AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SEDIMENTO EM AMBIENTES LÓTICOS A MONTANTE E A JUSANTE DA BARRAGEM DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE – GOIÂNIA/GO.

Kelly Cristine Rodrigues Constantino Rios[1]; Laís Simões de Moura [2]; Magali Aparecida de Brito Silva Lima;[3] Karina Pinheiro dos Santos[4] & Katia Kopp[5].

RESUMO – A caracterização físico-química e ecotoxicológica estabelece limites máximos permissíveis de contaminantes com o objetivo da garantia da proteção da vida aquática. A avaliação dos efeitos interativos de misturas complexas presentes no sedimento sobre os organismos aquáticos não são detectados pelas avaliações físico-químicas como sendo prejudiciais. Por esse motivo existe a necessidade de uma interpretação sistêmica que correlacione todas as categorias de informações como: análises físicas, químicas e ensaios ecotoxicológicos, favorecendo assim uma avaliação ambiental consistente. O presente trabalho objetivou realizar uma avaliação inicial da qualidade do sedimento em ambientes lóticos a montante e a jusante do Ribeirão João Leite – Goiânia/GO por meio da determinação de seus aspectos químicos (pH, potencial redox, matéria orgânica), possível contaminação por metais pesados e aspectos físicos (granulometria), que serão combinados com futuras avaliações ecotoxicológicas. Os resultados obtidos mostram que esse sedimento possui um pH próximo ao neutro, é um ambiente redutor, inorgânico, rico em ferro e que apresenta uma concentração considerável do metal pesado cádmio.

ABSTRACT – The physical-chemical and ecotoxicological characterization establish maximum permissible limits of contaminants for the purpose of ensuring the protection of aquatic life. The evaluation of the interactive effects of complex mixtures present in the sediment on aquatic organisms are not detected by physical-chemical evaluations as being harmful. Therefore there is need for a systemic interpretation that correlates all categories of information such as: physical, chemical and ecotoxicological tests, thereby generating an environmental assessment consistent. This study aimed to perform an initial assessment of sediment quality in lotic environments upstream and downstream of Ribeirão Leite - Goiânia / GO by determining their chemical aspects (pH, redox potential, organic matter), possible contamination by heavy metals and physical (grain size), which will be combined with future ecotoxicological assessments. The results show that the sediment has a pH near neutral, is a reducing environment, inorganic, iron-rich and which provides a considerable concentration of heavy metal cadmium.

Palavras-Chave – qualidade, sedimento, Ribeirão João Leite.

[1]) Bióloga, mestranda no curso de pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia do Meio Ambiente – PPGEMA pela Universidade Federal Goiás - UFG, Praça Universitária, Setor Universitário CEP-74605-220, (062) 3209-6084, ramal, 207, Goiânia, Goiás, keicrysrios@gmail.com.
[2]) Química Industrial, mestranda do PPGEMA/UFG, Praça Universitária s/n, Setor Universitário, CEP-74605-220, Goiânia-GO (062) 3209-6084, ramal 207, lais.simoes.moura@gmail.com.
[3])Engenheira Sanitarista e Ambiental, voluntária em pesquisa pela UFG, Praça Universitária s/n, Setor Universitário, CEP-74605-220, Goiânia-GO, (062) 3209-6084, ramal 207, magali.lima.eng@hotmail.com.
[4]) Tecnóloga em Saneamento Ambiental, mestranda do PPGEMA/UFG, Praça Universitária s/n, Setor Universitário, CEP-74605-220, Goiânia-GO, (062) 3209-6084, ramal 207, kary.net@hotmail.com.
[5]) Professora adjunta na Escola de Engenharia Civil-UFG. Professora/pesquisadora do PPGEMA/UFG. Praça Universitária s/n, Setor Universitário, CEP-74605-220, Goiânia-GO (062) 3209-6084, ramal 207, kakopp@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Entre os recursos naturais que se encontram disponíveis, a água aparece como um dos mais importantes, sendo então indispensável para a nossa sobrevivência. O uso da água tornou-se cada dia maior, e infelizmente, problemas relacionados à quantidade e a qualidade da mesma, principalmente em relação ao consumo humano, têm sido cada vez mais comuns.

Segundo Junior *et al*. (2005), nas regiões áridas e semi-áridas, a água se torna um fator limitante para o desenvolvimento urbano, pois na medida em que a população aumenta, também cresce a necessidade de possuir um ou mais sistemas de abastecimento. Com o aumento da intensidade e variedade de usos dos recursos hídricos ocorrem os inevitáveis conflitos entre usuários (LANNA, 2007; BENTTI & BIDONE 2005), o que requer, para evitar e administrar esses conflitos, uma gestão integrada do uso, controle e conservação dos recursos hídricos.

As bacias hidrográficas, cenário desses conflitos pela água, são compostas basicamente por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no exutório. Segundo Silveira (2005), seguindo o curso normal do ciclo hidrológico, a precipitação que cai sobre as vertentes infiltra até haver saturação e dá início ao escoamento superficial, momento em que as águas do precipitado levam sedimentos por fenômenos de erosão, junto com a carga significativa de sedimento produzida nos próprios leitos dos rios.

Resultado da dinâmica de drenagem das bacias hidrográficas, os sedimentos refletem o tipo de ocupação, uso e composição química e física do solo da bacia, podendo acumular contaminantes em maiores concentrações do que aqueles observados em colunas d'água, produzindo efeitos prejudiciais na biota bentônica e nos organismos que se alimentam dos bentos ou do sedimento, influenciando em toda cadeia alimentar conforme afirma Cesar *et al.* (2006).

Considerado como uma das matrizes mais complexas existentes nos ecossistemas aquáticos, o sedimento pode apresentar inúmeras mudanças, desde a gênese do material particulado em solução à sedimentação no leito dos rios (ARAÚJO *et al.* 2008). O sedimento que pode apresentar elevados níveis de poluentes, resultantes da prática de disposição de resíduos ou efluentes líquidos, tanto no passado quanto no presente, pode competir com a coluna d'água pela adsorção e disponibilização de vários contaminantes.

