

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO  
CAMPUS CUIABÁ - BELA VISTA**

**DEPARTAMENTO DE ENSINO**

**COORDENAÇÃO DOS CURSOS SUPERIORES**

**CURSO DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO SEDIMENTO DO CÓRREGO DO  
PADRE INÁCIO, NO PANTANAL DE CÁCERES/MT.**

**DANIELY MENDES DA COSTA FÉLFILI**

**Cuiabá – MT  
2012**

# **TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

**DANIELY MENDES DA COSTA FÉLFILI**

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO SEDIMENTO DO CÓRREGO DO PADRE INÁCIO, NO PANTANAL DE CÁCERES/MT.**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado como requisito do curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, para obtenção de Título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa

**Cuiabá – MT  
2012**

F312a

**FÉLFILI, Daniely Mendes da Costa**

Avaliação da qualidade da água e do sedimento do córrego do Padre Inácio, no Pantanal de

Cáceres/MT / Daniely Mendes da Costa Félfili - Cuiabá, MT : O Autor, 2012.

43 f.il.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá – Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental.

1. Água 2. Sedimento 3. Pantanal mato-grossense I. Coringa, Elaine de Arruda Oliveira

II. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.

CDD:628.1.98172

DANIELY MENDES DA COSTA FÉLFILI

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA E DO SEDIMENTO DO CÓRREGO DO  
PADRE INÁCIO, NO PANTANAL DE CÁCERES/MT.**

Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão Ambiental, Submetido À Banca Examinadora composta pelos Professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso Campus Cuiabá Bela Vista como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Graduado.

Aprovado em 06 de Novembro de 2012.

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa  
Orientadora - IFMT

---

Prof. MSc, Josias do Espírito Santo Coringa  
Co-orientador - IFMT

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Rozilaine Aparecida Pelegrine Gomes de Faria  
Professora Convidada

**Cuiabá**

**2012**

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico este trabalho á todos os amigos, familiares e professores, principalmente á minha mãe, pela força e incentivo todos esses anos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por todos os momentos que passei durante o curso e principalmente pelas pessoas que pude conhecer, como professores, técnicos e colegas de curso.

Aos meus amigos: Maria Eloneide, Samuel , Conceição Angélica e Daviany , e principalmente minha melhor amiga Klayre Marques com quem divide risos e lágrimas a cada semestre.

A Lucas Michelotti Baldini, pela paciência e incentivo em todos os momentos.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Elaine de Arruda Oliveira Coringa pelas orientações e paciência que me ajudaram no desenvolvimento do trabalho.

Principalmente, a minha mãe que me ajudou nas horas de crises , sempre me dando força e incentivando em tudo.

A banca examinadora pelas criticas feitas, que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.

## RESUMO

A área de estudo localiza-se a noroeste do município de Cáceres, sudoeste do Estado do Mato grosso, mais precisamente no Córrego Padre Inácio, situado na BR-070, Km 754. Esse local foi selecionado pelo fato de pertencer ao Pantanal Mato-grossense e apresentar-se com diversos usos que provocam alterações nos componentes ambientais, especialmente a água e o sedimento. Este estudo teve por objetivo determinar alguns parâmetros físicos e químicos de qualidade do sedimento e da água do córrego Padre Inácio, especialmente no que se refere ao teor biodisponível de metais pesados, a fim de fornecer informações relevantes sobre os impactos ambientais no local. As análises mostraram que os parâmetros analisados na água do córrego encontram-se de acordo com os padrões estabelecidos pela Resolução do CONAMA n.º 430/11 para águas doces de classe I. A análise de caracterização dos sedimentos apresentou reação moderadamente ácida, com textura predominantemente arenosa e baixo teor de bases trocáveis e matéria orgânica, o que provavelmente influenciou na detecção dos metais biodisponíveis. O teor dos metais analisados esteve abaixo dos valores orientadores para elementos traço em sedimentos e solos, estabelecido pela Resolução n.º 420 do CONAMA (2009), demonstrando que as atividades desenvolvidas nessa região do Pantanal mato-grossense não geraram impactos significativos quanto a esses poluentes, em função do ambiente hidromórfico e das características do sedimento.

*Palavras-chave: Água, Sedimento, Pantanal mato-grossense.*

## **ABSTRACT**

The study area is located northwest of the city of Cáceres, southwestern state of Mato Grosso, more precisely in the Stream Padre Inácio, located on BR-070 at Km 754, with reference to the bridge. This location was selected because the fact of belonging to the Pantanal and present with various uses that cause changes in environmental components, especially water and sediment. This study aimed to determine some physical and chemical parameters of sediment quality and water stream Padre Inácio, especially with regard to the content of bioavailable heavy metals in order to provide relevant information on the environmental impacts at the site. Analyses showed that the analyzed parameters in stream water are in accordance with standards established by CONAMA Resolution n. 430/11 for freshwaters class I. The characterization analysis of the sediments showed moderately acidic reaction, with predominantly sandy texture and low in organic matter and exchangeable bases, which probably influenced the detection of bioavailable metals. The content of the analyzed metals was below the guideline values for trace elements in soils and sediments, established by Resolution n. 420 CONAMA (2009), demonstrating that the activities in this region of the Pantanal have not generated significant impacts on these pollutants, depending on the environment hydromorphic and the sediment characteristics.

Keywords: Water, Sediments, Pantanal mato-grossense.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> – Mapa da área de estudo (Córrego Padre Inácio)-----	19
<b>Figura 02</b> - Área de estudo (Córrego Padre Inácio)-----	20
<b>Figura 03</b> - Área de estudo (Córrego Padre Inácio)-----	20
<b>Figura 04</b> - Coleta do sedimento com tubo de PVC-----	22
<b>Figura 05</b> - Coleta da água-----	22

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

**ABNT-** Associação Brasileira de Normas Técnicas

**AgNO<sub>3</sub>** - Nitrato de Prata

**ANVISA-** Agência Nacional de Vigilância Sanitária

**Al-** Alumínio

**Ca-** Cálcio

**CaCO<sub>3</sub>**- Carbonato de Cálcio

**CETESB** – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

**CNNPA-** Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos

**CO<sub>2</sub>** – Gás Carbônico

**CONAMA-** Conselho Nacional do Meio Ambiente

**Cr-** Cromo

**Cu-** Cobre

**EDTA** - Ácido Etilenodiamino Tetra - Acético

**EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

**Fe-** Ferro

**H** - Hidrogênio

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** – Peróxido de Hidrogênio

**HNO<sub>3</sub>** – Ácido Nítrico

**K-** Potássio

**KCl** – Cloreto de Potássio

**Mg-** Magnésio

**Mn-** Manganês

**Na** – Sódio

**Ni-** Níquel

**OH<sup>-</sup>** - Hidróxido

**Pb-** Chumbo

**pH-** Potencial Hidrogeniônico

**USEPA-** United States of Environmental Protection Agency

**Zn-** Zinco

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 01:** Resultados dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água do Córrego Padre Inácio, MT e seus respectivos padrões de qualidade----- 27

