

DETERMINAÇÃO DE METAIS PESADOS NO SEDIMENTO DO ARROIO SÃO LOURENÇO - SÃO LOURENÇO DO SUL (RS)

RESUMO

O Arroio São Lourenço é o portal de trânsito da economia pesqueira na cidade de São Lourenço do Sul, bem como de atividades de navegação particular ou turística. A região em análise do presente trabalho é exatamente a que possui maior tráfego de barcos, cuja extensão é compreendida desde a entrada do canal até a zona dos estaleiros. Nesse percurso foram analisados sedimentos superficiais em quatro pontos do arroio no mês de outubro (primavera) de 2013. Em coleta única, as amostras do sedimento sofreram digestão pseudo total com água régia, ácido perclórico e os metais (Cu, Zn, Ni, Cr e Pb) foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica em chama. Os resultados indicaram altos índices dos metais, ocorrendo elevada variação de um ponto a outro. Destacando-se o cromo, de $3,6 \text{ mg/Kg} \pm 2,3\%$ a $42,2 \text{ mg/Kg} \pm 8,9\%$; o chumbo de $15,0 \text{ mg/Kg} \pm 11,6\%$ a $416,7 \text{ mg/Kg} \pm 0,6\%$ e o zinco de $27,9 \text{ mg/Kg} \pm 5,0\%$ a $83,6 \text{ mg/Kg} \pm 7,1\%$. Em apenas uma área os valores foram encontrados acima dos parâmetros normais estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/2004, causando a contaminação do local. Tal dado torna-se preocupante para o ecossistema aquático, bem como para a atividade pesqueira ali existente, sem contar no abastecimento de água que alimenta a cidade.

PALAVRAS-CHAVES: Arroio São Lourenço; Metais Pesados; Sedimento.

DETERMINATION OF HEAVY METALS IN SEDIMENT OF ARROIO SÃO LOURENÇO - São Lourenço do Sul (RS)

ABSTRACT

The Arroio São Lourenço is the portal transit of fishing economy in São Lourenço do Sul, as well as private or tourism activities. The region analysis of this work is precisely the one that has the most traffic of boats, whose extension is understood from the entrance channel to the area of yards. In this way the surface sediments were analyzed at four points of the stream in October (spring) 2013. Single collection in the sediment samples underwent full pseudo digestion with aqua regia, perchloric acid and metals (Cu, Zn, Ni, Cr and Pb) were determined in an atomic absorption spectrophotometer in the flame. The results indicated high levels of metals, occurring high variation from one point to another. Highlighting chromium, $3,6 \text{ mg / kg}$ to $42.2\% \pm 2.3 \text{ mcg / kg} \pm 8.9\%$; lead 15.0 mg / kg $416.7 \pm 11.6\%$ at mg / kg zinc $\pm 0.6\%$ and 27.9 mg / kg $83.6 \pm 5.0\% \text{ mg / kg} \pm 7.1\%$. In only one area values were found above the normal parameters established by CONAMA Resolution 344/2004, causing contamination of the site. This finding is concerning to the aquatic ecosystem, as well as for the existing fishing activity there, not counting the water supply that feeds the city.

KEYWORDS: Arroio São Lourenço; Heavy Metals; Sediment.

Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v.6, n.1, Dez 2014, Jan, Fev, Mar, Abr, Mai 2015.

