

Análise de metais pesados na água e nos sedimentos de corrente do córrego Aragão situado no município de Patos de Minas/MG

Ana Cláudia Lopes Barreto

Aluna do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

Norma Aparecida Borges Bitar

Professora do UNIPAM, orientadora do trabalho

Resumo: A disposição de metais pesados tem causado grandes problemas ambientais. A contaminação da água e de sedimentos de corrente é um deles e tem se agravado devido a descartes de materiais inadequados próximo às margens de mananciais. Diante disso, este estudo teve por objetivo avaliar o grau de contaminação da água e de sedimentos de corrente pelos metais cádmio, chumbo e zinco. Para tal, foram coletadas amostras de água e do sedimento de corrente em três pontos do afluente. As análises ocorreram por meio da espectrofotometria de absorção atômica com chama, com as respectivas lâmpadas de cátodo oco. Os teores encontrados na água oscilaram entre metais, assim como no sedimento de corrente os valores encontrados oscilam nos três pontos e entre metais.

Palavra-chave: Contaminação. Águas superficiais. Sedimento de corrente.

Abstract: The disposition of heavy metals has caused great environmental problems. The contamination of the water and of the flow sediments is one of them, and has aggravated because of discard of inadequate material near the fountainhead margins. This way, this study aimed at analyzing the degree of contamination of water and flow sediments by the metals cadmium, lead and zinc. For that, we collected samples of water and flow sediments in three points of the tributary. The analyses occurred through spectrophotometry of atomic absorption with flame, with the respective bulbs of hollow cathode. The contents found in the water oscillated among metals, as well as in the flow sediment the values found oscillated in the three points and among metals.

Keywords: Contamination; superficial waters; flow sediment.

1. Introdução

A água é uma biomolécula indispensável à vida dos organismos vivos, sendo a substância mais abundante nos sistemas, constituindo cerca de 70% ou mais do peso dos seres. Os primórdios de seres vivos, com certeza surgiram em ambientes aquosos (LEHNINGER, 2006).

De acordo com Macêdo (2000), a abundância do elemento líquido causa uma falsa sensação de recurso inesgotável. A grande disponibilidade de água é imprópria para o consumo humano, sendo 95,1% salgada e os 4,9% restantes dividem-se em 4,7% em geleiras ou regiões subterrâneas de difícil acesso, e somente 0,147% estão em lençóis subterrâneos, lagos e nascentes, sendo estas águas aptas para o consumo.

Os parâmetros químicos da água são os índices mais importantes para se verificar sua qualidade. Os íons presentes determinam o seu conteúdo mineral e os seus principais poluentes, que podem ser identificados por meio da análise físico-química da água. Também é de fundamental importância classificar os poluentes tóxicos e suas fontes, bem como avaliar o equilíbrio bioquímico necessário para a sobrevivência dos animais aquáticos que dependem de um corpo hídrico (BRANCO, 2004).

Dentre os poluentes dos cursos d'água encontram-se os metais pesados que não agravam somente a qualidade da água como também a do solo, dos sedimentos de corrente e dos vegetais ribeirinhos. Os metais pesados podem ser encontrados de diversas formas no solo: solúveis em água, retidos nos sítios de troca, absorvidos ou complexados aos alcalóides orgânicos e inorgânicos, oclusos como minerais primários e nos compostos orgânicos e inorgânicos adicionados pelos resíduos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2002). Os sedimentos de fundo, ou sedimentos de corrente, representam o principal compartimento de acumulação de materiais que são carregados para os corpos d'água (MOREIRA, 2003).

O crescimento antropogênico possibilitou a utilização dos recursos hídricos de diversas formas como geração de energia, abastecimento de água, aquicultura e irrigação, contribuindo para a poluição destes, em seu uso excessivo e inadequado, poluição esta que desconsidera a importância da água (MORAES, 2002).

Devido aos registros de alta concentração, essa acumulação é destacada por metais pesados, causada por fontes industriais e esgotos domésticos lançados sem tratamento no curso d'água (RAMAMOOTHY, 2002).

