

USO DA TERRA, POLUIÇÃO DIFUSA E PROPOSTAS DE AÇÕES PARA A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: UM ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO UBERABINHA (UBERLÂNDIA, MG)

Vania ROSOLEN¹

Rildo Aparecido COSTA²

Jorge Luis Silva BRITO³

Resumo

Os sedimentos dos rios podem estocar uma grande quantidade de substâncias tóxicas que agem como fontes secundárias de poluição quando liberadas para as águas. Atividades antropogênicas como industrialização, urbanização e agricultura são responsáveis pela liberação e lançamento de altas cargas de elementos tóxicos nos corpos hídricos e podem afetar negativamente a qualidade dos sedimentos. O objetivo deste artigo foi avaliar a concentração dos elementos As, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn nos sedimentos coletados no Rio Uberabinha (Uberlândia, MG) e avaliar as implicações ambientais e para a saúde humana em função dos parâmetros de qualidade estabelecidos pelo CONAMA e a proposição de ações para a gestão da bacia.

Palavras-chave: Qualidade dos sedimentos. Poluição difusa. Gestão de bacias hidrográficas.

Abstract

Land-use, non-point pollution and proposed actions to elaborate a management plan for the Basin of Uberabinha (Uberlandia, MG)

The sediments can storage hazardous substances or act as a secondary pollution source by transferring contaminants to the system. Anthropogenic activities as industrialization, urbanization and agriculture are responsible for the input of high amounts of toxic metals to the surface water of a River Basin and can negatively impact sediment quality. The objective of this study was to evaluate the concentration of toxic elements as As, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni e Zn in sediments of Uberabinha River (Uberlândia, MG) which may represent a risk for the environment and human health. The Chemical analysis of sediments was compared to guiding values for sediment quality established by the National Environment Council (CONAMA, Brazil) and the proposition of actions for basin management.

Key words: Sediments. Non-point pollution. Land-use. Environmental management.

¹ Professora Dra., Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP: 38408-100. E-mail: vrosolen@ig.ufu.br. Telefone: (34) 32394169 ramal 40.

² Professor Dr., Departamento de Geografia, Faculdade de Ciências Integradas da Universidade Federal de Uberlândia, Av. José João Dib, 2545, Bairro Progresso, Ituiutaba-MG., CEP: 38302-000. E-mail: rildocosta@pontal.ufu.br. Telefone: (34) 3269-2389

³ Professor Dr. Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2121, Campus Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP: 38408-100. E-mail: jbrito@ufu.br. Telefone: (34) 32394169

¹ Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental e a qualidade de vida dos cidadãos estão em parte relacionadas 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 n° 6.938 de 1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e posteriormente pela Lei Federal n° 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).

O comprometimento da qualidade dos recursos hídricos deve-se em grande parte à urbanização, industrialização e agricultura que geram uma expressiva gama de resíduos potencialmente tóxicos que se concentra no ambiente. Os contaminantes químicos tóxicos entram no sistema fluvial por diferentes caminhos, através das atividades desenvolvidas nos meios rural e urbano (erosão do solo, uso de agroquímicos, desmatamentos, lixiviação dos materiais de construção e dos sistemas de esgoto etc.) e por fontes diretas ou difusas (BRISMAR, 2002; FÖRSTNER, 2003; FÖRSTNER et al., 2004) e 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).

Com vistas à proteção dos ecossistemas e garantia da qualidade da água servida para a população, do ponto de vista prático, existem vantagens de se avaliar e monitorar quimicamente os sedimentos e não apenas a água pois, segundo Förstner et. al. (2004) (I) os sedimentos refletem as variações históricas da intensidade de poluição produzida na bacia; (II) os sedimentos suportam a vida e possuem valor ecológico, social e econômico e (III) os sedimentos são considerados como fontes secundárias de poluição quando contaminantes estocados são liberados após ressuspensão natural ou artificial na coluna d'água. Mesmo quando há melhora da qualidade das águas como resultado das políticas de controle e despoluição, os sedimentos podem se configurar como um remanescente do legado passado (HEISE; FÖRSTNER, 2006).

Os rios necessitam dos sedimentos como uma fonte de vida cuja valorização decorre do fato de apresentarem diferentes funções (SALOMONS, 2005). 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.

