

CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS EM SEDIMENTOS DE CÓRREGOS URBANOS COMO INDICADOR DA QUALIDADE AMBIENTAL E RISCOS A SAÚDE HUMANA

Rildo Aparecido Costa

Prof. Dr. do Curso de Geografia da Faculdade de Ciências Integradas do Pontal
Universidade Federal de Uberlândia (FACIP/UFU)
rildocosta@pontal.ufu.br

Vania Rosolen

Profa. Dra. do Instituto de Geografia – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
vrosolen@ig.ufu.br

RESUMO

Os sedimentos dos rios podem estocar grande quantidade de substâncias tóxicas que agem como fontes secundárias de poluição quando liberadas para as águas. Várias atividades antrópicas como industrialização, urbanização e agricultura são responsáveis pelo lançamento de elementos tóxicos na água que podem afetar negativamente tanto a qualidade ambiental quanto à saúde da população. O presente artigo tem como principal objetivo avaliar a concentração de metais pesados (As, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn) presente nos sedimentos coletados em vários córregos urbanos da cidade de Uberlândia (MG) e sua influência na qualidade ambiental dos corpos hídricos, além de apontar os riscos à saúde humana em função dos parâmetros de qualidade estabelecidos pelo CONAMA. Observou-se que nos pontos P3 e P4, ambos influenciados pelo distrito industrial, que os valores de Cu, Cr e Ni foram significativos, podendo ser considerados fatores patogênicos.

Palavras chave: Qualidade Ambiental; Metais Pesados; Saúde Humana

ABSTRACT

The sediments of River can stock high amounts of toxic substance which acting as secondary source of pollution when released to water. Several anthropogenic activities, i.e. industrialization, urbanization and agricultural, is responsible to release chemical toxic elements in the water that could affect negatively the environment quality and the human health. This paper has the main goal to assess the concentration of heavy metals (As, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn) in the sediments of urban creeks in the city of Uberlândia (MG) relating its influence on environmental quality of the rivers as well as to indicate the risks of human health based on parameters of quality proposed by CONAMA. It was shown that the sediments collected in the points P3 and P4, both influenced by district industrial, have significative values of Cu, Cr and Ni, possible to be considered as pathogenic factors.

Keywords: Environmental Quality; Heavy Metals; Human Health.

INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas projeta que, entre 2009 e 2050, a população urbana passe de 3,4 bilhões para 6,3 bilhões (World Urbanization Prospects 2009 - Revision, 2010, ONU, 2009). A concentração de pessoas e de atividades nas cidades modifica as estruturas ecológicas e os rios urbanos sofrem degradação da qualidade pela adição de elevadas cargas de contaminantes orgânicos e inorgânicos como, por exemplo, metais pesados, nitrogênio e fósforo gerados por fontes de poluentes pontuais e difusas (Salomons, 2005; Posthuma *et al.*, 2008). A qualidade dos recursos hídricos é, em grande parte, comprometida pelo processo de urbanização, que vem se acentuando no Brasil nas últimas três décadas.

Dentre os vários resíduos químicos, os metais pesados vêm se destacando nos estudos de promoção da saúde em escala mundial. Pode-se afirmar que o termo metal pesado refere-se a uma classe de elementos químicos nocivos para os seres humanos, principalmente pela sua maior densidade em

Recebido em: 05/09/2012

Aceito para publicação em: 27/11/2012

relação aos metais comuns (BAIRD, 2002). Metais pesados como o Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg), Zinco (Zn) e Arsênio (As) podem ser citados como os mais estudados, principalmente pelos seus efeitos diretos e indiretos na saúde humana (SEGURA-MUÑOZ, 2002)

De acordo com Atlas de Saneamento e Saúde do IBGE, lançado em 2011, considerando os municípios que declararam poluição ou contaminação, juntos, o esgoto sanitário, os resíduos de agrotóxicos e a destinação inadequada do lixo foram relatados como responsáveis por 72% das incidências de poluição na captação em mananciais superficiais, 54% em poços profundos e 60% em poços rasos (IBGE, 2011). Assim, nota-se que industrialização e agricultura geram quantidades de resíduos químicos que se concentram no ambiente podendo se caracterizar como potencialmente poluentes.

Estes resíduos entram no sistema fluvial por diferentes caminhos, através da erosão do solo, do uso de defensivos químicos, desmatamentos, lixiviação dos materiais de construção, lava jatos, resíduos sólidos acumulados perto dos cursos de água, além do lançamento de esgotos e águas residuárias (BRISMAR, 2002; FÖRSTNER, 2003; FÖRSTNER *et al.*, 2004).

A investigação sobre a qualidade do sistema hídrico pode ser feita tomando como referência a análise da água ou do sedimento (SINGH *et al.*, 1997).

