

CARACTERIZAÇÃO LIMNOLÓGICA DE UM RIO URBANO (ERECHIM-RS): UMA ABORDAGEM MULTIVARIADA DO GRADIENTE LONGITUDINAL AO LONGO DO TEMPO

Limnological characterization of an Urban River (Erechim-rs): A multivariate approach of the longitudinal gradient over time

HEPP, L.U.

Recebimento: 18/02/2013 – Aceite: 12/04/2013

RESUMO: As atividades antrópicas afetam decisivamente a qualidade dos corpos hídricos, em especial, atividades realizadas em perímetros urbanos. Neste estudo, foi avaliada a variação das características limnológicas do rio Tigre (Erechim-RS) ao longo de três anos. Foram analisados quatro trechos seguindo um gradiente nascente-foz em dois períodos (março e agosto) durante três anos (2010, 2011 e 2012). Foram mensuradas variáveis limnológicas utilizadas para avaliar a qualidade da água em corpos hídricos superficiais. Para análise dos dados, foram aplicados métodos multivariados (análises de ordenação e teste de hipóteses). Os resultados demonstraram que existe uma variação causada pela localização dos trechos, onde o trecho 1 (mais afastado das atividades antrópicas diretas) apresentou melhores condições de qualidade quando comparado com os demais. Em escala temporal, foi observada diferença das características limnológicas apenas entre os períodos estudados. Os resultados demonstraram que a qualidade das águas é afetada pelas condições de entorno e que, em escala temporal, a variabilidade limnológica ocorre principalmente entre períodos do mesmo ano e não ao longo dos anos.

Palavras-chave: Integridade ambiental. Monitoramento ambiental. Qualidade de água.

ABSTRACT: Human activities affect decisively the quality of aquatic ecosystems, specially, urban activities. In this study, we measured the limnological characteristics variation of Rio Tigre (Erechim-RS). We analyzed four sections following a gradient headwaters to mainstem in two periods (March and August) for three years (2010, 2011 and 2012). We measured limnological variables used to assess the quality of water in surface water bodies. For data

analysis, multivariate methods (ordination analysis and hypothesis test) were applied. The results show that there is a spatial variation caused by urban activities, where the tract 1 (farther of the direct antropic activities) showed a better quality when compared to the others. On temporal scale, a difference on limnological characteristics was observed only between the periods studied. The results showed that the quality of water is affected by the surrounding conditions and that in time scale, limnological variability occurs mainly between periods of the same year and not over the years.

Keywords: Environmental integrity. Environmental monitoring, Water quality.

Introdução

Os recursos hídricos estão sendo deteriorados rapidamente, o que coloca em risco as fontes de suprimento de água em todos os continentes. A principal causa desta crise são os múltiplos usos dos recursos hídricos pelas atividades humanas sem planejamento, que produzem um incremento no consumo e o rápido decréscimo da qualidade da água (TUNDISI e TUNDISI, 2008). A urbanização, indústria e agricultura são atividades antrópicas indispensáveis para o desenvolvimento das cidades, porém geram grandes impactos aos recursos hídricos (HEPP et al., 2012). Estas atividades acarretam em alterações químicas e ecológicas nos ambientes aquáticos que conduzem ao desequilíbrio da flora e fauna, além de resultar em sérios prejuízos econômicos (ROSEMBERG e RESH, 1993; HEPP et al., 2010; SENSOLO et al., 2012). O aporte dos resíduos gerados por estas atividades com os corpos hídricos, alteram as características limnológicas das águas, como por exemplo, diminuindo a concentração de oxigênio dissolvido, aumentando a acidez das águas e também a concentração de nutrientes, entre outros efeitos (ZALIDIS et al., 2002; KÖNIG et al., 2008).

A população dos municípios têm se concentrado nos perímetros urbanos. Atualmente, a maioria das cidades possui a maior porcentagem de população nos perímetros

urbanos, independente se a principal fonte econômica do município é agrícola, como é o caso da Região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul (DECIAN et al., 2009). Este acréscimo populacional nos centros urbanos exige maior infra-estrutura; porém, os recursos naturais, em especial os corpos hídricos, acabam sendo afetados com a remoção da vegetação, canalização do leito e desvio do leito natural dos rios (TUNDISI e TUNDISI, 2008).

