

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP
Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais - ICNHS
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCAM

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

JANETE INES EIDT

ORIENTADOR: Dr. Frederico Terra de Almeida
Co-Orientadora: Dra. Roselene Maria Schneider

Sinop, Mato Grosso
2015

JANETE INES EIDT

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA MICROBACIA
HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

ORIENTADOR: Dr. Frederico Terra de Almeida
Co-Orientadora: Dra. Roselene Maria Schneider

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais. Área de Concentração: Biodiversidade

**Sinop, Mato Grosso
Dezembro/2015**

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

E34m Eidt, Janete Ines.
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA /
Janete Ines Eidt. -- 2015
xii, 64 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Frederico Terra de Almeida.
Co-orientadora: Roselene Maria Schneider.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso,
Instituto de Ciências Naturais, Humanas e Sociais, Programa de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Sinop, 2015.
Inclui bibliografia.

1. Atividades agropecuárias. 2. Agroquímicos. 3. Pesticidas. 4.
Plantio direto. 5. Sazonal. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP - CUS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS NATURAIS HUMANAS E SOCIAIS - ICNHS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS



FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

AUTOR: Mestranda


JANIETENES EIDT

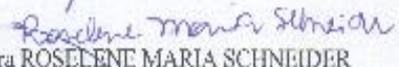
Dissertação defendida e aprovada em 25/11/2015

Composição da Banca Examinadora:

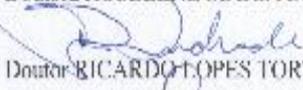
Presidente Banca
Instituição UFMT


Doutor FREDERICO TERRA DE ALMEIDA

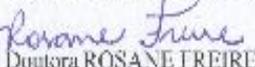
Co-orientador
Instituição UFMT


Doutora ROSELENE MARIA SCHNEIDER

Examinador Externo
Instituição UFMT


Doutor RICARDO LOPES TORTORELA DE ANDRADE

Examinador Externo
Instituição UNESP


Doutora ROSANE FREIRE

SINOP, 25/11/2015

Sinopse:

Monitorou-se a qualidade da água subterrânea e superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, no que se refere aos parâmetros metais e nitrato. Esta microbacia tem seu uso e ocupação dados por atividades agropecuárias, onde se aplicam quantidades significativas de agroquímicos. Os resultados foram comparados com as legislações vigentes, no sentido de avaliar a relação destes quanto às variações sazonais e relacionando-as ao uso e ocupação do solo.

Palavras-chave: Atividades agropecuárias, agroquímicos, pesticidas, Mato Grosso, sazonal.

Dedico esse trabalho à Jonas Pickler

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, agradeço a Deus, inteligência suprema, causa primária de todas as coisas, pela dádiva da vida.

Ao meu orientador Frederico Terra de Almeida, pelo auxílio, dedicação, paciência e tempos concedidos, pelos ensinamentos e pela oportunidade de desenvolver este projeto.

À minha co-orientadora Roselene Maria Schneider, por todo o conhecimento, dedicação, apoio e amizade concedidos. E pela oportunidade de desenvolver este projeto.

Ao meu marido Jonas Pickler, por me incentivar e possibilitar a realização deste projeto. Por estar presente em todos os momentos de tristezas e conquistas alcançadas. Pela tolerância e companheirismo.

Ao meu pai, Ernesto José Eidt, que mesmo à distância, torceu pelo êxito de mais esta conquista em minha vida.

À minha mãe, Ivone Eidt, que mesmo já tendo partido deste mundo, sei que muito me auxiliou, torcendo por mim, cuja lembrança nos momentos difíceis desta caminhada, muito me inspirou para seguir sempre em frente nessa realização.

Aos meus irmãos, cunhados e sobrinhos pelo apoio e incentivo, mesmo à distância.

Aos meus superiores, que me liberaram do trabalho para poder estudar, sem prejuízos em minha remuneração.