**Tabela 02:** Resultados das análises de caracterização físico-química do córrego Padre Inácio----- 30

**Tabela 03:** Resultados das análises do teor de metais potencialmente tóxicos do sedimento do córrego Padre Inácio----- 32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
<b>2.1 Qualidade da Água</b> .....	16
<b>2.2 Qualidade do Sedimento</b> .....	17
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
<b>3.1 Área de Estudo</b> .....	18
<b>3.2 Amostragem</b> .....	21
<b>3.3 Análises Laboratoriais</b> .....	23
3.3.1 Parâmetros físico-químicos de qualidade de água.....	23
3.3.2 Parâmetros físico-químicos de qualidade do sedimento.....	25
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>4.1 Qualidade da Água</b> .....	27
<b>4.2 Qualidade do Sedimento</b> .....	30
<b>4.3 Teores Biodisponíveis de Metais no Sedimento</b> .....	32
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	34
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

A utilização da água para um determinado propósito não deve prejudicar os diversos usos possíveis, entre os quais figuram aspectos culturais, atividades recreativas e a preservação da diversidade biológica. Em consequência, surge a necessidade de monitorar os cursos hídricos a fim de disponibilizar informações que permitam propor medidas adequadas de manejo para manter os ambientes aquáticos com qualidade ecológica (STRIEDER *et al.*, 2003).

O impacto da atividade humana sobre um território pode ser avaliado através do diagnóstico da qualidade das águas superficiais. Neste sentido, a avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em águas auxilia na determinação do nível de poluição, subsidiando a sua identificação e origem, permitindo a elaboração de estratégias adequadas de manejo (RHEINHEIMER *et al.*, 2003).

Os metais têm despertado grande interesse ambiental principalmente por não possuírem caráter de biodegradabilidade, provocando a permanência em ciclos biogeoquímicos nos quais as águas naturais são os principais meios de condução. Dentre os parâmetros ambientais de natureza química, a determinação do teor total e pseudototal (ou biodisponível) de metais pesados em solos e sedimentos é muito utilizada em estudos ambientais.

As consequências da presença de metais nas frações ambientais (água, solo e sedimento) geram preocupação devido aos malefícios característicos de cada elemento na saúde dos organismos, pois são elementos persistentes e apresentam a tendência de concentrarem-se em cadeias alimentares através de bioacumulação, o que pode resultar em alterações na estrutura e função de comunidades. Dependendo da concentração são tóxicos ao ser humano, causando efeitos carcinogênicos e mutagênicos (ESTEVES, 1998).

O uso indiscriminado de insumos agrícolas e o manejo do solo fora de sua aptidão, aliado à falta de consciência da população na proteção do solo e das vertentes, aumentam a probabilidade de poluição ambiental (RHEINHEIMER *et al.*, 2003). Além disso, fatores pedoclimáticos intrínsecos às regiões de pantanal, como alta pluviometria na época de cheias, presença de solos rasos e sujeitos à inundação, podem potencializar a ação do homem na transferência de poluentes dos sistemas terrestres aos aquáticos.

Conforme a Resolução 430 do CONAMA (BRASIL, 2011), que estabelece os valores dos parâmetros físico-químicos que são utilizados para a classificação de corpos de água de superfície, o Córrego do Padre Inácio é classificado de acordo com suas características como de classe 1, em que se destina ao consumo humano, ao equilíbrio natural das comunidades aquáticas, e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Este estudo teve como objetivo determinar alguns parâmetros físicos e químicos de qualidade da água e do sedimento do Córrego Padre Inácio, com vistas à avaliação do impacto ambiental na região, por representar um importante afluente do rio Paraguai, dentro da Bacia do Pantanal mato-grossense.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Qualidade da Água:

A água possui um valor significativo, pois é necessária à toda forma de vida do planeta. Nos dias atuais o ser humano tem notado que a água é um recurso limitado, não só quantitativamente, mas também pela capacidade de assimilar materiais poluentes (GONÇALVES *et al.*, 2009).

No Brasil, grande parte dos despejos domésticos e industriais é lançada *in natura* ou em qualidade e quantidade acima da capacidade de suporte dos corpos d'água. Portanto, a avaliação da situação real do corpo d'água e de sua bacia hidrográfica é um ponto importante para um programa de gestão ambiental visando especificar ações que contribuam para a recuperação ou melhoria da qualidade da bacia (FAZZA, 2007).

A poluição da água pode ter origem química, física ou biológica, alterando as características da água. A necessidade de identificar e diagnosticar os fatores que afetam a qualidade da água está sendo cada vez mais urgente, assim como prever os impactos futuros decorrentes de determinados eventos ou condições específicas, para auxiliar a administração dos recursos hídricos com soluções ou alternativas concretas e eficazes (GASTALDINI *et al.*, 2002).

O grau de poluição no corpo hídrico é mensurado através de características físicas, químicas e biológicas das impurezas existentes, que, por sua vez, são identificadas por parâmetros de qualidade das águas (físicos, químicos e biológicos). De uma maneira geral, as características físicas são analisadas sob o ponto de vista de sólidos (suspensos, coloidais e dissolvidos na água), gases e temperatura. As características químicas, nos aspectos de substâncias orgânicas e inorgânicas e as biológicas sob o ponto de vista da vida animal, vegetal e organismos unicelulares (BAUMGARTEN e POZZA, 2001).

Segundo a NBR 9896 (ABNT, 1987), os padrões de qualidade são constituídos por um conjunto de parâmetros e respectivos limites em que as concentrações de poluentes, em relação aos quais os resultados dos exames de uma amostra de água são comparados, com o propósito de determinar a qualidade

da água para uma determinada finalidade. Os padrões são estabelecidos com base em critérios científicos que avaliam os riscos e os danos causados pela exposição.

## **2.2 Qualidade do Sedimento:**

A avaliação da qualidade da água de mananciais vem sofrendo mudanças do ponto de vista da sua concepção, com uma nova abordagem que inclui a avaliação da qualidade do sedimento, que era, até bem pouco tempo, considerado apenas como um compartimento de acumulação de nutrientes e de contaminantes.

Os sedimentos de ambientes de água doce são os reservatórios naturais de detritos físicos e biológicos e de uma variedade de compostos químicos, servindo também como fontes poluidoras não-pontuais (SIQUEIRA, 2003). Essas partículas são compostas por camadas de partículas minerais e orgânicas, com frequência finamente granuladas, que se encontram em contato com a parte inferior dos corpos de água naturais como rios, lagos e oceanos (BAIRD, 2002).