Diante destes problemas, têm-se buscado diversas estratégias para a gestão e recuperação dos ambientes aquáticos. Uma estratégia adotada há algum tempo é o gerenciamento em nível de bacia hidrográfica (DECIAN, 2007). Os Comitês de Bacias Hidrográficas, Secretarias de Meio Ambiente, e Agências fiscalizadoras acabam utilizando a bacia hidrográfica como unidade de gestão, pois um rio recebe tudo que é drenado na região de entorno, seja de forma localizada, como de um efluente, ou na forma difusa, de qualquer escoamento superficial do solo. Dentre as ações para a gestão hídrica, tem se destacado o diagnóstico das condições limnológicas e ecológicas das bacias hidrográficas, onde são feitas a identificação de agentes de degradação, o manejo e adequação legal dessas atividades, além do monitoramento das condições ambientais (DAL MORO e BRUSCHI, 2001; BRIGANTE et al., 2003; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2010).

A região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul possui cerca de 29 municípios, os quais,

em sua totalidade, não apresentam sistema de tratamento de esgoto. Desta forma, todos os resíduos gerado pelas atividades urbanas acabam sendo lançado *in natura* nos rios e riachos urbanos e peri-urbanos (HEPP et al., 2010). Alguns estudos realizados em riachos urbanos de municípios da região Alto Uruguai tem registrado que o lançamento dos esgotos domésticos causa severos danos à qualidade da água e à biodiversidade aquática (HEPP e SANTOS, 2009; HEPP et al., 2010; RESTELLO et al., 2012; BUDKE et al., 2012).

O lançamento de esgotos de maneira direta ou indireta nos corpos hídricos provoca alterações, especialmente nas concentrações de oxigênio dissolvido e nutrientes. Com o aporte de matéria orgânica dos ambientes aquáticos, os teores de oxigênio dissolvido diminuem, podendo chegar a concentrações menores que 3 mg L^{-1} (PEREIRA-DE LUCA et al., 2003; SALOMONI et al., 2007). Em contra partida, os valores de nutrientes (nitrogênio e fósforo) aumentam consideravelmente alterando o estado trófico dos ambientes. Em adição, variáveis como carbono orgânico, nítrito, nítrato, cloretos e condutividades elétricas estão associados a corpos hídricos que recebem resíduos domésticos (BRIGANTE e ESPINOLA, 2003; SALOMONI et al., 2007; MILESI et al., 2008; HEPP et al., 2010; RESTELLO et al., 2012).

Alterações do regime pluviométrico podem contribuir com a maior intensidade de poluentes dissolvidos nas águas dos rios. Em meses de maior estiagem, o volume de água dos rios diminui e o aporte de poluentes é mantido, o que resulta em aumento na concentração de matéria orgânica e nutrientes. Neste contexto, este trabalho procurou avaliar temporalmente as características limnológicas de um rio urbano do município de Erechim-RS, considerando as variações ocorrentes entre diferentes períodos dentro de um ano e entre diferentes anos.

Material e Métodos

Área de Estudo

Este estudo foi realizado no rio Tigre, localizado no município de Erechim-RS ($27^{\circ}29'6''$ a $27^{\circ}47'10''$ S e $52^{\circ}21'33''$ a $52^{\circ}08'43''$ O) no norte do Rio Grande do Sul. A altitude média é de 720 m, a temperatura média anual é de $17,6^{\circ}\text{C}$ e as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, atingindo precipitação média anual de 1900 mm. Esses elementos associados caracterizam o clima do município e da região como pertencendo ao tipo Cfb de Köppen (BERNARDI e BUDKE, 2010). A formação geológica e edáfica é constituída por basalto, o solo é composto predominantemente pela classe dos latossolos, mais especificamente o Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (LVaf). A vegetação é caracterizada por um misto de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Semidecidual (BUDKE et al., 2010). O município de Erechim possui cerca de 100 mil habitantes, sendo aproximadamente 90% moradores do perímetro urbano. A economia municipal concentra-se na agricultura, porém apresenta grandes empresas do ramo metal-mecânico e alimentício.