A natureza heterogênea complexa e dinâmica do solo o torna um habitat muito peculiar relacionado a outros ambientes terrestres. De acordo com Moreira e Siqueira (2002), essas características são altamente interdependentes, de modo que não se pode modificar nenhuma delas sem modificar as demais.

O microhabitat ou microsítio é um local particular, ou volume de solo, onde células, populações ou comunidades microbianas são encontradas e cujo estado físico-químico dos microrganismos influencia o comportamento das comunidades e populações e, por sua vez, influencia o ambiente dentro do espaço em que essas populações habitam (MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). Diante disso, o presente estudo teve por objetivo analisar a qualidade da água e do sedimento de corrente do córrego Aragão, destacando a contaminação por metais pesados como cádmio (Cd), chumbo (Pb) e zinco (Zn).

1.1. Rio Paranaíba

O rio Paranaíba abastece o perímetro urbano e rural de Patos de Minas. Sua nascente é na Serra da Mata da Corda, no município de Rio Paranaíba, a uma altitude de 1100 m. Em seu percurso de 1.120 km se modifica até orientar-se para o sudoeste e,

por 680 km registra a fronteira de Minas Gerais com Goiás e Mato Grosso do Sul (SILVA, 2006).

Deflorestamentos e poluição de suas águas por resíduos destruíram significativamente o ambiente natural do rio Paranaíba, cuja bacia drena 12% do território mineiro, em 55 municípios, além de terras em Goiás, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal. Por possuir nascentes e atravessar áreas intensamente exploradas pela agricultura e pecuária, perdeu quase toda a sua mata ciliar e a conseqüente diversidade de habitats que existiam em suas margens. Vale ressaltar as construções das barragens das Usinas Hidrelétricas de Emborcação, Itumbiara e São Simão (BITAR, 2007; SILVA, 2006).

De acordo com o IGAM (2007), o rio Paranaíba manteve ruim o índice de qualidade da água – IQA, em seu percurso no trecho do município de Patos de Minas. Isso ocorreu devido à violação de parâmetros indicadores de qualidade da água, como os coliformes termotolerantes e os metais pesados, associados com o lançamento do esgoto sanitário sem tratamento na água.

Dentre os afluentes do rio Paranaíba encontra-se o córrego Aragão que corta a BR-354, na altura do km 5,8, ainda no município de Patos de Minas, que foi objeto de estudo deste trabalho. Os três pontos de coleta estão demarcados na Figura 1.

1.2. Córrego Aragão

O “córrego Aragão nasce na fazenda Vargem Fria, município de Patos de Minas, a $-18^{\circ} 38' 01,50''$ S e $-46^{\circ} 26' 17,60''$ O. A bacia de drenagem do córrego Aragão tem 3.533,90 hectares e um perímetro de 25.465 metros. O comprimento do leito do manancial é de 14.200 metros com uma profundidade média de 0,5 a 1,5 metro. No trecho médio até o final, sua largura é de 2,5 a 4 metros e deságua no rio Paranaíba a $-18^{\circ} 38' 45,49''$ S e $-46^{\circ} 30' 46,29''$ O.

O córrego Aragão tem nove (9) nascentes secundárias, além da nascente principal, e os principais agravantes de contaminação ao longo do seu percurso são: (1) Granja de aves, muito próxima da nascente principal, a $-18^{\circ} 38' 01,08''$ S e $-46^{\circ} 26' 24,35''$ O; (2) Grande fazenda de café na parte central da bacia de drenagem do córrego ($-18^{\circ} 39' 09,52''$ S e $-46^{\circ} 27' 39,95''$ O), com uso de defensivos agrícolas que pode comprometer a qualidade da água; (3) Aterro de resíduos da construção civil próximo ao trecho médio do córrego que fica a $-18^{\circ} 38' 51,54''$ S e $-46^{\circ} 29' 05,56''$ O.

Logo acima da encosta próxima ao córrego Aragão encontra-se uma área de despejo de materiais de construção civil. Devido à destinação desses materiais em área tão próxima ao curso d'água, verifica-se a relevância desse estudo.