De acordo com FAZZA (2007) os elementos químicos liberados do ambiente geoquímico primário (minerais das rochas) podem dispersar-se no ambiente secundário, ou seja, nos solos, águas e sedimentos e, se forem móveis, entram no ciclo biogeoquímico.

Os processos de transferência dos elementos entre o ambiente primário e o ambiente secundário são diversos, e dependem das características de cada elemento, da natureza do ambiente primário e do meio onde se inserem. Dentre os fatores encontram-se precipitação, temperatura, topografia, propriedades físicas e químicas das rochas, pH, reações redox, atividade bacteriana, atividade humana, entre outros (GASTALDINI *et al.*, 2002).

Como as amostras de sedimento de rios, lagos e lagoas representam a integração de todos os processos que ocorrem no ecossistema aquático à montante, elas têm sido investigadas para elucidar a poluição ambiental atribuída aos elementos-traço (LICHT, 1998).

Os elementos potencialmente tóxicos são transportados para os sedimentos pela lixiviação dos continentes, principalmente como espécies adsorvidas ou coprecipitadas nas películas dos óxidos e hidróxidos e matéria orgânica; e com a redução dos oxi-hidróxidos de ferro e manganês esses metais são depositados nos sistemas aquáticos (FÖRSTNER; WITTMANN, 1983).

A tendência natural dos elementos potencialmente tóxicos são de se adsorverem à matéria orgânica ou mesmo aos sedimentos de granulometria fina e, nesses casos, podem ser assimilados por organismos, tornando-se parte da cadeia trófica (SILVA et al., 1997).

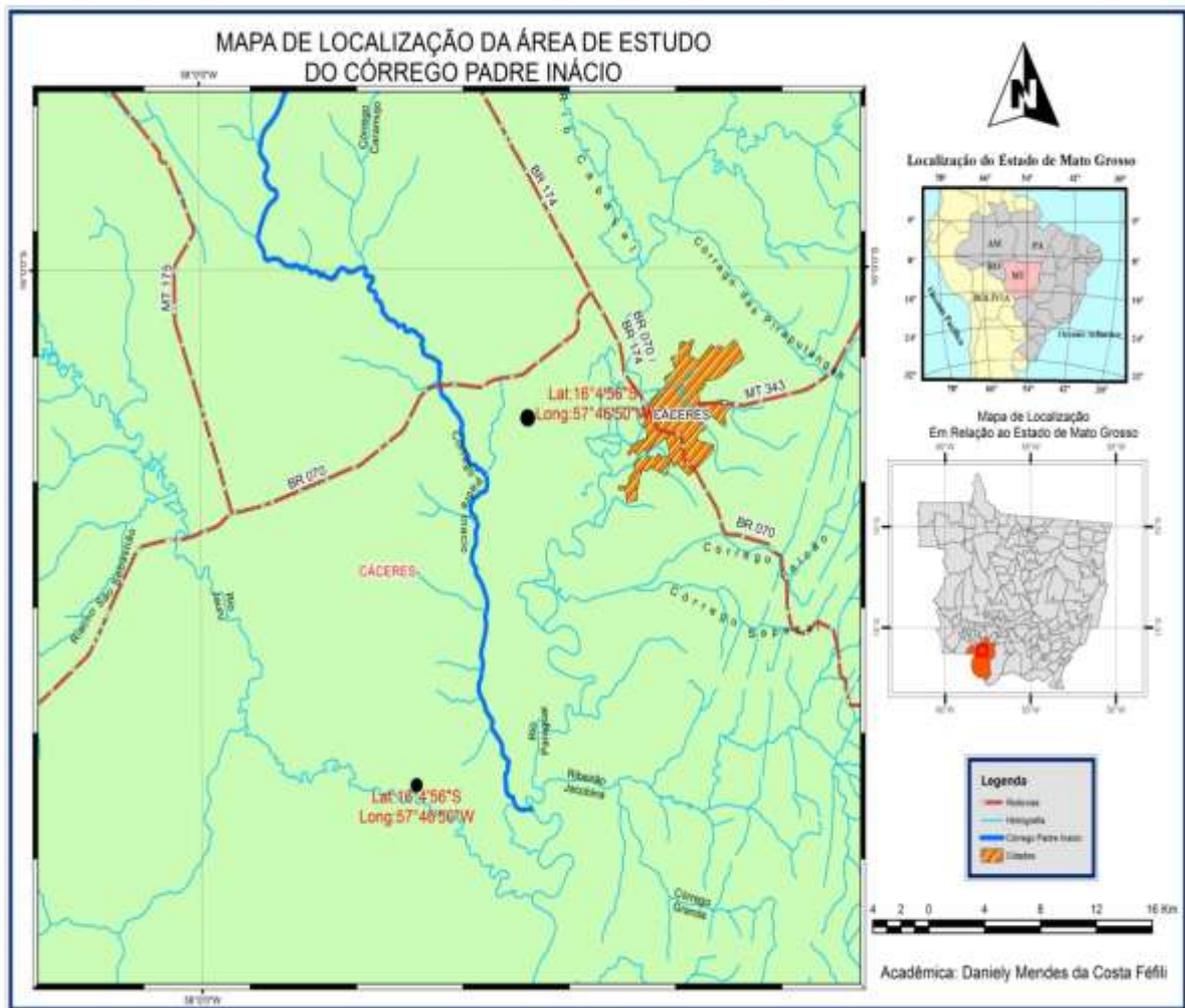
Em se tratando de estudos de risco ambiental devido à contaminação por metais, a avaliação deve levar em conta inúmeras variáveis do ambiente. Além das concentrações total e/ou pseudo-total, são indispensáveis informações detalhadas acerca da origem, modo de ocorrência, mobilização e transporte do metal traço.

Vários métodos de extração total de metais em solos e sedimentos são relatados na literatura, entretanto, a concentração de metal potencialmente disponível constitui mais uma importante informação para estudos relacionados à saúde e risco ambiental, sendo muito útil na verificação de possíveis contaminações sem a necessidade de estimar a biodisponibilidade através de bioensaios.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de Estudo**

A pesquisa foi realizada no Córrego Padre Inácio, situado na BR-070 (que liga Brasil e Bolívia), altura do Km 754, tendo como referência a ponte . A área de estudo está localizada a noroeste do município de Cáceres, sudoeste do Estado do Mato grosso, compreendido entre as coordenadas geográficas de latitudes 16°04'56``e 16° 17'01`` Sul e as longitudes 57°46'50``e 57° 51'21`` Oeste de Greenwich (FIGURA 1).



