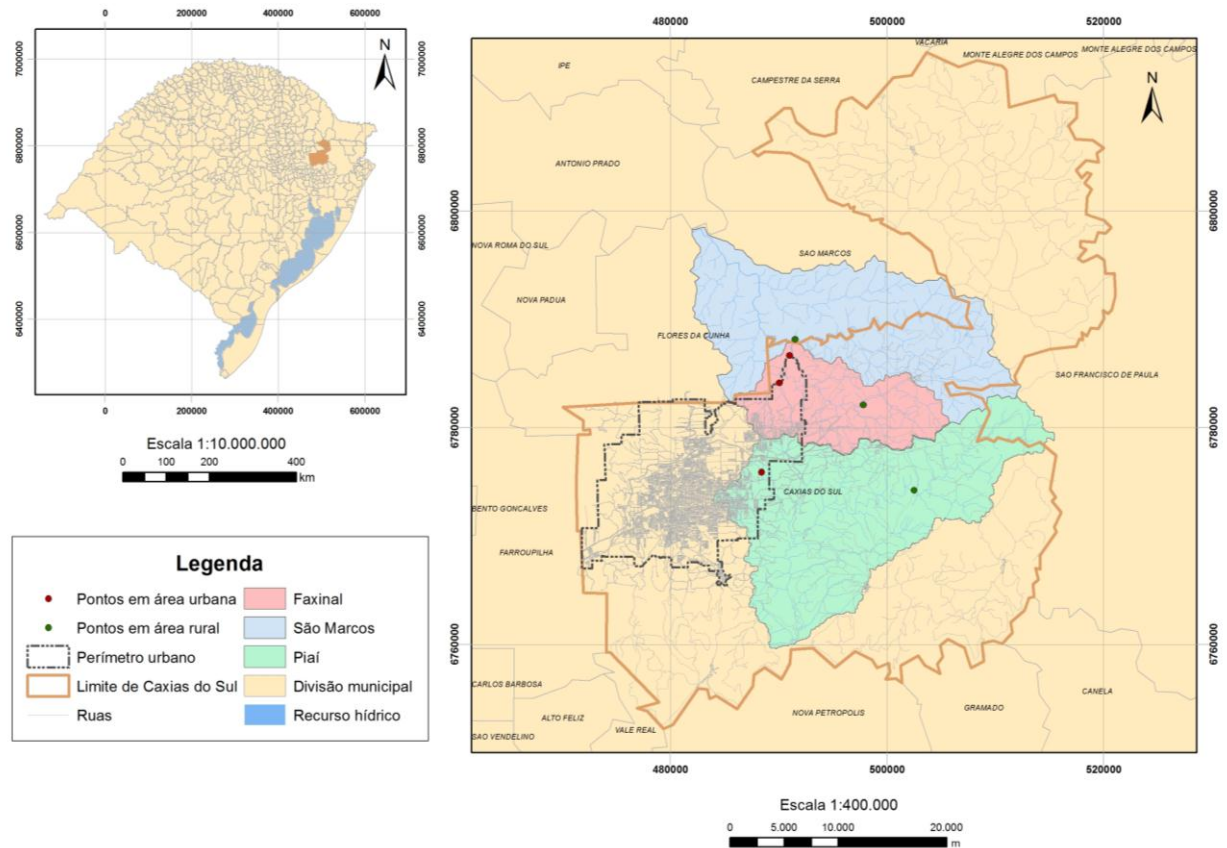


Figura 1. Mapa de localização dos pontos amostrais (Fonte: Autores, 2013).

RESULTADOS

Na Tabela 01, são apresentados os valores das médias e desvio padrão dos parâmetros analisados, no período seco e chuvoso (menor e maior precipitação), e nas regiões com ocupação urbana ou rural.

Tabela 01. Média e desvio padrão dos parâmetros analisados, no período seco e chuvoso (menor e maior precipitação), e nas regiões com ocupação urbana ou rural.