Pode-se destacar, segundo Förstner *et al.* (2004), três vantagens de se avaliar e monitorar quimicamente os sedimentos e não apenas a água: os sedimentos refletem as variações históricas da intensidade de poluição produzida na bacia; os sedimentos sustentam a vida e possuem valor ecológico, social e econômico e os sedimentos são considerados como fontes secundárias de poluição quando contaminantes estocados são liberados após ressuspensão natural ou artificial na coluna d'água. Portanto, pode-se ter melhoria na qualidade atual das águas devido a políticas de controle e despoluição, porém os sedimentos podem se configurar como um remanescente do legado passado (HEISE; FÖRSTNER, 2006).

Considera-se os sedimentos como fonte de vida para os cursos d'água, cuja valorização decorre do fato de apresentarem diferentes funções. Do ponto de vista da ecologia aquática eles se constituem na principal fonte de nutrientes para os organismos e fornecem as condições favoráveis para o desenvolvimento de uma grande variedade de habitats. Para as atividades humanas, há milênios, os homens utilizam os sedimentos férteis das planícies aluviais para a implantação de produtivas áreas agrícolas ou para exploração mineral (SALOMONS, 2005).

A percepção de que os sedimentos são uma fonte valiosa para o homem e para a natureza mudou rápida e drasticamente quando ficou evidente que os sedimentos não são enriquecidos apenas de nutrientes, mas, também, como um legado da industrialização e do consumo de massa, uma perfeita armadilha para os poluentes perigosos gerados pelas atividades humanas (Förstner, 2003). A contaminação com elementos-traço de origem antropogênica é um persistente problema pelo fato de serem não-degradáveis e se acumularem em formas químicas que são, muitas vezes, mais reativas que as formas originais (ADRIANO *et al.*, 2004).

A qualidade ambiental e a qualidade de vida da população estão relacionadas diretamente com a gestão dos recursos hídricos. Alguns instrumentos potencialmente indutores do controle, conservação e recuperação ambiental, tratados como instrumentos de políticas ambientais e de recursos hídricos estabelecidos pela Lei Federal nº 6.938 de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e posteriormente pela Lei Federal nº 9.433 de 1997 que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos têm, entre outros objetivos, assegurar as condições de desenvolvimento socioeconômico, proteção e dignidade da vida humana (BRAGA, 2009).

Compreender a relação dos sedimentos como forma armazenadora de metais pesados é de suma importância para se ter uma política de planejamento e gestão das águas mais eficazes, principalmente no intuito de reduzir os riscos à saúde humana, pois essa população se serve direta ou indiretamente das águas e sedimentos dos rios. A localização das áreas contaminadas, o controle dos riscos ecológicos e as ações de remediação estão bem estabelecidos nos Estados Unidos e Europa e, as ações propostas, baseados em uma estrutura política e regulatória, visam à diminuição dos riscos ecológicos e para a saúde humana (APTIZ; POWER, 2002; FÖRSTNER; APTIZ, 2007).

O objetivo deste artigo foi avaliar a concentração de metais pesados nos sedimentos recentemente depositados em córregos urbanos de Uberlândia (MG) tomando os parâmetros de referência de qualidade propostos pelo CONAMA e discutir as relações de risco ambiental e de saúde.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O Uberabinha é um importante rio para captação de água para as zonas rural e urbana do município de Uberlândia (MG). As águas são utilizadas para abastecimento público, irrigação e geração de energia. Uberlândia possui, nos dias atuais, mais de 600.000 habitantes (tabela 1) e economia dinâmica, concentrando o segundo PIB (Produto Interno Bruto) do Estado de Minas Gerais apoiado nas atividades que envolvem o agronegócio, a indústria e os serviços.

Em relação aos aspectos populacionais, na década de 1940, Uberlândia possuía um equilíbrio entre a população urbana e rural, porém a partir de 1960, fica evidente o crescimento urbano da população. Essa década também foi importante devido à construção da capital federal nas áreas de cerrado, fazendo com que a cidade de Uberlândia se destacasse como entremeio entre várias capitais.

A década de 1970 foi de suma importância para o crescimento da população de Uberlândia, culminando com projetos governamentais desenvolvidos para a área do Cerrado, desenvolvendo o campo (grandes propriedades) fazendo com que população do campo viesse para a cidade (êxodo rural) devido à mecanização do meio rural. Essas pessoas recém saídas do campo vão para as áreas urbanas aumentando assim a quantidade da população urbana. Nos dias atuais mais de 97% da população de Uberlândia vive na área urbana.