**Figura 1 – Mapa da área de estudo (Córrego Padre Inácio).**

Fonte: Software ArcGis

A bacia hidrográfica do córrego Padre Inácio corresponde uma área aproximadamente de 1.771 km<sup>2</sup>, com 41 afluentes, possui perímetro de aproximadamente 190 km, o canal principal possui 87 km de comprimento. No baixo curso a bacia hidrográfica do córrego Padre Inácio apresenta planície de inundação variando entre 100 a 120 m de largura, a calha não é bem definida e a água se espalha na planície no período chuvoso (SILVA *et al.*, 2011) (FIGURA 2) e (FIGURA 3).



**Figura 2 - Área de estudo (Córrego Padre Inácio).**  
Fonte: arquivo pessoal



**Figura 3 - Área de estudo (Córrego Padre Inácio).**  
Fonte: arquivo pessoal

O córrego do Padre Inácio córrego nasce na serra do mesmo nome e deságua em um braço da margem direita do rio Paraguai. Percorrendo a depressão do Paraguai, possui vasta planície de inundação, onde parte da carga de sedimentos deposita-se em sua própria planície de inundação, diminuindo, assim, sua contribuição de sedimentos para o rio Paraguai. O uso do solo no entorno do córrego é essencialmente para pecuária extensiva, a cobertura vegetal é composta por savana associada à áreas pantanais e floresta aluvial, o solo predominante é o *Gleissolo* (SILVA, 2006).

O gleissolo se caracteriza por serem solos minerais e hidromórficos, em que apresentam horizontes A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte de cor cinzento-olivácea, esverdeado ou azulado, denominado horizonte glei, que é resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução) em condições de alagamento durante o ano todo ou parte dele. São solos mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil. E podem apresentar tanto argila de baixa atividade, quanto de alta atividade. Como estão localizados em baixadas, próximas às drenagens, suas características são influenciadas pela contribuição de partículas provenientes dos solos das posições mais altas e da água de drenagem, uma vez que são formados em áreas de recepção ou trânsito de produtos transportados.

### **3.2 Amostragem**

A coleta das amostras de água e sedimento foram realizadas em agosto de 2011, no período seco, sendo estabelecidos 2 pontos de amostragem para a água e sedimento, em duplicata, onde foram coletadas um ponto à jusante e outro à montante, sob a ponte do Córrego Padre Inácio.

A coleta do sedimento foi realizada conforme USEPA (2001) e MOZETO (2005). Os sedimentos foram coletados em tubo de PVC de 1 m de comprimento, por introdução do tubo a 10 cm de profundidade nas margens do córrego, próximo às planícies de inundação (FIGURA 4), que favorece o depósito de material mais fino e, portanto, de maior interesse para avaliação ambiental do comportamento dos elementos traço. O sedimento contido dentro do tubo (aproximadamente 500g) foi transferido para sacolas plásticas devidamente identificadas, lacradas e conservadas sob refrigeração até a análise.



**Figura 4 - Coleta do sedimento com tubo de PVC.**

Fonte: arquivo pessoal

A amostragem da água do córrego foi realizada nos mesmos pontos de coleta do sedimento, de acordo com PRADO *et al.* (2004), coletadas com o auxílio de garrafas de polipropileno de 2 litros, devidamente higienizadas (FIGURA 5), posteriormente mantidas a 4°C até a análise.



**Figura 5 - Coleta da água.**

Fonte: arquivo pessoal

### 3.3 Análises Laboratoriais:

#### 3.3.1 Parâmetros físico-químicos de qualidade de água:

A caracterização da qualidade físico-química da água foi realizada por meio das análises de acordo com a metodologia proposta no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1999).

Todas as determinações foram feitas em duplicata, e seus resultados expressos como a média. Os resultados obtidos das análises de água foram comparados com padrões estabelecidos pela Resolução 430 do CONAMA (BRASIL, 2011)

#### a) Oxigênio Consumido (OC)

Na análise do oxigênio consumido foram transferidas 100 mL da amostra para balão de fundo chato de 250 mL, e adicionado 10 mL da solução  $H_2SO_4$  1:3 e 10 mL da solução Permanganato de Potássio 0,0125 N, foram levados para a chapa elétrica e mantidos em ebulição por 10 minutos e com mais 10 mL da solução de Oxalato de Amônio 0,0125 N e por fim, titulados com Permanganato de Potássio 0,0125 N .

Cálculo para Determinação de Oxigênio Consumido:

$$\text{Volume gasto (ml)} \times \text{Fator de correção Permanganato} = \text{mg.L}^{-1} O_2$$

#### b) Potencial Hidrogeniônico (pH)

A metodologia utilizada foi o método potenciométrico, em potenciômetro calibrado com a solução tampão de pH 4,0 e 7,0 .

**c) Turbidez**

A amostra foi colocada na cubeta (pequeno recipiente que auxilia na leitura da amostra no aparelho) apropriada e inserida no Turbidímetro previamente calibrado na faixa de turbidez esperada para a amostra.

**d) Alcalinidade**

Na determinação da alcalinidade foi adicionado um ácido ( $H_2SO_4$ ), de concentração conhecida e determinado o volume gasto na titulação. No procedimento da análise foi utilizado 100 mL da amostra, e que foram transferidas para Erlenmeyer de 250 mL, com 2 gotas da solução de Metil Orange (Alaranjado de Metila) e titulada com  $H_2SO_4$  0,02 N, com ponto de viragem para alaranjado.

**e) Dureza (Total, Temporária e Permanente)**

Na determinação da dureza foi utilizada 50 mL da amostra transferida para Erlenmeyer de 125 mL, com 2 mL da solução tampão para dureza ( $\pm 0,2$  g de cianeto de sódio e  $\pm 0,1$  g de mistura Indicador Ericromo Blackt), e tituladas com EDTA 0,01 N, e com ponto de viragem de cor para o azul.

**f) Cálcio**

Na análise de cálcio foram utilizadas 50 mL da amostra de água transferida para erlenmeyer de 125mL, em seguida, adicionou-se 2 mL de hidróxido de potássio 10% e 1 mL de indicador Calcon, e a amostra foi titulada com o EDTA 0,01N até ocorrer a viragem para a cor azul lípido, e foi anotado o volume de titulante gasto. Foi efetuada uma prova em branco com igual volume de água destilada para facilitar a observação da viragem da água destilada com  $Ca^{++}$ .

**g) Acidez**

Para a determinação da acidez foram utilizadas 100 mL da amostra, onde foram adicionadas 5 gotas de fenolftaleína e tituladas com NaOH 0,02 N até o surgimento da coloração rósea persistente;

#### **h) Teor de Cloretos**

Na análise foi utilizado 100 mL da amostra transferida para Erlenmeyer de 250 mL , com 1 mL da solução de Cromato de Potássio e titulada com  $\text{AgNO}_3$  0,0141 N , tendo como ponto de viragem a cor alaranjado.

