



Avaliação ambiental integrada em dois trechos do Arroio Estância Velha, município de Estância Velha, Rio Grande do Sul

Lauren Machado Gayeski¹, Jordana Tres dos Santos², Márcia Lourenço³, Marise Wilsmann Krutzmann⁴

¹Universidade Feevale (laurenmg@feevale.br)

²Universidade Feevale (jordana.tres@gmail.com)

³Universidade Feevale (mlourenco4@gmail.com)

⁴Universidade Feevale (marisewk@gmail.com)

Resumo

Neste estudo buscou-se avaliar integralmente dois pontos do Arroio Estância Velha a partir de parâmetros de qualidade de água e da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), a fim de identificar as possíveis alterações desencadeadas pela ação antrópica. Avaliaram-se dois pontos amostrais, P1 (região residencial) e P2 (região comercial/industrial) a partir dos parâmetros: pH, Condutividade Elétrica (CE), Cafeína, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Cor, Coliformes Totais e Fecais (CF). Além de ser aplicado um PAR para ambos os pontos. Com base nos valores obtidos pode-se enquadrar ambos os pontos na classe IV, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005. Os parâmetros avaliados e o PAR indicaram perda de qualidade ao longo do arroio, corroborando com estudos anteriores. Este trabalho demonstrou a baixa qualidade deste trecho do Arroio Estância Velha, indicando elevado comprometimento do ecossistema pelas ações antrópicas. Palavras-chave: Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos. Recursos Hídricos. Protocolo de Avaliação Rápida, Qualidade Ambiental
Área Temática: Recursos Hídricos

Integrated environmental assessment in two sampling sites of Estância Velha Stream, Estância Velha city, Rio Grande do Sul

Abstract

In this study was to evaluate two points of the Estância Velha stream, using parameters of water quality and the application of the Rapid Assessment Protocol (RAP), in order to identify the possible changes unleashed by anthropic action. Two sampling points, P1 (residential region) and P2 (commercial /industrial region) were evaluated from water quality parameters such as: pH, Electrical Conductivity (EC), Caffeine, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Dissolved Oxygen (DO), Turbidity, Color, and Total and Fecal Coliforms (FC). In addition to being applied a PAR for both points. On the basis of the values obtained it is possible to frame both points of the stream in class IV, according to CONAMA Resolution 357/2005. The evaluated parameters and the PAR indicated a loss of quality along the stream, corroborating previous studies. This work demonstrated the low quality of this section of the Estância Velha stream, indicating a high commitment of this ecosystem by the anthropic actions.

Key words: Sinos River Basin. Water Resources. Rapid Assessment Protocol. Environmental Quality

Theme Area: Water Resources



1 Introdução

As águas doces sofrem grandes transformações em suas propriedades físicas, químicas e biológicas (SALOMONI et al., 2007) uma vez que incorporam diversas impurezas, resultantes de fenômenos naturais e da atuação do homem (VON SPERLING, 2005). A utilização dos recursos hídricos visa atender necessidades pessoais, atividades econômicas e sociais. Entretanto, quando realizada de forma inadequada, provoca alterações na qualidade, comprometendo o recurso hídrico bem como seus diversos usos (SOUZA et al., 2014).

Como forma de nortear o estabelecimento da qualidade das águas no Brasil, a Resolução CONAMA N° 357 (BRASIL, 2005) dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Também determina as condições e limites de lançamento de efluentes industriais e domésticos, de forma a contribuir com a manutenção da integridade dos ecossistemas aquáticos.

Deste modo, a avaliação da qualidade da água é, entre outros, baseada em indicadores que retratam o efeito de fontes de poluição e nos tipos de contaminação (TUCCI, 2006). Para identificar lançamentos de origem orgânica, como por esgoto doméstico, comumente são avaliados: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD) e Coliformes Fecais (indicativo bacteriológico de transmissão de doenças) (TUCCI, 2006; DROSTE et al., 2016). Poluentes emergentes, como cafeína, também têm sido utilizados, uma vez que sua presença pode estar diretamente relacionada ao aporte de esgoto em ambientes aquáticos (MONTAGNER & JARDIM, 2011; SODRÉ et al., 2010, LINDEN et al., 2015).

Contudo, além da qualidade da água, os corpos hídricos também podem ser avaliados e monitorados quanto a estrutura e funcionamento do ecossistema, através de Protocolos de Avaliação Rápida (PAR), baseados nas características das condições ecológicas locais (CALLISTO et al., 2002).