Às bolsistas do laboratório Micheli, Géssica, e Daiane, pelo auxílio na execução das coletas e análises.

À Luciana, técnica de laboratório do Lipeq, que me auxiliou com as leituras dos metais e, ao bolsista Luciano, Guilherme, Bruno e Querubim, que me auxiliaram nas coletas, especialmente de água superficial.

Aos colegas de classe pela troca de experiências e conhecimentos.

Aos motoristas da Universidade: Sr. Paulo, Sr. Rodrigues, Sr. Vande e Sr. Sérgio, que não fizeram apenas seu trabalho, mas me auxiliaram nas coletas.

Aos professores pelo auxílio, paciência e aprendizado, especialmente à professora Adriana Garcia do Amaral, por toda a ajuda despendida com a estatística e pelas contribuições dadas na banca de qualificação.

Aos professores Eduardo Morgan Uliana e Edgar Demarqui, por todas as cartas e mapas elaborados.

À Rosane Freire, Professora da UNESP, pela aceitação em participar da banca de defesa e pelas contribuições de melhoria nos artigos.

Ao professor Ricardo Lopes Tortela de Andrade, pela aceitação em participar da banca de qualificação e defesa, onde contribuiu muito na melhoria dos artigos.

À Universidade Federal de Mato Grosso, pela oportunidade de realizar essa pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso, FAPEMAT pelo apoio financeiro concedido que possibilitou a realização desta pesquisa.

Enfim, a todos de alguma forma ou outra contribuíram com a realização deste trabalho.

RESUMO

Neste trabalho teve-se por objetivo monitorar a qualidade da água dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do rio Caiabi. Esta microbacia está localizada na região norte de Mato Grosso. A atividade econômica da região baseia-se agropecuária, com a produção de grãos e pastagens para a criação de gado, havendo utilização intensiva de defensivos e fertilizantes. A água subterrânea foi monitorada em relação às concentrações de nitrato e dos metais Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd, Cr e Ni e as amostras foram coletadas em onze poços durante 12 meses, de maio de 2014 a abril de 2015, com frequência mensal. A água superficial foi monitorada em relação às concentrações dos metais Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd e Ni e as coletas ocorreram em duas etapas, sendo a primeira de julho de 2012 a junho de 2013, e a segunda, em duas campanhas, uma em setembro de 2014 e outra em fevereiro de 2015. As metodologias utilizadas seguiram os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os resultados desse monitoramento indicaram que a água subterrânea, de uma maneira geral, apresentou conformidade com as normativas vigentes, não apresentando restrições ao seu uso em relação aos parâmetros monitorados. As atividades antrópicas, bem como a forma de uso e ocupação do solo, afetaram a qualidade da água superficial do rio Caiabi, apresentando poluição em alguns pontos e em determinadas épocas do ano, porém, não foi evidenciada a presença de fonte pontual de poluição.

Palavras-chave: Atividades agropecuárias, agroquímicos, pesticidas, Mato Grosso, sazonal.

ABSTRACT

This work should be designed to monitor the water quality of the water resources of the watershed Caiabi river. This watershed is located in northern Mato Grosso. Economic activity in the region is based on agriculture, with grain production and grassland for livestock, with intensive use of pesticides and fertilizers. The groundwater was monitored with regard to nitrate concentration and Mn metal, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd, Cr and Ni and the samples were collected in eleven wells for 12 months, from May 2014 to April 2015, on a monthly basis. Surface water was monitored in relation to concentrations of Mn metal, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd and Ni and collections occurred in two phases, the 1 July 2012 to June 2013 and the second in two campaigns, one in September 2014 and another in February 2015. The methodologies used following the procedures described in Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results of this monitoring indicated that the ground water generally presented according to the current regulations, showing no restrictions on its use in relation to monitored parameters. Human activities, as well as how to use and occupation of land, affected the quality of surface water Caiabi River, with pollution in places and at certain times of year, however, there was no evidence the presence of point source pollution.