| Parâmetros | Precipitação | | Ocupação | |
|------------------------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|
| | Seco | Chuvoso | Rural | Urbana |
| pH (a 25°C) | 7,46 ± 0,12 | 6,53 ± 0,31 | 6,93 ± 0,68 | 7,07 ± 0,40 |
| Condutividade (µS/cm a 20°C) | 221,83 ± 231,20 | 71,67 ± 58,80 | 32,83 ± 12,58 | 260,67 ± 197,83 |
| Turbidez (NTU) | 3,98 ± 4,99 | 16,00 ± 17,42 | 11,45 ± 18,32 | 8,53 ± 8,62 |
| Oxigênio Dissolvido (mg/L) | 10,20 ± 2,54 | 11,08 ± 0,88 | 11,44 ± 0,54 | 9,85 ± 2,43 |
| DBO ₅ (mg/L) | 6,24 ± 7,88 | 9,05 ± 6,03 | 3,19 ± 3,43 | 12,10 ± 6,62 |
| DQO (mg/L) | 20,33 ± 21,60 | 20,33 ± 10,31 | 10,67 ± 7,92 | 30,00 ± 16,91 |
| Fósforo Total (mg/L) | 0,77 ± 0,94 | 0,19 ± 0,16 | 0,045 ± 0,017 | 0,916 ± 0,806 |
| Nitrogênio Total (mg/L) | 7,54 ± 7,62 | 0,98 ± 0,87 | 3,68 ± 7,51 | 4,84 ± 5,24 |
| Sólidos Totais (mg/L) | 161,00 ± 140,47 | 79,5 ± 40,72 | 53,17 ± 23,10 | 187,33 ± 117,87 |
| Nitrato (mg/L) | 12,10 ± 15,91 | 3,63 ± 4,75 | 0,67 ± 0,48 | 15,06 ± 13,94 |
| Clorofila- <i>a</i> (µg/L) | 6,25 ± 10,48 | 3,08 ± 3,42 | 3,52 ± 3,91 | 5,81 ± 10,45 |

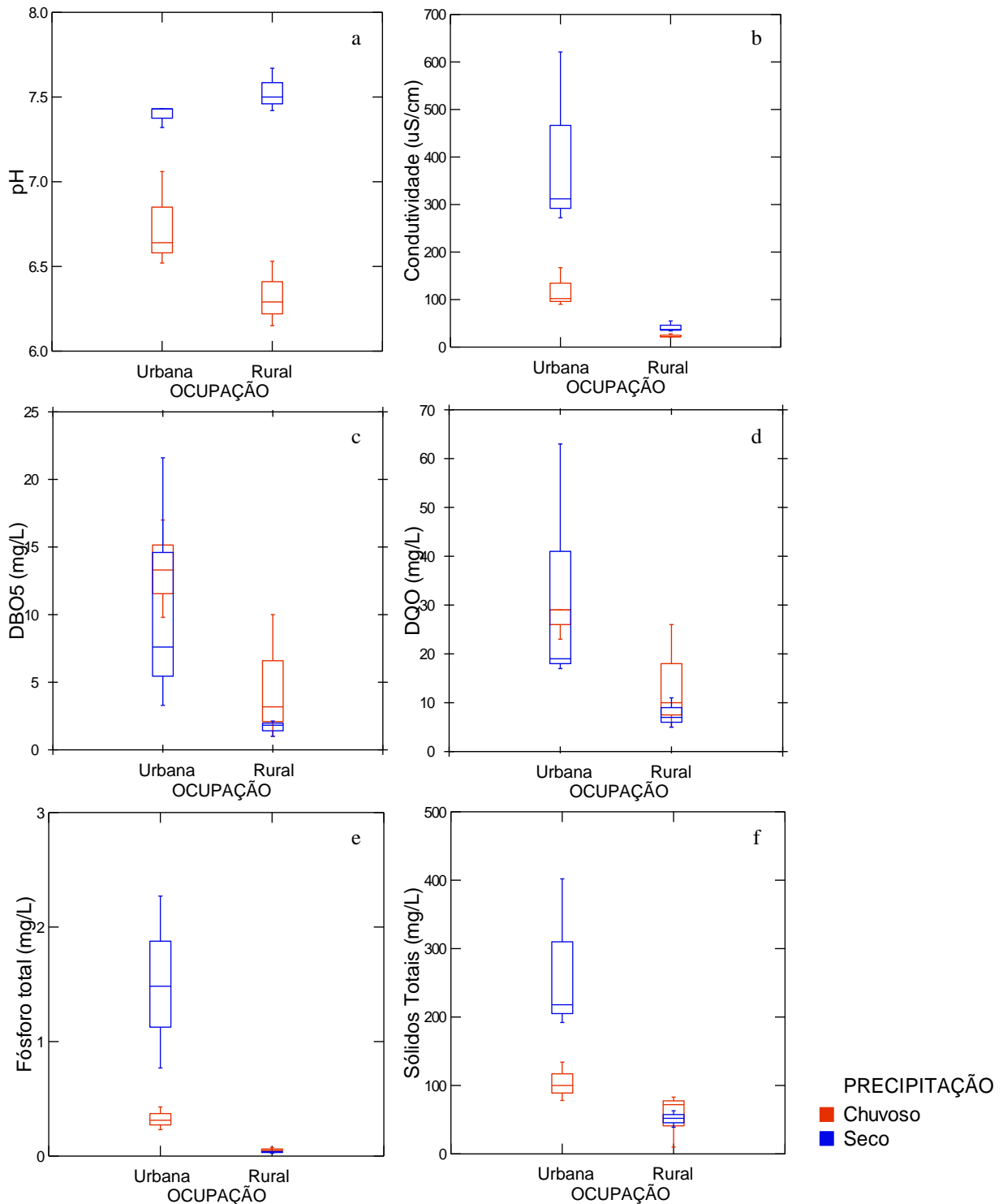
Com base na Tabela 01, ao comparar os valores das médias obtidas para os dois fatores (precipitação e ocupação) identificam-se tendências de maiores valores de condutividade, PT, NT, ST, $N-NO_3^-$ e clorofila-*a* nos períodos de maior precipitação ou com ocupação urbana. O pH teve o mesmo padrão dos parâmetros anteriormente citados, porém se somados os desvios padrões, a faixa de variação dos valores torna-se praticamente a mesma, nos 2 fatores analisados. Dado semelhante pode ser observado para o NT no fator ocupação. O OD apresentou maiores concentrações, no período de maior precipitação e com ocupação rural. Quanto a DBO_5 os resultados apontaram para maiores concentrações no período chuvoso e com ocupação urbana. As médias dos valores de DQO obtidas para os dois períodos (seco e chuvoso), foram as mesmas, porém, o desvio padrão deste parâmetro, foi maior no período com menor precipitação. Em relação à ocupação, identificou-se uma média e desvio padrão superior nos pontos que possuem ocupação urbana.