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). No Brasil existem vários estudos que retrataram acúmulo de elementos tóxicos nos sedimentos fluviais e em áreas de diminuição de fluxo por construção de barragens (ROBAINA; FORMOSO; PIRES, 2002; MOZETO et al., 2003, HISSLER et al., 2004, KASPER et al., 2004, COTTA; REZENDE; PIOVANI, 2006).

Este tema é importante para as políticas de planejamento e de gestão das águas, pois, mesmo quando há a melhoria progressiva da qualidade das águas dos rios como resultado das políticas de controle de poluição, se os sedimentos continuarem contaminados, eles afetam negativamente a ecologia aquática e com risco afetar também a saúde humana

quando pessoas se servem 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).

Considera-se risco como sendo a combinação da frequência com a consequência de eventos indesejáveis. Ele se origina em relação à *priori* entre a ameaça e a vulnerabilidade. O termo vulnerabilidade define a probabilidade de que uma comunidade exposta ao impacto de uma ameaça natural possa sofrer danos, segundo o grau de fragilidade de seus elementos (infra-estrutura, construções, atividades produtivas, etc.). Esses danos podem ser representados pelo impacto sobre o desenvolvimento, economia e sobre os meios que criam e melhoram a qualidade de vida (CASTRO, 2001).

Segundo Rocha (2006) a vulnerabilidade é uma condição prévia que se manifesta durante o desastre, ao não se investir suficientemente em prevenção e ao se aceitar níveis de risco muito elevados podendo levar a óbitos e a perda de bens naturais e materiais. Então, o primeiro passo para definir uma política preventiva é a redução da vulnerabilidade. Nesse caso o sedimento de uma dada região pode deixar sua população vulnerável à contaminação.

De acordo com Heise e Förstner (2006) a gestão dos sedimentos deve compreender dois níveis de tomada de decisão: o primeiro referente à avaliação na escala da bacia e o segundo o controle de um sítio específico. O controle de emissão de poluentes industrial e doméstico de fontes pontuais é relativamente simples enquanto o controle da poluição por fontes difusas ganham destaque pela dificuldade de controlar fontes altamente dinâmicas de distribuição de poluição.

O controle da qualidade dos sedimentos e da emissão de contaminantes deve ser feito focando as atividades desenvolvidas na totalidade da bacia (SALOMONS; BRILIS, 2004; HEISE; FÖRSTNER, 2006). A poluição difusa é um fenômeno recorrente e perigoso e os riscos relacionam-se aos efeitos induzidos e suportados pelos elementos expostos causando degradação do meio, morbidade e mortalidade (Veyret, 2007). Eles são mais difíceis de serem apreendidos, são menos espetaculares e mais traiçoeiros pois seus efeitos são menos imediatamente visíveis. A gestão dos riscos traduz as escolhas políticas e as decisões finais de organização do território (VEYRET, 2007).

O objetivo deste artigo foi apresentar o grau de contaminação por carga difusa dos sedimentos do rio Uberabinha (Uberlândia, MG) tendo como base os valores orientadores de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04 e a proposição de ações de gestão para a bacia amparada pelo uso atual do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O rio Uberabinha é um tributário da Bacia do Rio Araguari. Possui extensão de aproximadamente 140km sendo que, ao meio de seu curso (80km), localiza-se a cidade de Uberlândia (Triângulo Mineiro, MG) (Figura 1). A escolha desta bacia para o desenvolvimento desta pesquisa deveu-se ao fato de sua importância para atender aos usos múltiplos do recurso. Suas águas são usadas para o abastecimento público (a população urbana é de aproximadamente 700.000 habitantes), para irrigação (cana-de-açúcar, soja, milho e pastagem), geração de energia entre outros menos expressivos.