Keywords: Agricultural activities, agrochemicals, pesticides, Mato Grosso, seasonal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
MONITORAMENTO DE METAIS E NITRATO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA.....	4
RESUMO:.....	4
ABSTRACT.....	5
1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	9
2.2 AMOSTRAGEM, TRANSPORTE, PRESERVAÇÃO E METODOLOGIAS ANALÍTICAS	12
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO	26
5. AGRADECIMENTOS.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
MONITORAMENTO DE METAIS EM ÁGUA SUPERFICIAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA	32
RESUMO	32
ABSTRACT.....	32
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	33
2.2. AMOSTRAGEM, TRANSPORTE, PRESERVAÇÃO E METODOS ANALÍTICOS	34
2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA E LEGISLAÇÃO	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
3.1. PRIMEIRA ETAPA DE MONITORAMENTO.....	35
3.2. SEGUNDA ETAPA DE MONITORAMENTO.....	38
4. CONCLUSÃO	40
5. RECOMENDAÇÕES	40
6. AGRADECIMENTOS.....	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CONCLUSÕES GERAIS	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS.....	44
ANEXOS A – NORMAS DA REVISTA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ABAS	51
ANEXO B – NORMAS DA REVISTA NATIVA	57

LISTA DE TABELAS**TABELAS DO 1º ARTIGO: MONITORAMENTO DE METAIS E NITRATO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA**

Tabela 1. Localização e características dos pontos monitorados na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, no período de maio de 2014 a abril de 2015.....	11
Tabela 2. Valores das concentrações médias dos elementos Mn, Zn, Cd e Cr entre as estações seca e chuvosa na microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	22

TABELAS DO 2º ARTIGO: MONITORAMENTO DE METAIS EM ÁGUA SUPERFICIAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Tabela 1. Concentração média de manganês (Mn), na primeira etapa de monitoramento (2012/2013), nos pontos monitorados na água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	35
Tabela 2. Concentrações encontradas dos metais Mn, Cu, Ni, Zn, Cd, Pb e Fe na segunda etapa de monitoramento, em função das estações seca (setembro/2014) e chuvosa (fevereiro/2015), próximos à nascente (Ponto 1) e à foz (Ponto 5) da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	39

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS DO 1º ARTIGO: MONITORAMENTO DE METAIS E NITRATO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica e dos 11 pontos de amostragem	9
Figura 2. Dados de Precipitação, de maio de 2014 a abril de 2015, na microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	12
Figura 3. Variação da concentração e mapa de distribuição das concentrações médias de Fe ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi	15
Figura 4. Variação da concentração de Mn e Zn ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	16
Figura 5. Variação da concentração de Cd e Cr ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	18
Figura 6. Variação da concentração e mapa de distribuição das concentrações médias de Cu ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	20
Figura 7. Variação da concentração e mapa de distribuição das concentrações médias de nitrato ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi	21
Figura 8. Mapa de distribuição das concentrações médias de Mn da água subterrânea, para os períodos de seca e de chuva.....	23
Figura 9. Mapa de distribuição das concentrações médias de Cd e Cr da água subterrânea, para os períodos de seca e de chuva.....	24
Figura 10. Mapa de distribuição das concentrações médias de Zn da água subterrânea, para os períodos de seca e de chuva.....	25

FIGURAS DO 2º ARTIGO: MONITORAMENTO DE METAIS EM ÁGUA SUPERFICIAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Figura 1. Localização da microbacia hidrográfica do rio Caiabi e dos pontos de coletas	34
Figura 2. Variação da concentração de Mn e Ni, na primeira etapa de monitoramento, ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	36
Figura 3. Variação da concentração de Zn e Cd, na primeira etapa de monitoramento, ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	37
Figura 4. Variação da concentração de Pb e Fe dissolvido, na primeira etapa de monitoramento, ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	38
Figura 5 – Dados de precipitação das duas etapas de monitoramento na microbacia hidrográfica do rio Caiabi.....	39

INTRODUÇÃO GERAL

A modificação da paisagem, pela incorporação de atividades agrícolas e o crescimento de áreas urbanas, traz consigo alterações significativas no ambiente, principalmente nos recursos hídricos (LOUGON et al., 2009; TAUIL et al., 2009).