O sedimento tem se mostrado como um importante indicador da saúde dos ecossistemas aquáticos conforme Fenili *et al.* (2011). Segundo Zagatto & Bertoletti (2008), três abordagens tem sido utilizadas para a avaliação da qualidade dos sedimentos: análises físicas e químicas (que se

restringe a informar sobre o grau de contaminação), análises da estrutura das comunidades bentônicas e testes de toxicidade (que avalia os possíveis efeitos do contaminante na biota).

No entanto, a despeito de sua importância para a avaliação da qualidade dos recursos hídricos, testes integrados (físico-químicos e biológicos) do sedimento não têm sido usados rotineiramente por muitas empresas de saneamento no Brasil e, quando são realizados, na maioria dos casos, apenas a água superficial é utilizada para realização dos ensaios. Dessa forma, ao compartimento sedimento, que pode ser um reservatório muito importante de substâncias tóxicas, é relegado uma menor importância.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo principal realizar uma caracterização inicial do potencial de biodisponibilidade de contaminantes por meio de parâmetros químicos (pH (potencial hidrogeniônico), ORP (potencial redox), OD (oxigênio dissolvido), MO (matéria orgânica); parâmetro físico (granulometria) e concentração do metal ferro (Fe) e possível contaminação pelos metais pesados – cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), cromo (Cr), zinco (Zn) e manganês (Mn) para posteriores análises ecotoxicológicos.

METODOLOGIA

a) Área de estudo

A bacia hidrográfica do Ribeirão João Leite, contando com seu eixo principal e afluentes ocupa uma área de 751,51 km^2, entre os paralelos 16º13’ e 16º39’ sul e os meridianos 48º57’ e 49º11’ oeste. Esse rio é um dos componentes da parte norte da bacia hidrográfica do rio Paraná. É formado pela junção do Córrego das Pedras e Ribeirão Jurubatuba que se encontram a 920m de altitude, apresenta uma vazão média de 3000L/s em seu baixo curso e encontra o Rio Meia Ponte (que atravessa a cidade de Goiânia) a 688m (OLIVEIRA JUNIOR *et al*. 2005; RABELO *et al.* 2009). O rio Meia Ponte, por sua vez, encontra o rio Paranaíba, que, ao entrar no Estado de São Paulo, passa a se chamar rio Paraná.

Segundo Rabelo *et al.* (2009), os municípios que compõe a bacia do Ribeirão João Leite tem aproximadamente 1.600.000 habitantes, e este rio é responsável por mais de 50% do suprimento de água para capital do Estado de Goiás. Tal bacia apresenta atualmente um cenário de conservação seriamente comprometido devido ao desmatamento (apenas 12% do Cerrado nativo encontra-se preservado) e a pontos de atividades poluidoras como: agropecuária, olarias, indústrias, matadouros entre outros.

b) Pontos amostrais

Foram amostrados sete pontos (Pt 1, Pt 3, Pt 5, Pt 6, Pt 8, Pt 18 e Pt 19). Eles se localizam em ambientes lóticos, no leito do Ribeirão João Leite, à jusante do reservatório e em tributários à montante e à jusante da barragem (Figura 1 e 2). As coletas dos pontos amostrais junto com suas localizações geográficas foram feitas com um receptor GPS de precisão métrica da marca Garmin (GPS MAP 76CSx Garmin) e, o perfil do leito do rio de cada ponto, bem como sua profundidade (Figura 3), foram feitas com sonda RiverSurveyor Live (exceto nos afluentes Jurubatuba e Córrego Pedreiras devido a baixa profundidade). Esses pontos apresentam relevância significativa sobre a representação do impacto ambiental do uso da bacia sobre o Ribeirão João Leite.

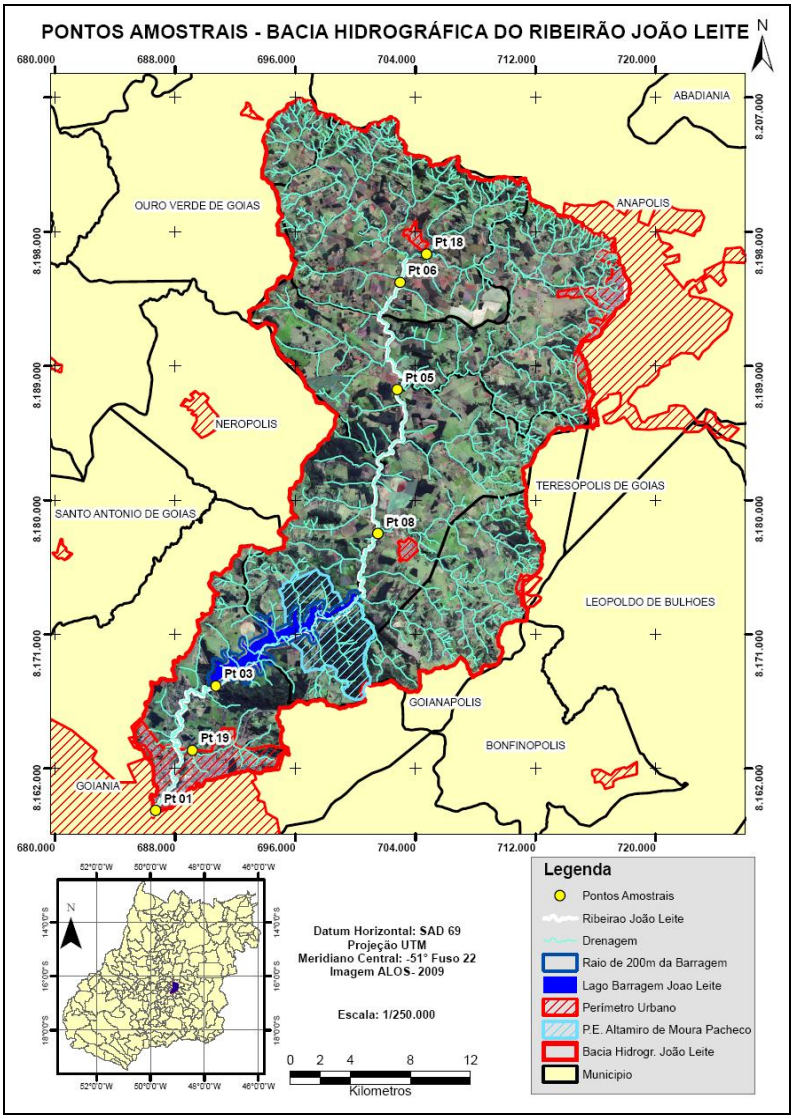


Figura 1- Mapa dos pontos amostrais – Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite - Fonte: Oliveira (2011) apud Rios *et al.* (dados não publicados).