Tabela 1 – população residente por situação de domicílio em Uberlândia 1940 – 2010

Ano	Urbana	Rural	TOTAL	% Urbana	% Rural
1940	22.123	20.056	42.179	52,5	47,5
1950	35.799	19.185	54.874	65,1	34,9
1960	71.717	16.565	88.282	81,2	18,8
1970	111.466	13.240	125.706	89,4	10,6
1980	231.598	9.363	240.961	96,1	3,9
1991	358.165	8.896	367.061	97,6	2,4
2000	488.982	12.232	501.214	97,6	2,4
2010	587.266	16.747	604.013	97,2	2,8

Fonte: IBGE, 2010.

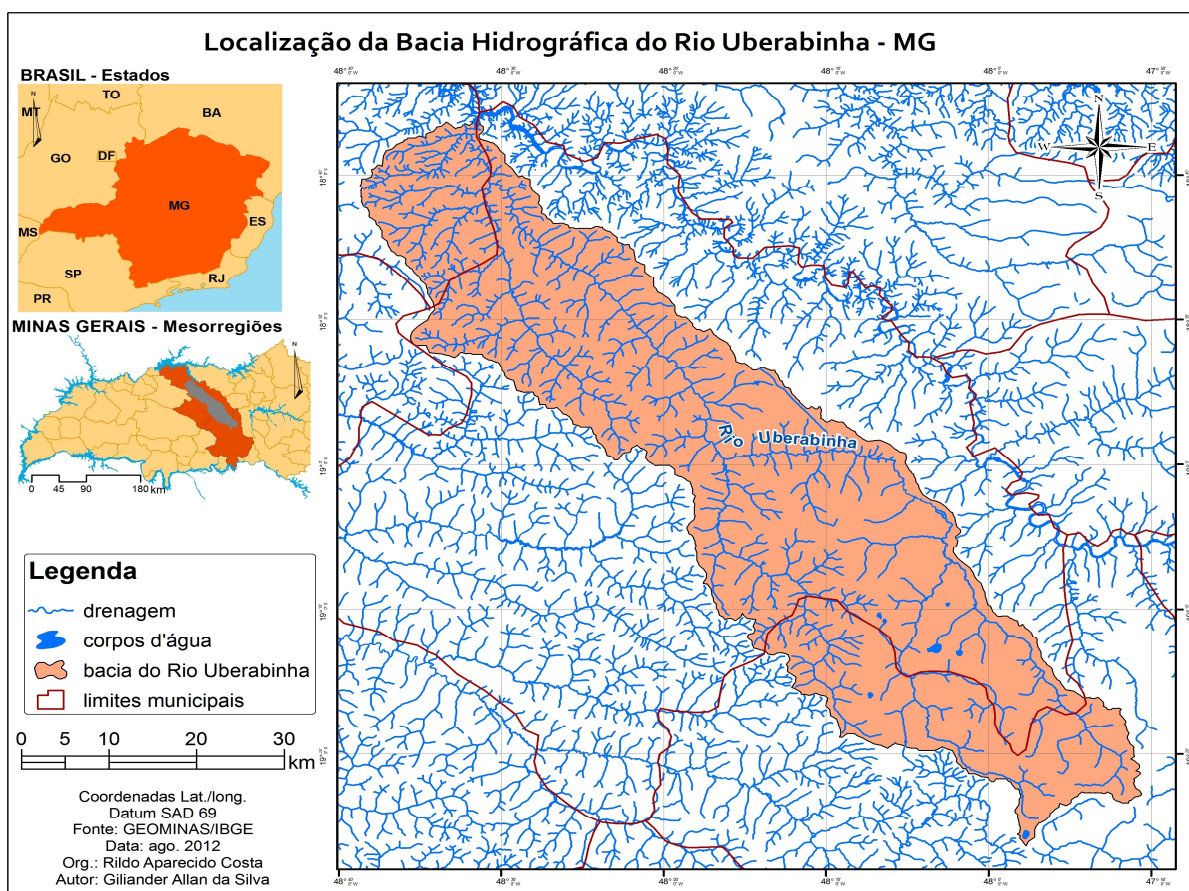
A soma das atividades humanas desenvolvidas na bacia resultam em impactos ambientais, entre elas a descarga das águas residuárias tratadas e não tratadas no rio e os riscos de contaminação com metais pesados. A bacia do Uberabinha tem uma área de 188,3 km², localizada entre as coordenadas geográficas de 18°35'45" a 19°26'09" S e 47°49'39" a 48°39'08" W (figura 1). O sítio urbano está localizado no segmento médio do curso principal, aproximadamente a 70 km da montante.

A dinâmica atmosférica em Uberlândia está sob controle dos sistemas intertropicais. Esses sistemas de circulação ocasionam um clima tropical alternadamente seco e úmido.