Para este estudo foram definidos quatro trechos do rio Tigre sendo o primeiro trecho ($27^{\circ}38'58,9''$ S; $52^{\circ}16'13,2''$ O) localizado dentro de um remanescente florestal no perímetro urbano. A vegetação ripária é presente em ambas as margens com extensão de cerca de 20 a 30 m. O leito é composto por pedras, folhas e areia, apresentando bom fluxo de água que garante a oxigenação. O segundo trecho ($27^{\circ}39'21,0''$ S; $52^{\circ}15'04,8''$ O) é localizado à montante de um conjunto habitacional. O resíduo gerado pelas moradias é lançado diretamente no leito do rio. Existe cerca de 5 a 10 m de vegetação ripária em ambas as margens, onde o substrato é pe-

dregoso. O terceiro trecho (27°39'44,3"S; 52°14'43,4"O) localiza-se cerca de 2 km do trecho 2. Apresenta substrato composto por lagedo. A vegetação da margem é rasteira e existe um pequeno povoado à montante do trecho. O último trecho estudado (27°39'28,4"S; 52°13'46,8"O) situa-se a cerca de 4 km do trecho 3. Possui cerca de 2 m de vegetação ripária em ambas as margens, substrato pedregoso. Em uma das margens existe uma empresa de concretagem.

Variáveis Limnológicas

As coletas foram realizadas nos meses de março e agosto dos anos de 2010, 2011 e 2012. As amostras de água foram coletadas a uma profundidade média de 20 cm da superfície com uma garrafa de vidro e mantidas em refrigeração (4°C) até o momento das análises. As variáveis temperatura da água e oxigênio dissolvido foram mensuradas *in situ* com um Oxímetro YSI®. As variáveis condutividade elétrica e sólidos dissolvidos totais foram analisadas utilizando um Condutivímetro OAKTON®; a turbidez foi quantificada pelo uso de um Turbidímetro Policontrol® 2000; a alcalinidade e cloretos foram quantificados por titulometria, o íon nitrato foi quantificado por espectrofotometria e a concentração de carbono orgânico total (COT) foi quantificada por um Analisador TOC SHIMADZU®. Todas as análises foram realizadas de acordo com metodologia proposta em APHA (1998).

Análise dos dados

Para verificar a existência de variação entre os períodos do ano (março e agosto) e entre os anos (2010, 2011 e 2012) foi utilizada uma abordagem de análise multivariada, ou seja, as variáveis não foram analisadas individualmente considerando os fatores estudados. Inicialmente, a matriz limnológica foi padronizada devido a diferença entre as

unidades de medidas das variáveis estudadas. A padronização foi feita em uma escala de 0 a 1. Esta padronização foi feita separadamente para cada variável, onde o valor mínimo foi subtraído de cada valor após a divisão com o valor máximo. Esta padronização, além de garantir a mesma unidade de medida para as variáveis, manteve a variação existente entre elas.

Como análise exploratória foi empregada uma análise de Componentes Principais (PCA) para verificar quais as variáveis limnológicas estariam gerando a ordenação dos trechos estudados. Por fim, para verificar a existência de diferenças significativas ($\alpha < 0,05$) entre as características limnológicas em relação aos fatores mencionados acima, foi empregada uma Análise de Variância Multivariada (MANOVA) a partir da matriz de distância Euclidiana calculada anteriormente. As análises foram realizadas no Ambiente Estatístico R (R CORE TEAM, 2012) utilizando o pacote “vegan” (OKSANEM et al., 2012).

Resultados

Nos últimos três anos a pluviosidade média na região Alto Uruguai, em especial no município de Erechim, apresentou maior pluviosidade no inverno (180 mm) e menor pluviosidade no verão (97 mm). Nos três meses que antecederam todas as coletas de março, a média de pluviosidade foi de 124 mm, enquanto que nos três meses que antecederam as coletas de agosto, a pluviosidade média foi de 232 mm.

As variáveis limnológicas apresentaram uma nítida variação espacial (ao longo dos trechos) onde o trecho 1 ficou dissimilar em relação aos demais. De maneira geral, a temperatura da água foi inferior no período de inverno, exceto em 2012. Os valores de oxigênio dissolvido foram inferiores a 7 mg L⁻¹, sendo inferiores nos períodos de inverno.