Segundo Steffen et al. (2011), para a manutenção econômica dos sistemas de produção agrícola tornou-se necessário usar substâncias sintéticas no meio ambiente como os fertilizantes, corretivos e pesticidas de numerosas classes químicas, para corrigir o pH do solo e proteger as lavouras de doenças e pragas.

Na contramão da necessidade do uso de agroquímicos tem-se que as práticas agrícolas podem causar alterações no ambiente pelo seu uso indiscriminado, causando o acúmulo de elementos ou compostos tóxicos em níveis indesejáveis no solo, e carreando grandes quantidades de solo, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso (VANZELLA et al., 2010).

Os fertilizantes utilizados para suprir micronutrientes possuem uma composição, que além dos elementos desejáveis, também, em geral, contêm metais tóxicos. Gimeno- García et al (1996) relataram a presença de metais como Mn, Zn, Co e Pb em fertilizantes e pesticidas aplicados aos solos. Também foram descritas a presença de cádmio, chumbo e cromo em fertilizantes comerciais (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2000).

Uma parcela dos metais pode ser adsorvida pelo solo ficando imobilizada. Dependendo das condições no solo, uma parte dos metais pode ficar biodisponível sendo absorvida pelas plantas (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2000) ou ser lixiviada para o lençol subterrâneo. Outra parte pode ser carregada juntamente com o solo para os recursos hídricos superficiais (OLIVEIRA FILHO et al., 2012).

A utilização de fertilizantes pode elevar também as concentrações de nitratos nas águas subterrâneas devido ao processo de lixiviação. O nitrato geralmente apresenta alta mobilidade nos solos e boa solubilidade em água, o que faz com que ele seja transportado com certa facilidade até a porção saturada do solo.

Em termos gerais, pode-se dizer que as alterações que ocorrem ao longo de uma bacia hidrográfica podem ser identificadas nas águas superficiais e subterrâneas desta. De acordo com Silva et al. (2005), os fatores que influenciam o aporte de sedimentos em bacias hidrográficas são relevos, tipos de solos, climas e usos e ocupação dos solos; dentre esses fatores, a cobertura do solo tem influência decisiva nas perdas de água e solo, podendo influenciar indiretamente na disponibilidade e na modificação da qualidade da água.

As formas de poluição dos recursos hídricos podem ser classificadas em pontuais, quando lançadas no corpo hídrico em um ponto específico, ou difusas, quando os poluentes atingem o corpo d'água de forma aleatória, sendo assim difíceis de serem controlados (PEREIRA, 2004).

Se nas áreas rurais há a utilização de agroquímicos que podem chegar aos recursos hídricos (FREIRE et al., 2012; BARBOSA et al., 2011), nas áreas urbanas os dejetos humanos são os principais contribuintes que alteram as características naturais dos mananciais superficiais e subterrâneos (SCHNEIDER et al., 2011; MOURA et al., 2009).

Os metais são elementos não biodegradáveis e ao serem ingeridos podem bioacumular no organismo ou biomagnificar na cadeia alimentar, causando danos à saúde (PEREIRA et al., 2002).

Luz et al. (2008) apresentaram um estudo indicando que o nitrato no organismo humano pode se tornar tóxico. A meta-hemoglobinemia é uma doença associada ao consumo de nitrato e causa, no organismo humano, uma deficiência no transporte de oxigênio para a respiração celular. Os mesmos autores citam estudos que indicam a ocorrência de efeitos cancerígenos (inclusive em animais) e de mutações devido à ingestão de nitratos.