As características climáticas regionais são reflexos da dinâmica da circulação atmosférica comandada pelas massas de ar que se estabelecem em toda porção sudeste do Brasil. Dependendo da época do ano, o avanço de determinadas massas de ar sobre a região é responsável pelas alterações na temperatura e principalmente na umidade, desencadeando duas situações climáticas nitidamente diferentes: um período seco, que se estende de abril a setembro (representa 10% do total de chuvas), e outro, úmido e chuvoso, que vai de outubro a março (representando 90% do total pluviométrico). Podendo ter um índice médio pluviométrico anual de aproximadamente 1.500mm.

O município de Uberlândia apresenta temperatura média anual entre 20 e 22°C, com média nos meses mais frios girando em torno de 18°C. Com base na classificação internacional de Koeppen (1948), a região encontra-se caracterizada pelo clima tropical do tipo Aw.

Figura 1 – Localização da Área de Estudo



Afloramentos de rocha básica vulcânica aparecem nos segmentos em que o rio escavou profundamente seu vale. A topografia é representada por chapadas de 500 (jusante) a 970 (montante) metros de altitude. Exceto na área urbana, o uso do solo é predominantemente para as atividades agrícolas e pastagem. Em escala regional predominam os solos lateríticos compostos por argila de atividade baixa, pH ácido (~5,5), e baixo teor de carbono. O monitoramento da qualidade da

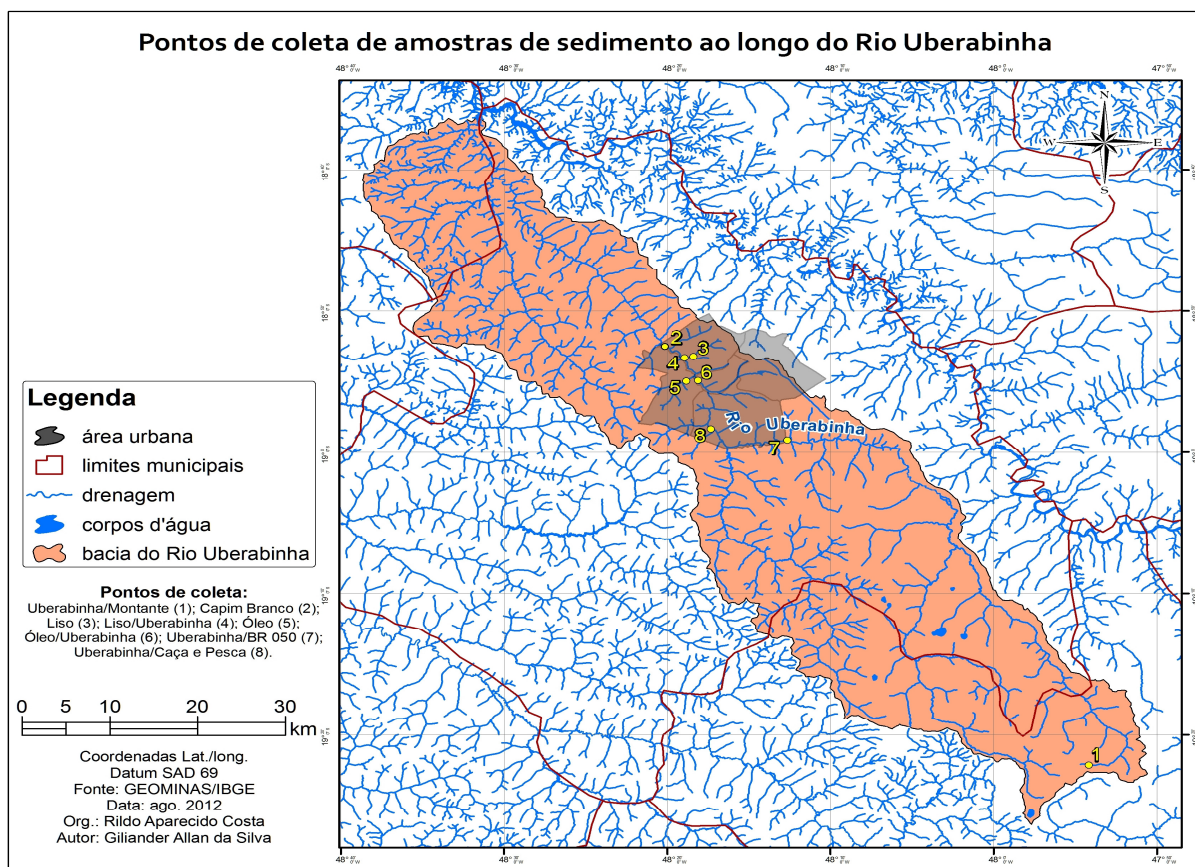
água é feito desde 1998 pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), no entanto, não é feita análise da qualidade de sedimentos.

