

DETERMINAÇÃO DE METAIS TRAÇO NO SEDIMENTO DO CANAL PROLONGAMENTO DA AVENIDA BENTO GONÇALVES, PELOTAS (RS)

RESUMO

Este trabalho foi realizado no canal Prolongamento da Av. Bento Gonçalves, na zona urbana da cidade de Pelotas, nos mês de maio de 2012 (outono). Foram coletadas amostras em sete pontos ao longo do percurso do canal. O intuito foi avaliar o nível de metais traços no seu sedimento e parâmetros físico-químicos na água. Foram avaliados cádmio, cromo, cobre, níquel chumbo e zinco, e os parâmetros físico-químicos na água foram: pH, oxigênio dissolvido, turbidez, dureza, cloretos e matéria orgânica. As amostras de água foram coletadas com o auxílio de uma jarra de plástico. As análises de pH, condutância, oxigênio dissolvido e turbidez foram analisadas em campo. Através dos resultados da água podemos observar um corpo hídrico altamente impactado. A condutância, indicador de poluição no corpo hídrico, variou de 731,20 a 7.379 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, quando o valor máximo para corpo não poluído seria 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Os resultados de cloretos somente em dois dos sete pontos apresentou-se abaixo do estipulado pelo CONAMA 357/2005 para águas classe 2, onde o limite é 250 mg Cl-L-1, variando de 104,13 a 1.249,6 mg Cl-L-1. Os valores de oxigênio dissolvido, de 2,80 a 8,70 mg de O₂.L-1, e os altos teores de matéria orgânica, 19,23 a 432,67 mg de O₂.L-1 confirmam o quão impactado encontra-se este canal.

PALAVRAS-CHAVES: Canal; Metais; Sedimento; Água.

DETERMINATION OF TRACE METALS IN THE SEDIMENT OF THE PROLONGATION OF AVENUE BENTO GONÇALVES, PELOTAS (RS)

ABSTRACT

This work was carried out in the channel extension of avenue Bento Gonçalves, in the urban area of Pelotas, in the month of May 2012 (autumn). Samples were collected at seven points along the route of the canal. The aim was to evaluate the level of trace metals in sediments and their physico-chemical parameters in water. Were evaluated cadmium, chromium, copper, nickel, lead and zinc, and physico-chemical parameters in water were: pH, dissolved oxygen, turbidity, hardness, chlorides and organic matter. Water samples were collected with the aid of a plastic jar. The analysis of pH, conductivity, dissolved oxygen and turbidity were analyzed in the field. Through the results of the water we observe a highly impacted water body. Conductance, an indicator of pollution in the water body, ranged from 731.20 to 7379 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, when the maximum value for unpolluted body would 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. The results of chlorides in only two of the seven points presented below stipulated by CONAMA 357/2005 Water for Class 2, where the limit is 250 mg-Cl .L-1 ranging from 104.13 to 1,249.60 mg Cl-L-1. The dissolved oxygen values, from 2.80 to 8.70 mg O₂.L-1, and high levels of organic matter, from 19.23 to 432.67 mg O₂.L-1 confirm how impacted finds if this channel.

KEYWORDS: Channel; Metals; Sediments; Water.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.5, n.1, Dez 2013, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2014.

ISSN 2179-6858

SECTION: Articles
TOPIC: Recursos Hídricos



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0016

Eduarda Medran Rangel

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/8556335072141185>
em-rangel@hotmail.com

Pedro José Sanches Filho

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/2679073082540151>
fermin@uesc.br

Received: 15/01/2014

Approved: 10/04/2014

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

RANGEL, E. M.; SANCHES FILHO, P. J.. Determinação de metais traço no sedimento do canal prolongamento da Avenida Bento Gonçalves, Pelotas (RS). *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, Aquidabã, v.5, n.1, p.229-241, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0016>

INTRODUÇÃO

O Canal Prolongamento da Av. Bento Gonçalves é um canal que inicialmente foi criado para fins de drenagem pluvial, com a popularização ao seu entorno, tornou-se corpo receptor de esgoto bruto proveniente das residências que o cercam. Este deságua no Canal São Gonçalo, que por sua vez faz a ligação entre a Lagoa Mirim e a Laguna dos Patos.

Em ambientes aquáticos, os metais alcançam o sedimento basicamente por dois mecanismos: (1) ligação ou adsorção com ligantes orgânicos ou inorgânicos formando complexos com metais e precipitando-se diretamente no sedimento ou (2) pela reação de compostos orgânicos com íons metálicos, permanecendo em solução até que sejam adsorvidos pelo material em suspensão, que se precipitará no sedimento (LEITE, 2002).

Como o sedimento é considerado um reservatório dos contaminantes metálicos lançados no ambiente aquático sua análise passou a ser uma importante ferramenta para indicar o grau de poluição por metais em ecossistemas aquáticos (SILVA, 2001).

O sedimento que tem em sua composição granulométrica uma maior quantidade de finos, representados por elevadas quantidades de silte e argila e menor de areia, configuram uma significativa possibilidade de se encontrar contaminantes em função de sua maior capacidade de adsorção (CETESB, 2009).