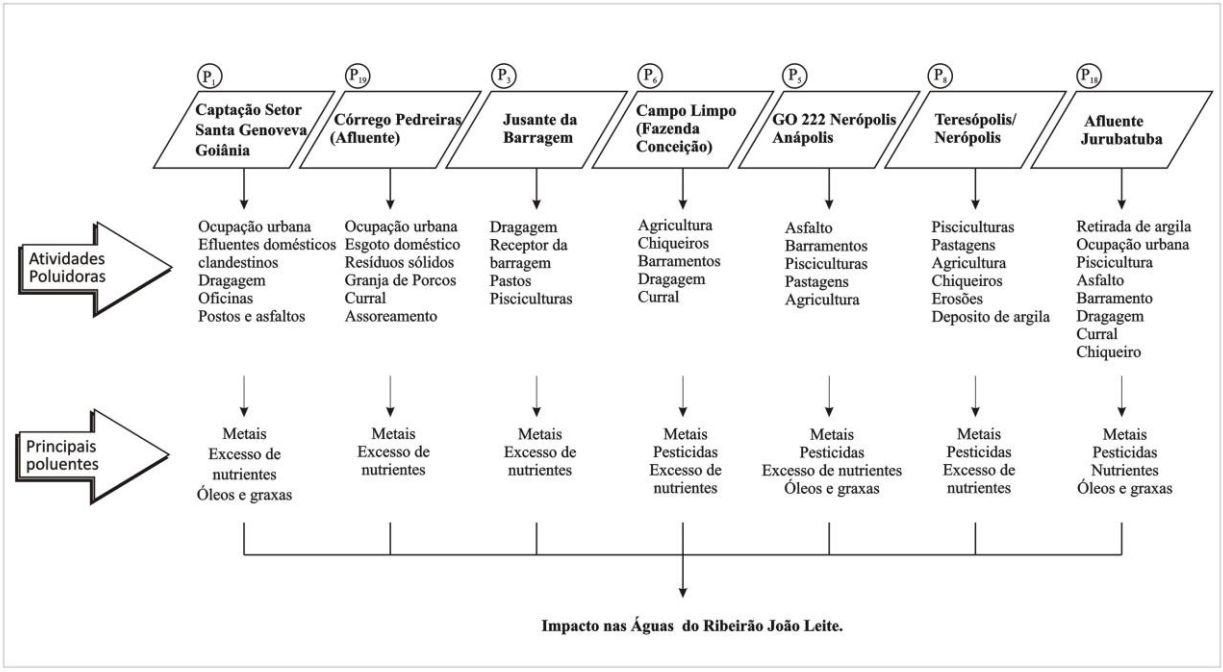


Figura 2 - Representação esquemática da relevância dos pontos amostrais a montante e a jusante da barragem do Ribeirão João Leite. Fonte**:** Saneago (2006) apud Rios *et al.* (dados não publicados).

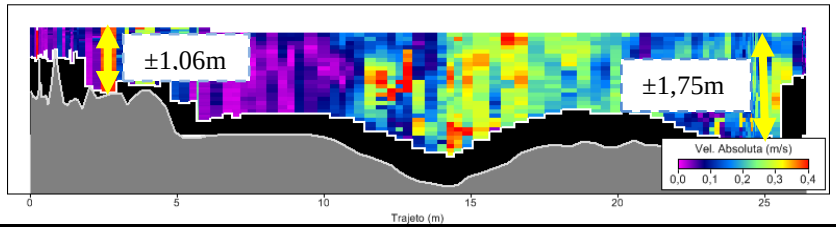
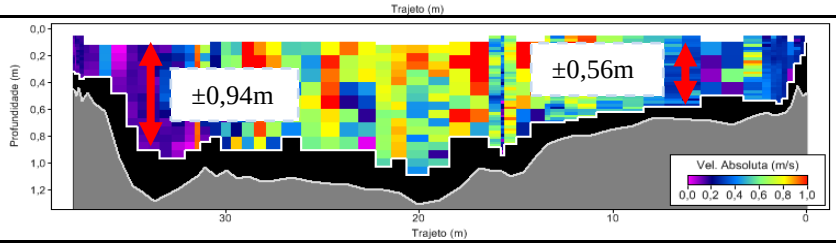
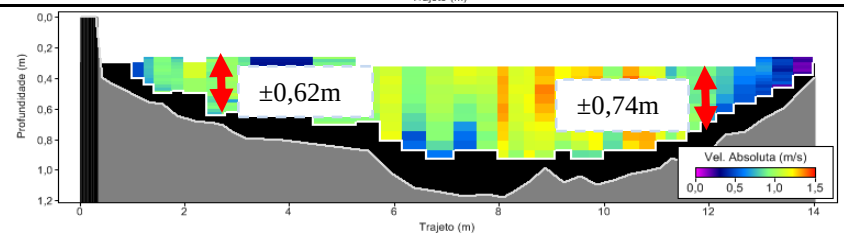
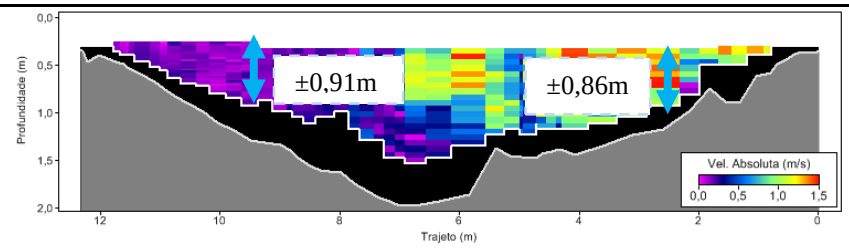
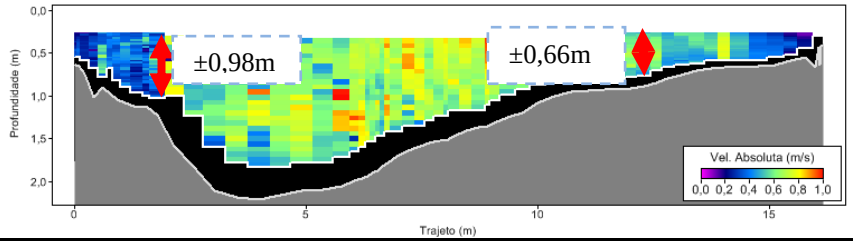
PONTOS	K	UTM	ELEVAÇÃO	PROFUNDIDADE DO LOCAL DE COLETA Margem esquerda — Margem direita
Pt 1	686743	8169207	702	
Pt 3	690736	8167537	755	
Pt 5	72812	8187437	794	
Pt 6	702989	8194591	823	
Pt 8	701523	8177751	771	
Pt 18	704752	8196488	837	*
Pt19	689180	163229	714	*