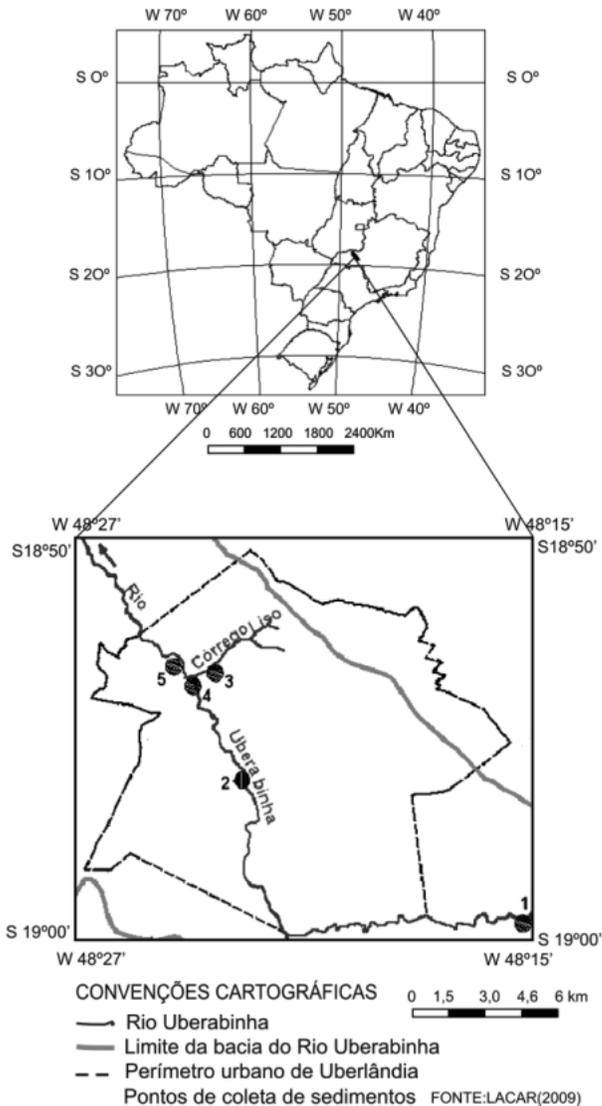


Figura 1 - Localização da área de estudo e dos pontos de amostragem dos sedimentos

O clima regional é tropical, caracterizado por um período marcadamente seco (entre maio e outubro) e outro úmido (entre novembro e abril). A precipitação média anual é de 1.800 mm e a temperatura média anual é de aproximadamente 23 °C (ROSA; LIMA; ASSUNÇÃO, 1991). A geologia é representada pelos arenitos das Formações Marília e Botucatu e pelos basaltos da Formação Serra Geral. A topografia é predominantemente caracterizada por platôs com superfícies planas (chapadas) e a vegetação original é o Cerrado, quase todo substituído pela agricultura e pastagem. Na região predominam os solos lateríticos, com argilas de baixa atividade como a caulinita, óxidos de ferro (hematita) e de alumínio (gibbsita), baixo pH e teor de carbono, exceto nas áreas de veredas que predominam os solos com propriedades hidromórficas.

O monitoramento da qualidade das águas do rio é realizado desde 1998 pelo IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), porém não há pontos de coleta de sedimentos para avaliação de parâmetros qualitativos. O rio Uberabinha é um afluente do Rio Araguaí e está inserido na Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRH) PN2, que corresponde a Bacia do Paranaíba. No rio Uberabinha o IGAM opera dois pontos de monitoramento da qualidade das águas. Um ponto de está instalado a montante e o outro ponto está localizado a jusante da cidade de Uberlândia. O último relatório sobre o Índice de Qualidade das Águas (IQA) superficiais divulgado pelo órgão em 2006 apontou elevadas concentrações de Coliformes fecais, de fósforo e contaminação por elementos tóxicos relacionados à descarga de esgoto doméstico e industrial provenientes da cidade de Uberlândia.

Pontos de coleta e preparação dos sedimentos

Foram escolhidos cinco pontos de amostragem representativos dos diferentes usos do solo da bacia, que permitiram a caracterização preliminar e geral sobre os níveis de concentração de elementos químicos nos sedimentos recentemente depositados. As amostras foram coletadas nas planícies de inundação, em locais de baixa energia fluvial. Em cinco pontos ao longo de um segmento do Uberabinha (Figura 1) foram amostrados sedimentos recentemente depositados: (1) a montante da cidade de Uberlândia, em um dos reservatórios de água para abastecimento público (reservatório de Sucupira) cujo entorno é usado para agricultura; (2) área densamente urbanizada próximo ao ponto de lançamento de esgoto doméstico; (3) ponto localizado no tributário córrego Liso que drena o distrito industrial, aproximadamente 25m antes da confluência com o rio Uberabinha; (4) confluência do córrego Liso com rio Uberabinha e (5) ponto mais a jusante no rio Uberabinha.

As amostras foram coletadas entre 0-10cm de profundidade. 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 e Mcknight (1994) citado por Förstner (2004). Em cada ponto foram coletadas três amostras para cálculo da média e desvio padrão.