Os metais presentes no sedimento podem ser remobilizados para a coluna d'água através de mudanças nas características físico-químicas, tornando-se disponíveis para a incorporação pelos organismos presentes nesse meio (TORRES et. al., 2008; LEMES et. al., 2003). Quando a poluição por metais atinge as águas, todo o ecossistema daquele local será contaminado, pois, através da água, os metais poderão ser absorvidos pelas plantas e algas que são à base de quase todas as cadeias tróficas (ALVES, 2002). A poluição por metais difere da poluição orgânica, pois os metais não estão sujeitos a nenhum processo de biodegradação (CLARK, 2001).

Pouco se conhece de estudos feitos para conhecimento das características da região de estudo, o que torna a pesquisa de grande importância para monitoramento do ambiente e conhecimento das propriedades do sedimento.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os teores dos metais cádmio (Cd), cromo (Cr), cobre (Cu), chumbo (Pb), níquel (Ni) e zinco (Zn) em amostras de sedimento do canal Prolongamento da Av. Bento Gonçalves, além de matéria orgânica, umidade e granulometria, visando a determinação do grau de contaminação deste recurso hídrico.

METODOLOGIA

As amostras foram obtidas em sete pontos, distribuídos ao longo do percurso do canal Prolongamento da Av. Bento Gonçalves. A amostragem foi realizada no mês de maio de 2012 (outono), em período seco. Estes locais foram escolhidos para a coleta por serem possíveis

As amostras de água foram coletadas com o auxílio de uma jarra de plástico. Logo foram armazenadas em frascos de plástico descontaminados e guardadas sob temperatura de refrigeração a $\pm 4^{\circ}\text{C}$, depois transportadas até o laboratório.

As análises de pH, condutância, oxigênio dissolvido e turbidez foram analisadas em campo com o auxílio de: pHmêtro (Quimis – Q400A), condutivímetro (Instrutherm – CD 830), oxímetro (Instruments – Homis 509) e turbidímetro (TecnoPON – TB 1000).

As análises de dureza, cloretos e matéria orgânica foram realizadas no laboratório (GPCA) da Instituição, a dureza através da titulometria de complexação com EDTA, os cloretos foram feitos pelo método de Mohr e a matéria orgânica foi feita pelo método de permanganometria, (APHA, 2005).

Coletou-se o sedimento superficial (0-5 cm de profundidade), com o auxílio de uma draga de aço inoxidável do tipo “Van Veen” (MOZETO, 2007), o qual foi retirado da parte central da draga, a fim de se evitar o uso de amostra contaminada pelo metal da draga. Após, se armazenou em frascos de polietileno descontaminados, os quais foram acondicionados sob refrigeração a 4°C e transportados até o laboratório.

As amostras para o tratamento químico foram secas em estufa a 60°C pelo período de 48 horas. Por conseguinte, foi realizada a maceração com gral e pistilo, seguido por peneiramento. A fração $< 63\ \mu\text{m}$ foi utilizada para o procedimento de extração.

A matéria orgânica foi quantificada pelo método de perda de peso por meio da avaliação indireta de perda de voláteis a 550°C por 4 horas (WALKLEY e BLACK, 1934 apud ANGONESI, 2005). A análise de umidade foi realizada por método gravimétrico com cerca de 20g de amostra e secagem em estufa a 105°C até peso constante. A granulometria foi determinada através do método padrão de peneiras descrito por Suguiú (1970).

No processo de digestão pesou-se 2 g da fração menor que $63\ \mu\text{m}$ do sedimento, foram adicionados 4mL de água régia (3:1 HCl:HNO₃), 1mL de HClO₄ e 4mL de água Mili-Q, com aquecimento por 30 minutos a 90°C , sendo as extrações realizadas no mínimo em triplicata (Hortelani, et al., 2005). Este método de extração é considerado uma digestão pseudototal extraindo metais que possam vir a ser biodisponíveis não dissolvendo silicatos. As soluções obtidas de cada fração foram filtradas e avolumadas a 25,0 mL com água de Milli-Q. Todas as extrações foram acompanhadas por análises em paralelo de brancos.

Todos os materiais utilizados no tratamento e armazenamento das amostras foram descontaminadas em uma solução de HNO₃ a 10% (v/v), por 24 horas, secas em estufa a 105°C .

As curvas de calibração foram preparadas a partir da diluição de soluções padrões da marca Titrisol® Merck de 1000 mg L⁻¹ de cada metal analisado. A faixa de concentração dos padrões utilizada foi de 0,2 a 4 mg L⁻¹ para todos os analitos. Os padrões sofreram o mesmo tratamento das amostras para manter a proporcionalidade entre o sinal analítico e a concentração.

Os ácidos HCl, HClO₄ e HNO₃ utilizados nas análises foram todos de grau analítico.

Fez-se uso do material de referência certificado para solo e sedimento, Natural Matrix Certified Reference – Materials metals on soil/sediment #4 (NMCR#4), obtido da Ultra Scientific Analytical Solutions, para a validação e estudo de recuperação do método analítico.

Os extratos foram analisados por espectrofotometria de absorção atômica por chama em um espectrofotômetro da marca PerkinElmer AAnalyst 200.

Através de cinco leituras do branco calcularam-se os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ), usando a soma da média do sinal do branco mais três vezes o seu desvio padrão para o LD, enquanto que o LQ foi obtido pela soma da média do sinal do branco mais dez vezes seu desvio padrão (IUPAC, 1997; Castro et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1, apresenta os resultados obtidos nas análise de pH, condutância, oxigênio dissolvido, turbidez, cloretos, dureza e matéria orgânica na água.