1.3. Metais pesados

Toda substância é tóxica dependendo da quantidade e da concentração, mas os metais pesados, especialmente, em concentrações elevadas, são motivo de grande preocupação ambiental, principalmente por não serem degradáveis, o que permite a eles perseverar por longo tempo no meio ambiente (COTTA, RESENDE; PIOVANI, 2006). Os

metais pesados são elementos químicos (metais e alguns semimetais) que possuem densidade superior a 5 g/cm³. São geralmente tóxicos aos organismos vivos, sendo, portanto, considerados poluentes (COTTA, RESENDE; PIOVANI, 2006).

É importante ressaltar que os metais pesados não podem ser destruídos e são altamente reativos, sob o ponto de vista químico, o que explica a dificuldade de encontrá-los em estado puro na natureza. Em geral são encontrados em concentrações muito pequenas, associados a outros elementos químicos, formando minerais em rochas (MACÊDO, 2000).

Neste estudo, os metais pesados que serão analisados são cádmio (Cd), chumbo (Pb) e zinco (Zn), cujos valores máximos permitidos (VMP) das legislações vigentes no Brasil, encontram-se na Tabela 1 a seguir.

Metais	Legislação		Legislação
	Águas superficiais		Sedimento de corrente
	CONAMA 357	COPAM 10	CONAMA 420
Cd	0,01	0,01	1,3
Pb	0,033	0,01	72
Zn	5,0	5,0	300

Tabela 1. Concentração permitida dos metais pesados, de acordo com Resolução CONAMA 420/2009 para sedimentos de corrente (mg kg⁻¹), e de acordo com Resolução CONAMA 357 (2005) e COPAM 10 (1996) para águas superficiais (mg/L).

1.3.1. Cádmio

Elemento químico de número atômico 48, massa 112,4 u, pertence ao grupo 12 da tabela periódica, é representado pelo símbolo Cd. Seu vapor no ar é rapidamente oxidado, produzindo o óxido de cádmio, CdO (RUSSEL, 1944).

O cádmio pode ser encontrado no solo nas seguintes formas: trocável (absorvido por atração eletrostática em sítios com carga negativa das argilas, matéria orgânica e óxidos hidratados), reduzida (adsorvido ou precipitado com hidróxidos de ferro, óxidos, manganês presentes no revestimento de minerais de argila ou partículas isoladas), orgânico (complexado), carbonato (solos com muito carbonato de cálcio livre), fixado no interior da rede cristalina da argila, e em solução iônica ou complexada (ADRIANO, 1986). Trata-se de um elemento com grande potencial tóxico ao meio ambiente, considerando que é um metal de rápida adsorção pelo solo, com alta taxa de persistência e acúmulo, causando efeitos prejudiciais a plantas e animais. Entretanto, de um modo geral, são considerados solos contaminados aqueles que possuem teores de cádmio acima de 0,5 mg kg⁻¹ (McBRIDE, 1994).

O Cd está no mesmo subgrupo da tabela periódica que o zinco e o mercúrio, assemelhando-se ao primeiro. Como o zinco, o seu único íon comum é a espécie 2+. É

relativamente raro na crosta terrestre, sendo a greenockita sua principal fonte mineral, que é rica em sulfeto de cádmio (CdS), ocorrente em associação ao sulfeto de zinco. A exposição a elevadas concentrações de óxido de cádmio pode causar irritações graves nos pulmões ou até mesmo a morte, devendo ser tomados cuidados especiais em ambientes industriais que utilizem esse elemento (ROCHA, SOUZA, FERREIRA, 2002).

1.3.2. Chumbo

O Chumbo é um elemento da tabela periódica, representado por Pb, tendo o número atômico 82 com massa atômica igual 207,2 u. À temperatura do ambiente este elemento encontra-se no estado sólido. O chumbo vem sendo explorado desde milhares de anos, pois é fácil de ser manuseado devido a sua alta maleabilidade, ductibilidade e por possuir um baixo ponto de fusão (MACÊDO, 2000).