O monitoramento ambiental contínuo se faz necessário já que diversas problemáticas ambientais são desencadeadas pelo rápido crescimento econômico, como o uso indiscriminado de água, a ocupação territorial desordenada, a falta de saneamento básico, o adensamento de atividades industriais com alto potencial poluidor, situação observada nas últimas décadas no município de Estância Velha (MITTEREGGER JÚNIOR et al., 2007; ESTÂNCIA VELHA, 2014; KIELING-RUBIO et al., 2015). Assim, o município constitui uma potencial área de contaminação das águas subterrâneas e superficiais, devido ao descarte de efluentes industriais e domésticos (MITTEREGGER JÚNIOR et al., 2007), do qual menos de 4% é coletado e tratado (MURADÁS et al., 2010; ANA, 2013).

A identificação das fontes de degradação serve de auxílio para a tomada de decisões frente aos impactos antrópicos (ASSIS et al., 2017). Métodos integrados devem ser utilizados para avaliar os danos ambientais gerados pelo uso inadequado dos recursos hídricos (KIELING-RUBIO et al., 2015), já que a integração de informações ambientais obtidas pelo monitoramento, e o conhecimento das características locais são fatores essenciais para assegurar um melhoramento contínuo da qualidade do ambiente (LIBERATORE et al., 2015).

Com este trabalho, buscou-se avaliar integralmente dois pontos do Arroio Estância Velha a partir de análises da qualidade da água e da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida, a fim de identificar as possíveis alterações desencadeadas pela ação antrópica.

2 Material e Métodos

O município de Estância Velha está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, e conta com os arroios Estância Velha, Lago Azul, das Rosas e Luis Rau (ESTÂNCIA VELHA, 2014). O Arroio Estância Velha tem origem na divisa dos municípios de Estância Velha e Ivoti, correspondendo a um trecho de 8 km, e recebe em suas águas o efluente de indústrias pertencentes ao setor coureiro e calçadista (MITTEREGGER-JÚNIOR et al., 2007,



ESTÂNCIA VELHA, 2014), além de efluentes domésticos. O arroio adentra o município de Portão, o qual passa a se chamar Arroio Portão, e deságua no Rio dos Sinos.

Para este trabalho, foram avaliados dois pontos ao longo do Arroio Estância Velha, identificados como Ponto 1 (29°38'46.89"S; 51°9'30.28"O), à montante; e Ponto 2 (29°38'54.61"S; 51°10'21.66"O), distantes 1,5 km. O primeiro ponto encontra-se mais próximo da nascente, em um bairro residencial, recebendo influências de efluentes domésticos; já o segundo, situa-se no centro da cidade, em zona comercial/industrial, recebendo aporte de efluentes doméstico, industrial e do setor alimentício.

A água de ambos os pontos foi coletada em outubro de 2017 e encaminhada para a Central Analítica da Universidade Feevale, para análises de pH, Condutividade Elétrica, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), OD (Oxigênio Dissolvido), Turbidez e Cor, conforme a American Public Health Association (APHA et al., 2012).

Realizou-se ensaio para Coliformes Totais e Fecais, identificados pela bactéria *Escherichia coli*, com o kit comercial Colilert® Quanti-Tray/2000. A quantificação das bactérias embasou-se no modelo do Número Mais Provável (NMP). A concentração de cafeína foi determinada com a Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC), conforme Linden et al. (2015), no laboratório de Análises Toxicológicas da Universidade Feevale.

Para avaliar qualitativamente os pontos amostrais, foi aplicado o PAR, de acordo com o proposto por EPA (1987) e Hannaford et al. (1997) e modificado por Callisto et al. (2002). Foram utilizados 20 parâmetros, conforme adequação dos autores, aplicados a partir de inspeção visual, cada qual com uma pontuação individual. Os parâmetros buscam avaliar o impacto ambiental de atividades antrópicas bem como o nível de conservação do local.

Os valores finais, obtidos pelo somatório de todos os parâmetros (máximo 90 pontos), refletem o nível de preservação dos locais amostrados, sendo que escores de 0 a 36 indicam trechos impactados; de 37 a 55, alterados; e acima de 56, naturais.

3 Resultados e Discussão

Na Tabela 1, estão apresentados os resultados obtidos para os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e toxicológicos (cafeína) dos pontos amostrados.