Tabela 1: Resultados obtidos para ph, oxigênio dissolvido, turbidez, condutância, cloretos, dureza e matéria orgânica.

	pH	O.D mg.L-1 O2	Condutância $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Turbidez (NTU)	Cloretos mg Cl-/L	Dureza mg.CaCO3/L	Matéria Orgânica mg.L-1 O2
P1	7,24	7,80	2.558	19,30	104,13	78,66	432,67
P2	7,25	4,40	731,20	49,10	139,63	114,66	163,45
P3	7,54	3,80	6.116	33,40	485,16	183,33	24,99
P4	7,30	2,80	4.208	38,80	781,00	306,66	19,23
P5a	6,97	8,70	7.379	51,80	1180,96	422,66	48,07
P5d	6,23	6,50	2.652	47,30	1249,60	448,00	22,11
P6	7,10	3,80	4.105	14,70	492,26	228,00	19,23

Os valores de pH na água foram semelhantes, tendo-se uma média em torno de 7,1. Estes valores são compatíveis com o padrão da classe II da Resolução do CONAMA n°357/05 que estima uma faixa de 6,0 a 9,0. O pH na água é de extrema importância no controle da precipitação, mobilidade e biodisponibilidade de íons metálicos. Quando o valor do pH está elevado reduz a concentração de metais traços na água.

Através dos valores obtidos na condutividade podemos observar que todos os pontos encontram-se em alto nível de contaminação, uma vez que o valor máximo para águas não poluídas é de $100 \mu\text{S.cm}^{-1}$ (CETESB, 2009). Um indicativo para esses valores estarem tão acima do normal pode ser o esgoto proveniente das casas que ficam próximas ao Canal.

Através da turbidez mede-se a capacidade de dispersar a radiação luminosa, isto se deve as partículas que permanecem em suspensão e em menor proporção aos compostos dissolvidos. Os valores encontrados para os sete pontos estão de acordo com a legislação, pois segundo a Resolução do CONAMA n°357/05 o teor máximo é de 100NTU para águas classe II.

O oxigênio dissolvido (OD) é vital para os seres aquáticos aeróbicos, sendo que seu nível de disponibilidade na água vai depender do balanço entre a quantidade consumida por bactérias para oxidar a matéria orgânica e a quantidade produzida no próprio corpo de água através dos

organismos fotossintéticos. Quando a carga dos esgotos lançados nos corpos de água excede a capacidade de autodepuração, os mesmos ficam sem oxigênio, provocando problemas estéticos e liberação de odor e impedindo a existência de peixes e outros seres aquáticos (CETESB, 1988). Nos pontos analisados podemos constatar que os pontos 2, 3 e 4 estão abaixo de 5mg/L O₂, valor estipulado para águas doce classe II na Resolução CONAMA 357(2005). Nestes pontos observa-se a redução da matéria orgânica (de 163,2 para 19,4 mg L⁻¹ de O₂). Em águas poluídas, conforme Valente et al. (1997), a decomposição de compostos orgânicos lançados na água consome oxigênio pelos mesmos, através da oxidação bioquímica, depurando assim a matéria orgânica. Observa-se que ao receber as águas do outro canal no ponto 5, ocorre um enriquecimento em oxigênio dissolvido, estas águas apresentam alta carga inorgânica e baixo teor de matéria orgânica. O Valor de oxigênio dissolvido volta a cair no ponto 6.

Os resultados demonstram que os níveis de cloretos ultrapassam o valor estabelecido pela resolução CONAMA 357/05 para águas doce classe II, em 5 dos 7 pontos estudados. Em águas superficiais, são fontes importantes de cloreto as descargas de esgotos sanitários, sendo que cada pessoa expele através da urina cerca 4 g de cloreto por dia, que representam cerca de 90 a 95% dos excretos humanos. O restante é expelido pelas fezes e pelo suor (WHO, 2009).

Os resultados de dureza mostram que na maioria dos pontos a água se encontra de dura a muito dura.

O ponto 1 com o maior valor de matéria orgânica, 432,7 mg.Kg⁻¹O₂, indica este como o principal ponto de entrada de matéria orgânica. Sabe-se que a matéria orgânica é inversamente proporcional ao oxigênio dissolvido, neste caso essa afirmação não confere, provavelmente devido a alta turbulência apresentada neste ponto, o que foi confirmado pelo baixo teor de finos no sedimento, apresentados na figura 2. Os resultados de granulometria podem ser observados na figura 2.