#### **3.3.2 Parâmetros físico-químicos de qualidade do sedimento:**

Todas as determinações seguiram a metodologia proposta pela Embrapa (1997) e foram realizadas em duplicata, com os resultados expressos pela média. No sedimento foram analisados:

##### **a) pH em $\text{H}_2\text{O}$ e $\text{KCl}$ 1 mol. $\text{L}^{-1}$**

Os valores de pH em água e em  $\text{KCl}$  1 mol.  $\text{L}^{-1}$  , foram determinados em uma suspensão solo:líquido na proporção de 1:2,5 , pelo método potenciométrico.

##### **b) Alumínio Trocável**

A extração foi realizada com a solução  $\text{KCl}$  1 mol.  $\text{L}^{-1}$ , na proporção solo: solução de 1:10, e a determinação volumétrica com solução de  $\text{NaOH}$  0,025 mol.  $\text{L}^{-1}$  na presença do indicador azul de bromotimol.

##### **c) Acidez Potencial**

Extração com acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado volumetricamente com solução de  $\text{NaOH}$  0,0606 mol.  $\text{L}^{-1}$ , e usado como indicador a fenolftaleína 0,1%.

##### **d) Cálcio e Magnésio Trocáveis**

Na extração de cálcio e magnésio foi utilizada a solução de  $\text{KCl}$  1 mol.  $\text{L}^{-1}$ , na proporção solo:solução de 7,5:150, e determinados utilizando-se o EDTA (ácido etilenodiaminotetracético) 0,01 mol.  $\text{L}^{-1}$ , como solução titulante.

##### **e) Carbono Orgânico Total**

A determinação do carbono orgânico foi realizada por meio da oxidação da matéria orgânica com a solução de dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) 0,167 M em meio sulfúrico e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,25M.

#### **f) Análise Granulométrica**

A análise de textura do solo foi realizada pelo método da pipeta. Foi utilizado um agente dispersante (solução de Hexametáfosfato de Sódio 1N) na proporção solo:solução de 20:120, agitado com bastão de vidro, ficando em repouso por uma noite. No dia seguinte foi transferido para o *agitador stirrer* com auxílio de jatos de água, deixando o volume de 300 mL, agitando por 10 minutos. A fração areia foi separada por peneiramento a úmido em peneira de 53  $\mu$ m e a fração argila por sedimentação em proveta de 1L, com posterior retirada de 50 mL da suspensão com o auxílio de uma pipeta volumétrica. As frações assim separadas foram secas em estufa a 105°C até peso constante, e suas quantidades percentuais determinadas gravimetricamente. O teor de silte foi calculado por diferença.

#### **g) Análises dos teores pseudo-totais dos metais**

Nas análises dos teores pseudo-totais (ou biodisponíveis) dos metais chumbo (Pb), cromo (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), manganês (Mn) e zinco (Zn) foram determinados por digestão das amostras com  $HNO_3$  e  $H_2O_2$  a 95°C, de acordo com o método 3050B da *United States Environmental Protection Agency* (USEPA, 1986). Foram utilizados béqueres de 200 mL com 2 gramas de solo e adicionados 10 mL de  $HNO_3$  concentrado e aquecido a 95°C por 25 minutos, em chapa elétrica na capela, sem ferver. Após esfriar, foram adicionados mais 5 mL de  $HNO_3$  concentrado, e aquecidos novamente por 30 minutos. Essa mesma operação foi repetida mais de uma vez. Durante o aquecimento, deixou-se evaporar a um volume final de 5 mL, sem ferver, e foi adicionado cuidadosamente 2 mL de água deionizada e 3 mL de peróxido de hidrogênio 30%, aquecendo novamente. Foi adicionado cuidadosamente o peróxido de hidrogênio em frações de 1 mL até a efervescência terminar. As amostras foram filtradas em papel de filtro Whatman n°. 41 e o volume completado para 50 mL com água deionizada. Todas as análises realizadas foram com três repetições.

A leitura do teor dos metais nos extratos foi feita por Espectrofotometria de Absorção Atômica com chama. Os teores biodisponíveis dos metais no sedimento foram comparados com valores de referência para solos e sedimentos, previstos na legislação brasileira (CETESB, 2005; CONAMA, 2009).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Qualidade da Água:

A resolução do CONAMA n.º 430 (BRASIL, 2011) dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e estabelece as condições padrões para a qualidade da água seguindo diversos parâmetros. O Córrego Padre Inácio foi classificado segundo essa Resolução como Águas Doces Classe 1, na qual foi embasada a discussão dos resultados.

Os resultados dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água do Córrego Padre Inácio estão listados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água do Córrego Padre Inácio, MT e seus respectivos padrões de qualidade.

Parâmetro	Amostra1M <sup>1</sup>	Amostra 2J <sup>2</sup>	CONAMA 357
pH	7,46	7,33	6,0- 9,0
Turbidez	3,34	2,28	Até 40 UNT
Acidez (mg.L <sup>-1</sup> de CO <sup>2</sup> )	1,13	0,66	NC
Alcalinidade ( mg.L <sup>-1</sup> de CaCO <sub>3</sub> )	179	170	NC
Cloreto ( mg.L <sup>-1</sup> Cl <sup>-</sup> )	13,08	5,27	250
Dureza Total ( mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	178,6	178,6	NC
Dureza Temporária ( mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	178,6	170	NC
Dureza Permanente ( mg.L <sup>-1</sup> CaCO <sub>3</sub> )	0	8	NC
Cálcio ( mg.L <sup>-1</sup> Ca <sup>++</sup> )	32,16	28,07	NC
Oxigênio Consumido ( mg.L <sup>-1</sup> O <sub>2</sub> )	1,027	1,254	NC

<sup>1</sup> Amostra à montante; <sup>2</sup> Amostra à jusante; NC (Não Contém) .

O pH das amostras de água tenderam à neutralidade, e de maneira geral, pode-se dizer que águas com pH variando de 4,5 a 8,0 contém somente

bicarbonatos. Os valores apresentam conformidade com os padrões exigidos pela Resolução CONAMA nº 430, fixado entre 6 e 9 para águas Classe 1. Segundo MATHEUS *et al.* (1995), a água no ambiente natural tem sua concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$  fortemente influenciada por sais, ácidos e bases presentes no meio, fornecendo assim informações sobre a sua qualidade, o tipo de solo por onde a água percorreu, o tipo de poluição química da água (despejos ácidos ou alcalinos) e a qualidade do ambiente (origem da água, impactos ambientais poluidores, desmatamento e metabolismo das comunidades).