Procedimentos de laboratório

A análise para a determinação dos elementos As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn foi realizada por ICP-OES Thermo Jarrel Ash ICAP 61E, após digestão das amostras com água régia (HCl-HNO₃, 3:1). O controle de qualidade foi verificado usando o material de referência interno (ICPREF20, Laboratório Geosol LTDA, Brasil). Estes elementos foram escolhidos por serem frequentemente liberados no ambiente pelas atividades humanas e são considerados como elementos indicadores de qualidade ambiental e efeitos deletérios aos organismos na Resolução CONAMA 344/04.

A base cartográfica da área da bacia do Rio Uberabinha foi elaborada na escala de 1:100.000 utilizando as Cartas Topográficas do IBGE (Folhas SE-23-Z-B-VI e SE23-Z-D-III)SE-34 disponíveis em formato digital no site do IBGE. O mapeamento do uso do solo foi elaborado no software SPRING5.3, através da interpretação visual em Tela de computador da composição colorida das imagens TM/Landsat, bandas TM3b, TM4r e TM5g, obtidas em setembro de 2009. As imagens foram georreferenciadas a partir da base cartográfica, resultando na geração de uma carta Imagem compatível com a escala 1:100.000.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Uso da Terra

O levantamento do uso da terra em uma determinada região tem importância para compreensão dos padrões de organização do espaço, inclusive com vistas ao processo de contaminação e poluição dos mananciais hídricos.

Com base em informações geradas por imagens de satélite foi possível realizar um mapeamento do uso da terra na área da bacia do Rio Uberabinha. A figura 2 mostra o resultado do mapeamento do uso da terra no ano de 2009 e a tabela 1 descreve a área ocupada pelas diversas categorias de uso.

O maior uso está relacionado à agricultura, ocupando uma área de 57,24%. Esta atividade se desenvolve de forma mais intensa no alto e médio curso da bacia, relacionada principalmente ao relevo plano de topos de chapadas que suporta facilmente a mecanização. No baixo curso a área de agricultura é menos expressiva e ocupa as áreas de interflúvios e várzeas em função da presença de um relevo mais movimentado.