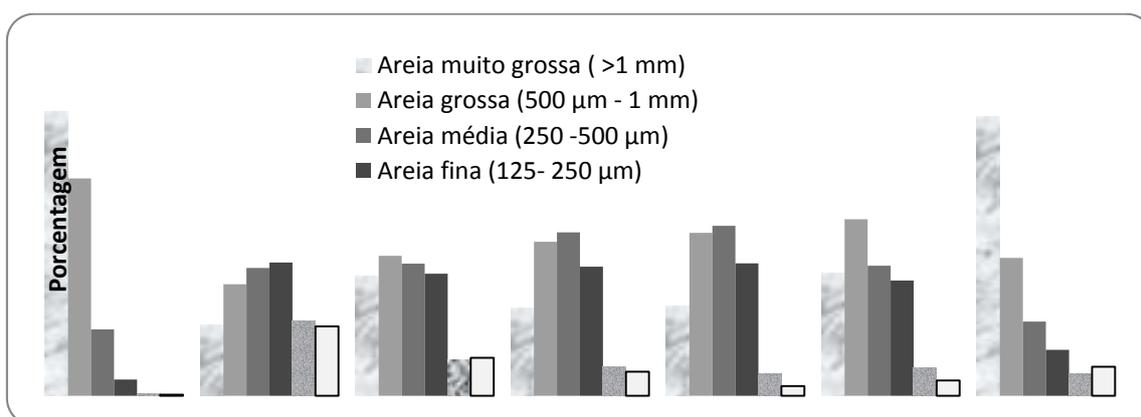


Figura 2: Composição granulométrica do sedimento

A incorporação de metais no sedimento pode ocorrer através de processos de adsorção e complexação, sendo que apresentam grande capacidade de acumulação aqueles sedimentos com teor elevado de matéria orgânica e de granulometria fina, devido à elevada área superficial. No ponto 1 o sedimento apresentou maior quantidade de areia muito grossa e grossa, isso em

função da alta turbulência já comentada anteriormente. Já o ponto 2 apresentou a maior porcentagem de finos, aproximadamente 12 %. Segundo CONAMA nº 454 (2012), se na granulometria do material a ser dragado tiver 50% da sua composição areia grossa, muito grossa, cascalho ou seixo, fica dispensado de caracterização química, ecotoxicológica e outros estudos complementares referentes à caracterização, o que não ocorreu em nenhum dos pontos analisados. A figura 3 representa a comparação dos resultados de matéria orgânica, umidade e fração de finos do sedimento e o valor de oxigênio dissolvido (O.D) na água.

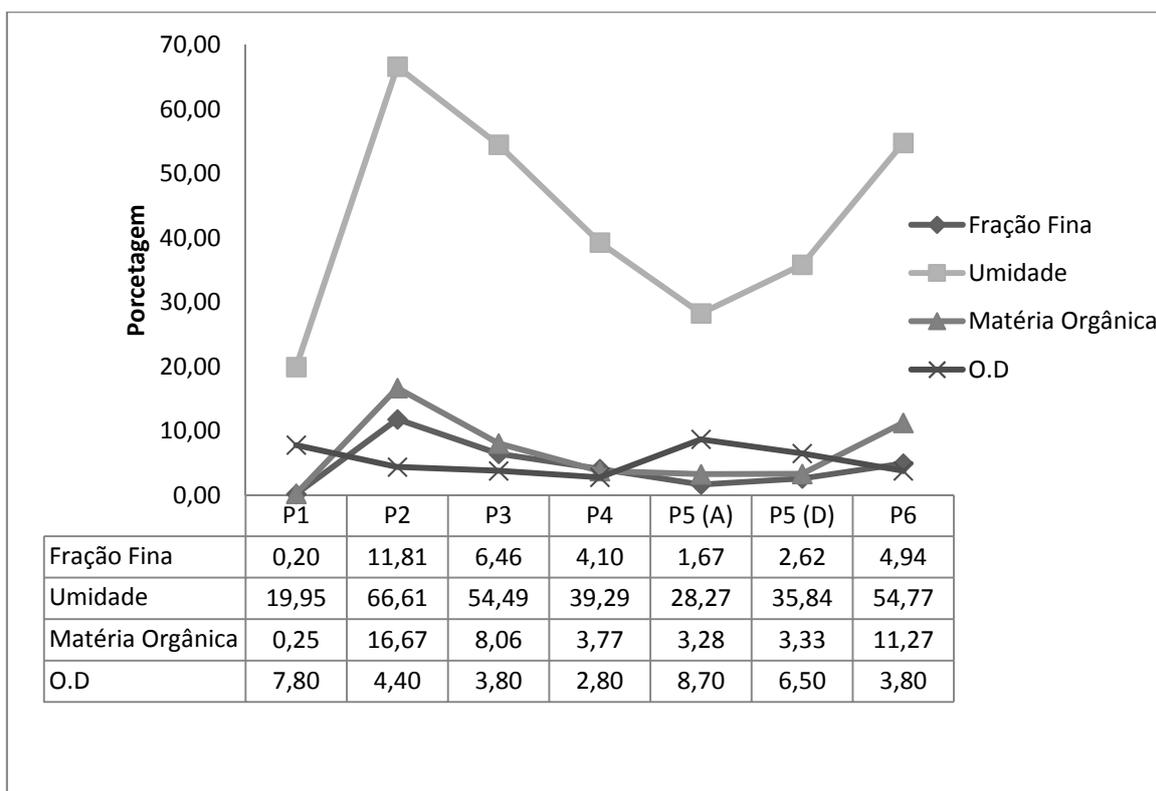


Figura 3: Comparativo dos resultados de matéria orgânica (%), umidade (%) e fração de finos (%) no sedimento com o oxigênio dissolvido na água (mg.Kg⁻¹ O₂)

A matéria orgânica se apresenta como fase complexadora de metais pesados (USEPA, 2005), assim, quanto maior o teor da matéria orgânica, maior a possibilidade de contaminação ambiental. Analisando os resultados relativos à matéria orgânica podemos considerar que nos pontos 2 e 6 o sedimento é orgânico, segundo Ungemach (1960) *apud* Esteves (1998). Os demais pontos são considerados como sedimento mineral.