ANOVA FATORIAL – TWO-WAY

Foi aplicada a análise estatística do tipo ANOVA fatorial para as onze variáveis (parâmetros ambientais) e os dois fatores analisados (precipitação e ocupação). Das variáveis com resultados significativos ($p < 0,05$) para um ou ambos os fatores analisados, citam-se: pH, condutividade, DBO_5 , DQO, PT e ST.

Os resultados da ANOVA fatorial demonstraram que o fator precipitação influenciou significativamente as variáveis pH ($F=67.496$; $p < 0,05$), condutividade ($F=6.498$; $p < 0,05$) e fósforo total ($F=6.406$; $p < 0,05$). A variável, sólidos totais, ficou pouco acima do limite de significância estipulado ($p < 0,05$) para o fator precipitação ($p=0,054$). Por outro lado o fator ocupação exerceu ação significativa sobre a condutividade ($F=17.568$; $p < 0,05$), DBO_5 ($F=6.459$; $p < 0,05$), DQO ($F=5.959$; $p < 0,05$), fósforo total ($F=15.347$; $p < 0,05$) e sólidos totais ($F=13.851$; $p < 0,05$). Verificou-se interação significativa entre os dois fatores (precipitação e ocupação) e a variável fósforo total ($F=7.849$; $p < 0,05$) e sólidos totais ($F=5.581$; $p < 0,005$). A variável condutividade ($p=0,061$) teve uma relação pouco acima do limite de significância estipulado ($p < 0,05$) para a interação entre os fatores ocupação e precipitação.

Figura 02. Boxplot dos parâmetros significativos da ANOVA fatorial, nas regiões com ocupação urbana e rural, nos períodos seco e chuvoso.



Na análise do gráfico do pH (Figura 02-a), observa-se que uma maior amplitude dos valores no período chuvoso. Se analisados quanto à ocupação urbana e rural, identifica-se no período chuvoso, valores inferiores de pH nos pontos com ocupação rural, quando comparados aos pontos com ocupação urbana. No período seco o pH mostrou-se mais elevado nos pontos com ocupação rural.

A condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Figura 02-b) e o PT (mg/L) (Figura 02-e), tiveram comportamentos muito semelhantes, com valores inferiores no período chuvoso e ocupação urbana. Enquanto nas áreas com ocupação rural os valores de PT, foram superiores no período chuvoso e a condutividade inferior neste mesmo período. Quando analisados em relação à ocupação, identificam-se concentrações e valores mínimos e máximos mais próximos nas áreas com ocupação rural, com valores semelhantes nos períodos seco e chuvoso.

De maneira geral as concentrações, bem como os valores mínimos e máximos, de DBO_5 (Figura 02-c) e DQO (Figura 02-d) foram superiores nas áreas com ocupação urbana. No período chuvoso os valores de DBO_5 , mostrou-se acima do período seco. No período seco a mediana de DQO foi superior na área com ocupação urbana, ao passo que no período chuvoso a mediana, mínimos e máximos da DQO foram superiores na área com ocupação rural.