Sendo assim, essas práticas devem ser monitoradas e avaliadas quanto à resposta da qualidade da água em relação ao uso e ocupação do solo, pois, dependendo da concentração dos elementos químicos nas águas, o seu consumo ou uso pode ser inviabilizado. A identificação dos locais que podem sofrer poluição da água com maior facilidade é essencial, indicando onde devem ser aplicadas medidas prioritárias de proteção e controle, auxiliando na gestão dos recursos hídricos (BARBOSA et al., 2011).

Neste sentido, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de monitorar a qualidade da água dos recursos hídricos da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, afluente do rio Teles Pires. Nesta microbacia, o uso e ocupação do solo ocorrem basicamente por atividades agrícolas, onde

se aplicam quantidades significativas de agroquímicos. O uso destes pode levar a alterações da qualidade ambiental. O monitoramento desses contaminantes é importante, pois os resultados encontrados poderão direcionar políticas públicas em relação ao uso e ocupação do solo.

MONITORAMENTO DE METAIS E NITRATO EM ÁGUA SUBTERRÂNEA DE UMA MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

MONITORING OF METALS AND NITRATE IN UNDERGROUND WATER OF A RIVER WATERSHED IN THE AMAZON REGION

RESUMO: Na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, a água consumida por grande parte da população local vem do lençol subterrâneo, onde o uso e ocupação do solo se dá basicamente, por atividades agropecuárias, com a produção de grãos e a criação de gado. Nestas atividades ocorrem aplicações de quantidades significativas de pesticidas e fertilizantes ao longo de cada safra ou lote de produção, podendo haver assim grande risco de transporte desses elementos às águas superficiais e subterrâneas. Neste trabalho teve-se por objetivo monitorar a qualidade da água subterrânea na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, no que se refere às concentrações dos metais manganês, zinco, chumbo, cobre, ferro, cádmio, cromo e níquel e também à de nitrato. As amostras de água subterrânea foram coletadas em onze poços durante 12 meses, compreendendo os meses de maio de 2014 a abril de 2015, com frequência mensal. A coleta, transporte, preservação e a análise das amostras seguiram os procedimentos propostos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os resultados mostraram que todos os parâmetros investigados apresentaram conformidade com as exigências da Resolução nº 396/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, para águas subterrâneas e da Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, para potabilidade de água para consumo humano.

Palavras - chave: Qualidade da água, atividades agropecuárias, águas subterrâneas

ABSTRACT: In watershed Caiabi river, the water consumed by much of the local population comes from ground water, where the use and occupation of land is basically, for agricultural activities, with grain production and cattle breeding. These activities take place significant amounts of applications of pesticides and fertilizers over each harvest or production lot, so there may be greater risk of transportation of these elements to surface and groundwater. In this study was to designed to monitor groundwater quality in the watershed Caiabi river, with regard to concentrations of manganese metals, zinc, lead, copper, iron, cadmium, chromium and nickel and also nitrate. The groundwater samples were collected in eleven wells for 12 months, comprising the months of May 2014 to April 2015, on a monthly basis. The collection, transportation, preservation and analysis of samples followed the procedures proposed by the Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results showed that all parameters had investigated compliance with the requirements of Resolution No. 396/2008 of the National Environmental Council - CONAMA, for groundwater and Ordinance No. 2914/2011, the Ministry of Health for water potability for human consumption.

KEYWORDS: Water quality, agricultural activities, groundwater

1. INTRODUÇÃO

Segundo Pereira Filho et al. (2010) entre os usos e ocupações do solo que mais podem influenciar na qualidade da água estão o desenvolvimento urbano e as atividades agrícolas.

Neste sentido, dentro das atividades agrícolas, a aplicação de fertilizantes e defensivos, bem como a disposição dos resíduos da criação intensiva animal, quando realizadas de maneira inadequada, podem contribuir para a degradação dos mananciais (RESENDE, 2002).

A microbacia do rio Caiabi está localizada na região médio Norte do estado de Mato Grosso. Nessa região há predominância do latossolo vermelho-amarelo distrófico, solo de baixa fertilidade, com pH em torno de 5,40 (EMBRAPA, 1997), valor que pode aumentar um pouco com a profundidade do solo (CAMPOS, 2010).