Pontos de Coleta, Tratamento e Análise dos Sedimentos

Foram escolhidos pontos de amostragem estratégicos relacionados com os diferentes usos do solo na bacia do Rio Uberabinha, a fim de caracterizar as tendências de contaminação através dos níveis de concentração de elementos químicos nos sedimentos recentemente depositados. Foram analisadas as concentrações de metais em sedimentos de oito córregos da bacia sendo que um deles representou o ponto mais próximo possível da nascente, considerado como o ponto de referência em relação às concentrações químicas.

Os pontos de coleta são os seguintes: Uberabinha/Montante (1), o ponto usado como referência, área agrícola onde se usa pulverização com avião; Capim Branco (2), área influenciada pelo Aterro Sanitário, Fazenda UFU e ETE DMAE; Liso (3) trecho que corta o Distrito Industrial; Liso/Uberabinha (4) área influenciada pelo Distrito Industrial, Óleo (5) área urbana residencial; Óleo/Uberabinha (6) confluência dos rios; Uberabinha/BR 050 (7) Rodovia; Uberabinha/Caça e Pesca (8) área influenciada pela instalação de um clube. (Figura 2).

Figura 2 - Pontos de coleta de amostras de sedimento ao longo do Rio Uberabinha Localização dos pontos de coleta. Uberabinha/Montante (1); Capim Branco (2); Liso (3); Liso/Uberabinha (4); Óleo (5); Óleo/Uberabinha (6); Uberabinha/BR 050 (7); Uberabinha/Caça e Pesca (8)



As amostras foram coletadas entre 0-10 cm de profundidade, no período de seca. Os sedimentos foram homogeneizados, secados em estufa entre 50-60°C, misturados, peneirados em peneira com malha de nylon para obter a fração <0,062mm, seguindo os procedimentos propostos por Mudrock & Mcknight (1994) citado por Förstner (2004). Em cada ponto foram coletadas três amostras para cálculo da média e desvio padrão. A análise multielementar para a determinação de sete elementos (As, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn) foi realizada por ICP-OES, Thermo Jarrel Ash, ICAP 61E. O ataque das amostras foi feito por digestão multiácida. O controle de qualidade foi verificado usando o material de referência interno (ICPREF20, Laboratório Lakefield-Geosol LTDA, Brasil).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os elementos químicos, especialmente os metais pesados, que são considerados imunotóxicos, constituem-se em uma das principais preocupações, tanto dos órgãos gestores, quanto da própria população, em função de seus efeitos nocivos ao ambiente e à saúde humana, pois não são biodegradáveis, e uma vez produzidos permanece no ambiente. Carlos (2002) acrescenta que os efeitos na saúde humana oriundos da exposição a diferentes substâncias química ocorrem de diversas formas e em órgãos diferentes de acordo com o tipo de exposição química, a via de exposição à dose que recebe.

Com o crescimento das cidades e, como consequência, a diversidade das atividades antrópicas, os córregos urbanos vem sofrendo nas últimas décadas com despejo de dejetos e rejeitos, contribuindo assim, para a contaminação tanto de sua água como do seu sedimento.

Nas análises realizadas para a bacia do rio Uberabinha, pôde-se perceber que, na sua porção urbana (onde foram coletadas sete amostras), as concentrações relativas de Cu, Cr e Ni foram as mais elevadas (tabela 2), com maior destaque para o Córrego Liso (P3) e sua confluência com o Rio Uberabinha (P4). Deve-se destacar que estes dois pontos se encontram no setor industrial de Uberlândia (MG). Estes resultados evidenciam a possibilidade de ocorrências de toxidez e efeitos adversos ao ambiente e saúde humana.