Tabela 1. Resultados obtidos para os parâmetros analisados nos Pontos 1 e 2, do Arroio Estância Velha, e limites de detecção de acordo com a CONAMA 357/2005, para as classes de água.

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Limites CONAMA 357/2005		
			Classe I	Classe II	Classe III
Ph	6,9	6,95	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	123	171,5	-	-	-
DBO ₅ ($\text{mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$)	10	*20	Até 3	Até 5	Até 10
OD ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	5,6	4,8	6≤	5≤	4≤
Turbidez (NTU)	16,1	12	Até 40	Até 100	Até 100
Cor Aparente ($\text{mgPt} \cdot \text{L}^{-1}$)	*83,4	70,1	Cor natural	Até 75	Até 75
Cafeína ($\text{ng} \cdot \text{L}^{-1}$)	2451,5	5964,9	-	-	-
Coliformes Totais ($\text{NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$)	> 241960	> 241960	-	-	-
Coliformes Fecais ($\text{NMP} \cdot 100\text{mL}^{-1}$)	*104620	* >241960	Até 200	Até 1000	Até 2500

- Parâmetros não citados pela CONAMA 357/2005.

* Valores fora de classe, superior a Classe III e não enquadradas na Classe IV, conforme CONAMA 357/2005

As altas concentrações de DBO, Coliformes, Cafeína e Condutividade Elétrica podem estar relacionadas à baixa vazão natural do arroio nos dois trechos, uma característica



importante que influencia a concentração e a diluição destas variáveis (NAIME & NASCIMENTO, 2009).

Os resultados de DBO, Cor e Coliformes Fecais encontram-se acima do disposto na Resolução CONAMA 357/2005 para a Classe III, enquadrando, assim, ambos os pontos amostrados na Classe IV, a qual indica águas de pior qualidade, utilizadas apenas para navegação e harmonia paisagística (BRASIL, 2005).

O Arroio Schmitt, Campo Bom, foi classificado como Classe III, devido à DBO e às altas concentrações de *E. coli* encontrados (KILIENG-RUBIO et al., 2015). Em Novo Hamburgo, os arroios Luis Rau e Pampa, também apresentaram resultados fora do limite da CONAMA 357/2005. No Pampa, identificou-se altos níveis de contaminação por esgotos domésticos, de acordo com a DBO e pelos Coliformes Fecais, também observados no presente trabalho, revelando que este é o principal tipo de impacto no local (NAIME & NASCIMENTO, 2009; PETRY et al., 2016).

Mesmo com a baixa qualidade nos dois pontos analisados, o segundo mostra-se mais impactado, evidenciando que, na medida em que o Arroio Estância Velha avança de uma área residencial (P1) para uma área residencial/industrial (P2), a qualidade da água decai. Isso demonstra que, além do transporte, há acréscimo de contaminação ao longo do corpo hídrico.

A DBO aumentou do Ponto 1 ao Ponto 2, enquanto que o OD foi o inverso, indicando contaminação por matéria orgânica, já que os mesmos avaliam, respectivamente, a quantidade de oxigênio utilizada pelos organismos na degradação da matéria orgânica e a quantidade de oxigênio livre, essencial para a biota aquática (NAIME & NASCIMENTO, 2009; DROSTE et al., 2016). Este mesmo padrão foi observado por Petry et al. (2016), em análises realizadas próximas à nascente e à foz do Arroio Luiz Rau, onde, à jusante, os valores de DBO mostraram-se superiores enquanto que os valores de OD mostraram-se inferiores.

A Condutividade Elétrica e a Cafeína também evidenciam a baixa qualidade nos pontos analisados, bem como, a perda da qualidade ao longo do percurso. Devido à alta especificidade humana (LINDEN et al., 2015), a cafeína é um indicador de contaminação fecal urbana (DANESHVAR et al., 2012; MONTAGNER et al., 2014). Já a condutividade, indica ambientes impactados com resultados acima de $100 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ (CETESB, 2016).

O aumento da concentração de cafeína conforme o aumento da urbanização, corrobora com o trabalho de Linden et al. (2015), que identificaram uma tendência no aumento da concentração da Cafeína em corpos hídricos de acordo com o acréscimo da população. A sua presença na água sugere a contaminação por efluentes domésticos, confirmado pela presença de *E. coli*, indicando o aporte de efluentes domésticos ao longo do arroio.