Figura 3 - Coordenadas dos pontos amostrais com perfil do rio e profundidade do local de coleta nas margens esquerda e direita. *Pontos de baixa profundidade - não foi possível realizar leitura com sonda.

c) Amostragem do sedimento

As coletas de sedimentos seguiram as orientações de Simpson *et al.* (2005) e NBR 9897 ABNT (1987). Foram feitas amostras compostas a partir de volumes iguais de cada réplica de dois

pontos do rio: margens esquerda e direita, em locais de maior deposição de sedimento (remansos). As amostras de água de interface sedimento/água[1] foram coletadas de 5,0 – 20,0 cm acima do local da amostragem de sedimento, com garrafa de Van Dorn e a coleta de sedimento foi feita com draga de Petersen a ±20,0 cm de profundidade para avaliar os parâmetros físico-químicos e realizar futuros testes de toxicidade. Em loco foram aferidos, no próprio sedimento e na água de interface sedimento/água, alguns parâmetros, tais como: pH, potencial redox e OD, com sonda multiparâmetros de qualidade de água (6600V2-4, Serie – 6).

Também foi determinado o perfil da profundidade do rio nos pontos amostrais com a sonda RiverSurveyar. Na Figura 4 são apresentadas fotos da coleta a jusante da Barragem do João Leite (A), a amostragem com draga de Petersen (B) e a medição de vazão com sonda RiverSurveyar Live (C).

(A) (B) (C)

Figura 4 - Fotos da coleta a jusante da Barragem do Ribeirão João Leite (A), amostragem com draga de Petersen (B) e vazão com sonda RiverSurveyar Live (C).

As amostras destinadas à análise de metais e granulometria foram acondicionadas em recipientes de plástico de polietileno e para os futuros testes de toxicidade foram usados sacos plástico de 5,0 L com zíper para o armazenamento das amostras coletadas. Os sedimentos foram transportados para o laboratório de forma que os sacos e os potes com as amostras ficaram imóveis na posição vertical dentro de uma caixa térmica a uma temperatura igual 4ºC no escuro.

[1] Conforme Simpson *et al.* (2005), a água de interface é aquela que se encontra mais próxima do sedimento onde está a maior concentração de íons que se dissolvem e podem entrar em contato com a coluna d`água ou se precipitam e retornam ao sedimento.

d) Parâmetros analíticos

-Parâmetros Químicos:

A determinação de OD, pH e ORP foi determinada pelo uso da sonda multiparâmetros de qualidade de água (6600V2-4, Serie – 6). Em campo, tais parâmetros foram aferidos na água de interface sedimento/água e sedimento total. No Laboratório de Análise de Solos e Foliar da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimento – UFG foram feitas as seguintes análises: determinação da presença e concentração do metal Fe e dos metais pesados (Cd, Pb, Cu, Cr, Zn e Mn) no sedimento total por ataque de solução mista de ácidos e determinação dos elementos por espectrofotometria de absorção atômica, e determinação da MO por oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de sódio e leitura no espectrofotômetro colorímetro. Tais análises seguiram a metodologia disposta no manual da EMBRAPA (2011).

-Parâmetros Físicos (Granulometria):

Por intermédio do método do densímetro foi feita a classificação granulométrica do sedimento para a obtenção das frações de silte e areia que compõem o mesmo. Este método baseia-se na sedimentação das partículas que compõem o solo. Após a adição de um dispersante químico, fixa-se um tempo único para a determinação da densidade da suspensão que se admite ser a concentração total de argila. As frações grosseiras (areia fina e grossa) são separadas por tamisação e pesadas. O silte é obtido por diferença (EMBRAPA, 2011). A granulometria quantificada está intimamente relacionada à avaliação das características mineralógicas e essas características revelam a possibilidade de se encontrar contaminantes.

Portanto, uma maior quantidade de sedimentos finos representados por elevadas quantidades de silte e argila e, consequentemente, menores quantidades de areia, configuram significativamente a presença de contaminantes. E esse é um fator que possibilita verificar a qualidade do sedimento presente no corpo hídrico. Todas as análises foram feitas no Laboratório de Análises de Solos e Foliar – LASF, da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – UFG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros químicos

- pH, potencial de oxi-redução e oxigênio dissolvido:

O pH se manteve mais próximo ao neutro pois, considerando a interface sedimento/água e sedimento, esse parâmetro variou de 6,94 a 8,1, tendo como média o valor de 7,5. Provavelmente, esse resultado se deve ao período em que se efetuou a coleta (período chuvoso) e da capacidade de tamponamento da água, onde a neutralidade ocorre quando existe uma concentração idêntica de íons H^+ e OH^- conforme assegura Esteves (1988).

Já o ORP da interface sedimento/água teve valor máximo igual -37,8 mV e um valor mínimo de -93,1 mV, com média de -54,5 mV. Esse mesmo parâmetro para o sedimento revelou um valor máximo de -12,1 mV e um valor mínimo igual a 70,9 mV, com média de -44,8 mV.

Segundo Baird (2002), o potencial redox está relacionado à acidez e à pressão parcial do oxigênio. Para uma amostra neutra e com concentração de oxigênio dissolvido menor que a quantidade de equilíbrio, a pressão parcial de oxigênio atmosférico é menor que 0,21 atm, e, portanto, o valor do potencial redox é menor, podendo em alguns casos, apresentar um valor negativo. Baixos valores de ORP indicam que há elétrons facilmente disponíveis das substâncias dissolvidas na água, assim sendo, o meio é de natureza muito redutora. Desta forma, o potencial redox do sedimento é um fator importante que controla a divisão de metais, particularmente estados de oxidação de ferro e manganês e a química de metais sulfetos de prata (Ag), cádmio (Cd), cobre (Cu), ferro (Fe), cromo (Cr), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn). De acordo com Simpson (2005), valores de ORP < -150 mV são indicativos de condições de redução de sulfeto, enquanto que valores de -50 mV a 100 mV indicam condições redutoras de ferro (III), e nesse caso, as zonas de redução de sulfeto e ferro podem se sobrepor.