O teor de umidade do sedimento indica a presença de substâncias higroscópicas, estando relacionado com a granulometria. Valores elevados estão geralmente associados a sedimentos finos (silte e argila), resultando em uma maior possibilidade de retenção de contaminantes.

Através da figura 3, ficou visível que quanto maiores forem os valores relacionados à umidade, matéria orgânica e fração de finos no sedimento menor a concentração de oxigênio dissolvido, isso porque para haver a degradação da matéria orgânica existe o consumo do oxigênio disponível no canal.

Na Tabela 2, são apresentados os valores do coeficiente de correlação (r^2); o coeficiente angular (a); o coeficiente linear (b); os limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ), ambos em mg kg^{-1} ; Através dos parâmetros de méritos, é possível verificar que o coeficiente de correlação se manteve acima de 0,96, indicando um alto nível de confiabilidade das curvas de calibração.

Tabela 2: Valores do coeficiente de correlação (r^2); o coeficiente angular (a); o coeficiente linear (b); limites de detecção (LD) e de quantificação (LQ), ambos em mg kg^{-1}

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
LD	0,902	0,946	0,140	0,212	0,669	0,107
LQ	3,006	3,154	0,466	0,706	2,230	0,357
A	0,109	0,013	0,061	0,035	0,020	0,140
B	0,075	0,002	0,013	0,014	0,002	0,075
r^2	0,973	0,994	0,997	0,987	0,997	0,964

Os resultados da análise dos metais cádmio, cromo, cobre, níquel, chumbo, zinco e limites estabelecidos pela resolução CONAMA 454/2012 e Diretrizes do Ontário/Canadá estão representados na tabela 3 assim como os valores encontrados para o material de referência (NMCR#4 - Ultra scientific – cód: J408) para os seis metais em mg kg^{-1} e suas respectivas recuperações.

Tabela 3: Resultados obtidos para Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e seus respectivos SD em mg kg^{-1} , material de referência (NMCR#4 - Ultra scientific – cód: J408) para os seis metais em mg kg^{-1} , suas respectivas recuperações, e limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12, para nível 1 e 2 e Diretrizes do Ontário/Canadá (D.O) para baixo efeito e grave efeito a biota.

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
P1	nd*	Detectado**	0,60 ± 0,03	Detectado**	nd*	26,00 ± 1,89
P2	nd*	10,90 ± 1,04	38,40 ± 2,18	6,70 ± 0,42	26,90 ± 2,38	82,60 ± 1,05
P3	nd*	8,20 ± 1,10	13,5 ± 0,36	3,10 ± 0,06	14,20 ± 0,36	73,50 ± 1,09
P4	nd*	nd*	10,80 ± 0,83	2,90 ± 0,40	33,40 ± 4,19	55,5 ± 2,14
P5 (A) ⁽¹⁾	nd*	nd*	0,90 ± 0,05	nd	nd	10,1 ± 0,67
P5 (D) ⁽²⁾	nd*	nd*	2,50 ± 0,10	nd	5,40 ± 0,02	26,20 ± 2,02
P6	nd*	Detectado**	15,60 ± 1,09	5,70 ± 0,31	20,60 ± 0,93	61,50 ± 1,36
CONAMA nível 1 ^(a)	0,60	37,30	35,70	18,00	35,00	123,00
CONAMA nível 2 ^(b)	3,50	90,00	197,00	35,90	91,30	315,00
D.O baixo efeito ⁽³⁾	0,60	26,00	16,00	16,00	31,00	120,00
D.O grave efeito ⁽⁴⁾	10,00	110,00	110,00	75,00	250,00	820,00
Valor certificado	0,82	48,10	36,40	----	95,30	133,50
Intervalo de confiabilidade	----	43,40 – 52,80	34,80 – 37,90	----	90,00 – 101,00	126,00 – 141,00
Valor encontrado	nd*	28,30 ± 0,02	35,67 ± 0,36	----	94,25 ± 1,34	127,56 ± 0,56
Recuperação (%)	nd*	58,80	97,90	----	98,80	95,55

*nd - não detectado

** detectado - detectado mas não quantificado

(a) - limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota

(b) - limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso a biota

(1) - Ponto antes do encontro dos canais

(2) - Ponto depois do encontro dos canais

(3) - nível de contaminação tolerado pela maioria dos organismos sedimentares.

(4) - nível de contaminação que se espera que seja prejudicial para a maioria dos organismos sedimentares.

Conforme observamos na tabela 3, dos metais estudados apenas o Cd não foi detectado. O Zn seguido pelo Pb, aparecem como elementos de maiores concentrações. Estes resultados estão em acordo com estudos desenvolvidos por Betemps e Sanches Filho (2012), na laguna dos Patos e por Caldas e Sanches Filho (2013) na chegada do Canal São Gonçalo na laguna dos Patos.

O cromo tem sido reconhecido como potencialmente perigoso a saúde humana e à biota aquática por agências de controle ambiental em todo o mundo, e estando entre as mais frequentes descargas de fontes pontuais de poluição. (KOTAS & STASICKA, 2000).

O cromo (+6) é mais tóxico do que o cromo (+3), devido a sua alta taxa de absorção intestinal e em meio ambiente natural, o cromo (+6) é reduzido a cromo (+3), o que reduz o seu impacto tóxico de descargas tóxicas contendo o cromo. No canal em estudo o cromo foi quantificado em apenas dois pontos, nos quais os resultados foram bem abaixo dos limites estabelecidos pelo CONAMA 454/2012 e pelas Diretrizes de Ontário, Canadá.