Conforme Naime & Fagundes (2005), os despejos industriais no município de Estância Velha, mesmo tratados, influenciam na qualidade do Arroio Portão, a jusante, no município de Portão. O ponto referente ao limite de Estância Velha/Portão mostrou-se com maior carga poluente que os demais, localizados dentro de Portão até sua foz no Rio dos Sinos. Em estudo mais recente, Kilieng-Rubio et al. (2015) classificaram este mesmo ponto como Classe IV, devido aos valores de DBO. O que demonstra que mesmo após oito anos, o Arroio Estância Velha continua sofrendo com ação antrópica e despejo de matéria orgânica.

De acordo com a aplicação do PAR, os dois pontos analisados apresentam diferenças quanto a integridade do ecossistema (Tabela 2). Para o Ponto 1, obteve-se um score de 54, indicando que este trecho já se apresenta como um ambiente alterado, enquanto que o segundo ponto enquadra-se como um trecho impactado, devido a pontuação final de 19.

Os PAR's vêm sendo cada vez mais utilizados para avaliar recursos hídricos, sendo associados a parâmetros físico-químicos e microbiológicos e a distintos meios de avaliação ambiental, como: índices de qualidade de água (KIELING-RUBIO et al., 2015); composição e diversidade de macroinvertebrados (CHAGAS et al., 2017; COPATTI et al., 2014; GÓES-SILVA, 2014) e a mudanças sazonais/climáticas (BRITO et al., 2016). No presente estudo, a



aplicação do PAR corroborou com os dados obtidos pelas análises da água, evidenciando ambientes alterados, mas com diferentes graus de impacto, sendo o Ponto 2 o mais impactado.

Tabela 2. Parâmetros avaliados no Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), adaptado pelos autores, para os dois pontos avaliados no Arroio Estância Velha, com seus respectivos resultados.

PARÂMETROS	PONTO 1	PONTO 2
1 - Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	0	0
2 - Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	2	2
3 - Alterações antrópicas	2	0
4 - Cobertura vegetal no leito	4	0
5 - Odor da água	4	2
6 - Oleosidade da água	4	4
7 - Transparência da água	4	2
8 - Odor do sedimento	4	2
9 - Oleosidade no fundo	4	2
10 - Tipo de fundo	4	0
11 - Tipos de fundo	3	0
12 - Tipos de substrato	2	0
13 - Deposição de lama	5	0
14 - Depósitos sedimentares	5	0
15 - Alterações no canal do rio	3	0
16 - Características da fluxo das águas	2	2
17 - Presença de mata ciliar	0	0
18 - Estabilidade das margens	2	3
19 - Extensão da mata ciliar	0	0
20 - Presença de plantas aquáticas	0	0
Pontuação Total	54	19
Avaliação	Impactado	Alterado

4 Considerações Finais

A importância da água ultrapassa os paradigmas naturais, uma vez que tem influência direta na saúde, economia e qualidade de vida. No entanto, a qualidade das águas está cada vez mais afetada pela ocupação desordenada das bacias hidrográficas (SOUZA et al., 2014).

Assim, a avaliação da integridade ambiental é o passo inicial para o planejamento e implantação de programas de manutenção, preservação e recuperação de ambientes e, portanto, uma ferramenta básica para os órgãos gestores e controladores de recursos naturais (MINATTI-FERREIRA & BEAUMORD, 2006). Enquanto os parâmetros físico-químicos indicam características pontuais e momentâneas, e necessárias ao monitoramento contínuo, a aplicação do PAR inclui indicadores qualitativos da água e do ambiente do seu entorno, refletindo características de conservação histórica do local (KIELING-RUBIO et al., 2015).

Sendo assim, esta avaliação integrada preliminar do Arroio Estância Velha evidenciou o elevado comprometimento deste ecossistema, em que as ações antrópicas estão desencadeando a perda da qualidade da água e a descaracterização deste ambiente. A situação observada demanda monitoramento constante e mais estudos sobre a área, que possam contribuir nas tomadas de decisão para reverter o cenário crítico relacionado à qualidade da água deste arroio.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos* - 2011. Brasília, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/impressa/publicacoes/ATLASeESGOTOSDespoluicaoDeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf> Acesso: 31 out. 2017.



AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). *Standard methods for examination of water and wastewater*. Washington: APHA, 2012.