O oxigênio dissolvido apresentou valores mais elevados no trecho 1, com acentuado decréscimo no trecho 2. A partir do trecho 3, os valores apresentaram leve acréscimo (Tabela 1).

O pH variou de levemente ácido a levemente básico (6,5-8,5). Os teores de nitrito e carbono orgânico foram elevados, principalmente após o trecho 2 onde há descarga de resíduos urbanos. Estes valores, em especial de nitrito, reportam a um severo processo de eutrofização dos locais estudados. Os valores das variáveis limnológicas registrados nos quatro trechos ao longo dos dois períodos entre os anos estão representados na Tabela 1.

Os dois primeiros componentes principais (CP) explicaram 63,2% da ordenação dos

trechos durante os períodos e anos estudados. O CP1 explicou 42,8% enquanto que o CP2 explicou 20,4% da variação (Figura 1). O trecho 1 nos dois períodos (março e agosto) e durante os anos foi ordenado em função da concentração de oxigênio dissolvido. Os demais trechos foram ordenados em função dos altos valores de condutividade elétrica, turbidez, cloreto, nitrito e COT. As amostras coletadas no inverno ficaram ordenadas de maneira positiva com o CP2, apresentando menores temperaturas e valores mais elevados de pH. Os resultados da MANOVA demonstraram existir diferenças para as características limnológicas entre os trechos e estações do ano, enquanto que entre os anos as características foram semelhantes (Tabela 2). A diferença espacial ocorreu entre o trecho 1 e os demais.

Tabela 1 - Valores das variáveis limnológicas mensuradas nos quatro trechos do rio Tigre (Erechim-RS) durante os meses de março e agosto dos anos de 2010, 2011 e 2012. OD: oxigênio dissolvido; CE: condutividade elétrica; TDS: sólidos dissolvidos totais; COT: carbono orgânico total.

Variáveis	2010							
	c	P1-I	P2-V	P2-I	P3-V	P3-I	P4-V	P4-I
Temp. da água (°C)	19,2	17,0	20,1	17,7	21,7	18,8	21,6	18,9
OD (mg L ⁻¹)	8,64	6,75	6,34	4,78	6,10	5,73	6,40	6,20
CE (µS cm ⁻¹)	45,1	62,5	156,1	197,1	116,0	348,0	92,2	148,7
TDS (mg L ⁻¹)	22,5	32,1	78,8	98,4	59,0	178,0	46,2	75,4
Turbidez (UNT)	4,05	2,35	16,80	15,50	9,55	11,90	7,45	6,58
pH	6,25	7,50	6,62	7,58	6,73	8,00	6,67	6,97
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	18,6	20,0	73,3	109,3	64,0	65,0	45,3	52,0
Cloretos (mg L ⁻¹)	56,7	24,8	124,1	77,9	106,3	99,2	70,9	38,9
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,010	0,051	0,160	0,643	0,488	0,296	0,505	0,429
COT (mg L ⁻¹)	12,18	7,67	43,37	42,29	56,86	81,41	23,19	10,19
	2011							
Temp. da água (°C)	21,1	18,8	21,3	18,9	23,1	19,4	25,8	19,7
OD (mg L ⁻¹)	8,02	8,57	6,12	6,90	6,52	5,88	6,87	5,75
CE (µS cm ⁻¹)	58,0	34,7	141,5	48,3	141,8	57,8	98,3	52,9
TDS (mg L ⁻¹)	29,1	16,9	71,1	24,3	70,9	29,0	49,3	24,8
Turbidez (UNT)	2,88	4,67	11,10	18,80	4,77	22,50	12,70	19,10
pH	6,36	8,69	6,82	8,36	6,68	8,45	6,10	8,58
Alcalinidade (mg L ⁻¹)	16,0	24,0	54,6	47,3	36,0	45,3	25,3	34,6
Cloretos (mg L ⁻¹)	42,5	24,8	92,2	44,3	81,6	46,1	67,3	35,4
Nitrito (mg L ⁻¹)	0,07	0,112	0,36	0,082	0,590	0,131	0,510	0,133
COT (mg L ⁻¹)	14,78	10,74	20,53	18,30	31,47	41,74	46,11	16,91
	2012							
Temp. da água (°C)	18,3	19,1	19,7	19,7	19,7	20,8	18,1	21,9
OD (mg L ⁻¹)	6,54	7,75	6,37	4,98	6,69	5,03	6,75	5,29