A acidez é a capacidade da água em resistir às mudanças de pH causadas pelas bases, devida principalmente à presença de gás carbônico livre. Geralmente águas com pH entre 4,5 e 8,2 caracteriza acidez carbônica. Corroborando os resultados de pH, a acidez das amostras de água apresentou valores baixos, com maior valor à montante do córrego, caracterizando as amostras de água do córrego como acidez carbônica.

A alcalinidade depende do valor do pH e está relacionada com o seu poder de dissolver o gás carbônico ( $CO_2$ ), e este na forma de Ácido Carbônico pode estar combinado, sob várias formas, com metais alcalinos (Na, K) e alcalinos terrosos (Ca, Mg) na forma de carbonatos (GONÇALVES *et al.*, 2009). Nas águas com pH entre 4,4 e 8,3 a alcalinidade será devido apenas bicarbonatos, pH entre 8,3 e 9,4 a carbonatos e bicarbonatos, pH maior que 9,4 a hidróxidos e carbonatos (SANTOS, 1997). As águas naturais no Brasil apresentam alcalinidade inferior a 100 mg/L de  $CaCO_3$  (LIBÂNIO, 2005). No presente estudo, a alcalinidade da água está influenciada apenas pela presença de bicarbonatos, uma vez em que seu pH esteve abaixo de 8,3.

A água possui normalmente oxigênio dissolvido em quantidade variável conforme a temperatura e a pressão. A matéria orgânica em decomposição exige oxigênio para sua estabilização e, conseqüentemente, uma vez lançado na água, consome o oxigênio nela dissolvido. Assim, quanto maior for o consumo de oxigênio (determinado pelo parâmetro oxigênio consumido), mais próxima e maior terá sido a poluição. A resolução do CNNPA nº 12/1978 da ANVISA (BRASIL, 1978) estabelece valores para águas de fontes naturais de até 2,0 mg/L de oxigênio consumido. O teor de oxigênio consumido na água do córrego encontra-se dentro deste limite, indicando que o teor de compostos orgânicos na água não é suficiente para consumir o oxigênio dissolvido a níveis críticos aos seres aquáticos.

Os cloretos existem normalmente nos dejetos animais, e sua presença na água é indicativa de poluição. Segundo a resolução do CONAMA nº 430/2011 (BRASIL,2011), o nível de cloretos aceitável é de até 250mg. L<sup>-1</sup>. O teor de cloretos na água do córrego do Padre Inácio é baixo, com maiores valores à montante do manancial, indicando que não há contaminação significativa por dejetos fecais no manancial, nas condições de estudo.

A turbidez representa a dificuldade da água em transmitir a luz devido à presença de materiais suspensos como silte, argila, matéria orgânica, plâncton e outros organismos microscópicos, e as principais fontes de materiais suspensos são oriundas do processo de intemperismo que ocorrem em rochas e solos da bacia hidrográfica, estando diretamente relacionada com atividades de mineração, desmatamento e lançamentos de efluentes domésticos (SANTOS, 1997). Como esperado, a turbidez do córrego Padre Inácio apresentou valores abaixo do padrão estabelecido para esse tipo de água, estando em conformidade com a legislação.

A dureza indica a capacidade de a água precipitar sabão principalmente em virtude da presença de cálcio e magnésio, sendo que a maior parte do cálcio entra na água a partir do carbonato de cálcio oriundo de calcários ou de sulfato de cálcio de depósitos minerais (gipsita), enquanto que o magnésio tem como fonte principal os calcários dolomíticos (SANTOS, 1997).

Quando a dureza é numericamente maior que a alcalinidade, não significa que está relacionada com a presença de carbonatos; porém, quando está menor ou igual significa relação com carbonatos na região estudada (GREENBERG *et al.*,1992). Portanto, a dureza da água em estudo está relacionada com a influência dos carbonatos, uma vez que seu valor foi ligeiramente menor que a alcalinidade, nas duas amostras. Segundo Santos (1997), a dureza total maior que 150 mg. L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> classifica a água dura, como é o caso do córrego do Padre Inácio.

Um parâmetro relacionado à dureza da água é o teor de cátions divalentes, como o Ca<sup>2+</sup> e o Mg<sup>2+</sup>. Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando carbonatos, bicarbonatos ou sulfatos, dependendo do ânion com a qual ela está associada. As concentrações de cálcio na água do córrego Padre Inácio variaram de 32,2 mg. L<sup>-1</sup> à montante e 28,1 mg. L<sup>-1</sup> à jusante. A presença de cálcio com maiores valores a montante pode ser explicada devido ao carbonato de cálcio, que tem origem em calcários ou de sulfatos de cálcio.

## 4.2 Qualidade do Sedimento:

O sedimento apresentou textura arenosa nas duas amostras, com predomínio da fração areia acima de 70% (Tabela 2).

Segundo PORTO FILHO (1996), os depósitos de um ambiente são reflexos de condições climáticas, ambientais e, em ambientes aquáticos, a intensidade e velocidade das correntes e a profundidade da coluna d'água também contribuem para a composição granulométrica do sedimento. Outro fato que deve ser destacado é que as amostras foram coletadas próximo à margem do córrego, fato que pode justificar uma maior presença de areia na composição do sedimento (SILVA e TOLEDO, 1997).

**Tabela 02** - Resultados das análises de caracterização físico-química do córrego Padre Inácio.

Parâmetro <sup>1</sup>	Amostra1M <sup>2</sup>	Amostra 2J <sup>2</sup>
Alumínio Trocável (Al) (cmol.kg <sup>-1</sup> )	0,16	0,28
pH em KCL	5,7	6,62
pH em Água	6,05	6,62
Cálcio e Magnésio Trocáveis ( cmol.kg-1)	3,5	1,8
Acidez Potencial (H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup> ) ( cmol.kg-1)	0,39	0,17
Carbono Orgânico Total (g.kg <sup>-1</sup> )	1,30	2,84
Areia Total (%)	82,7	77,35
Argila + Silte (%)	17,3	22,65
Matéria Orgânica ( g.kg-1)	2,25	4,84

<sup>1</sup>Médias das duplicatas das amostras à jusante.

Os teores de bases trocáveis adequados no solo fornecem suporte a uma adequada nutrição mineral e produtividade das plantas, devido às funções essenciais que exercem (BRITO, 2010). O cálcio, depois do ferro, é o nutriente mineral encontrado em maior concentração na maioria dos solos, geralmente em quantidades muito superiores às necessidades das plantas. Mesmo exercendo pouca influência sobre as condições de solo, no que diz respeito as plantas, o Mg é de importância decisiva devido a sua condição de elemento essencial. Além disso, tem-se verificado um efeito favorável desse cátion sobre a absorção do P, natural do solo ou de fertilizantes (MELLO, 1983). Conforme TOMÉ JR. (1997) o índice de cálcio e magnésio no sedimento do córrego Padre Inácio é considerado médio, em que apresentou valores entre 4 e 8 cmol.kg<sup>-1</sup>.