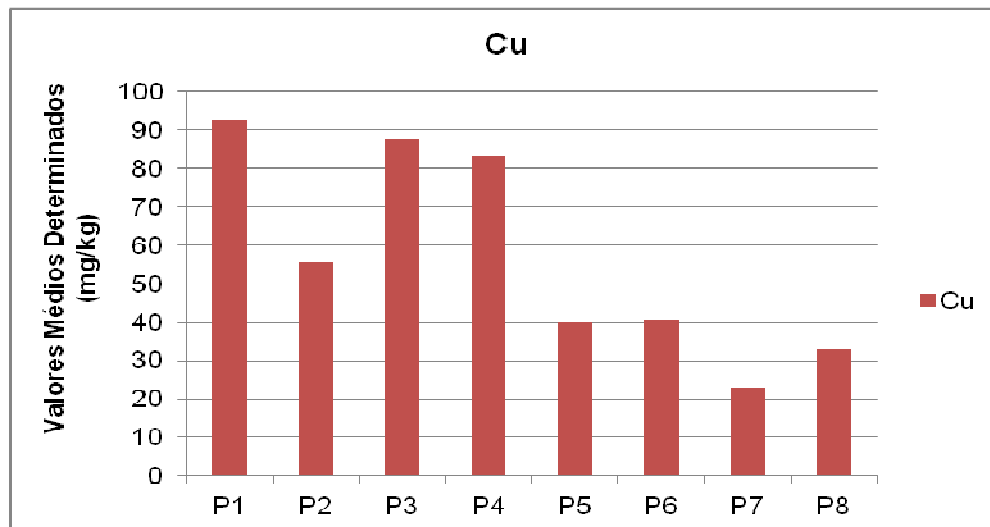
Tabela 2 - Tabela com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04 e valores obtidos nos 8 pontos de análise do Rio Uberabinha, sendo 7 no segmento urbano e 1 no meio rural

Elementos	Valores orientadores ¹ (mg/kg)		Valores médios determinados ² (mg/kg)							
	Nível Mínimo	Nível Máximo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
As	5,9	17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cd	0,6	3,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pb	35	91,3	6,6	10,3	13	12	n.d.	12	n.d.	9,6
Cu	35,7	197	92,6	55,6	87,6	83	40	40,6	23	33
Cr	37,3	90	28,3	71,6	120	54	106,7	57	74,6	37,3
Ni	18	35,9	7,0	15,3	29	23,3	15,6	14	9,6	11,6
Zn	123	315	15,3	85,6	83	106,3	58,6	53	22,6	25,3

¹ CONAMA (2004); ²Rio Uberabinha; n.d.= não determinado ou abaixo do limite de detecção instrumental

Em relação ao Cu, observou-se que o ponto localizado nas nascentes do Rio Uberabinha (P1) foi o mais significativo (92,6 mg/kg) como pode ser observado no gráfico 1. Vale ressaltar que este valor está dentro do intervalo considerado normal. Porém já é alarmante e providências têm que serem tomadas. Um dos fatores que podem contribuir para este índice é o uso de agrotóxico nestas áreas rurais.

Gráfico 1 – Cu: Valores Médios Determinados



Estes metais pesados encontrados nos sedimentos são provenientes de duas fontes: as naturais, rochas magmáticas, basaltos e gabros e artificiais, como indústrias químicas e pigmentos, indústrias têxteis, tijolos e revestimentos, além de curtumes e esgotamento sanitário. Pela distribuição da concentração, acredita-se que as atividades do distrito industrial impactam de forma efetiva os cursos hídricos.

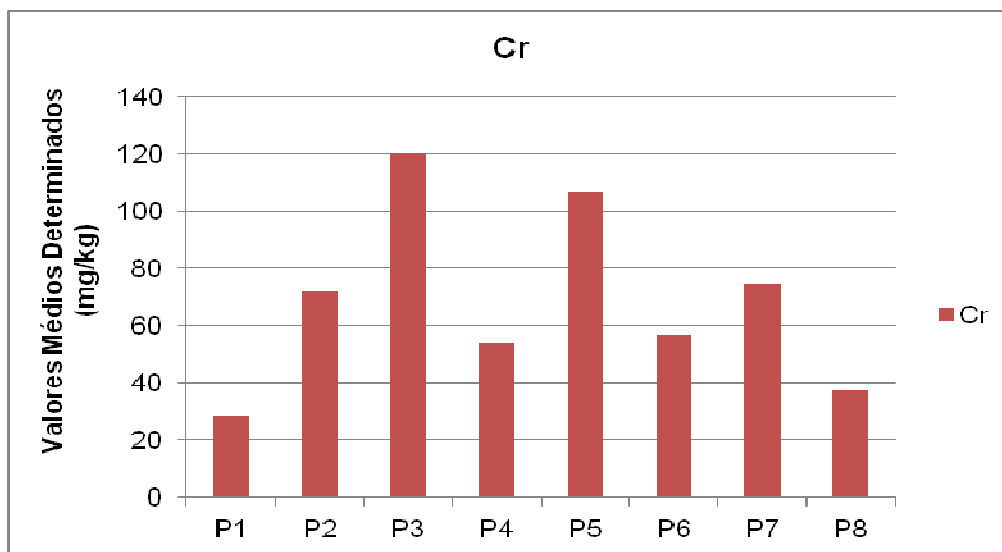
Em relação à saúde humana pode-se evidenciar que pessoas que fazem uso excessivo destes metais pesados estão sujeitos a algumas patologias tais como: problemas neurológicos, psiquiátricos, danos no fígado e rins, além de irritação gastrointestinal. Deve-se destacar também o Cr e o Ni que podem ter efeitos carcinogênicos. Dentre os diferentes contaminantes químicos, o estudo de metais pesados vem sendo considerado prioritário nos programas de promoção da saúde em escala mundial. (ALVES et. al, 2010.)