O cobre pode existir em águas naturais em forma dissolvida ou como o íon cúprico (+2) ou complexada com ânions inorgânicos ou ligantes orgânicos (como carbonatos, cloretos, ácido húmicos ou fúlvicos). Também pode estar presente na forma insolúvel (ex. hidróxido, fosfato ou sulfeto) ou adsorvido a material particulado. Além disso, pode ser adsorvido a sedimentos de fundo ou existir como particulados sedimentados.

Em geral, a toxicidade do cobre é altamente influenciada por características físicas e químicas da água, como dureza, alcalinidade, ph, temperatura e concentração de oxigênio dissolvido (HOWARTH & SPRAGUE, 1978), e de forma muito relevante a matéria orgânica dissolvida (MATSUO, 2004). O cobre é considerado o mais imóvel dos metais pesados, sendo fortemente fixado pela matéria orgânica, por óxidos de Fe, Al e Mn e pelos minerais de argila (ADRIANO, 1986).

Nos resultados obtidos de cobre o ponto 2 está acima do valor estimado para o nível 1 estabelecido pelo CONAMA 454/2012, encontrando-se no limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota, assim como segundo as Diretrizes do Ontário, Canadá, encontra-se na faixa de baixo efeito, no qual os organismos sedimentares conseguem sobreviver. No ponto 6, este se encontra no limite do inferior para efeito aos organismos sedimentares, considerado pelas Diretrizes de Ontário, Canadá.

Dentre os sete pontos analisados o Ni foi detectado em quatro e quantificado em três, sendo seus resultados bem abaixo dos limites da legislação.

O chumbo é um metal que não possui função biológica definida, pois não participa de processos fisiológicos dos organismos aquáticos, por isso é considerado um elemento potencialmente tóxico aos organismos. Segundo CUNHA et al.(1993), a contaminação dos solos por chumbo é irreversível, o que gera um processo de caráter acumulativo, mesmo quando pequenas quantidades são adicionadas ao meio.

Quando o chumbo é lançado ao meio ambiente, ele têm um longo tempo de residência comparado a maioria dos outros metais.

Segundo Alloway (1995), o chumbo encontra-se em solos não contaminados em concentrações inferiores a 20 mg/kg, e muitas das concentrações elevadas citadas em determinadas áreas são consequência das emissões antropogênicas, acumuladas ao longo dos anos.

Considerando os valores encontrados o ponto 4, encontra-se acima dos valores estabelecidos pelas diretrizes do Ontário, Canadá, para sedimentos com baixo efeito aos organismos sedimentares.

Betemps et. al (2009) em suas análises no sedimento do canal São Gonçalo, encontrou valores que variam de 36,06 a 92,55 mg.Kg⁻¹ de Pb, observando estes valores e levando em consideração que o canal Prolongamento da Av. Bento Gonçalves deságua no canal São Gonçalo, deve-se ficar em alerta para posterior monitoramento.

O zinco encontra-se usualmente na natureza na forma de sulfeto ou associado com sulfeto de outros metais, principalmente chumbo, cádmio, cobre e ferro.

A toxicidade do zinco está relacionada com as reações de troca iônica existentes no meio hídrico. Segundo Sampaio (2003) o zinco é inversamente proporcional à dureza e OD, e diretamente proporcional à temperatura. Essa afirmação pode ser comprovada através do gráfico apresentado na figura 4, no qual podemos observar as curvas relativas ao valores de Zn no sedimento, oxigênio dissolvido e dureza encontrados na água do canal.

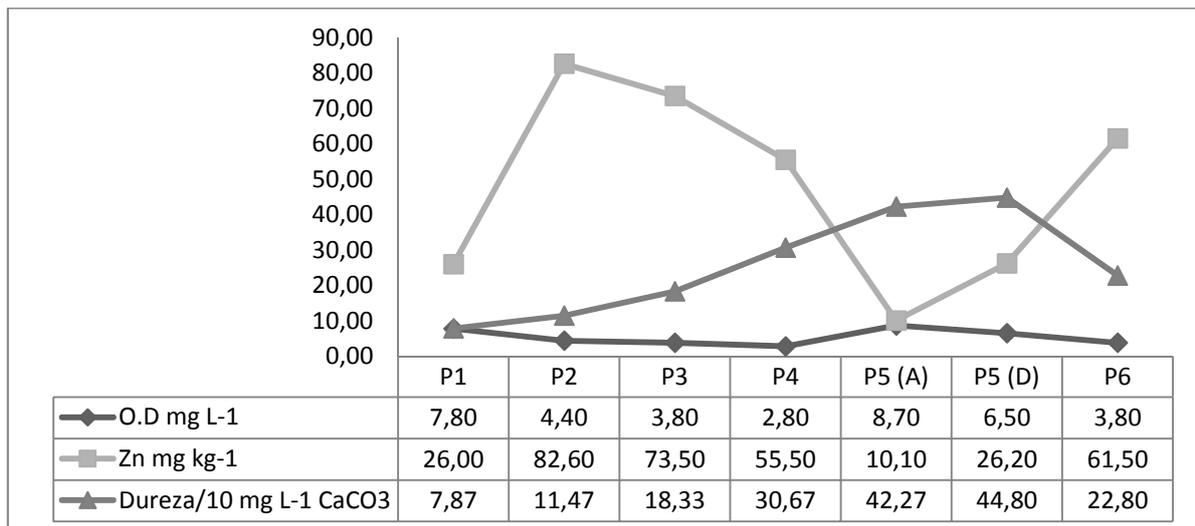


Figura 4: Comparação dos valores de Zn (mg.Kg⁻¹) no sedimento, oxigênio dissolvido(mg.L⁻¹O₂) e dureza /10 mg L⁻¹ CaCO₃ na água