ISSN 2179-6858

SECTION: Articles
TOPIC: Recursos Hídricos



DOI: 10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0017

Pedro José Sanches Filho

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9785390634457316>
sanches@pelotas.ifsul.edu.br

Roberto Ziebell

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9027874128262721>
robertoziebell@hotmail.com

Glauco Rasmussen Betemps

Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7450476222967610>
glauco.betemps@gmail.com

Received: 18/08/2014

Approved: 14/10/2015

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Referencing this:

SANCHES FILHO, P. J.; ZIEBELL, R.; BETEMPS, G. R.
Determinação de metais pesados no sedimento do Arroio São Lourenço - São Lourenço do Sul (RS). *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, Aquidabã*, v.6, n.1, p.213-221, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2015.001.0017>

INTRODUÇÃO

Fundada em 26 de abril de 1884, pelo imigrante alemão Jacob Rheingantz, São Lourenço do Sul começou com a chegada de 88 colonos (alemães/ pomeranos) em um barco (BAPTISTA, 2011). Considerada a 'Pérola da Lagoa', é banhada pela Laguna dos Patos, possui uma área de 2.036,13 km² de extensão e conta com uma população de mais de 40 mil habitantes, divididos entre as zonas urbana e rural (IBGE, 2010). As atividades econômicas são constituídas pela agricultura, turismo, comércio e pesca, esta última se dá por vias do Arroio São Lourenço, que 'corta' a cidade e desemboca na Laguna.

O Arroio São Lourenço devido à sua navegabilidade possui grande importância na economia da cidade de São Lourenço do Sul. Neste cenário, a atividade pesqueira (colônia de pescadores Z8), seguida do passeio turístico, surgem como as principais atividades desenvolvidas. O arroio tem papel fundamental no abastecimento do município, pois alimenta a rede de distribuição de água da cidade, segundo a Lei nº 2839/06, que estabelece o Plano Diretor da cidade. Com o assoreamento do Arroio no ano de 2011, devido a uma forte enxurrada, que fragilizou o ecossistema aquático e a economia pesqueira como um todo a dragagem do canal foi de suma importância para o retorno das atividades pesqueiras e turísticas. Em relação ao episódio, a Superintendência de Portos e Hidrovias do Estado (SPH) logrou êxito no trabalho de recuperação do canal (SPH, 2011).

Aliado a este desastre climático que impactou a sociedade e as atividades econômicas cotidianas do Arroio, as análises de metais pesados nos ecossistemas aquáticos são de grande importância para que sejam determinados os níveis de contaminantes que servem de alerta para a população. Dentre as substâncias tóxicas, os metais podem prejudicar a saúde humana, já que estes elementos químicos são bioacumulativos (TAVARES, 2008). No meio aquático, os metais são oriundos de fontes naturais como lavagem geológica de solos e rochas, diretamente expostos à água, e por meio de fontes antrópicas como efluentes domésticos e industriais, pelo processo de mineração, pela aplicação de pesticidas na agricultura (EBRAHIMPOUR & MUSHRIFAH, 2008) e através de precipitação em áreas com poluição atmosférica (PEREIRA et al., 2006).

Nos ecossistemas aquáticos, os metais e outros compostos tendem a acumular no sedimento (SHRIVASTAVA et al., 2003) e, dependendo das condições ambientais, podem começar a ser liberados na coluna d'água tornando-se biodisponíveis. Dessa forma, os metais pesados estão associados aos efeitos nocivos no meio ambiente aquático, devido ao alto grau de toxicidade. Nestas condições podem afetar a biota, sendo incorporados ao longo da cadeia alimentar e conseqüentemente podendo causar danos também à saúde humana (KHAN et al., 2005).

Os processos podem provocar impactos na região deste estuário e em suas proximidades, ocasionando diferentes comportamentos da água e sedimentos. Dentre estes, podemos destacar: o processo de dragagem para navegação, deposição de resíduos tanto de moradores, como pescadores, os estaleiros de fabricação de barcos pesqueiros e a própria navegação. A resolução 344/2004 do CONAMA estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a

avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Nestes termos os níveis de material a ser dragado é observado na tabela 1, com os parâmetros referentes à água doce.