Para o parâmetro de ST (Figura 02-f) a mediana, mínimos e máximos foram superiores, tanto no período seco, quanto no chuvoso, para a área com ocupação urbana. Nas áreas com ocupação rural os maiores valores e variações ocorreram no período chuvoso.

DISCUSSÃO

O aumento dos sólidos totais no período chuvoso, estão relacionados com o carreamento de material sólido para o leito dos riachos, como também foi observado por Oliveira et al. (2008) e Uriarte et al. (2011). Observa-se uma relação no aumento de sólidos totais, provocado pela precipitação nas áreas mais preservadas (ocupação rural), refletido nos parâmetros de fósforo total, DBO_5 e DQO. No entanto, não foi verificado o aumento da condutividade da água com a adição de sólidos dissolvidos, conforme esperado pela definição da CETESB (s.d). Os menores valores de condutividade e PT, observadas no período chuvoso, nas áreas com ocupação urbana, podem estar relacionados ao aumento da vazão, diluição dos compostos químicos e orgânicos. Os resultados referentes a redução das concentrações de PT em períodos chuvosos (de maior vazão) observadas neste estudo, mostraram-se contrários aos resultados obtidos por Uriarte et al. (2011) que observou que maiores vazões levaram a um aumento das concentrações de PT.

Segundo Sperling (2007), valores elevados de pH podem estar associados à proliferação de algas, bem como valores elevados ou baixos podem ser indicativos da presença de efluentes industriais. Oliveira et al. (2008), em estudo realizado em riachos da microbacia do Rio São Francisco, também verificou a redução dos valores de pH durante o período de cheia e inferiu que pode estar relacionado com o aporte de material lixiviado dissolvido. Ambas as possibilidades podem explicar os menores valores de pH nos períodos chuvosos, porém o lançamento de efluentes industriais, nas áreas com ocupação tem maior relevância nos arroios avaliados, já também citado como responsável na variação dos parâmetros de PT e condutividade.

O aumento da concentração de DQO num corpo d'água deve-se principalmente a despejos de origem industrial (CETESB, s.d.), enquanto o aumento da DBO_5 é provocado por despejos de origem predominantemente orgânica. Enquanto nas áreas com ocupação urbana, as maiores concentrações destes parâmetros no período seco estejam relacionadas ao lançamento de efluentes domésticos e industriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral, os resultados apontam para a ocupação urbana como a principal responsável pelas maiores concentrações e desvios-padrão dos parâmetros físico-químicos analisados, no período seco, já que são influenciados pelo lançamento de efluentes domésticos e industriais. Nestas áreas com ocupação urbana o aporte de nutrientes e partículas em decorrência da precipitação, é pouco relevante quando comparado ao lançamento de efluentes domésticos e industriais. Enquanto no período chuvoso, as médias e desvios-padrão foram menores, devido ao aumento da vazão e conseqüente diluição das concentrações dos parâmetros avaliados. Nas áreas rurais, no período chuvoso, observou-se um aumento das concentrações dos parâmetros avaliados, provavelmente em decorrência do arraste de solo e matéria orgânica. Assim, os resultados apresentados neste trabalho reiteram a importância e necessidade do tratamento dos efluentes, bem como da preservação e manutenção da mata ciliar nas bacias hidrográficas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pelo apoio concedido à realização do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. (2003). Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade de água de rios. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro 19, pp. 465–473.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (s.d.). Variáveis de qualidade das águas. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 10 abr. 2013.
- CHANG, H.; CARLSON, T.N. (2005). Water quality during winter storm events in Spring Creek, Pennsylvania USA. *Hydrobiologia* 544, pp. 321–332.
- OLIVEIRA, L. C. de.; GOMES, B. M.; BAUMGARTNER, G.; SEBASTIEN, N. Y. (2008). Variação espacial e temporal dos fatores limnológicos em riachos da microbacia do Rio São Francisco verdadeiro. *Jaboticabal* 28, pp. 770 - 781.
- SPERLING, M. V. (2007). Estudos e modelagem da qualidade da água de rios. DESA/UFMG Belo Horizonte - MG, 588 p.
- URIARTE, M.; YACKULIC, C. B.; LIM, Y.; ARCE-NAZARIO, J. A. (2011). Influence of land use on water quality in a tropical landscape: a multi-scale analysis. *Landscape Ecology* 26, pp. 1151 - 1164.
- WANG, X.; YIN, Z. Y. (1997). Using GSI to assess the relation between land use and water quality at a watershed level. *Environment International* 23, pp. 103 - 114.