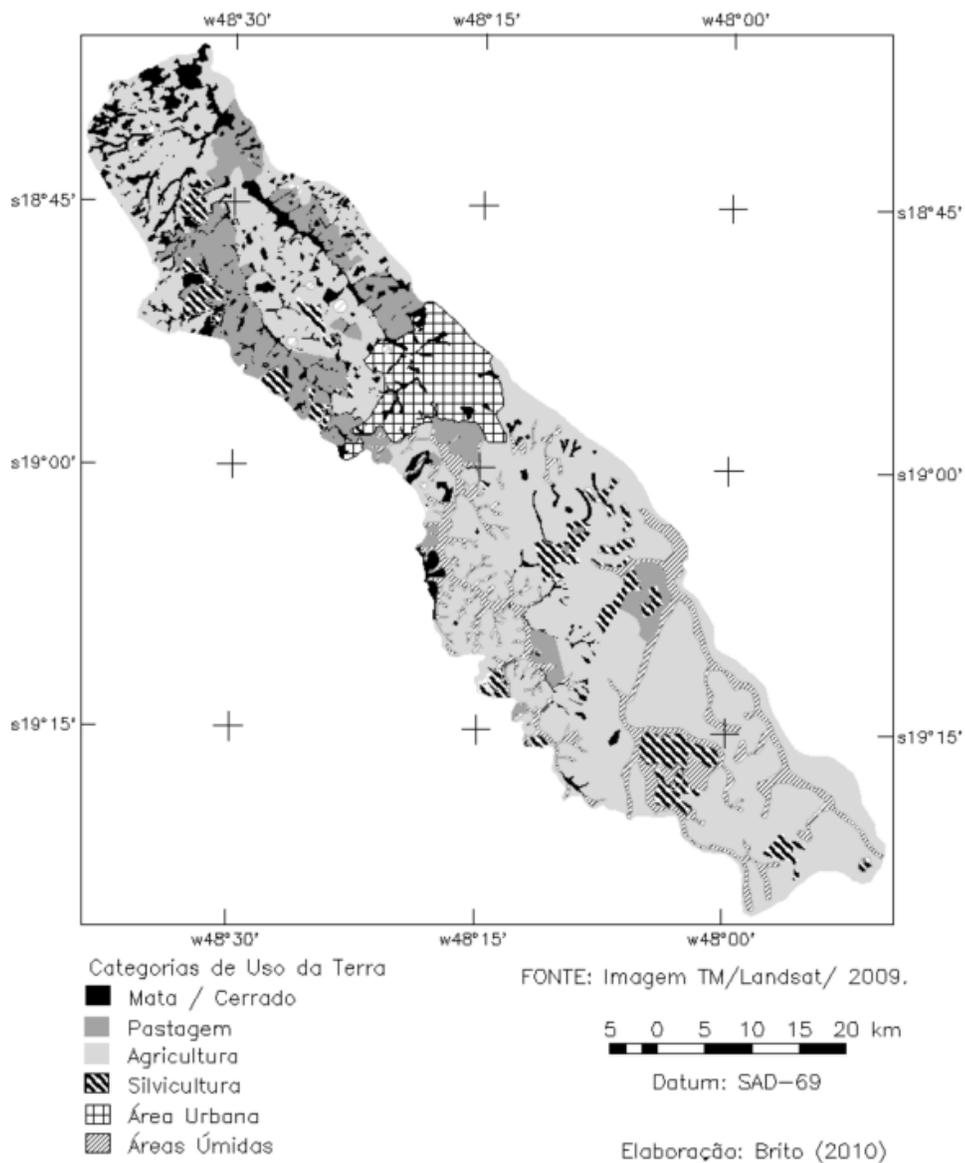


Figura 2 - Mapeamento das categorias de uso do solo na bacia do rio Uberabinha em Uberlândia, MG

Tabela 1 - Categorias de Uso na Bacia do Rio Uberabinha – MG

Categorias de Uso	Área Ocupada	
	Km ²	%
Mata/Cerrado	210,18	9,60
Agricultura	1252,85	57,25
Silvicultura	146,93	6,71
Pastagem	244,68	11,18
Áreas úmidas	198,49	9,07
Urbano	135,43	6,19
Total	2188,56	100,00

Fonte: Imagem TM/LANDSAT – 2009.

Em relação ao potencial de poluição e contaminação dos sedimentos do rio, essas chapadas são áreas particularmente vulneráveis. Nestas áreas se pratica a agricultura monocultora de exportação fortemente dependente do uso de agroquímicos. Também, são nas superfícies das áreas planas que estão presentes as áreas denominadas de áreas úmidas (9,7% da bacia). Caracterizam-se como áreas deprimidas topograficamente e pela presença de solos com propriedades hidromórficas devido ao afloramento permanente ou sazonal do lençol freático. Considerando que estas áreas se constituem nas nascentes do rio Uberabinha e seus afluentes, os corpos hídricos estão sempre em contato com os agroquímicos usados direta ou indiretamente no processo produtivo. No alto curso da bacia é onde se capta água para o abastecimento doméstico da cidade de Uberlândia.

Além da agricultura, no médio curso da bacia, situa-se a área urbana do município de Uberlândia, com aproximadamente 700 mil habitantes. Nessa porção da bacia observou-se, em vários pontos, o despejo de efluentes domésticos e industriais, aumentando assim a possibilidade de contaminação e poluição.

A pastagem ocupa o segundo lugar em área e está concentrada principalmente no baixo curso da bacia. Tal atividade se adapta ao relevo mais movimentado e não se caracteriza como área importante de impacto relacionado à poluição e contaminação com elementos inorgânicos tóxicos.

As áreas de vegetação do Cerrado representam 9,60% do total da bacia, em um total de 210,18 km². Observa-se que essa vegetação encontra-se em áreas remanescentes, ocupando áreas com declividades elevadas e Áreas de Preservação Permanente (APP's). Essas áreas deveriam existir em toda a bacia (Código Florestal Brasileiro – Lei 4771/1965 e Resolução CONAMA, 303), porém no alto e médio curso, devido ao uso intensivo da agricultura, não se observa quase que nenhum remanescente de vegetação ao longo dos cursos d'água.

Poluição Difusa

Os resultados referentes à concentração total de metais tóxicos nos sedimentos do rio Uberabinha refletem a influência das atividades humanas e da urbanização na bacia. Considerando os sete elementos analisados apenas As e Cd não estão presentes nos sedimentos ou, então, estão fora do limite de detecção instrumental. A Resolução CONAMA 344/04 (Tabela 2) que estabelece valores orientadores de qualidade dos sedimentos considera que quando a concentração total de elementos tóxicos encontra-se abaixo do limite mínimo - TEL (Threshold Effect Level) ou Nível 1 - raramente são esperados efeitos adversos

ao ambiente e organismos e quando o teor total encontra-se acima do limite máximo - PEL (Probable Effect Level) ou Nível 2 - freqüentemente ocorre efeito adverso para o ambiente e organismos. Na faixa entre os Níveis 1 e 2 situam-se os valores onde ocasionalmente esperam-se tais efeitos.