Apesar de ser um metal tóxico ele é um dos mais utilizados na indústria, pois seu caráter em ligas metálicas garante às indústrias automobilísticas uma durabilidade e conservação maior na constituição de baterias elétricas. Muitos encanamentos são feitos de chumbo e, em sua corrosão, ocorre liberação desse metal fazendo com que o chumbo entre em contato com a água potável, tornando-a mais ácida. Pode ser extremamente danoso para o organismo o contato com o chumbo através de água, alimentos e ar contaminados (BITAR, 2007).

A intoxicação por chumbo, em longo prazo, denomina-se saturnismo ou plum-bismo (VIEIRA, 2005). A toxicidade do chumbo é tão elevada que, de maneira alguma, pode ser descartado ao meio ambiente, mas sim reciclado.

1.3.3. Zinco

O zinco é representado pelo símbolo Zn, de número atômico 30 e massa atômica 65,4 u. O estado sólido do zinco se dá somente à temperatura do ambiente. Tem como característica a coloração branco azulada que arde no ar com chama verde azulada. O metal também apresenta uma grande resistência à deformação plástica a frio que diminui com o aquecimento, obrigando a laminá-lo acima dos 100° C (MACÊDO, 2000).

O zinco tem diversas aplicações, o que dificulta a sua utilização, pois é pouco abundante na crosta terrestre, mas é obtido com facilidade. Uma das suas aplicações é no centro automobilístico, que consiste na eletrodeposição de uma fina película de zinco sobre as peças a proteger. A galvanização também é utilizada para proteger estruturas de edifícios e barcos. Outra aplicação é na agricultura sendo usado como suplemento nutritivo promovendo o crescimento das plantas (RUSSEL, 1944).

Em excesso os sais de zinco acabam sendo tóxicos interferindo no metabolismo de outros minerais no corpo. A deficiência do mesmo causa interferência no crescimento, retardando-o, assim como provocando perda de cabelo, diarreias, impotência sexual, lesões oculares e de pele, perda de peso e de apetite, dificuldades na cicatrização de ferimentos e anomalias no sentido do olfato. O zinco é encontrado em diversos alimentos como nas ostras, carnes vermelhas, aves e alguns pescados, mariscos, favas e nozes (BITAR, 2007).

A água com elevada concentração de zinco tem aparência leitosa e produz um sabor metálico ou adstringente quando aquecida (CASARINI, 2001).

2. Desenvolvimento

2.1. Pontos de Coleta

Os pontos de coleta de água superficial para análise encontram-se assinalados na Figura 1, sendo que a localização desses pontos está citada em seguida.



Figura 1 – Pontos de coleta no córrego Aragaão, afluente do rio Paranaíba, município de Patos de Minas/MG. **Fonte:** Google Earth, 2011.

P1 – Ponto a Montante: -18° 38' 49,85" S e -46° 28' 58,34" O

P2 – Aterro construção civil: -18° 38' 42,97" S e -46° 29' 12,07" O

P3 – Ponto a Jusante: -18° 38' 56,82" S e -46° 29' 09,04" O

2.2. Materiais e métodos

Este trabalho foi desenvolvido no período de abril a novembro de 2010. Foi feita uma coleta de amostras de água e sedimentos de corrente em três pontos distintos do córrego Aragaão, localizado na BR-354, km 5,8, no mesmo dia e horários.

Para a coleta das amostras de águas superficiais foram utilizados três (3) frascos de 250 mL, contendo, cada um, 2,5 mL de ácido nítrico para as coletas de água. Essas amostras foram encaminhadas à Central Analítica do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM e mantidas em geladeira, a 4° C.

Os sedimentos de corrente foram coletados manualmente, com o auxílio de uma cavadeira articulada, sendo acondicionados em potes plásticos previamente identificados. As amostras foram secas ao ar, por três dias, quando então, foram desagregadas manualmente. A seguir, o material de cada ponto de coleta foi passado em peneira de malhas de 02 mm de diâmetro.