No Córrego do Óleo (P5) foi encontrado a maior concentração de Cr (106,7 mg/kg) como pode ser observado no gráfico 2. Esta concentração pode estar relacionada com a presença de indústria alimentícia e com o lançamento de esgoto doméstico no curso do córrego.

Os córregos urbanos apresentam qualidade de sedimentos que merecem atenção, tanto da população quanto do setor público, principalmente onde se encontrou situações em que os valores determinados estão acima dos valores orientadores permitidos. A origem de tais valores está relacionada a atividade antropogênica, seja agricultura ou urbana (resíduos domésticos e industriais).

As fontes geogênicas não fornecem os elementos necessários que explicariam estes resultados. A composição dos sedimentos do rio Uberabinha são principalmente SiO₂ (69,4 a 77,8%), Al₂O₃ (4,9 a 10,9%), Fe₂O₃ (3,5 a 10,4%) e baixas concentrações de CaO (0,1 a 1,3%), K₂O (0,1 a 0,3%), MgO (0,2 a 0,5%), MnO (0,1%) e P₂O₅ (0,1 a 0,2%) conforme ROSOLEN et al. (2009).

Gráfico 2 – Cr: Valores Médios Determinados



Por outro lado, se considerar os teores médios encontrados nos Latossolos de Minas Gerais (0-80cm de profundidade), Burak et al. (2010) indicaram concentrações médias de metais pesados de origem geoquímica natural de $5,4 \text{ mg kg}^{-1}$ Co; $35,7 \text{ mg kg}^{-1}$ Cu; $22,2 \text{ mg kg}^{-1}$ Ni; $40,3 \text{ mg kg}^{-1}$ Pb e 45 mg kg^{-1} de Zn. As altas concentrações de Pb, Zn e Mn foram relatadas em associação com depósitos dolomíticos.

CONCLUSÃO

O Rio Uberabinha é um recurso hídrico de suma importância para a cidade de Uberlândia, principalmente por se tratar do rio que abastece a cidade de água tratada para uso doméstico, além de ser usada como fonte de irrigação e uso intensivo nas indústrias.

Ao escolher a bacia do Rio Uberabinha como objeto de estudo, procurou-se realizar um trabalho que mostrasse, a partir da avaliação da qualidade dos sedimentos, como as inúmeras atividades humanas (principalmente nas áreas urbanas) efetivadas na bacia são responsáveis pelo comprometimento dos recursos hídricos e, também, de forma antagônica, as ações e decisões humanas oferecem inúmeras possibilidades de contribuir para a resolução e/ou amenização dos problemas.

Os impactos sociais podem ser significativos, principalmente no que tange à saúde humana, pois as pessoas expostas a estes metais pesados podem ser contaminados por eles, tendo danos até mesmo irreversíveis à saúde. Em alguns pontos desta bacia podem se encontrar famílias ribeirinhas que consomem peixes retirados deste córrego. Estes metais pesados, no organismo humano, se tornam cumulativos, causando várias patologias.

Os impactos ambientais da bacia do rio Uberabinha são gerados, em sua maioria, pelas relações com suas formas de uso, ou seja, na área rural pelo intensivo uso de agroquímicos e no meio urbano pelo lançamento de dejetos e rejeitos, além de águas residuárias provenientes das indústrias. Portanto o risco de contaminação deste corpo hídrico é eminente.

Recomenda-se, portanto, a adoção mais eficaz de uma gestão ambiental que leve em consideração os diversos usos na bacia, principalmente na área urbana, onde os órgãos ambientais competentes devem fazer cumprir a legislação para as indústrias e prefeitura. Para tanto, algumas medidas mitigadoras são necessárias tais como: um zoneamento socioambiental de toda a bacia para que se possa compreender o uso e ocupação atual; fazer um controle mais acurado do uso e da destinação do agrotóxico usado nas lavouras; ter um controle maior dos efluentes lançados pelo distrito industrial no córrego Liso, um dos afluentes do rio Uberabinha; combater o lançamento de esgoto doméstico

clandestino que é uma prática na bacia do rio Uberabinha; implantar um sistema de monitoramento e gerenciamento por parte do poder público de toda a bacia para acompanhar o uso e ocupação em relação à poluição e contaminação do lençol freático, bem como das águas superficiais; monitorar com mais frequência a qualidade da água através de estudos da água e dos seus sedimentos.