Tabela 1: Poluentes e níveis do material a ser dragado em água doce. Fonte: Resolução CONAMA 344/04.

| POLUENTES | | NÍVEIS DO MATERIAL A SER DRAGADO (mg kg ⁻¹) | |
|---------------------------------------|-------------|---|---------|
| | | Nível 1 | Nível 2 |
| Metais Pesados (mg Kg ⁻¹) | Cobre (Cu) | 35,7 | 197 |
| | Zinco (Zn) | 123 | 315 |
| | Níquel (Ni) | 18 | 35,9 |
| | Cromo (Cr) | 37,3 | 90 |
| | Chumbo (Pb) | 35 | 91,3 |

O objetivo do presente trabalho é caracterizar quimicamente e discutir os padrões de distribuição dos metais Cobre, Zinco, Níquel, Cromo e Chumbo, com o propósito de avaliar a qualidade sedimentar do Arroio São Lourenço, do estuário até a região dos estaleiros de barcos. Assim, busca-se avaliar os padrões atuais de contaminantes metálicos e estabelecer diretrizes comparativas com os padrões ideais de qualidade e estabilidade do meio aquático.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada nesta pesquisa visa avaliar a concentração de metais traços nos sedimentos superficiais do Arroio São Lourenço no período de primavera (outubro) de 2013, em 4 pontos que se estendem desde o encontro do arroio com a Laguna dos Patos, até a região dos estaleiros de barcos. São os pontos (Figura 1): Ponto 1 (S1) – encontro da Laguna dos Patos com o Arroio São Lourenço, Ponto 2 (S2) – trapiche de desembarque do pescado, Ponto 3 (S3) – área entre os estaleiros de barcos de pesca, Ponto 4 (S4) – Arroio com mata ciliar (pós estaleiros). Os pontos foram demarcados em virtude do maior trânsito de barcos de passeio e pesca, bem como pela dragagem do canal; áreas que conseqüentemente estão mais expostas à ação antrópica. As coordenadas dos pontos de coleta foram obtidas com GPS Garmin.



Figura 1: Localização da Área de Estudo e Georreferências (Pontos de coletas e Coordenadas).

Fonte: Google Earth. Ponto 1: 31° 22' 40.43" S/51° 57' 55.32" O; Ponto 2: 31° 22' 29.42" S/51° 57' 58.48" O Ponto 3: 31° 22' 19.85" S/51° 58' 16.95"; O Ponto 4: 31° 22' 16.56" S/31° 58' 29.39" S

As amostras dos sedimentos superficiais foram coletadas com uma draga de aço inoxidável do tipo 'Van Veen', o material coletado foi retirado e armazenado em potes de polietileno, previamente descontaminados. Após coletar todos os pontos, as amostras foram devidamente transportadas e armazenadas em um refrigerador, com temperatura em torno de 4°C. A determinação da matéria orgânica no sedimento se deu por calcinação em mufla, a uma temperatura de 550°C, por um período de 4 horas, objetivando as perdas voláteis da amostra (APHA, 2005). Já na análise granulométrica houve a utilização do método de peneiramento para sedimentos grosseiros, que atende a escala de Wertworth, cuja classificação se dá pelas dimensões dos grãos. Este método foi descrito por Suguio (1973).

A umidade foi realizada aquecendo o sedimento em placas de petry na estufa a 105° C, durante 30 minutos. Conclusa a primeira etapa, foram esfriadas no dessecador e pesadas com cerca de 10g de amostra homogeneizada de sedimento. Em seguida, o conjunto foi posto na estufa com temperatura de aproximadamente 105°C, durante 24 horas. Retiradas da estufa, as amostras foram devidamente resfriadas e pesadas (APHA, 2005). O pH do sedimento foi medido usando a mistura sedimento / água local (1:2) como o usado por YOON et al. (2006).