Para a extração dos metais do sedimento de corrente dos três pontos, foi utilizado o Método de Mehlich 3 (SILVA, 1999). Uma solução extratora foi assim preparada: em um balão de fundo chato com capacidade para 2,5 L, foram colocados cerca de 2L de água destilada ou deionizada. Adicionou-se 50g de nitrato de amônio ($\text{NH}_4 \text{NO}_3$) 0,25 mol/L e 20 mL da solução-estoque de NH_4F 3,75 mol/L + EDTA 0,25mol/L. Misturou-se para homogeneizar a solução. Juntou-se 28,57 mL de ácido acético glacial ($\text{CH}_3 \text{COOH}$ P.A.) e 2,05 mL de ácido nítrico (HNO_3 P.A.). Completou-se o volume com água destilada ou deionizada misturando bem e o pH da solução foi aferido para $2,5 \pm 0,1$.

Tomou-se 05 cm^3 por amostra de sedimento de cada ponto de coleta transferindo-os para béqueres de 50 mL. Adicionou-se 20 mL de solução extratora e a mistura foi agitada por 15 minutos num agitador circular Quimis, modelo Q- 225.21. Posteriormente, as amostras foram filtradas em papel de filtro, durante 15 a 20 minutos, e transferidas para erlenmeyers de 100 mL, aferindo-se o volume com água destilada.

O filtrado obtido foi utilizado para análise de Cd, Pb e Zn por espectrofotometria de absorção atômica (EAA) com lâmpadas de cátodo oco para os referidos metais.

Para cada amostra foram feitas três leituras, calculadas as médias, e os teores (%) e concentrações (mg L^{-1}) obtidos foram expressos em tabelas e figuras.

2.3. Resultados e discussão

Após a análise da água e dos sedimentos de corrente, os resultados obtidos foram expressos em tabelas que, em seguida, foram discutidas.

As análises de águas superficiais estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Média dos teores de metais pesados em águas superficiais do córrego Aragão, Patos de Minas/MG.

Pontos de Coleta	Cd	Pb	Zn
P 1	0,000015	0,000119	0,000017
P 2	0,000017	0,000191	0,000007
P 3	0,000005	0,000013	0,000012

Percebe-se que os teores obtidos para o Cd, Pb e Zn encontram-se abaixo dos VMP pela legislação vigente, o que leva a constatar que as águas superficiais do córrego Aragão não estão contaminadas por esses metais pesados. Mesmo não havendo valores significativos para se determinar a contaminação desse afluente pelos metais relatados, houve detecção dos mesmos pelo aparelho, o que indica poluição.

Em relação aos sedimentos de corrente obtidos nos três pontos de coleta, as médias dos teores apresentados pela espectrofotometria de absorção atômica encontram-se registrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Médias dos teores de Cd, Pb e Zn no sedimento de corrente do córrego Aragão, Patos de Minas/MG.

	Cd (1,3)	Pb (72)	Zn (300)
Amostra 1	0,000003	0,0000025	0,0000139
Amostra 2	0,0000028	0,0000179	0,0000116
Amostra 3	0,0000028	0,0000336	0,0000282

Observando-se os teores obtidos para o Cd, Pb e Zn, pode-se afirmar que o sedimento de corrente não está contaminado por esses metais pesados, nos três pontos de coleta, uma vez que os teores resultantes das análises encontram-se aquém dos VMP pela Resolução CONAMA 420/2009.

Apesar de os resultados apresentados por Cd, Pb e Zn estarem inferiores ao estabelecido pela legislação, não se deve desconsiderar que os mesmos possam ser acumulativos no sedimento de corrente e bioconcentrados na cadeia alimentar, pois animais e plantas ribeirinhas podem acumulá-los vindo a alcançar valores superiores que o permitido, podendo poluir a água, além de representar um grave perigo àqueles que deles se alimentam (<http://www.institutovirtual.pt/edu-agri-biotec/doc/fitorremedia%E7%E3o.doc> 2007).

3. Conclusão

Mesmo com a presença de depósito de resíduos de materiais de construção próximo ao local, os valores encontrados não permitem afirmar que o afluente está contaminado pelos metais pesados analisados.

Os teores encontrados nos sedimentos de corrente ainda não devem ser considerados, uma vez que o aumento da concentração vai depender da potencialização das atividades antrópicas locais.