Continua

Variáveis	2010							
	c	P1-I	P2-V	P2-I	P3-V	P3-I	P4-V	P4-I
CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	39,8	52,0	130,2	124,5	122,0	132,6	122,7	99,7
TDS (mg L^{-1})	19,2	25,37	42,9	63,6	41,0	68,3	41,7	53,1
Turbidez (UNT)	5,36	7,83	4,66	115,0	4,24	43,70	3,95	23,20
pH	6,70	7,13	6,30	8,00	6,74	7,59	6,6	8,15
Alcalinidade (mg L^{-1})	17,3	21,3	63,9	93,3	50,0	101,3	35,31	69,0
Cloretos (mg L^{-1})	30,9	42,5	21,2	99,2	10,3	63,8	24,8	53,1
Nitrito (mg L^{-1})	0,07	0,23	0,34	<0,01	0,18	<0,01	0,22	1,30
COT (mg L^{-1})	10,11	9,10	59,71	36,21	54,20	50,22	41,46	34,65

Figura 1 - Diagrama biplot da PCA dos quatro trechos estudados no rio Tigre (Erechim-RS) nos dois períodos (março e agosto) durante os anos de 2010, 2011 e 2012. P1 a P4: trechos 1 a 4; V: março; I: agosto; 10, 11 e 12: anos de coleta; ALC: alcalinidade; COT: carbono orgânico total; TDS: sólidos dissolvidos totais; COND: condutividade elétrica; CL: cloretos; OD: oxigênio dissolvido; TEMP: temperatura da água; NIT: nitrito; UNT: turbidez.