Para a extração dos metais foi utilizada digestão ácida (digestão pseudototal), que avalia o grau de metais biodisponíveis no sedimento. As amostras coletadas foram secas em estufa a 60° C, em um período de 48 horas e logo após maceradas e peneiradas, sendo utilizadas na fração de < 63 µm. Em tais porções em triplicata foram adicionados 4 mL de 'água régia' (3:1 HCL:HNO₃), 4 mL de água destilada e 1 mL de ácido perclórico (HClO₄). A solução foi aquecida em "Banho Maria" durante 30 minutos a uma temperatura de 90°C. (HORTELLANI et al., 2005 - procedimento com adaptações). A solução foi filtrada e transferida para um balão volumétrico de 25 mL, sendo avolumada com água ultra pura.

A certificação analítica foi constituída pela análise de uma amostra de referência NMCR#4 para solo e sedimento, obtido da Ultra Scientific Analytical Solutions. Já os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) foram encontrados a partir de dez medidas dos brancos no espectrofotômetro de absorção atômica. Assim, calculando-se o desvio padrão. Para cálculo do limite de detecção foi considerado como sinal analítico mínimo três vezes o desvio padrão dos brancos mais a média do branco, para o LQ procedeu-se da mesma forma, porém utilizando 10 vezes o desvio padrão (IUPAC, 1997: CASTRO et al., 2008).

A determinação de metais (Cr, Cu, Ni, Pb e Zn) foi realizada por Espectrofotometria de Absorção Atômica por chama (GBC 932 Plus). Os padrões foram preparados por meio de diluições das soluções padrões marca Titrisol de 1000 mg/L, sofrendo o mesmo tratamento das amostras. As curvas de calibração variaram de 0,2 a 4 mg/L. Já as condições operacionais no espectrofotômetro, dos metais analisados, para o Comprimento de Onda e a Energia da Lâmpada para cada elemento, estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 : Comprimento de Onda, Energia da Lâmpada e mistura dos gases utilizados na chama.

| Elemento | Comprimento de onda (nm) | Energia da Lâmpada (mA) | Chama |
|----------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Pb | 283,3 | 10,0 | Ar-acetileno |
| Cu | 324,7 | 15,0 | Ar-acetileno |
| Zn | 213,9 | 15,0 | Ar-acetileno |
| Cr | 357,8 | 25,0 | Óxido nitroso-acetileno |
| Ni | 232,0 | 25,0 | Ar-acetileno |

nm:nanômetros; mA: miliamper

O material utilizado no tratamento e armazenamento das amostras, como vidrarias em geral, foram descontaminados com uma solução de HNO₃ a 10% (v/v), por 24hs, com posterior secagem a 105°C do material em estufa.

RESULTADOS

As análises físico-químicas dos sedimentos estão demonstradas na tabela 3, com os percentuais em cada ponto, acerca do teor de umidade e de matéria orgânica. O teor de umidade do sedimento indica a presença de substâncias higroscópicas, sendo que valores elevados estão geralmente associados a sedimentos finos (silte e argila), resultando em uma maior possibilidade de retenção de contaminantes (CETESB,1995). Observa-se que a umidade variou de 23,2 a 74,7%.

Tabela 3: Teor de Umidade e Teor de Matéria Orgânica para o Sedimento e Parâmetros Físico-químicos da água.

| Pontos | Umidade(%) | MO(%) | pH | Temperatura(°C) |
|--------|------------|----------|------|-----------------|
| S1 | 74,7±1,9 | 10,5±1,7 | 6,97 | 21 |
| S2 | 61,5±6,6 | 8,2±1,0 | 6,75 | 22 |
| S3 | 24,2±0,7 | 2,5±1,9 | 6,82 | 21 |
| S4 | 23,2±3,7 | 0,8±0,1 | 6,33 | 21 |

MO(%): matéria orgânica em porcentagem.

O resultado decrescente de matéria orgânica demonstra o sentido da corrente do Arroio São Lourenço, que determina o arraste dos metais nos sedimentos, do ponto 4 em direção à Laguna dos Patos, o qual se dá o término do seu curso, com redução da vazão favorecendo a deposição dos materiais em suspensão, exatamente no Ponto 1.