Fadigas et al. (2002) ao realizarem levantamento das composições químicas de solos brasileiros identificaram que os mesmos apresentam concentrações naturais

de metais. De acordo com os autores, os Latossolos vermelho-amarelo distróficos possuem naturalmente em sua composição química, em média, 62,38 g.kg⁻¹ de Fe; 126 mg.kg⁻¹ de Mn; 75 mg.kg⁻¹ de Cr; 29,9 mg.kg⁻¹ de Ni; 8 mg.kg⁻¹ de Cu; 21,2 mg.kg⁻¹ de Zn e 1,8 mg.kg⁻¹ de Cd.

O uso e ocupação do solo na microbacia ocorre quase exclusivamente para a produção de grãos e à pecuária. A forma de plantio mais utilizada é o plantio direto ou cultivo mínimo, com aplicações de pesticidas e fertilizantes ao longo de cada safra. E, considerando que as safras acontecem no período de chuvas, tem-se que as aplicações de agroquímicos para a nutrição de plantas e controle de pragas acontecem também neste período. Assim, pode-se supor que há risco do transporte desses elementos, pelos processos de escoamento superficial ou lixiviação, para os recursos hídricos (OLIVEIRA FILHO et al., 2012).

Os fertilizantes utilizados para suprir micronutrientes nas lavouras podem conter, além dos elementos-chave, metais que ao entrarem em contato com o solo podem contribuir para a contaminação ambiental. Gimeno-Garcia et al. (1996) relataram a presença de ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), chumbo (Pb) e níquel (Ni) em herbicidas aplicados aos solos e, concentrações de cádmio (Cd), cobre (Cu) e zinco (Zn), em fertilizantes inorgânicos. Gonçalves Junior (2000) encontrou também a presença de cromo (Cr) em fertilizantes.

Melo e Alleoni (2009) destacam que os metais presentes nas formulações de pesticidas podem ser estáveis na natureza, sendo passíveis de serem acumulados no solo e em sistemas biológicos ao longo do tempo.

Estudos sobre a mobilidade de metais no solo têm demonstrado que Pb, Cr e Cu apresentam baixa mobilidade, acumulando-se na superfície de solos poluídos ou

alterados pelo uso antrópico. Por outro lado, Zn, Mn, Ni e, principalmente, Cd são móveis no perfil do solo, representando maior risco de contaminação da água subterrânea (HAYES e TRAINA, 1998 apud NASCIMENTO et al., 2010).

O zinco ocorre na forma livre ou sob a forma de minerais como blenda ou esfalerita (ZnS), smithsonita (ZnCO₃) e zincita (ZnO). A solubilidade deste metal aumenta com a diminuição dos valores de pH dos solos e, sob condições ácidas, normalmente é encontrado na forma livre, bivalente e facilmente mobilizável (SANBERG, 2008).

De acordo com Baird (2002), o cádmio é emitido para o ambiente mediante a utilização de fertilizantes fosfatados nos campos agrícolas. Mesmo em baixas concentrações é um elemento perigoso à saúde devido a sua propriedade bioacumulativa.

Dos metais que chegam até o solo, seja por qualquer fonte, uma parte pode ficar biodisponível podendo ser absorvida pelas plantas (GONÇALVES JÚNIOR et al., 2000) ou ser lixiviada para o lençol subterrâneo. Outra parte pode ser carregada juntamente com o solo para os recursos hídricos superficiais (OLIVEIRA FILHO et al., 2012).

Outro poluente importante para os recursos hídricos em áreas agrícolas é o nitrato. Este está presente naturalmente no solo em baixas concentrações, mas em altas concentrações pode ser proveniente de diferentes fontes (RESENDE, 2002). Na contaminação de águas subterrâneas pode ser originado da aplicação de fertilizantes nitrogenados, a base de ureia (VON-AHN e PEREIRA FILHO, 2015) e de resíduos orgânicos contendo altos níveis de nitrato, como excrementos animais, lixo orgânico (SUTHAR et al., 2009) e esgotos (OLIVEIRA et al., 2015).