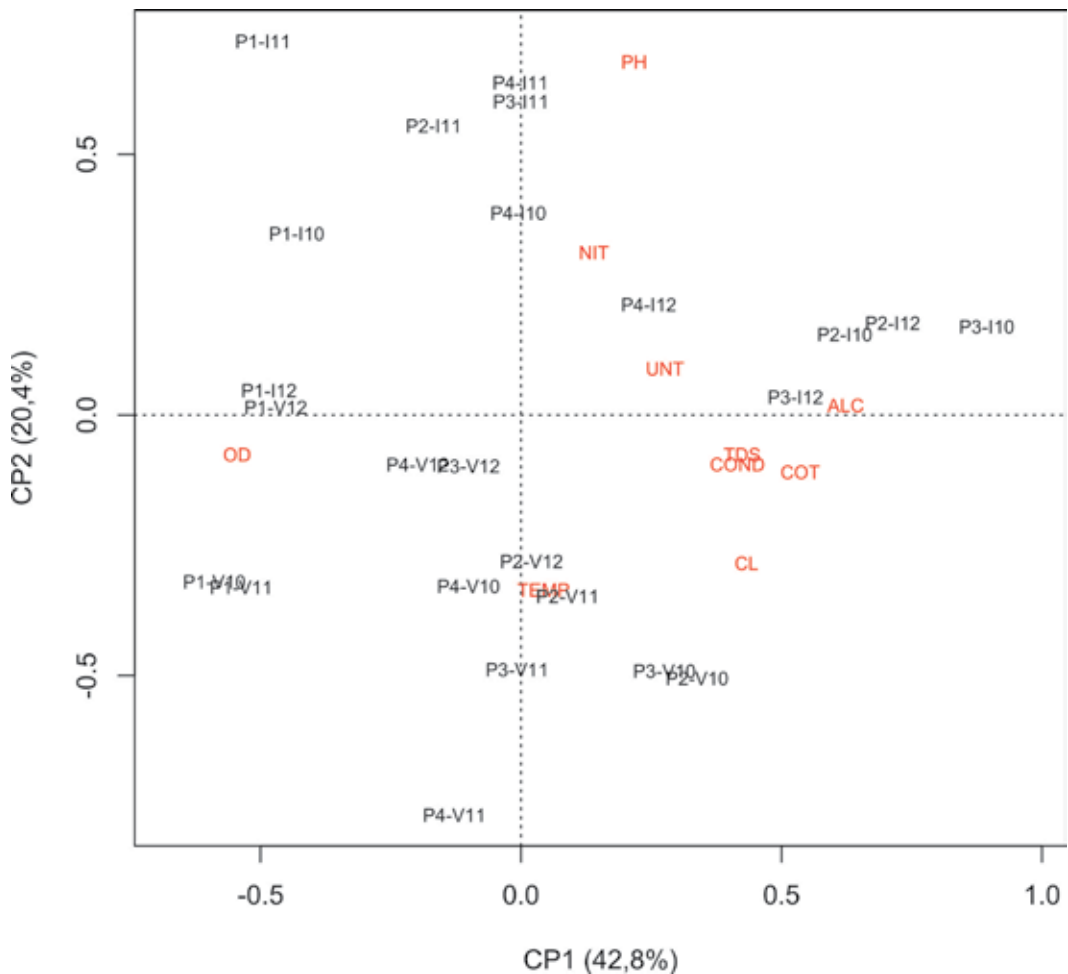


Tabela 2 - Resumo da MANOVA comparando as variáveis limnológicas entre os quatro trechos, os dois períodos (março e agosto) e os três anos estudados (2010, 2011 e 2012). GL: graus de liberdade; SQ: soma de quadrados; MQ: média de quadrados; F: estatística; P: probabilidade.

	GL	SQ	MQ	F	P
<i>Entre Trechos</i>					
Trecho	3	0,968	0,322	4,425	0,001
Resíduos	20	1,458	0,072		
Total	23	2,427			
<i>Entre Períodos</i>					
Ano	1	0,478	0,478	5,408	0,003
Resíduos	22	1,948	0,088		
Total	23	2,427			
<i>Entre anos</i>					
Período	2	0,214	0,107	1,018	0,389
Resíduos	21	2,212	0,105		
Total	23	4,427			

Discussão

As características limnológicas apresentaram variação entre o trecho 1 (independente do período e dos anos) com os demais. O trecho 1, embora seja localizado no perímetro urbano, localiza-se dentro de um remanescente florestal, de cerca de 1 ha. A presença da vegetação riparia em torno do trecho resulta em proteção ao corpo hídrico. Além disso, sua área de drenagem não possui nenhuma fonte de matéria orgânica de origem antrópica. Em muitos casos, a presença da vegetação ripária não garante a qualidade da água caso exista uma fonte de contaminação pontual (HEPP et al., 2010). O grande problema dos corpos hídricos urbanos está concentrado no fato de receberem resíduos domésticos *in natura*.

As variáveis limnológicas analisadas mostraram um padrão nos dois períodos estudados durante os três anos. Os valores de oxigênio dissolvido apresentaram um decréscimo acentuado após o trecho 2, para, em seguida, apresentarem um leve acréscimo.

Um padrão contrário foi observado para condutividade elétrica, nitrato e COT, os quais aumentaram consideravelmente no trecho 2. Este padrão é reflexo imediato de fontes de poluição pontuais. O trecho 2 recebe diretamente no leito do rio esgotos orgânicos oriundos de um conjunto habitacional. O que gerou um padrão de altos valores de matéria orgânica e condutividade, comum em riachos urbanos (HEPP e SANTOS, 2009; MILESI et al., 2009; RESTELLO et al., 2012; BUDKE et al., 2012). A condutividade elétrica, embora não seja uma variável que possua padrão estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005) é uma excelente variável indicadora de contaminação orgânica e pode ser utilizada com muita segurança para avaliações rápidas em ecossistemas aquáticos.

A “melhoria” da qualidade da água no sentido nascente-foz pode ser reflexo do fluxo de água existente no rio Tigre. Como é um rio de baixa profundidade (alguns trechos chegam 1 m, mas a maioria é < 1 m de profundidade) e alta correnteza, ocorre uma constante oxigenação das águas o que auxilia em um processo chamado auto-depuração (HEPP e RESTELLO, 2010). Por outro lado, como a quantidade de matéria orgânica despejada no rio é muito alta, essa oxigenação não é suficiente para completa degradação. Como os resíduos lançados são de origem urbana, é provável que exista contaminação por alguns metais, que, mesmo não tendo sido quantificados neste estudo, podem estar presentes no sedimento devido a condição de contaminação do rio (MILESI et al., 2008).