Tabela 4: Distribuição Granulométrica em percentual de massa (%).

| Grão (2 mm) | Areia Muito Grossa (1 mm) | Areia Grossa (500 µm) | Areia Média (250 µm) | Areia Fina (125 µm) | Areia Muito Fina (63 µm) | Fundo (< 63 µm) |
|-------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------------|-----------------|
| P1 | 32,35 | 22,20 | 18,40 | 11,95 | 8,91 | 3,65 |
| P2 | 20,33 | 10,72 | 17,99 | 29,62 | 15,60 | 4,18 |
| P3 | 15,59 | 21,67 | 25,12 | 20,34 | 12,90 | 2,31 |
| P4 | 34,11 | 14,60 | 12,04 | 14,70 | 20,36 | 4,05 |

A granulometria está intimamente relacionada à avaliação das características mineralógicas. Uma maior quantidade de sedimentos finos, representados por elevadas quantidades de silte e argila e menor de areia, configuram uma significativa possibilidade de se encontrar contaminantes que possibilitam verificar a qualidade do sedimento presente naquele corpo hídrico (CETESB,1995). De maneira geral, o arroio apresenta uma granulometria de areia

média a mais grossa, característica típica do canal, o que tem por reduzida a probabilidade de acúmulo de contaminantes. Os dados de granulometria apresentados na tabela 4 concordam com os resultados para matéria orgânica e umidade, sendo o ponto 1 com o maior teor de finos.

Tabela 5: Níveis dos metais analisados no Arroio São Lourenço, com seus respectivos desvios padrões relativos (%), seguidos dos limites de detecção (LD) e limite de quantificação (LQ).

| Pontos | mg kg ⁻¹ ± %RSD | | | | |
|--------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Cr | Zn | Cu | Pb | Ni |
| 1 | 20,7±7,1 | 38,0±12,6 | 8,1±17,2 | 15,0±11,6 | 6,0±13,3 |
| 2 | 3,3±14,1 | 44,7±6,8 | 8,5±18,9 | 24,5±20,2 | 0,3±14,7 |
| 3 | 42,2±8,9 | 83,6±7,1 | 28,0±14,5 | 416,7±0,6 | 20,0±14,9 |
| 4 | 3,6±2,3 | 27,9±5,0 | 7,3±14,8 | 34,5±8,4 | Nd |
| LQ ⁽¹⁾ | 0,91 | 0,04 | 0,03 | 1,90 | 0,28 |
| LD ⁽²⁾ | 0,28 | 0,03 | 0,01 | 0,57 | 0,08 |
| TEL ⁽³⁾ | 37,3 | 123 | 35,7 | 35 | 18 |
| PEL ⁽⁴⁾ | 90 | 315 | 197 | 91,3 | 35,9 |

1-LQ: Limite de Quantificação; 2 - LD: Limite de Detecção; 3 -TEL: *Threshold Effect Level*. Valor abaixo do qual raramente ocorre efeitos biológicos (Água doce); 4 - PEL: *Probable Effect Level*. Valor acima do qual efeito adverso é esperado (Água doce);
Nd: não determinado.

Conforme apresenta a tabela 5, os analitos deste estudo foram encontrados em todos os pontos amostrados, apenas o Ni não foi determinado no ponto 4. O Zn apresenta-se como majoritário para maioria dos pontos variando de 27,9 mg kg⁻¹ ±5,0% no ponto 4 a 83,6 mg kg⁻¹ ±7,1%. Apesar de o Zinco ser considerado um elemento essencial para a fisiologia de organismos, o envenenamento de seres humanos pode ocorrer, resultando em doenças pulmonares, gastroenterite, febre, vômitos, problemas de coordenação muscular e desidratação. Nos peixes ele pode obstruir os espaços interlamelares, bloqueando o movimento de respiração, além de promover o atraso do crescimento e maturação (LIMA et al., 2002).