A intensidade do processo de contaminação da água por nitrato depende das quantidades deste presente ou adicionado ao solo, da permeabilidade do solo, das condições climáticas (pluviosidade), do manejo da irrigação e da profundidade do lençol freático ou aquífero (BHUMBLA, 2001).

O intenso consumo de fertilizantes, a textura do solo e as altas taxas de irrigação são alguns fatores que facilitam a lixiviação do nitrato às águas subterrâneas (SUTHAR et al., 2009). O nitrato apresenta grande mobilidade e lixiviação através do solo e boa solubilidade em água, podendo chegar a grandes profundidades da zona saturada, pois não é adsorvido pelas partículas do solo, movendo-se a mesma velocidade do fluxo de água (FEAGA, 2004). De acordo com Varnier et al. (2010), a concentração de nitrato possui relação inversa com a profundidade, cujos valores são maiores nos poços mais rasos do que nos mais profundos.

A identificação dos locais que podem sofrer contaminação da água com maior facilidade é importante, pois indica onde devem ser aplicadas medidas prioritárias de proteção da água e controle das fontes de poluição, auxiliando na gestão dos recursos hídricos, para efetivar ações de disciplina no uso e ocupação do solo (BARBOSA et al., 2011). A presença de nitrato e de metais na água pode inviabilizar o seu consumo ou utilização, dependendo da concentração encontrada.

Neste trabalho teve-se por objetivo monitorar a qualidade da água subterrânea da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, considerando-se as concentrações dos elementos nitrato e metais, comparando-as aos valores máximos permitidos pela resolução nº 396/2008 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para águas subterrâneas e pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, para potabilidade da água, no sentido de avaliar a relação desses quanto às variações sazonais e relacionando-as ao uso e ocupação do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi a microbacia hidrográfica do rio Caiabi, localizada na região médio Norte do Estado de Mato Grosso, na área de abrangência da Amazônia Legal. A água da microbacia desagua no Rio Teles Pires, que é um importante contribuinte da região hidrográfica Amazônica (Figura 1). O principal rio da microbacia é o Caiabi, com aproximadamente 51 km de extensão, cuja nascente localiza-se na zona rural do município de Vera, percorrendo por áreas deste e de Sinop. A confluência do rio Caiabi com o rio Teles Pires se dá na região limítrofe entre os municípios de Sinop (MT) e Sorriso (MT).