A tabela 2 apresenta os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04 e as concentrações médias obtidas nos sedimentos do rio Uberabinha. Os sedimentos coletados no Ponto 1 (reservatório de Sucupira) apresentaram elevadas concentrações médias de Pb (56,7 mg/kg), Cu (75mg/kg), Cr (105,7mg/kg) e Ni (40,3 mg/kg). No Ponto 2 (área densamente urbanizada) foram determinadas altas concentrações médias de Cu (70mg/kg), Cr (106,3 mg/kg), Ni (23,3mg/kg) e Zn (133,3mg/kg). No Ponto 3 (córrego Liso que drena o distrito industrial, a 25m da confluência com o rio Uberabinha) foram determinadas concentrações médias elevadas de Cu (61,7 mg/kg), Cr (106,3 mg/kg) e Ni (22,3 mg/kg). No Ponto 4 (confluência entre o córrego Liso e Uberabinha) houve alta concentração média de Cu (53 mg/kg), Cr (137,0 mg/kg) e Ni (18,7 mg/kg). Finalmente, o Ponto 5 (jusante da cidade de Uberlândia) apresentou elevadas concentrações médias dos elementos Cu (103,7 mg/kg), Cr (71 mg/kg) e Ni (24 mg/kg).

Tabela 2 - Tabela com os valores orientadores estabelecidos pela Resolução CONAMA 344/04 e valores obtidos nos 5 pontos de análise do Rio Uberabinha (Uberlândia, MG)

Elementos	Valores orientadores ¹ (mg/kg)		Valores médios determinados ² (mg/kg)				
	TEL (Nível 1)	PEL (Nível 2)	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5
As	5,9	17	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.
Pb	35	91,3	56,7	21,7	n.d.	n.d.	n.d.
Cu	35,7	197	75	70	61,7	53	103,7
Cr	37,3	90	105,7	70,7	106,3	137	71
Ni	18	35,9	40,3	23,3	22,3	18,7	24
Zn	123	315	41,3	133,3	74	72,7	81

¹ CONAMA (2004); ² Rio Uberabinha; n.d. = não determinado

Há evidência de ocorrência de impactos relacionados à concentração de elementos com possibilidade de toxicidade e efeitos adversos ao ambiente e saúde humana. O cenário recente revelou concentração em níveis acima do aceitável para Pb, Cu, Cr, Ni e Zn. Todos os elementos detectados estão acima do limite mínimo aceitável (Nível 1) em algum ponto de coleta enquanto as concentrações de Cr, Ni e Zn ultrapassam o limite máximo aceitável (Nível 2).

O padrão de distribuição dos contaminantes nos sedimentos do rio Uberabinha sugere que os impactos estão predominantemente relacionados à presença de fontes difusas de poluentes originadas pelas atividades humanas como a agricultura, construções urbanas, estradas, veículos etc. Acredita-se que as atividades agrícolas sejam as grandes geradoras de poluentes na bacia pois representam aproximadamente 57,24% da área ocupada.

Nos insumos agrícolas ou subprodutos usados como fertilizantes e corretivos na agricultura são adicionadas grandes quantidades de metais pesados. Um estudo publicado há 20 anos indicou a adição global de 30.000 a 250.000 kg ano de Cd, de 50.000 a 580.000 kg ano de Cu, de 200.000 a 550.000 kg ano de Ni, de 260.000 a 1.100.000 kg ano de Zn e de 420.000 a 2.300.000 kg ano de Pb (NRIAGU; PACYNA, 1988).

Vários agroquímicos possuem metais pesados como sais de Zn, arsenatos de Cu e Pb e compostos metalo-orgânicos em seus princípios ativos (ALLOWAY, 1990; ANGELOTTI-

NETO et al., 2004; OWENS, 2005). A alteração dos valores naturais de metais pesados nos solos também pode estar relacionada ao uso de fertilizantes fosfatados. No caso das rochas fosfatadas e apatíticas extraídas ao sul de Minas Gerais e usadas na agricultura foram extraídos 8,7 mg kg⁻¹ de Cd, entre 81±5 mg kg⁻¹ a 215±19 mg kg⁻¹ de Pb, entre 4,2±0,2 a 115±0,5 mg kg⁻¹ de Cu além de teores variáveis de Zn, Cr e Ni (CAMPOS et al., 2005).