Do ponto 1 ao ponto 2, que representam respectivamente, a foz do Arroio São Lourenço e a área de desembarque do pescado (Colônia Z3), os índices de determinação dos metais analisados (Cr, Cu, Ni, Pb e Zn) estão abaixo dos níveis indicados na Resolução do CONAMA 344/04 e CCME Canadá, não representando risco para vida aquática. O ponto 3 apresenta os maiores índices de contaminação para metais estudados. Os metais cromo (Cr), níquel (Ni) e chumbo (Pb), quantificados neste ponto, apresentam níveis elevados representando possível risco a vida aquática. O Cr e o Ni, apresentam valores acima do TEL (*Threshold Effect Level*), e as concentrações que excedem o Nível 1 (TEL), representam valores que exigem atenção e monitoramento, pois apresentam riscos, podendo ocorrer efeitos aos organismos.

O Chumbo, porém, apresenta concentração acima da qual freqüentemente é esperado efeito para a biota, ou seja, o elevado valor indica provável efeito tóxico sobre a biota (PEL – tabela 5). Se considerarmos a capacidade de bioacumulação deste analitos e seu transporte na cadeia trófica, este dado representa um alerta à população que consome pescado desta região. Tal ponto de coleta está situado na zona de estaleiros de barcos pesqueiros, o que sugere a influência das atividades antrópicas envolvidas na liberação de chumbo neste ponto. Possivelmente, os altos índices devem estar associados às tintas e vernizes impermeabilizantes usados na fabricação dos barcos. A figura 2-A apresenta o somatório dos metais estudados e ilustra o ponto 3 como maior local de entrada destes analitos, ao contrário do esperado o ponto

apresenta baixo valor de matéria orgânica e baixo teor de finos. Observa-se ainda a diluição ao longo do fluxo com tendência a reconcentração no ponto 1. É importante destacar que a análise foi feita na fração menor que 63 μm , que aumenta no ponto 1.

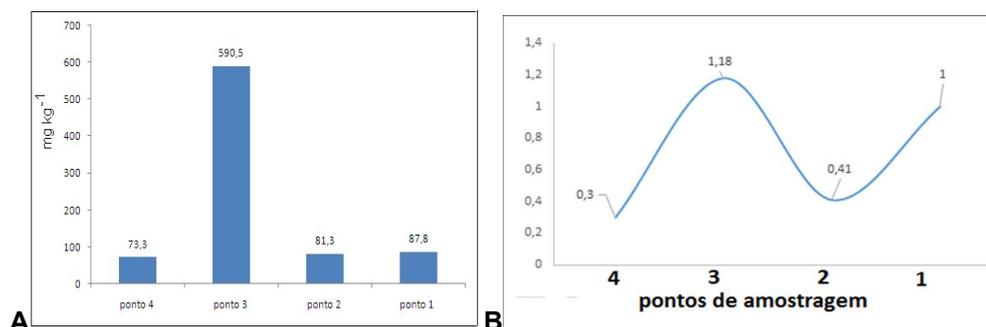


Figura 2: A - Variações de contaminação dos metais nos pontos na fração menor que 63 μm (mg/Kg). B - Variações de contaminação no sedimento como um todo (mg/Kg).

O ponto 1 apresenta 1,16% de finos, enquanto o ponto 3 apresenta 0,2, considerando o teor de finos e considerando o sedimento como um todo e assumindo que os metais não estivessem associados as demais frações. Construímos a linha na figura 2-B, que deixa mais explícita a reconcentração destes analitos dentro da Laguna.

Adicionalmente, o chumbo pode estar complexado com compostos orgânicos (ácidos húmicos e fúlvicos), comuns nas águas doces que chegam ao estuário, e podem se acumular preferencialmente no sedimento, onde pode ser remobilizado através de mudanças de pH do meio e por fortes correntes (WHO, 1995), as quais são predominantes depois do inverno e em regime de vazante no estuário da Lagoa dos Patos (GARCIA, 1998).