Embora o Zn tenha sido quantificado em todos os pontos analisados seus valores estão abaixo dos níveis que causem risco ambiental. Os valores apresentados na Tabela 3 apresentam que as recuperações para o material certificado foram acima de 90%, com exceção do cromo. Segundo Jesus (2004), é considerado aceitável, recuperações entre 75 e 110%. O cromo normalmente não está dentro desta faixa de recuperação, porque material não sofre uma digestão total, podendo este estar intimamente ligado a silicatos que são difíceis de serem solubilizados, (HORTELLANI, 2008). Outros autores como Cox (2003), também indicam baixas recuperações para este elemento traço.

A figura 5 foi feita utilizando o somatório de todos os metais em mg.Kg⁻¹ de cada ponto, comparando com o valor encontrado para a fração de finos. Os valores dos metais foram dividido por 10 para melhor comparação das linhas resultantes.

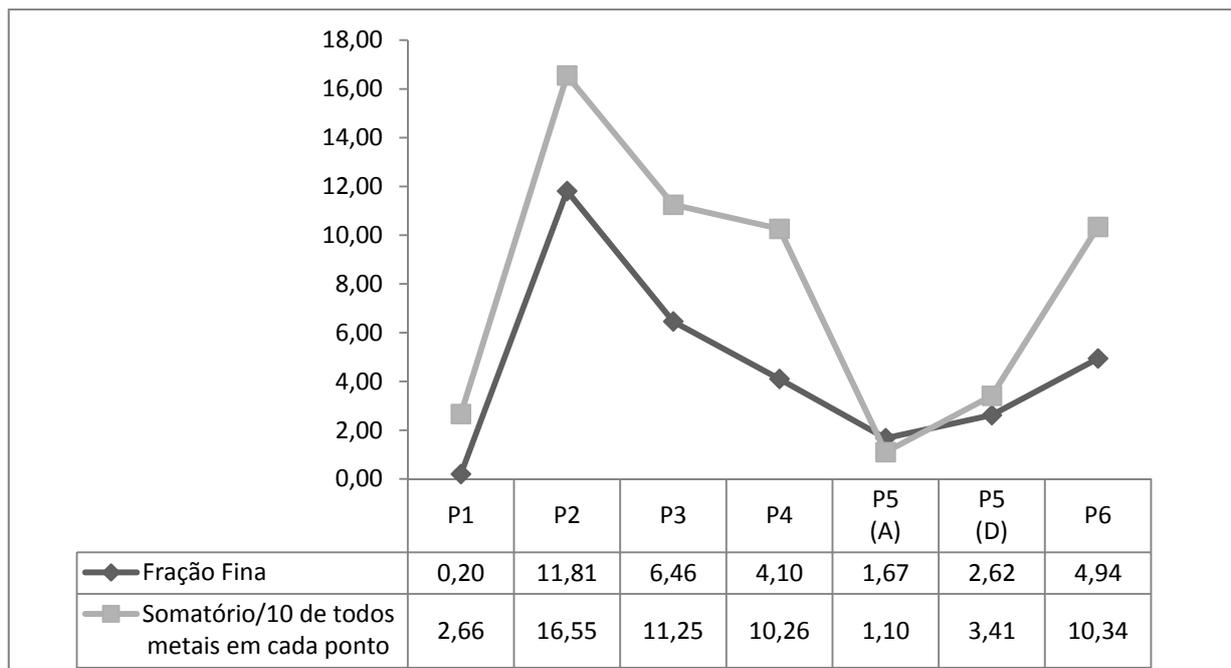


Figura 5: Comparativo entre o somatório dos valores encontrados de metais para cada ponto com a fração de finos.

A figura 5 confirma que quanto maior a fração de finos em cada ponto, maior será sua concentração de metais, uma vez que os metais se adsorvem as partículas menores no sedimento.

CONCLUSÕES

O canal Prolongamento da Av. Bento Gonçalves através dos resultados de parâmetros físico-químicos da água se mostrou com elevada contaminação e alto comprometimento da biota do local. Com relação ao foco deste trabalho, os metais pesados Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn, obtivemos apenas quatro pontos com valores acima da legislação de referência. Estes valores, no entanto, não estão no nível de comprometimento da biota do local, mas servem de alerta pelo seu grau de toxicidade.

Este trabalho se faz muito importante devido o local não apresentar pesquisas anteriores, tendo em vista que a população que vive as suas margens, em alguns pontos, deixa seus animais utilizar a água deste canal para beber e banhar-se, podendo estes servir de transporte de metais para a população que pode vir a utilizá-los como alimento.