Os agrotóxicos também contribuem para o aumento da concentração de metais no ambiente devido à toxicidade e bioacumulação. O quadro é agravado pela retirada quase completa das APPs (matas ciliares, vegetação de veredas e zonas úmidas características das fitofisionomias do cerrado) e erosão superficial ou em sulcos em solos agrícolas degradados. As modificações das paisagens naturais geram o aumento do escoamento superficial e o fluxo para a baixa vertente de sedimentos e poluentes para os cursos d'água com impactos na qualidade e biodiversidade (GORSEVSKI et al., 2008). No Córrego Liso (Pontos 3 e 4) apesar de drenar o distrito industrial, não apresentou nos sedimentos coletados, as maiores concentrações de elementos tóxicos. Esta situação pode ser explicada pelo assoreamento devido à forte erosão das margens. A deposição recente de partículas de solo limpo pode se misturar com sedimentos contaminados e resultar em decréscimo dos níveis de contaminação (SEDNET, 2007). A erosão dos solos e das margens dos rios sem vegetação ciliar constituem-se em grandes problemas ambientais do cerrado. Em relação ao Ponto 2, há histórico de alta concentração e alta biodisponibilidade de Cd, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn nos solos urbanos de Uberlândia (WILCKE et al., 1999) o que explica também os resultados obtidos para os sedimentos.

Atribuir responsabilidade e controlar das emissões de poluentes dos diversos usos do solo da bacia são tarefas menos simples do que controlar as fontes pontuais de lançamentos. O conhecimento e controle de tais fontes são condições indispensáveis à proteção dos recursos hídricos e está intrinsecamente relacionado ao planejamento e a gestão do uso do solo rural e urbano. De acordo com a Agência Americana de Proteção Ambiental (USEPA, 1997 *apud* GORSEVSKI et al., 2008) as fontes de poluição difusa são as maiores contribuidoras de impactos ecológicos e dos corpos d'água perenes e a redução dos níveis totais de poluentes por meio de práticas de gestão são políticas essenciais para prevenção da degradação dos recursos hídricos. No Brasil a preocupação na redução dos níveis de poluição difusa está sendo buscado por meio dos programas de enquadramento dos recursos hídricos realizados pela Agência Nacional de Águas ou ainda em programas de conservação de bacias hidrográficas como, por exemplo, o programa produtor de águas.

CONCLUSÃO

A qualidade dos sedimentos é controlada por inúmeros fatores naturais e antropogênicos. 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 efetivadas na bacia são responsáveis pelo comprometimento dos recursos hídricos e, também, de forma antagonica, as ações e decisões humanas oferecem inúmeras possibilidades de contribuir para a resolução e/ou amenização dos problemas. Os impactos ambientais da bacia do Rio Uberabinha são gerados, em sua maioria, pela forma de uso adotada pelo município. De acordo com esta pesquisa, um dos principais problemas apresentados na área diz respeito aos riscos de contaminação dos corpos hídricos.

Recomenda-se, portanto, a adoção de uma gestão ambiental que leve em conta os diversos usos da bacia. Com o intuito de minimizar os impactos ambientais na área, é necessário que se aplique medidas corretivas, 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.

ALLOWAY, B. J. The origins of heavy metals in soils. In: ALLOWAY, B. J. (ed.). **Heavy metals in soils**. New York: John Wiley, 1990. p. 29-39.

ANGELOTTI-NETO, A.; CRESTANA, S.; OLIVEIRA, S. C.; BARBOSA, R. V. R. Metais pesados provenientes da atividade agrícola: formas, prevenção e controle. In: ESPINDOLA, E.; WENDLAND, E. (Org.). **Bacia hidrográfica: diversas abordagens de pesquisa**, Vol. 3. Série Ciências da Engenharia Ambiental. São Carlos: Editora RiMa, 2004. p. 1-16.

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.

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.

CAMPOS, M. L.; SILVA, F. N.; FURTINI NETO, A. E.; GUILHERME, L. R. G.; MARQUES, J. J.; ANTUNES, A. S. Determinação de cádmio, cobre, cromo, níquel, chumbo e zinco em fosfatos de rocha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 361-367, 2005.