Serão necessárias análises futuras para avaliar a concentração desses elementos, visando ao monitoramento da qualidade da água que é um importante instrumento para o correto e eficaz gerenciamento dos recursos hídricos de uma microbacia, pois não só visa conhecer a evolução e o desenvolvimento da qualidade das águas interiores dessa microbacia, mas também possibilita um levantamento e monitoramento das

áreas emergenciais para o controle da poluição e a execução de ações corretivas em áreas que demonstram qualidade insatisfatória.

É importante que a população do município de Patos de Minas cobre dos seus governantes uma postura ambiental mais condizente com o cuidado que devemos ter com nossos cursos d'água. Cada cidadão é responsável pelo meio ambiente que devemos preservar hoje, em benefício das gerações futuras. A construção de uma consciência ambiental ainda é o meio mais eficaz para minimizar e, até mesmo, parar a crise dos recursos hídricos prevista para anos futuros.

Referências

ADRIANO, D.C. *Trace elements in the terrestrial environment*. New York: Springer-Verlag, 1986. 533 p.

BITAR, N.A.B. *Estudo de poluição microbiológica e química do córrego Nogueira e do ribeirão da Cota, afluente do rio Paranaíba, no município de Patos de Minas/ MG*. 2007.87f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais)-Centro Universitário de Patos de Minas-MG, Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG). Patos de Minas, 2007.

BRANCO, S. M.; MURGEL, E. *Poluição do ar*. 2 ed. reformulada. São Paulo: Moderna, 2004 (Coleção Polêmica).

CASARINI, D. C. P.; DIAS, C. L.; LEMOS, M. M. G. *Relatório de estabelecimento de valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB, 2001 (Série relatórios ambientais).

CONAMA. *Resolução CONAMA n.º 357*, de março de 2005.

CONAMA. *Resolução CONAMA n.º 420*, de 28 de dezembro de 2009

COPAM. *Deliberação Normativa nº 10*, de 16 de dezembro de 1986.

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

FITORREMEDIAÇÃO de solos contaminados com metais pesados. Disponível em: <http://www.institutovirtual.pt/edu-agri-biotec/doc/fitorremedia%E7%E3o.doc>>. Acesso em: 24 nov.2011

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. *Monitoramento das águas superficiais na bacia do rio Paranaíba em 2004*. Belo Horizonte: IGAM, 2007. 187 p.

LEHNINGER, A.L. *Princípios da bioquímica*. 4 ed. São Paulo: Sarvier, 2006.

MORAES, D. S. de L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. São Paulo, 3 jun. 2002. *1ª Revista de Saúde Pública*, vol. 36.

MACÊDO, J. A. B. de. *Águas & Águas*. Juiz de Fora/MG: ORTOFARMA, 2000.

McBRIDE, M. B. *Environmental chemistry of soils*. Oxford, Oxford University Press, 1994. 406p.

MOREIRA, F. M. de S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Editora UFLA, 2002.

MOREIRA, R. C.A.; BOAVENTURA, G. R. Referência geoquímica regional para a interpretação das concentrações de elementos químicos nos sedimentos da bacia do Lago Paranoá – DF. *Química Nova*. São Paulo, 6, nov./dez. 2003.

RAMAMOOTHY, S; RUST, B.R. Heavy metal exchange process in sediment water systems. *Environmental Geology apud* ROBAINA, L. E.; FORMOSO, M. 2002.

ROCHA, D. Q., SOUZA, M. O., FERREIRA, Y. *Contaminação por cádmio*. 2002. Disponível em: <http://www.cp.ufam.edu.br/cd_24_05/cadmio_qa.htm> Acesso em: 26 de abr 2010.

RUSSEL, J. B. *Química geral*. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1994. 1268p. v.2.

SILVA, W. J. da. A Bacia do Rio Paranaíba. **Net**, Minas Gerais, abr. 2006. Seção *Meio Ambiente* > *Gestão de recursos* > *Bacias hidrográficas*. Disponível em: <http://www.mineiros-uai.com.br>.

VIEIRA, C. A. *Caracterização e uso da hidroxiapatita (HA) sintética e briófitas como absorventes de metais pesados (chumbo e cádmio) em soluções e resíduos contaminados*. 2005. 82p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Três Corações: Universidade Vale do Rio Verde de Três Corações, 2005.