A variação das características limnológicas entre os períodos do ano está relacionada com o regime pluviométrico. Na região, os meses de março e agosto são historicamente de baixa pluviosidade (<150 mm), sendo que em agosto a pluviosidade é levemente inferior. Porém, os meses que antecedem março, apresentam pluviosidade inferior aos meses

que antecedem agosto (124 e 232, respectivamente). Com a diminuição do volume de chuvas, o mesmo ocorre com os rios, tendo sua vazão reduzida. Como não ocorre a redução da descarga de esgotos, a concentração de poluentes aumenta significativamente, deteriorando ainda mais a qualidade das águas. Como este padrão ocorre ao longo dos anos, não foi possível observar diferenças significativas entre as características limnológicas quando analisado o efeito entre os três anos estudados.

Em conclusão, os resultados mostraram o efeito negativo constante do aporte de resíduos urbanos sobre a qualidade das águas. Isso foi possível observar pela variação no mesmo ano e entre os diferentes anos estudados. Além disso, a variabilidade, ao longo do tempo, pode ser influenciada pelo regime pluviométrico, o qual provoca alteração nas concentrações dos poluentes lançados no corpo hídrico. Desta forma, a realização de atividades de avaliação e monitoramento dos recursos hídricos é crucial para a tomada de decisões. Programas de gerenciamento e

recuperação de recursos hídrico necessitam destas informações básicas para nortear suas atividades e direcionamento dos recursos financeiros e humanos. No entanto, muitos municípios não contam com programas ou órgãos efetivos para a realização destas atividades. Neste sentido, os Comitês de Bacia assumem um papel fundamental no apoio, incentivo e acompanhamento de atividade de monitoramento, sejam elas com fins científicos ou para licenciamentos. Outra alternativa eficiente de manutenção da qualidade dos corpos hídricos são medidas integradoras (BUDKE et al., 2012). Essas medidas se baseiam na integração de diferentes informações, como por exemplo, variáveis limnológicas, atributos da paisagem e organismos bioindicadores. Programas de monitoramento que incorporam estes diferentes componentes tem maior chance de sucesso na tomada de decisões, pois possuem argumentos mais consistentes na avaliação e direcionamento de medidas remediadoras e conservacionistas para os ambientes aquáticos continentais.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece a MSc. Silvia Vendruscolo Milesi (UFRGS) pela leitura e sugestões feitas para este manuscrito. O autor recebe apoio financeiro do CNPq (proc. no. 471572/2012-8) e FAPERGS (proc. no. 1354/2012). Luiz Ubiratan Hepp - Departamento de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. URI Erechim. Av. Sete de Setembro, 1621. Erechim – RS. CEP 99700-000. E-mail: lhepp@uricer.edu.br

AUTORES

Luiz Ubiratan Hepp - Departamento de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. URI. Erechim. - RS. E-mail: lhepp@uricer.edu.br

REFERÊNCIAS

APHA—American Public Health Association. **Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20 ed. Washington, 1998.

BERNARDI, S.; BUDKE J.C. Estrutura da sinúsia epifítica e efeito de borda em uma área de transição entre floresta estacional semidecídua e floresta Ombrófila Mista. **Floresta**, v. 40, p. 81–82, 2010.

BRASIL. Resolução no 357 de 17 de março de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da União**. Seção 1, no 53, 18 de março de 2005. p 58-63, 2005.

BRIGANTE, J.; ESPÍNOLA, E.L.G.; POVINELLI, J.; NOGUEIRA, A.M. Caracterização física, química e biológica da água do Rio Mogi-Guaçu. p.55-76. In: BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E. L. G. **Limnologia Fluvial: Um estudo no rio Mogiguaçu**. São Carlos RIMA, 2003.

BUDKE, J. C., ALBERTI, M. S.; ZANARDI, C., BARATTO.; ZANIN, E. M. Bamboo dieback and tree regeneration responses in a subtropical forest of South America. **Forest Ecology and Management**, v. 260, p. 1345–1349, 2010.

BUDKE, J.; HEPP, L. U.; DECIAN, V.; ZANIN, E.M. Influência dos usos da terra sobre a composição e funcionalidade de comunidades de macroinvertebrados bentônicos: integrando processos entre paisagem, interface ribeirinha e comunidades biológicas. In: SANTOS, J.E.; ZANIN, E.M.; MOSCHINI, L.E. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem: ecologia, planejamento e percepção**. São Carlos: Rima, 2012, v. 4, p. 310-323.