CASTRO, S. M. **Estratégias, políticas e práticas para reduzir o risco de perigos naturais e a vulnerabilidade**. Disaster Preparedness Management. San Jose, Costa Rica, 2001.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução 344/04. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acessado em 01 nov 2009.

COTTA, J. A. O.; REZENDE, M. O. O.; PIOVANI, M. R. Avaliação do teor de metais em sedimento do Rio Betari no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – PETAR, São Paulo, Brasil. **Quim. Nova**, v. 29, n. 1, p. 40-45, 2006.

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. Traceability of sediment analysis. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 23, n. 3, p. 217-236, 2004.
- 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.
- GORSEVSKI, P. V.; BOLL, J.; GOMEZDEL CAMPO, E.; BROOKS, E. S. Dynamic riparian buffer widths from potential non-point source pollution areas in forested watersheds. **Forest Ecology and Management**, v. 256, p. 664–673, 2008.
- HEISE, S.; FÖRSTNER, U. Risks from historical contaminated sediments in Rhine Basin. **Water, Air, and Soil Pollution: Focus**, v. 6, p. 625–636, 2006.
- HISSLER, C.; BORTOLETTO, J. R. M. J.; MORTATTI, J.; DE OLIVEIRA, H.; PROBST, J. L. Heavy metals (Ni, Zn, Cu, Pb, Cd) bioavailability potential and speciation in the Tietê river bottom sediments, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES, 4. Buzios, 2004. **Book of Abstracts**, Rio de Janeiro, 2004, p. 555-556.
- 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.
- KASPER, D.; NOGUEIRA, S.; PALERMO, E. F. A.; BRANCO, C. W. C.; MALM, O. Mercury in bottom sediment from Vigário Reservoir, Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY IN TROPICAL COUNTRIES, 4. Buzios, 2004. **Book of Abstracts**, Rio de Janeiro, 2004, p. 558-560.
- MOZETO, A. A.; SILVÉRIO, P. F.; DEPAULA, F. C. F.; BEVILACQUA, J. E.; PATELLA, E.; JARDIM, W. F. Weakly-bound metals and total nutrient concentration of bulk sediments from some water reservoir in São Paulo State, SE Brazil. In: MANAVAR, M. (Ed.). **Sediment Quality Assessment and Management Insight and Progress**. Ecovision World, Monograph Series. 2003.
- MUDROCK, A.; MACKNIGHT, S. D. **Techniques for aquatic sediments sampling**. Boca Raton: Publishers. 1994.
- NRIAGU, J. O.; PACYNA, J. M. Quantitative assessment of worldwide contamination of air, water and soils with trace elements. **Nature**, n. 333, p. 134-139, 1988.
- OWENS, P.N. Conceptual models and budgets for sediment management at the River Basin Scale. **J. Soils & Sediments**, v. 5, n. 4, p. 201-212, 2005.
- ROBAINA, L. E.; FORMOSO, M. L.; PIRES, C. A. DA. Metais pesados nos sedimentos de corrente como indicadores de risco ambiental – Vale do Rio dos Sinos, RS. **Revista do Instituto Geológico**, v. 23, n. 2, p. 35-47, 2002.
- ROCHA, G.C. **Riscos Ambientais**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2006.
- ROSA, R.; LIMA, S. C.; ASSUNÇÃO, W. L. Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, v. 3, n. 5 e 6, p. 91-108, 1991.
- SALOMONS, W. Sediments in the catchment-coast continuum. **J. Soils & Sediments**, v. 5, n. 1, p. 2-8, 2005.
- SALOMONS, W.; BRILS, J. Contaminated sediments in European River Basins. In: SALOMONS, W.; BRILS, J. (Ed.). **European Sediment Research Network SedNet**, EC Contract No. EVKI-CT-2001-20002, Key Action 1.4.1, Abatement of water pollution from contaminated land, landfills and sediments. 2004. The Netherlands.

SEDNET. Sediment management – an essential element of river basin management plans. **Report on the SedNet round table discussion**. Venice, 22-23 november 2007.

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.

USEPA. U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Non-point pointer No. 7**: Fact Sheet. EPA841-F-S-00-001, 1997.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Editora Contexto, 2007.

WILCKE, W.; LIFIENFEIN, J.; LIMA, S. C.; ZECH, W. Contamination of highly weathered urban soils in Uberlândia, Brazil. **J. Plant Nutr. Soil Sci.**, v. 162, p. 539-548, 1999.

Recebido em junho de 2010
Aceito em setembro de 2010