Os resultados encontrados neste estudo principalmente nas áreas próximas a Laguna, nos pontos 1 e 2, estão em acordo com os resultados obtidos por Niencheski *et al.* (2002), onde o zinco aparece como elemento majoritário, seguido do chumbo. A presença de Zn tem sido relacionada com a geologia da região, enquanto o Pb está relacionado por contaminações de origem antrópicas (SILVA, 2009). Tal situação também foi constatada por Betemps e Sanches (2012), em seu estudo no Saco do Laranjal. Neste trabalho os autores apontam o São Gonçalo como principal ponto de entrada de contaminantes. De forma análoga, o arroio São Lourenço é tido como a principal entrada de contaminantes nesta porção da Laguna dos Patos.

No estudo, de Caldas & Sanches (2013), no Pontal da Barra - Laranjal, Laguna dos patos, houve variação de $20,3 \pm 7,3$ a $84,0 \pm 3,9$ mg Kg⁻¹ para o Zn. Tais valores assemelham-se aos deste trabalho. Um comparativo pode ser traçado com os valores estabelecidos pela norma 344/04, que identifica os índices de quantificação permitidos para cada metal estudado. Segundo os valores encontrados, apenas no ponto 3, os metais Cr, Pb e Ni, estão em valores que consideram o sedimento como resíduo contaminado por chumbo. Nesse sentido, os sedimentos da dragagem do canal devem possuir destinação específica, em vista dos níveis de contaminação encontrados.

Os valores apresentados na Tabela 6 demonstram que as recuperações para o material certificado apresentaram-se 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 o material não sofre uma digestão total, podendo estar intimamente ligado a silicatos que são difíceis de serem solubilizados. (HORTELLANI, 2005).

Tabela 6: Níveis certificados e intervalo de confiabilidade do material certificado (NMR#4), teor encontrado, ambos em (mg Kg⁻¹) e seus respectivos desvios padrões e o percentual de recuperação para cada metal.

| Analito | Ni | Cr | Cu | Pb | Zn |
|-----------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Valor certificado | 26,0 | 48.1 | 36.4 | 95.3 | 133.5 |
| Intervalo de confiabilidade | 23,8-28,1 | 43.40 – 52.80 | 34.80 – 37.90 | 90.00 – 101.0 | 126.0 – 141.0 |
| Valor encontrado | 24,3± 0,1 | 28.30 ± 0.02 | 35.67 ± 0.36 | 94.25 ± 1.34 | 127.56 ± 0.56 |
| Recuperação (%) | 93,4 | 58.80 | 97.90 | 98.80 | 95.55 |

Desse modo, os resultados demonstram que o método de extração foi adequado ao experimento.

CONCLUSÕES

Verificou-se nesta pesquisa que, houve contaminação no ponto 3 (área dos estaleiros de barcos), conforme os parâmetros determinados pela CONAMA 344/04. Os metais Pb, Cr e Ni, ultrapassaram os níveis permitidos, como identificado no comparativo entre as tabelas 2 e 3. Tal fato torna-se de extrema relevância, visto que o Arroio São Lourenço possui suma importância não só para a atividade pesqueira, mas também serve como abastecimento de água para a cidade de São Lourenço do Sul. Os metais identificados em excesso são biocumulativos e podem influenciar de maneira danosa o ecossistema aquático, bem como a população de consumo do pescado. Portanto, o processo de dragagem do arroio deve ser controlado para que os sedimentos retirados não sejam depositados em qualquer lugar, devendo possuir tratamento adequado e destinação específica, haja vista os poluentes detectados.