DAL MORO, S.; BRUSCHI-Jr, W. Qualidade da água do Rio Novo, Aratiba-RS. **Perspectiva**. v. 25, p. 9-20, 2001.

DECIAN, V. S. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento. In: ZAKRZEVISKI, S.B. **Conservação e uso sustentável da água: múltiplos olhares**. Erechim, RS: EdiFapes, 2007. 138 p.

DECIAN, V.; ZANIN, E. M.; HENKE, C.; QUADROS, F. R.; FERRARI, C. A. Uso da terra na região Alto Uruguai do Rio Grande do Sul e obtenção de banco de dados relacional de fragmentos de vegetação arbórea. **Perspectiva**, v. 33, n. 121, p. 165-176, 2009.

HEPP, L.U.; SANTOS, S. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v.157, p. 305-318, 2009.

HEPP, L. U.; RESTELLO, R. M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliação de impactos resultantes dos usos da terra. In: SANTOS, J.E.; ZANIN, E.M.; MOSCHINI, L.E. (Org.). **Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção**. São Carlos: Rima Editora, p.264-277. 2010.

HEPP, L. U.; MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M. Effects of agricultural and urban impacts on macroinvertebrates assemblages in streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Zoologia**, v. 27, n.1, p. 106–113, 2010.

HEPP, L.U.; TONIN, A.M.; RESTELLO, R.M.; KÖNIG, R. **Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade das águas**. In: MARINHO, J.R.; HEPP, L.U.; FORNEL, R. Temas em Biologia: Edição comemorativa aos 20 anos do curso de Ciências Biológicas e aos 5 anos do PPG Ecologia da URI - Campus de Erechim. Erechim: EdiFapes, p. 75-84, 2012.

KONIG, R.; SUZIN, C.R.H.; RESTELLO, R.M.; HEPP, L.U. Qualidade das águas de riacho da região norte do Rio Grande do Sul (Brasil) através de variáveis físicas, químicas e biológicas. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, v. 3, p. 84-93, 2008.

- MILESI, S. V.; BIASI, C.; RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U. Efeito de metais sobre a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em riachos do Sul do Brasil. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 30, p. 283-289, 2008.
- MILESI, S.V.; BIASI, C.; RESTELLO, R.M.; HEPP, L.U. Distribution of benthic macroinvertebrates in Subtropical streams (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 21, n. 4, p. 419-429, 2009.
- OKSANEN J. et al. Multivariate Analysis of Ecological Communities in R: package “vegan”, 2012. <http://vegan.rforge.r-project.org/> 2012.
- PEREIRA, D.; LUCA, J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 15, n. 2, p. 57-68, 2003.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível e: <http://www.R-project.org>. 2012.
- RESTELLO, R. M.; HEPP, L. U.; MENEGATT, C.; DECIAN, V. e OLIVEIRA, C. H. Efeito das características da área de drenagem sobre a distribuição de Chironomidae (Diptera) em riachos do Sul do Brasil. In: SANTOS, J. E.; ZANIN, E. M. e MOSCHINI, L. E. (Org). **Faces Da Polissomia Da Paisagem – Ecologia, Planejamento e Percepção**. São Carlos: RIMA Editora, p. 325-339, 2012.
- ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. Freshwater biomonitoring and bentic macroinvertebrates. New York: **Chapmann e Hall**, p. 488, 1993.
- SALOMONI, S.E. et al. Limnological characterization of Gravataí River, Rio Grande do Sul. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 19, n. 1, p. 1-14, 2007.
- SENSOLO, D.; HEPP, L. U.; DECIAN, V.; RESTELLO, R. M.; Influence of landscape on the assemblages of Chironomidae in Neotropical streams. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**, v. 48, p. 391-400, 2012.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de textos, p. 631, 2008.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p. 67-76, 2010.
- ZALIDIS, G.; STAMATIADIS, S.; TAKAVAKOGLU, V.; ESKRIDGE, K.; MISOPOLINOS, N. Impacts of agricultural practices on soil and water quality in the Mediterranean region and proposed assessment methodology. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. v. 88, p. 137-146, 2002.