Assim, se percebe que os pontos amostrais, tanto na interface sedimento/água quanto sedimento (água intersticial), se mostraram redutores. Valores mais altos de redução foram encontrados no sedimento (água intersticial) provavelmente pelo baixo teor de oxigênio dissolvido.

Os valores de ORP, pH e OD estão dispostos no Quadro 1 e 2.

Quadro 1: Resultados dos parâmetros físico-químicos em interface sedimento/água.

Pontos	ORP	pH	OD
Pt1	-42	7,37	4,74
Pt3	-93,1	7,6	6,22
Pt5	-55,6	7,4	6,5
Pt6	-41	7,67	5,8
Pt8	-71,5	7,63	6,7
Pt18	-41,6	8,1	5,8
Pt19	-37,8	7,47	5,78

Quadro 2**:** Resultados dos parâmetros físico-químicos em sedimento.

Pontos	ORP	pH	OD
Pt1	-20	7,9	0,1
Pt3	-62,5	7,29	2,52
Pt5	-46,1	7,41	1,62
Pt6	-12,1	6,94	1,91
Pt8	-70,8	7,26	0,18
Pt18	-70,9	7,51	0,77
Pt19	-31,5	7,58	3,53

- Matéria orgânica:

Os sedimentos da região em estudo podem ser classificados como inorgânicos, uma vez que apresentam teores de matéria orgânica menor que 10%, conforme afirma Esteves (1998). A Figura 5 mostra que o ponto Pt 1 foi o que apresentou o maior teor de matéria orgânica (3%), enquanto que os pontos Pt 3, Pt 6 e Pt 18 apresentaram os menores teores, com uma composição de apenas 0,3%.

A matéria orgânica possui sítios coordenadores que podem complexar metais-traço. A obtenção de baixos teores de MO indica que na possível presença de metais, esses sedimentos apresentam baixa capacidade de complexação com os mesmos. No entanto, segundo Neves (2008) e Almeida (2010), em ambientes anóxicos como é o caso do sedimento, bactérias redutoras de sulfato, como as do gênero *Dessulfovibrio*, entram em ação diminuindo a carga de matéria orgânica e reduzindo sulfato a sulfeto, o que pode promover o sequestro e imobilização de diversos metais (Zn, Cd, Pb, Ni e Cu) na forma de sulfetos secundários.

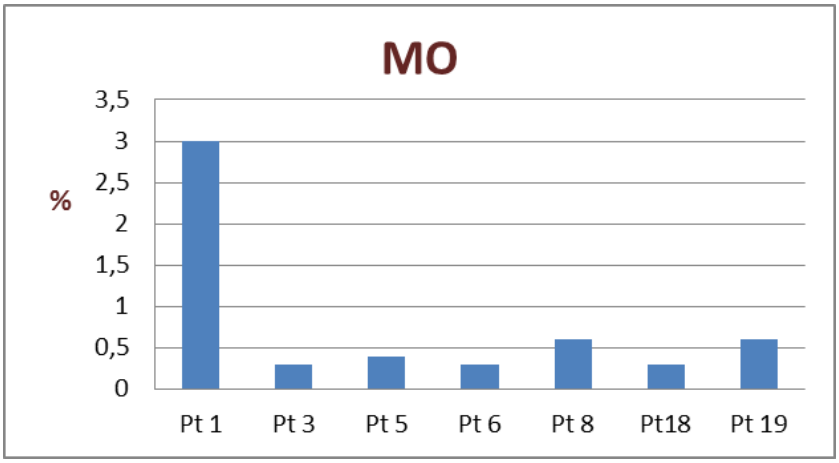


Figura 5 - Porcentagem de matéria orgânica nos pontos amostrais.

Parâmetro físico

- Granulometria:

O ponto de amostragem Pt1, local de captação da água do João Leite usada para abastecimento, possui o maior percentual de partículas finas (silte e argila) (Figura 6).

Já o sedimento dos demais pontos (Pt3, Pt 5, Pt 6, Pt 8, Pt 18 e Pt 19) é composto, em sua maioria, por areia, sendo o ponto Pt 6 o que apresenta a maior percentagem.

Segundo Simpson *et al.* (2005) e Mudroch & Macknight (1997) apud Fenili *et al*. (2011), muitos estudos sobre a correlação de metais e o tamanho das partículas dos sedimentos sugerem que usualmente partículas mais finas contêm concentrações mais elevadas de metais.Por outro lado, uma concentração grande de contaminantes em um sedimento arenoso (característica predominante nos demais pontos) geralmente será mais tóxica por sua biodisponibilidade, desde que a via de contaminação seja a água intersticial do sedimento.

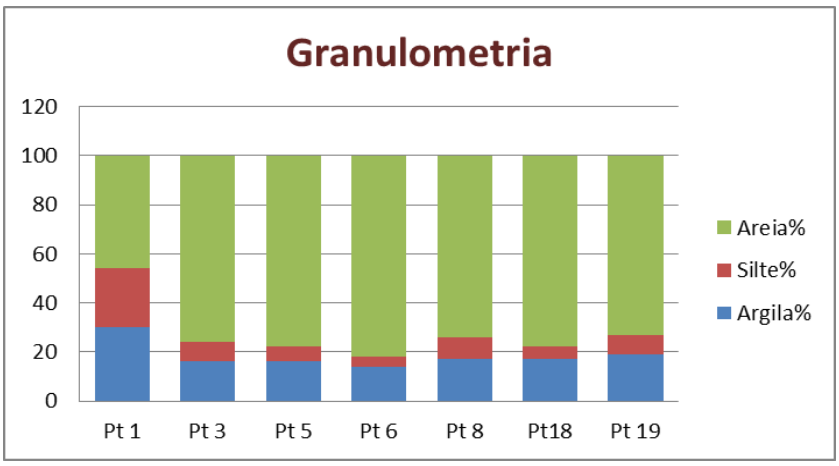


Figura 6 - Representação do percentual granulométrico dos pontos amostrais do Ribeirão João Leite.