ASSIS, F.R.V.; LIMA, J.R.; SILVA, J.E.R.; MENDONÇA, I.F.C. Índice de vulnerabilidade Ambiental na Microbacia do Talhado, Santa Luzia, Paraíba. *Acta Brasiliensis*, 2017, 1(3), 8-16.

AYDIN, E.; TALINLI, I. Analysis, occurrence and fate commonly used pharmaceuticals and hormones in the buyukcekmece Watershed, Turkey. *Chemosphere*, 2013, 90, 2004-2012.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2005.

BRITO, M.T.S.; NASCIMENTO FILHO, S.L.; VIANA, G.F.S.; MELO JÚNIOR, M. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Ambiental Rápida em dois Reservatórios do Semiárido Brasileiro. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 2016, 20(1), 1-5.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um Protocolo de Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em Atividades de Ensino e Pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasileira*, 2002, 14(1), 91-98.

CHAGAS, F.B.; RUTKOSKI, C.F.; BIENIEK, G.B.; VARGAS, G.D.L.P.; HARTMANN, P.A.; HARTMANN, M.T. Utilização da Estrutura de Comunidades de Macroinvertebrados Bentônicos como Indicador de Qualidade de Água em Rios no Sul do Brasil. *Revista Ambiente e Água*, 2017, 12(13), 416-425

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. *Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem*. São Paulo: CETESB, 2016.

COPATTI, C.E.; MOREIRA, T.B. MENZEL, C.A. Avaliação da qualidade ambiental de uma microbacia no sul do Brasil através de diferentes abordagens. *Ambiência*, 2014, 10(2), 511-526.

DANESHVAR, A.; ABOULFADL, K.; VIGLINO, L.; BROSÉUS, R.; SAUVÉ, S.; MADOUX-HUMERY, A.; WEYHENMEYER, G.A.; PRÉVOST, M. Evaluating pharmaceuticals and caffeine as indicators of fecal contamination in drinking water sources of the Greater Montreal region. *Chemosphere*, 2012, 88, 131-139.

DROSTE, A.; COSTA, G.M.; CASSANEGO, M.B.B. Biomonitoramento da genotoxicidade do ar e da água na Bacia do Rio dos Sinos. In: RODRIGUES, M.A.S.; KAYSER, A.C.; PEDDE, V., ed. *Rio dos Sinos e Qualidade Ambiental*. Porto Alegre: Evangraf, 2016, pp.113-136.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA. Biological criteria for the protection of aquatic life. Columbus: Division of water Quality Monitoring and Assessment. 1987, 1-3.



ESTÂNCIA VELHA. *Plano Municipal de Saneamento Básico - Relatório do Diagnóstico*. Estância Velha: Prosinos & Concremat Engenharia, 2014. Disponível em: http://www.prosinos.rs.gov.br/downloads/EST%C3%82NCIA%20VELHA_PMSB_rev_0_pdf.pdf (Acesso em 05/11/2017).

FROEHNER, S., SOUZA, D. B.; MACHADO, K. S.; ROSA, E. C. Tracking Anthropogenic Inputs in Barigui River, Brazil Using Biomarkers. *Water Air and Soil Pollution*, 2010, 210, 33-41.

GÓES-SILVA, L.R. Macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água nos pontos de captação para o abastecimento urbano no município de Ouro Fino (MG). *Revista Agrogeoambiental*, 2014, 6(3), 83-91.

GONÇALVES, E.S.; RODRIGUES, S.V.; SILVA-FILHO, E.V.da. The use of caffeine as a chemical marker of domestic wastewater contamination in surface waters: seasonal and spatial variations in Teresópolis, Brazil. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, 2017, 12(2).

HANNAFORD, M.J.; BARBOUR, M.T.; RESH, V.H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. *Journal of the North American Benthological Society*, 1997, 16(4), 853-860.

KIELING-RUBIO, M.A.; BENVENUTI, T.; COSTA, G.M.; PETRY, C.T.; RODRIGUES, M.A.S.; SCHMITT, J.L.; DROSTE, A. Integrated Environmental Assessment of streams in the Sinos River basin in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 2015, 75(2), 105-113.

LIBERATORE, L.; MURMURA, F.; SCARANO, A. Bathing Water Profile in the Coastal Belt of the Province of Pescara (Italy, Central Adriatic Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 2015, 95, 100-106.