Serve também para informar as autoridades locais da sua qualidade, devido ao despejo de esgoto que ocorre ao longo do canal, que na sua beira apresenta diversos bueiros, sendo este canal um potencial contribuinte para a poluição do canal São Gonçalo que por sua vez faz ligação entre a lagoa Mirim e a laguna dos Patos, envolvendo extenso ecossistema local.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, D. C.. **Trace elements in the terrestrial environment**. New York: Springer Verlag, 1986.
- ALVES, C. M. R. F.. **Especiação de metais pesados em sedimento: aplicação à Bacia Hidrográfica do Rio Ave**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade do Porto, Porto, 2002.
- ALLOWAY, B.J.. **Heavy metals in soils**. Blackie Academic e Professional. 1995.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21 ed. Washington, 2005.
- ANGONESI, L. G.. **Dinâmica de curto prazo da macrofauna bentônica em uma enseada da lagoa dos patos: efeitos antrópicos e mecanismos de persistência e resiliência**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande, 2005.
- BETEMPS, G. R.; SANCHES FILHO, P. J.; PAULA, A. S.; VICTORIA, A.. Determinação de chumbo no sedimento do canal São Gonçalo – Pelotas-RS. **MOSTRA DE TRABALHOS DE TECNOLOGIA AMBIENTAL**, 2. **Anais**. p.52, 2009.
- BETEMPS, G. R.; SANCHES FILHO, P. J.. Estudo sazonal de metais pesados no sedimento do Saco do Laranjal – Pelotas-RS. **J. Braz. Soc. Ecotoxicol**, v.7, n.2, p.79-84, 2012.
- BRASIL. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providências, 2005.
- BRASIL. **Resolução nº 454, de 1º de novembro de 2012**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), Brasília, 2012.
- CALDAS, J. S.; SANCHES FILHO, P. J.. Determinação de Cu, Pb e Zn no sedimento da região do Pontal da Barra, Laranjal (Laguna dos Patos, Pelotas – RS, Brasil). **Braz. J. Aquat. Sci. Technol**, v.17, n.1, p.13-18, 2013
- CASTRO, I. M.; ANJOS, M. R.; OLIVEIRA, E. S.. Determinação do Isotiocianato de Bensila em *Carica papaya* utilizando cromatografia gasosa com detectors seletivos. **Química Nova**, Rio de Janeiro, v.31, n.8, p.1-10, 2008.
- CETESB. Qualidade das águas no Estado de São Paulo. **Águas e Energia Elétrica**, n.14, p.11-22, 1988.
- CETESB - **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. São Paulo, 2009.
- CLARK, R. B.. **Marine Pollution**. New York: Oxford University Press, 2001.
- COX, M. E.; Preda, M.. **Trace metal distribution and relation to marine sediment mineralogy**. Gulf of Carpentaria, Pollut, 2003.
- CUNHA, M. C. L.; COSTA, A. F. U.; EEROLA, T. T.; FERLIN, C. A.. Emprego da fitoquímica na detecção da pluma poluidora no depósito de lixo de Estância Velha, RS. **PESQUISAS**, 20. Instituto de Geociências UFRGS, 1993.
- ESTEVEZ, F. A.. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2 ed., 1998.
- HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; BONETTI, J.; BONETTI, C.. Evaluation of Mercury Contamination in Sediments from Santos - São Vicente, Estuarine System, 2005.
- HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S.; SOUSA, E. C. M.. Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do Estuário Santos – São Vicente. **Química Nova**, v. 31, n.1, 2008.

HOWARTH, R.S.; SPRAGUE, J.B. 1978. Copper lethality to rainbow trout in waters of various hardness and pH. **Water Research**, v.12, p.455-462, 1978.

JESUS, H. C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A. S. F.; ZANDONADE, E.. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da Ilha de Vitória-ES. **Química Nova**, v.27, 2004.

KOTAS, J.; STASICKA, Z.. Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. **Environment Pollution**, v.107, n.3, p.263-283, 2000.

LEITE, M. A.. **Análise e aporte da taxa de sedimentação e da concentração de metais na água, plânctons e sedimento do Reservatório de Salto Grande, Americana, SP**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de São Carlos, 2002.

MATSUO, A. Y. O.. **Aspectos ecofisiológicos e ecotoxicológicos em espécies da ictiofauna do Rio Negro, Amazônia, com ênfase na regulação iônica**. Tese (Doutorado) – INPA/UFAM, Manaus, 2004.

MOZETO, A. A.. Sedimentos e Particulados Lacustres: Amostragem e Análises Biogeoquímicas. In: Bicudo, C. E. de M., BICUDO, D. de C. **AMOSTRAGEM EM LIMNOLOGIA**. Rima, São Carlo, 2007.

SAMPAIO, A. C. S; RIBEIRO, M. L.. **Metais pesados na água e sedimentos dos rios da bacia do alto Paraguai**. Dissertação (Mestrado) – UFMS, Campinas, 2003.

SILVA, H. K. P.. **Especiação de metais: uma ferramenta para educação ambiental**. Monografia (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2001

SUGUIO, K.. **Introdução à sedimentologia**. Edgard Blücher – EDUSP, São Paulo, 1973.

TORRES, R. F.; LACERDA, L. D.; AGUIAR, J. E.. Congresso Brasileiro de Oceanografia, 3. **Anais**. Fortaleza, 2008.

USEPA. Procedure for the derivation of Equilibrium Partitioning Sediment Benchmarks (ESBs) for the protection of benthic organisms: metal mixtures (cadmium, cooper, lead, nickel, silver and zinc). **Office of Research and Development**, Washington, 2005.

VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M.. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no Ribeirão Lavapés/Botucatu. **Eclética Química**, São Paulo, v.22, 1997.