REFERÊNCIAS

- APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21 ed. Outside: APHA, 2005.
- BAPTISTA, P. R.. **Aprendiz de navegador, cronista de fatos que se passam nas águas**. Porto Alegre: Velejar, 2011.
- BETEMPS, G. R.; SANCHES FILHO P. J.. **Estudo sazonal de metais pesados no sedimento do Saco do Laranjal- Pelotas (RS)**. Pelotas: Instituto Federal Sul-rio-grandense, 2012.
- CALDAS, J. S.; SANCHES FILHO, P. J.. **Determinação de Cu, Pb e Zn em sedimentos da região do Pontal da Barra, Laranjal. J. Aquat. Sci. Technol**, Pelotas, v.17, n.1, p.13-18, 2013.
- CETESB. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 1995.
- CONAMA, **Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 344, de 25 de março de 2004**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 2004.

EBRAHIMPOUR, M.; MUSHRIFAH, I.. Heavy metal concentrations (Cd, Cu and Pb) in five aquatic plant species in Tasik Chini, Malaysia. **Environ Geol**, v.54, p.689-698, 2008.

GARCIA, C. A. E.. **Características hidrográficas**: os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil. *Ecocientia*, v.1, p18-21, 1998.

HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S.; SOUZA, E. C. M.. Avaliação de contaminação por elementos metálicos dos sedimentos de Estuário de Santos – São Vicente. **Química Nova**, v.31 n.1, p.1-10, 2005.

IBGE.**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Brasília: IBGE, 2010.

IUPAC. **International Union of Pure and Applied Chemistry**. Oxford: Scientific Publications, 1997.

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). **Quim. Nova**, v.27, n.3, p.378-386, 2004.

LIMA, R. G. S.. Evaluation of Heavy Metals in Fish of the Sepetiba and Ilha Grande Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Environ. Res.**, v.89, p.171-179, 2002.

KHAN, R.; ISRAILI, S. H.; AHMAD, H.; MOHAN, A.. Heavy Metal Pollution Assessment in Surface Water Bodies and its Suitability for Irrigation around the Neyevli Lignite Mines and Associated Industrial Complex, Tamil Nadu, India. **Mine Water and the Environment**, v.24, p.155-161, 2005.

NIENCHESKI, L. F. H.; BARAJ, B.; FRANÇA, R. G.; MIRLEAN, N.. Lithium as a normaliser for assessment of anthropogenic metal contamination of sediments of the southern area of the Patos Lagoon. *Aquat. Ecosyst. Health Manage.*, v.5, n.4, p.473-483, 2002.

PEREIRA, M. O.; CALZA, C.; ANJOS, M. J.; LOPES, R. T.; ARAÚJO, F. G.. Metal concentrations in surface sediments of Paraíba do Sul River (Brazil). **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v.269, n.3, p.707-709, 2006.

SÃO LOURENÇO DO SUL. **Lei Nº 2839 de 03 de outubro de 2006**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado e Sustentável do Município de São Lourenço do Sul (PDDIS), cria o Sistema Municipal de Planejamento e Monitoramento, cria o Fórum Permanente da Agenda 21 Local (Fórum21) e estabelece a aplicação do Estatuto da Cidade. São Lourenço do Sul: 03 out 2006.

SHRIVASTAVA, P.; SAXENA, A.; SWARUP, A.. Heavy metal pollution in a sewage-fed lake of Bhopal, (M. P.) India. *Research and Management*, v.8, p.1-4, 2003.

SILVA, J. B.. **Micronutrientes em perfis de solos do Escudo Sul-riograndense**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

SUGUIO, K..**Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher-EDUSP, 1973.

TAVARES, J. M.. **METAIS nos Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental entre Itacaré e Olivença, Sul da Bahia**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

WHO. (WORLD HEALTH ORGANIZATION). Inorganic Lead. IPCS, Environmental Health Criteria 165. **United Nations Environmental Program, International Labour Organization and WHO**. Geneva: WHO, 1995.

YOON, J.; CAO, X.; ZHOU, Q.; MA, L. Q.. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. **Science of the Total Environment**, v.368, p.456-464, 2006.