LINDEN, R.; ANTUNES, M.V.; HEINZELMANN, L.S.; FLECK, L.D.; STAGGEMEIER, R.; FABRES, R.B.; VECCHIA, A.D.; NASCIMENTO, C.A.; SPILKI, F.R. Caffeine as an indicator of human fecal contamination in the Sinos River: a preliminary study. *Brazilian Journal of Biology*, 2015, 75(2), 81-84.

MINATTI-FERREIRA, D.D. & BEAUMORD, A.C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. *Revista Ambiente e Saúde*, 2006, 7(1), 39-47.

MITTEREGGER JÚNIOR, H.; SILVA, J.; ARENZON, A.; PORTELA, C.S.; FERREIRA, I.C.F.S.; HENRIQUES, J.A.P. Evaluation of genotoxicity and toxicity of water and sediment samples from a Brazilian stream influenced by tannery industries. *Chemosphere*, 2007, 67, 1211-1217.

MONTAGNER, C. C.; JARDIM, W. F. Spatial and seasonal variations of pharmaceuticals and endocrine disruptors in the Atibaia River, São Paulo State Brazil. *Journal Brazilian Chemistry Society*, 2011, 22, 1452-1462.



MONTAGNER, C.C.; VIDAL, C.; SODRÉ, F.F.; PESCARA, I.C.; JARDIM, W.F. A cafeína no ambiente. In: CANELA, M.C.; JARDIM, W.F.; SODRÉ, F.F.; GRASSI, M.T., ed. *Cafeína em águas de abastecimento público no Brasil*. São Carlos: Editora Cubo, 2014, 11-23.

MURADÁS, K.; WOJAHN, D.; COELHO, O.G.W. Levantamento de dados geomorfológicos e hidrogeológicos para mapeamento de vulnerabilidade de contaminação do Aquífero Guarani nos municípios de Portão e Estância Velha/RS utilizando o método DRASTIC. *Revista Ambiente e Água*, 2010, 5(3), 172-194.

NAIME, R.; FAGUNDES, R.S. Controle da Qualidade da água do Arroio Portão, RS. *Pesquisas em Geociências*, 2005, 32(1), 27-35.

NAIME, R.; NASCIMENTO, C.A. Monitoramento de pH, temperatura, OD, DBO e condições microbiológicas das águas do Arroio Pampa em Novo Hamburgo - RS. *UNICiências*, 2009, 13, 107-134.

PETRY, C.T.; COSTA, G.M.; BENVENUTI, T.; RODRIGUES, M.A.S.; DROSTE, A. Avaliação integrada da qualidade química e da genotoxicidade da água do arroio Luiz Rau, no trecho inferior da Bacia do Rio dos Sinos, no Sul do Brasil. *Revista Ambiente e Água*, 2016, 11(4), 867-877.

SALOMONI, S.E.; ROCHA, O.; LEITE, E. H. Limnological Characterization of Gravataí River, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 2007, 19(1), 1-14.

SODRÉ, F.F.; LOCATELLI, M.A.F.; JARDIM, W.F. Occurrence of emerging contaminants in Brazilian drinking waters: a sewage-to-tap issue. *Water Air and Soil Pollution*, 2010, 206, 57-67.

SOUZA, J.R.; MORAES, M.E.B.; SONODA, S.L.; SANTOS, H.C.R.G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil. *REDE - Revista Eletrônica do Prodepa*, 2014, 8(1), 26-45

STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; STENERT, C.; SCHERER, R.T.; NEISS, U.G. Medidas Biológicas e Índices de Qualidade da Água de uma Microbacia com Poluição Urbana e de Curtumes no Sul do Brasil. RS. *Acta Biologica Leopoldensia*, 2006, 28(1), 17-24.

TUCCI, C.E.M. Processos hidrológicos naturais e antrópicos. In: TUCCI, C.E.M.; MENDES, C. A. *Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica*. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental)/ Rhama Consultoria Ambiental, 2006, pp.15-91.

VALCÁRCEL, Y.; ALONSO, S.G.; RODRIGUEZ-GIL, J.L.; GIL, A.; CATALÁ, M. Detection of pharmaceutically active compounds in the rivers and tap water of the Madrid Region Spain and potential ecotoxicological risk. *Chemosphere*, 2011, 84, 1336-1348.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: UFMG, 2005, pp. 15-49. 3. ed.