Determinação da concentração ou percentagem de metais

- Ferro:

A Figura 7 mostra que todos os pontos amostrais apresentam um alto teor de ferro, o que já era previsto, visto que quase 60% da bacia é formada por latossolo, um tipo de solo rico em ferro e alumínio conforme verificado por Rios *et al*. (dados não publicados).

A maior concentração de ferro foi detectada no sedimento do ponto Pt 5, ponto que está na região onde existe a predominância de latossolo na bacia. A presença de ferro em locais com baixo teor ou sem a presença de oxigênio (anaeróbio) proporciona a formação de sulfetos férricos e ferrosos. Acredita-se que, geralmente, metais em sedimento costumam reagir com FeS para formar sulfetos de metais. Dessa forma, segundo Simpson *et al*. (2005), em geral, as concentrações apreciáveis de Cd, Cu, Ni, Pb e Zn não serão observadas nas águas intersticiais até que o reservatório de FeS esteja saturado.

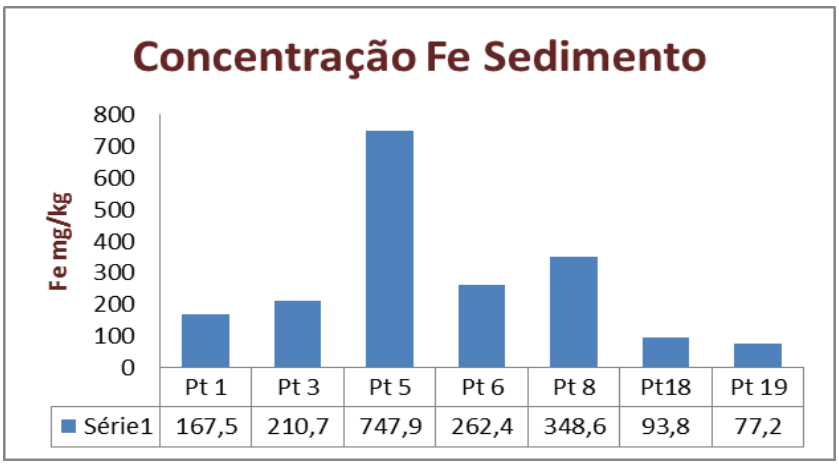


Figura 7 - Concentração de ferro encontrada nos pontos amostrais.

- Metais pesados:

A exemplo da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), o presente trabalho utilizou para medir o grau de contaminação química do sedimento por metais, com vistas à proteção do ecossistema aquático, os valores estabelecidos pelo "Canadian Council of Ministers of the Environment" e pela Resolução CONAMA 344/04 CETESB (2006).

Os resultados do grau de contaminação por metais foram expressos por TEL (Threshold Effect Level) ou Nível 1 – que representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos. O maior limite – PEL (Probable Effect Level) ou Nível 2 – representa a concentração acima da qual é freqüentemente esperado o citado efeito adverso para os organismos. Na faixa entre TEL (Nível 1) e PEL (Nível 2) situam-se os valores onde ocasionalmente espera-se tais efeitos.

O Quadro 3 mostra os valores guias estabelecidos pelo "Canadian Council of Ministers of the Environment" e pela Resolução CONAMA 344/04 organizado pelo CETESB (2006).

Quadro 3 - Valores estabelecidos pelo “Canadian Council of Ministers of the Environment” e pela Resolução CONAMA 344/04.

Químicos do Sedimento[a]	TEL[b] (Nível 1)	PEL[c] (Nível 2)	Unidade
Cádmio	0,6	3,5	mg/g
Chumbo	35	91,3	mg/g
Cobre	35,7	197	mg/g
Cromo	37,3	90	mg/g
Níquel	18	35,9	mg/g
Zinco	123	315	mg/g

a: Parâmetros legislados pela resolução CONAMA 344/04 com exceção do Heptacloro epóxido e clordano. **b:** TEL “Threshold Effect Level”- concentrações abaixo deste valor são raramente associadas a efeitos biológicos adversos. **c:** PEL “Probable Effect Level”- concentrações acima deste valor são frequentemente associadas a efeitos biológicos adversos. Fonte: CETESB (2006).

Os valores das concentrações dos metais nas amostras de sedimentos são apresentadas nas Figuras 8, 9, 10, 11 e 12.

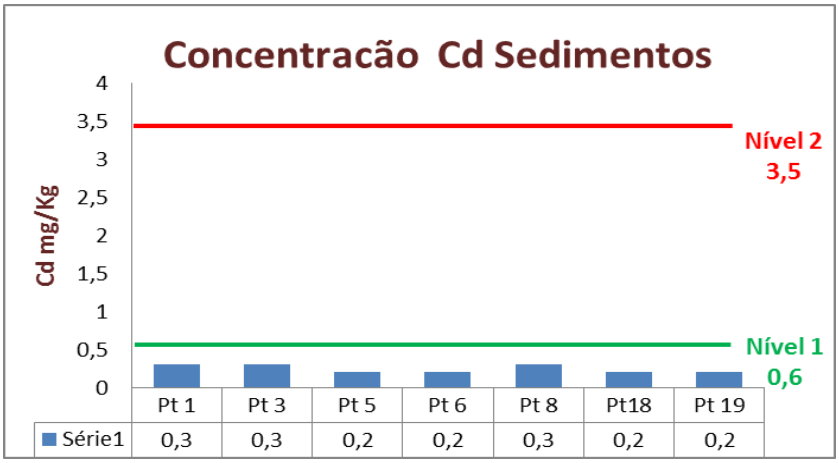


Figura 8 - Concentração de cádmio em sedimentos (massa bruta).