Por fim, os resultados (documentos e correlações) gerados neste trabalho mostraram ser eficientes e podem ser utilizados no auxílio ao planejamento, principalmente nos Planos de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas, visando apontar medidas mitigadoras preventivas e corretivas em toda a bacia do rio Uberabinha que é de suma importância para a qualidade ambiental e para a população do município de Uberlândia. Finalmente, como salienta Förstner (2003) o uso inadequado do solo rural e urbano exerce grande influência nas condições das águas e sedimentos dos rios e o controle dos sedimentos contaminados é complexo e multivariado e envolve um balanço entre ciência, política e economia.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, D. C.; WENZEL, W. W.; VANGRONSVELD, J.; BOLAN, N. S. Role of assisted natural remediation in environmental cleanup. **Geoderma**, v. 122, p. 121-142, 2004.
- ALVES, R. I. S.; TONANI, K. A. A.; NIKAIDO, K.; CARDOSO, O. O.; TREVILATO, T. M. B.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Avaliação das concentrações de metais pesados em águas superficiais e sedimentos do Córrego Monte Alegre e afluentes, Ribeirão Preto, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 5 n. 6, 2010.
- APITZ, S. E.; POWER, B. From risk assessment to sediment management: An international perspective. **J Soils Sediments**, v. 2, n. 2, p. 61–66, 2002.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2, Ed. São Paulo: Bookman, 2002.
- BRAGA, R. **Instrumentos para gestão ambiental e de recursos hídricos**. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2009.
- BRISMAR, A. River systems as providers of good and services: a basis for comparing desired and undesired effects of large dam projects. **Env. Man.**, v. 29, p. 598-609. 2002.
- CARLOS, G. A. M. Contaminação industrial pelos resíduos sólidos perigosos -
Relação com a saúde humana Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. XVIII Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México, 2002.
- FÖRSTNER, U. **Geochemical techniques on contaminated sediments – river basin view. Part I: Integrated water quality management: river basin approach**. Environ. Sci. & Pollut. Res., v. 10, n. 1, p. 58-62, 2003.
- FÖRSTNER, U.; HEISE, S.; SCHWARTZ, R.; WESTRICH, B.; AHLF, W. Historical contaminated sediments and soils at the river basin scale. Examples from the Elbe River catchment area. **J. Soils & Sediments**, v. 4, n. 4, p. 247-260, 2004.
- FÖRSTNER, U.; APITZ, S. E. Sediment Remediation: U.S. Focus on Capping and Monitored Natural Recovery. Fourth International Battelle Conference on Remediation of Contaminated Sediments. **J Soils & Sediments**, v. 7, n. 6, p. 351–358, 2007.
- HEISE, S.; FÖRSTNER, U. Risks from historical contaminated sediments in Rhine Basin. **Water, Air, and Soil Pollution: Focus**, v. 6, p. 625–636, 2006.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Atlas de Saneamento 2011**. Rio de Janeiro. 2011
- IGAM - INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Monitoramento da qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Paranaíba em 2006. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2007. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/index.php>. Acessado em 11 jan 2010.
- KOEPPEL, W. **Climatología**. México-Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 1948.
- ONU. Organização das Nações Unidas. *World Urbanization Prospects, the 2009 Revision*, 2010. Disponível em: http://esa.un.org/unpd/wup/Documents/WUP2009_Highlights_Final. Acessado em 23 set 2011.

- ROSOLEN, Vania et al. **Quality of sediments and environmental implications in the Uberabinha River (Uberlândia, MG)**. *Rev. bras. geociênc.* [online]. 2009, vol.39, n.1, pp. 151-159.
- SALOMONS, W. Sediments in the catchment-coast continuum. **J. Soils & Sediments**, v. 5, n. 1, p. 2-8, 2005.
- SEGURA-MUÑOZ, S. I. **Impacto Ambiental na Área de Aterro Sanitário e Indicador de Resíduos Sólidos de Ribeirão Preto: uma avaliação dos níveis de metais pesados**. Tese de Doutorado em Enfermagem e Saúde Pública. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2002.
- SINGH, M.; ANSARI, A. A.; MÜLLER, G.; SINGH, I. B. Heavy metals in freshly deposited sediments of the Gomati River (a tributary of the Ganga River): effects of human activities. **Environ. Geol.**, v. 29, n. 3-4, p. 246-252, 1997.
- Posthuma L., Eijsackers H.J.P., Koelmans A.A., Vijver M.G. Ecological effects of diffusion pollution are site-specific and require high-tier risk assessment to improve site management decisions: a discussion paper. **Science of the Total Environment**, 406, 3:503-517. 2008.