O alumínio trocável, importante componente na acidez dos solos tropicais, exerce efeito tóxico sobre o crescimento das plantas, notadamente sobre o sistema radicular, reduzindo a absorção e translocação de cálcio e magnésio na planta e,

consequentemente, a produtividade da cultura (GAMA e KIEHL, 1999). Segundo Malavolta (1989), os valores encontrados nas análises do córrego são classificados como não prejudiciais, abaixo de 0 a 15  $\text{cmol.kg}^{-1}$ .

Como observado nos resultados do sedimento, os valores associados à acidez potencial ( $\text{H} + \text{Al}^{+3}$ ) são muito menores do que aqueles para cátions metálicos trocáveis ( $\text{Ca} + \text{Mg}$ ), o que indica que há predomínio de cargas negativas nos colóides minerais do sedimento, e que estas estão sendo ocupadas majoritariamente por bases.

A matéria orgânica de solos e sedimentos constitui um sistema complexo, onde são encontrados resíduos de plantas e animais em vários graus de decomposição. De acordo com Esteves (1998), sedimentos com teores de matéria orgânica superiores a 10% do peso seco são considerados orgânicos. O teor de carbono e de matéria orgânica as amostras foi considerado baixo (inferior a 15  $\text{g.kg}^{-1}$  ou 1,5%), possivelmente em função da textura arenosa do sedimento. Além disso, altas concentrações de carbono orgânico estão normalmente associadas à maior quantidade de partículas finas no sedimento, e, consequentemente, maior será a tendência de adsorção de compostos orgânicos hidrofóbicos e de metais (DERPSCH *et al.*, 1991; LONGO; ESPÍNDOLA, 2000).

Solos e sedimentos podem ser naturalmente ácidos em função do material de origem mineral ou devido a processos de formação que favorecem a remoção de elementos básicos como K, Ca, Mg, Na (DERPSCH *et al.*, 1991). O pH do sedimento do Córrego Padre Inácio apresentou características moderadamente ácidas em água (pH acima de 6,0) e em KCl, possivelmente devido à escassez de oxigênio dissolvido e à lixiviação de bases trocáveis pelo ambiente de inundação, corroborando os resultados de cálcio e magnésio das amostras.

O pH controla a solubilidade dos nutrientes do solo, exercendo considerável influência sobre a absorção dos mesmos pela planta. A acidez também diminui a população de microrganismos que decompõem a matéria orgânica e auxiliam na liberação do nitrogênio, fósforo e enxofre (BRITO, 2010).

No caso das áreas de várzeas em estudo, além desses fatores, a alternância entre inundação (meses de março e setembro) e vazante, o tipo do material dos sedimentos, principalmente, o orgânico, podem contribuir para uma estabilização do pH a valores mais baixos (LEON e ARREGOCÉS, 1981).

### 4.3 Teores Biodisponíveis de Metais no Sedimento:

As concentrações biodisponíveis dos metais são aquelas onde o metal encontra-se ligado à solução do solo/sedimento (trocável) e aos carbonatos, e são facilmente assimiláveis pelos organismos vivos, por isso, potencialmente disponível, ou seja, o percentual de metal presente no sedimento pode ser disponibilizada ao ambiente por alterações mais bruscas nas condições ambientais. Os resultados das concentrações de metais nas amostras de sedimento estão na Tabela 3.

**Tabela 03** - Resultados das análises do teor de metais potencialmente tóxicos do sedimento do córrego Padre Inácio.

Teor de Elementos Traço (mg.kg <sup>-1</sup> )	Amostra1M <sup>1</sup>	Amostra 2J <sup>1</sup>	Valores Referência (CONAMA, 2009)
<b>Manganês</b>	1,10	1,55	NC
<b>Cobre</b>	1,46	0,92	35
<b>Níquel</b>	3,39	3,13	13
<b>Chumbo</b>	4,08	1,81	17
<b>Zinco</b>	1,27	1,13	60

<sup>1</sup>Médias das duplicatas das amostras à jusante; NC: não contém).

Numericamente, os teores dos metais foram maiores nas amostras de sedimento à montante do córrego, onde as atividades agrícolas estão mais concentradas (pecuária extensiva). Os metais cujas concentrações foram maiores foram o Chumbo e o Níquel.

As concentrações dos metais biodisponíveis encontradas no sedimento do córrego Padre Inácio foram comparadas com valores de referência de metais em solos e sedimentos, estabelecidos pela Resolução número 420 do CONAMA (2009). Os resultados mostram que as amostras de sedimento do córrego estão com concentrações abaixo da concentração de referência, o que significa que as atividades predominantes na região não geraram impactos significativos ao meio, com relação a esses metais.

Isso pode ter ocorrido devido à textura mais arenosa do sedimento (mais de 70% de areia), pois solos ou sedimentos com granulometria mais fina tendem a adsorver quantidades maiores de metais devido à sua grande superfície específica (RUBIO *et al.*, 2000).

Outro fator que pode ocasionar os baixos valores de metais biodisponíveis no sedimento é o pH. Sob condições ácidas, a solubilidade da maioria dos metais aumenta e ele é pouco adsorvido pelos coloides orgânicos e minerais do solo/sedimento, principalmente devido à sua baixa afinidade com óxidos de Fe e Mn (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 2001). Nessas condições, a mobilidade do elemento e as perdas por lixiviação podem ser determinantes para os baixos teores dos metais no Córrego Padre Inácio, em condições naturais.

## 5. CONCLUSÃO

A análise da água do córrego Padre Inácio mostrou concordância com os padrões de qualidade para águas doces da Classe 1, segundo a Resolução 430 do CONAMA.

A análise da composição dos sedimentos apresentou reação ácida, com textura predominantemente arenosa e baixo teor de bases trocáveis e de matéria orgânica.

Essas características físicas e químicas dos sedimentos influenciaram o teor dos metais analisados, que esteve abaixo dos valores orientadores para elementos traço em sedimentos e solos, demonstrando que as atividades desenvolvidas nessa região do Pantanal mato-grossense não geraram impactos significativos quanto a esses poluentes, em função do ambiente hidromórfico e das características do sedimento.

## 6. REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - **Poluição das águas: Terminologia - NBR 9896**. Rio de Janeiro, 1987.

APHA, **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20<sup>ª</sup>ed Washington: American Public Health Association/American Water Works Association/ Water Environment Federation, 1999.