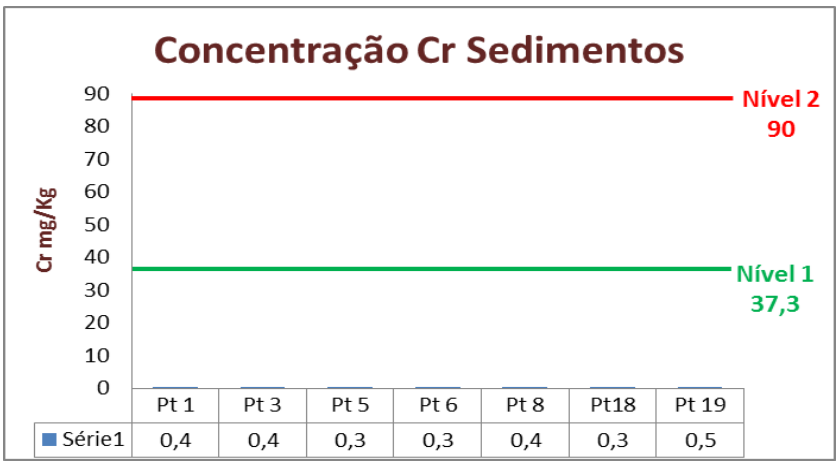


Figura 9 - Concentração de cromo em sedimentos (massa bruta).

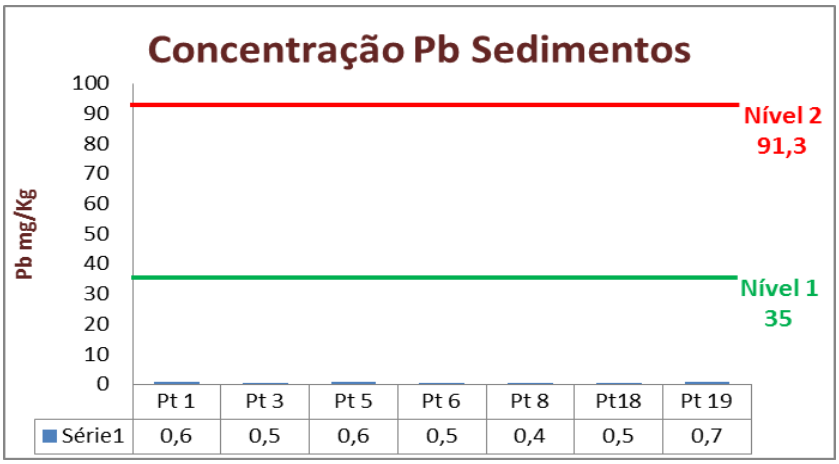


Figura 10 - Concentração de chumbo em sedimentos (massa bruta).

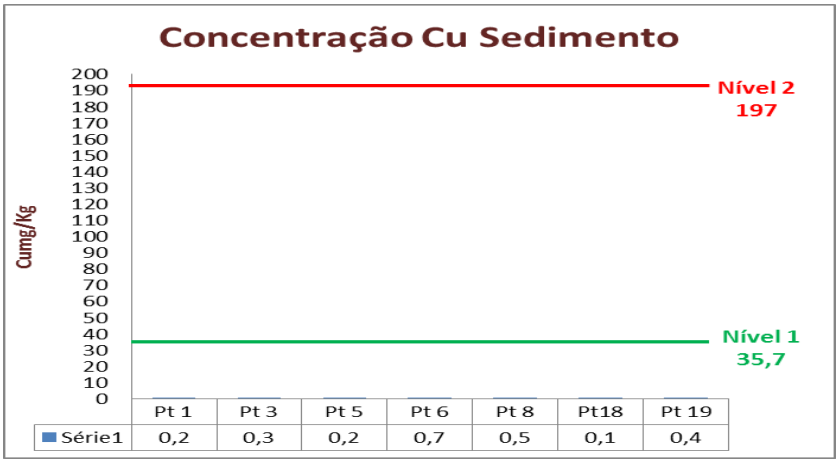


Figura 11 - Concentração de cobre em sedimentos (massa bruta).

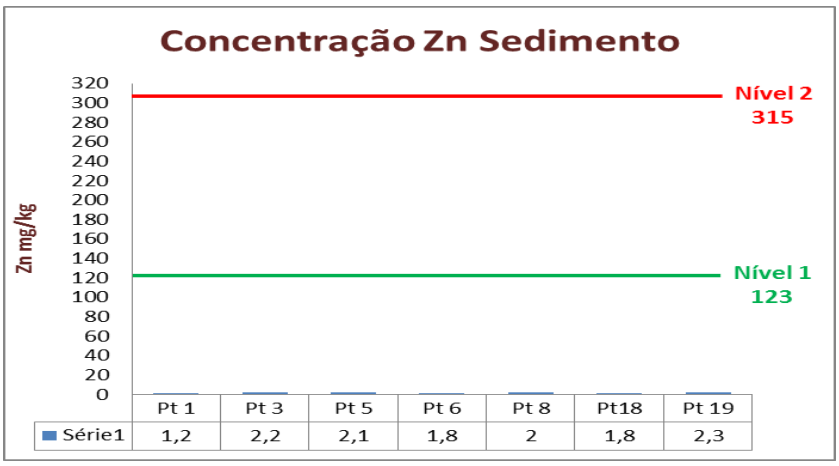


Figura 12 - Concentração de zinco em sedimentos (massa bruta).

Todos os gráficos das Figuras 8 a 12 mostram que nenhum dos pontos amostrados apresentou valores acima do Nível 1 ou Nível 2 para os metais analisados. Apenas o cádmio mostrou valores próximos ao Nível 1.

Isso pode ser justificado pelo fato da região onde os pontos de amostragem ficam localizados estar sujeita a uma ou mais atividades antropogênicas: ser ponto de descarte de efluentes domésticos clandestinos e de esgoto doméstico, abrigar agricultura, possuir pastos e estar perto de vias onde há circulação de veículos. De acordo com Moore & Ramamoorthy (1984) *apud* Duarte & Pasqual (2000), esse metal é encontrado em baterias, fungicidas e é utilizado para o tratamento da borracha. Ele pode ser adicionado ao solo também por meio da aplicação de lodo de esgoto e adubação fosfatada (ALLOWAY, 1990; HOODA & ALLOWAY, 1998 *apud* PIERANGELI *et al.*, 2005).

Desta forma, todas as amostras representam concentrações abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para organismos. No entanto, é importante destacar que a biodisponibilidade de metais não se resume apenas no quantitativo, mas pode ser influenciada principalmente pela forma ou especiação de como é encontrada na natureza. Não esquecendo ainda dos prejuízos de bioacumulação ou biomagnificação que podem advir sobre animais infaunais que ingerem esse sedimento e toda uma cadeia alimentar respectivamente.