BAIRD, Colin. **Química ambiental**. 2<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 556 p.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de Águas. Descrição de Parâmetros Químicos referidos na Legislação Ambiental**. Rio Grande: Editora da FURG, 2001. 166p.

BRASIL, **AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA**. Resolução – CNNPA (Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos) nº 12, de 30 DE Março de 1978. Disponível em : <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12\\_78\\_aguas.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_aguas.htm)> Acesso em: 20 de Out. 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Conselho Nacional do Meio Ambiente** – CONAMA. Resolução nº430 de 13 de Maio de 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 20 de Jan. 2012.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Conselho Nacional do Meio Ambiente** – CONAMA. Resolução nº420 de 28 de Dezembro de 2009. Disponível em: <[http://www.fundagres.org.br/biossolido/images/downloads/resolucao\\_420\\_2009.pdf](http://www.fundagres.org.br/biossolido/images/downloads/resolucao_420_2009.pdf)>. Acesso em: 18 de Out. 2011.

BRITO, Maria Tábata Larissa Alexandre de. **Avaliação espacial de atributos químicos do solo no semiárido** . 2010. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2010.

DERPSCH, R. et al. 1991. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ, IAPAR. 272 p. (Boletim, 145).

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. p. 190-207.

FAZZA, E. V. **Avaliação da água e do sedimento das microbacias dos ribeirões Graminha e Águas da Serra na cidade de Limeira - SP**. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - UNICAMP, 2007. 168p. Dissertação (Mestrado).

FÖRSTNER, U.; WITTMANN, G. T. W. **Metal Pollution in the Aquatic Environment**. Berlin: Springer-Verlag. 486 p.1983.

GAMA, J.R.N.F.; KIEHL, J.C. Influência do alumínio de um podzólico vermelho-amarelo do Acre sobre o crescimento das plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.23, n.2, p.475-482, abr/jun. 1999.

GASTALDINI, M. C. C.; SEFFRIN, G. F. F.; PAZ, M. F. **Diagnóstico atual e previsão futura da qualidade das águas do rio Ibicuí utilizando o modelo QUAL2E**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. 4, p. 129-138, 2002.

GONÇALVES, J.C.S.I.; DIBIAZI, A.L.B.; SOUZA, A.D.G.; PENNER, G.C. **O uso do modelo QUAL2K como subsídio à seleção de alternativas de tratamento de esgotos - Estudo de Caso: Município de São Simão-SP**. Revista Uniara, v. 12, n. 2, p. 37-54, 2009.

GREENBERG A.E., CLESCERI L.S., EATON A.D.(ED). 1992. **Standard Methods for the Examination of water and Wastewater** .18 ed. Ed. American. Public Association.

KABATA-PENDIAS, A. ; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3.ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. 413p.

LÊON, L. A.; ARREGOCÉS, O. 1981. **Química de los suelos inundados: guia de estudio**. Cali, Colombia: CIAT. 35 p.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2005

LICHT, O. A. B.; **Prospecção Geoquímica – Princípios, Técnicas e Métodos**. Rio de Janeiro. CPRM, 1998. 216p.

LONGO, Regina M.; ESPÍNDOLA, Carlos R. 2000. **Alterações em características químicas de solos da região Amazônica pela introdução de pastagens**. Acta Amazonica, v. 30, n. 10, p. 71-80.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989, 201 p.

MATHEUS, C.E.; MORAES, A.J. de; TUNDISI, T.M.; TUNDISI, J.G. **Manual de análises limnológicas**. São Carlos: Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, USP, 1995. 62 p.

MELLO, F. de A. F. et al. **Fertilidade do solo**, São Paulo, Ed Nobel, 1983. 400p.

MOZETO, A. A. **Sedimentos e Particulados Lacustres: Amostragem e Análises Biogeoquímicas**. In: Amostragem em Limnologia. São Carlos: Editora RiMa, 2005. cap. 18, p. 265-320.

PORTO FILHO, E.; **A geomorfologia e o manejo do ecossistema**, Geosul: Florianópolis, 1996.

PRADO, R. B. **Manual técnico de coleta, acondicionamento, preservação e análises laboratoriais de amostras de água para fins agrícolas e ambientais /** Rachel Bardy Prado, Sílvio Roberto de Lucena Tavares. - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2004.

RHEINHEIMER, D.S.; ANGHINONI, I. & CONTE, E. **Sorção de fósforo em função do teor inicial e de sistemas de manejo de solos**. Revista Brasileira de Ciência de Solo, 27:41-49, 2003b.

RUBIO, B.; NOMBELA, M.A.; VILAS, F. **Geochemistry of major and trace elements in sediments of the Ria de Vigo (NW Spain): an assessment of metal pollution**. Marine Pollution Bulletin, London, v. 40, n. 11, p. 968-980, 2000.

SANTOS A.C. 1997. **Noções de hidroquímica** . In: Feitosa F.A.C. e Manoel Filho J. Hidrogeologia, Conceitos e Aplicações. Fortaleza, CPRM/LABHID/UFPE, 81-108.

SILVA, A. **Padrões De Canal Do Rio Paraguai Na Região De Cáceres-MT**. 2006. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 80p .

SILVA, F. C.; SOUZA, C. A.; FREITAS, I. J.; PIRES, M. A. O.; CRUZ, J. S. B. **Distribuição sedimentológica no segmento do curso inferior do Córrego Padre Inácio, afluente do rio Paraguai, Cáceres - MT** In: Congresso de Iniciação Científica, 4ª. (JC), 2011, Cáceres/MT. Anais... Cáceres/MT: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG, 2011. Vol. 7 (2011).

SILVA, I. S.; TOLEDO, M. C. M.; **Geochim. Bras.** 1997, 3, 243.

SIQUEIRA, G. W. **Estudos dos teores de metais pesados e outros elementos em sedimentos superficiais do Sistema Estuarino de Santos (Baixada Santista/São Paulo) e Plataforma Continental do Amazonas (Margem Continental Norte do Brasil)**. 386 f. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo.2003.

STRIEDER, M.N.; RONCHI, L.H.; NEISS, U.G. e OLIVEIRA, M.Z. 2003. Avaliação dos efeitos de fontes de poluição pontual sobre os macroinvertebrados bentônicos no arroio Peão, RS. In: L. H. RONCHI e O. G. W. COELHO (eds.), **Tecnologia, Diagnóstico e Planejamento Ambiental**. São Leopoldo, Editora Unisinos, p. 61-85.

TOMÉ JUNIOR., J.B. **Manual para interpretação de análises de solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

USEPA (United States Environmental Protection Agency). **Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual.** EPA-823-B-01-002. 2001. 208p.

(WHO) WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Manganese** . Geneva : WHO, 1998. (Environmental Health Criteria 200).