CONCLUSÕES

Os resultados das análises físico-químicas e da determinação da concentração de alguns metais no sedimento coletado em pontos ao longo do Ribeirão João Leite possibilitaram o conhecimento de características importantes desse sedimento. Dentre elas, por exemplo, têm-se o fato dele possuir um valor de pH próximo ao neutro, se tratar de um ambiente redutor; possuir um teor de matéria orgânica menor que 10% (o que o caracteriza como sendo inorgânico); ser composto

em sua maior parte por areia; ser abundante em ferro, já que apresenta concentrações maiores que 75,0 mg/Kg desse elemento e, entre os metais pesados avaliados (Cd, Pb, Cu, Cr, Zn e Mn), apresentar concentrações próximas ao Nível 1 apenas para o metal pesado cádmio.

Com a realização dos ensaios ecotoxicológicos (próxima etapa do trabalho), pretende-se tornar conhecida a qualidade do sedimento do Ribeirão João Leite e sua possível relação tóxica para com os organismos aquáticos e consequentemente a saúde humana.

BIBLIOGRAFIA

ABNT. (1987) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9898. *Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.* Brasil.

ALMEIDA, D.G. (2010) *Gestão Ambiental dos Sedimentos de Corrente do Rio São Francisco na Região de Três Marias/ Minas Gerais.* 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte /MG.

ARAÚJO, R.P.A.SHIMIZU, G.Y.BOHRER, M.B.C. JARDIM, W.(2008) *"Avaliação da Qualidade de Sedimentos".* In: ZAGATTO, Pedro A.; BERTOLETTI, Eduardo. Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações. São Carlos: RiMa. Cap. 13. pp. 293 - 326.

BAIRD, C. (2002) *Química Ambiental*. 2ed. Porto Alegre: Bookman. Cap. 8. pp.445-462.

BENETTI, A.; BIDONE, F. (2005) *O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos*. In*: TUCCI*, Carlos E.M. et al. Hidrologia: Ciências e Aplicação. E4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH. Cap.22. pp. 849 – 875.

BRASIL. (2004) *Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente n^{o} 344, de 25 de março de 2004.* Ministério do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 2004.

CESAR, A.; PEREIRA, C. D. S.; SANTOS, A. R.; ABESSA, D. M. S.; FERNÁNDEZ, N.; CHOUERI, R. B.; DELVALLS, T. A. (2006) "*Ecotoxicological Assessment of Sediments from the Santos and São Vicente Estuarine System – Brazil."* Brazilian Journal of Oceanography. n. 54. pp. 55-63.

CETESB**.** (2006) Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do Estado de São Paulo. Qualidade das águas Interiores no Estado de São Paulo. *Critérios para Avaliação da Qualidade de Sedimento*. Série Relatórios. Anexo VI. São Paulo.

DUARTE, R. P. S.; PASQUAL, A. 2000. Avaliação do Cádmio (Cd), Chumbo (PB), Níquel (Ni) e Zinco (Zn) em solos, plantas e cabelos humanos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 15, n. 1, pp. 46-58

EMBRAPA. (2011) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa solos. *Manual de Métodos de Análise de solo.* 2. Ed. Ministéiro da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Rio de Janeiro. 212 p.

ESTEVES, F.A. (1998) *Fundamentos de limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência: FINEP.1998. 575 p.

FENILI, L.H; GOMES, C.C.; ROCHA, V.F.; ZANIN, G.R.; MASUTTI, M.B.; GONÇALVES, C.; SILVÉRIO, P. F.; LIMA, S N. P. (2011). *"Avaliação da Concentração de Metais e Arsênio e sua relação com Granulometria e ensaios Ecotoxicológicos no Canal do Porto de Santos"*. In: Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 5. Santos-SP. Anais Oceanografia e Políticas Públicas. Santos, 2011.

OLIVEIRA JUNIOR, J.P;TAVARES, G.O.;LEANDRO, M.[Ed.]. *RELATÓRIO FINAL C6 (Barragem do João Leite): "Estudos de Capacidade de Assimilação de Resíduos Tóxicos e de Carga Orgânica pelo Reservatório."* Goiânia-GO: Saneago.

LANNA, A. E. (2005). *Gestão dos Recursos Hídricos. In: TUCCI, Carlos E.M. et al. Hidrologia: Ciências e Aplicação.* E4 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH. Cap.19. pp. 727 – 768. 2005.

NEVES, D.M.C. (2008). *Análise de sulfetos volatilizáveis por acidificação e metais extraídos no sedimento do sistema estuarino dos Rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Aracruz-ES).* 80 p. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.

OLIVEIRA, L.F.J. (2009) *Estudo da Qualidade de sedimento através de teste de toxicidade e marcadores de esgoto na Enseada de Ubatuba-SP, Brasil. Influencia do aumento da população de Veraneio.* 2009. 102 p. Dissertação (Mestrado em Ciências, area de Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo.

PIERANGELI, M. A. P.;GUILHERME, L.R.G;CURI, N.;SILVA, M.L.N.;LIMA, J.M;COSTA,E.T.S. *Efeito do pH na adsorção e dessorção de cádmio em latossolos brasileiros*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, pp.523-532, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v29n4/26101.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2012.

RABELO, C.G.; FERREIRA, M.E.; ARAUJO, J.V.G.; STONE, L.F.; SILVA, S.C.; GOMES M. P. (2009)*"Influência do uso do solo na qualidade da água bioma Cerrado: um estudo compartivo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil"*. Revista Ambiente & Água. v. 4. n. 2.

RIOS, K.C.R. BARBOSA, D.I. OLIVEIRA, W.N.FERREIRA, N.C. KOPP, K.(2011). "*Caracterização da microbacia do Ribeirão João Leite/Goiás e análise da relação entre o tipo de solo, suas fontes poluidoras e qualidade da águ*a." Goiânia.

SIMPSON, S. L.; BATLEY, G.E.; CHARITON, A.A.; STAUBER, J.L.; KING, C.K.; CHAPMAN, J.C.; HYNE, R.V.;Gale, S.A.; ROACH, A.C., MAHER, W.A. (2005). "*Handlook for Sediment Quality Assessment"*. CSIRO: Bangor, NSW. pp 16-19.

ZAGATTO, P.A.; BERTOLETTI, E. (2008) *Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações.* São Carlos: RiMa. 472 p.