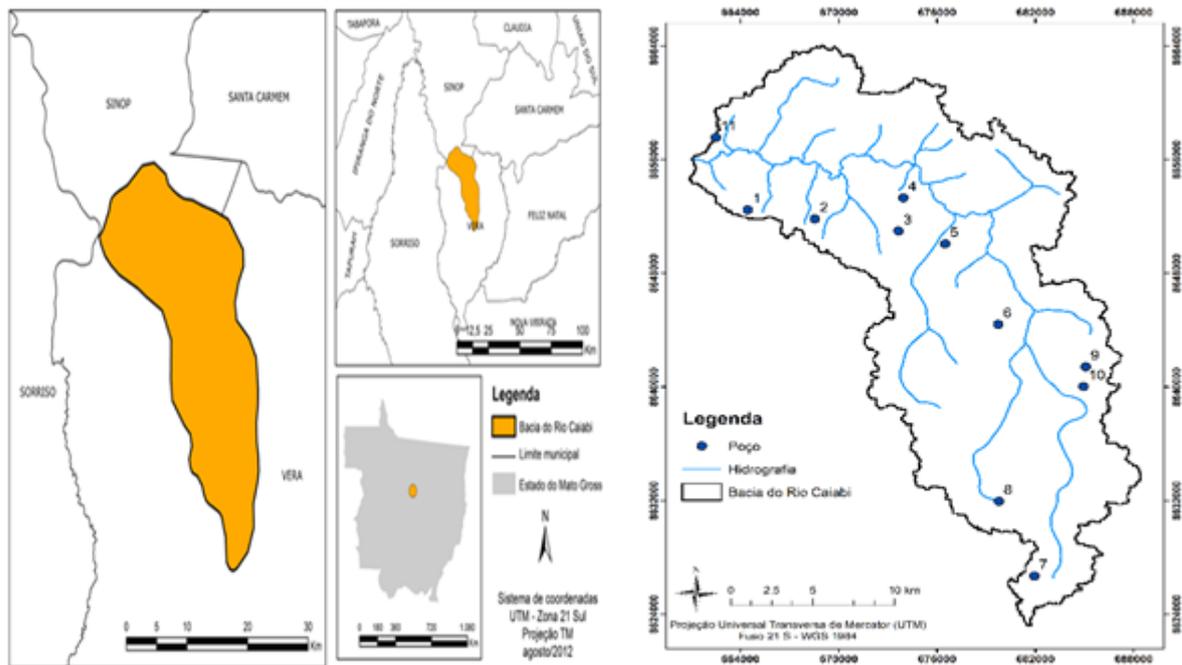


Figura 1 – Localização da microbacia hidrográfica do rio Caiabi e dos 11 pontos de amostragem
 Figure 1 - Location watershed Caiabi river and 11 sampling points
 Fonte: Edgar Demarqui e Eduardo Morgan Uliana, respectivamente

Esta região apresenta clima tropical, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, apresentando duas estações. Entre os meses de outubro a abril tem-se a estação de chuvas, sendo o restante do período caracterizado como seco, com pouca (<10 mm) ou nenhuma precipitação. A precipitação total anual é de aproximadamente 2.000 mm (SOUZA et al., 2013).

O tipo de solo predominante na região, conforme supracitado, é o latossolo vermelho-amarelo distrófico, com pouca diferenciação entre os horizontes, sendo bastante permeáveis e profundos. Possui em sua estrutura 7-11% de óxido de ferro apresentando intensa capacidade de lixiviação, e predominância da textura argilosa (EMBRAPA, 2006).

A identificação dos pontos (poços) monitorados na microbacia do rio Caiabi foi realizada por meio de levantamento de campo, visitando as propriedades rurais e solicitando informações à Vigilância Sanitária, na Secretaria de Saúde do município de Vera.

Após os levantamentos de informações foram escolhidos 11 pontos (poços) de coleta distribuídos na microbacia. Estes pontos foram denominados 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11, onde os pontos 1 e 11, estavam localizados próximos ao exutório do rio e o ponto 7, próximo à nascente da microbacia (Figura 1).

As localizações dos pontos de monitoramento de água subterrânea bem como as características destes estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Localização e características dos pontos monitorados na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, no período de maio de 2014 a abril de 2015

Table 1 – Location and characteristics of the monitored points in the watershed Caiabi river, from May 2014 to April 2015

Ponto	Tipo	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Localização	Prof. dos poços(m) *	pH	
		UTM21	UTM21				seca	chuva
1	Tubular	0664459	8652461	363	Zona rural (Fazenda 1)	51	5,34	5,36
2	Tubular	0668551	8651821	357	Zona rural (Fazenda 2)	36	5,29	5,34
3	Tubular	0673659	8650965	375	Zona rural (Fazenda 3)	30	5,46	5,41
4	Tubular	0673955	8653299	368	Zona rural (Fazenda 4)	18	5,35	5,33
5	Tubular	0676500	8650073	365	Zona rural (Fazenda 5)	30	5,37	5,44
6	Tubular	0679739	8644391	390	Zona rural (Fazenda 6)	32	5,29	5,38
7	Tubular	0681951	8626688	411	Zona rural (Fazenda 7)	35	5,29	5,38
8	Cacimba	0679785	8631943	408	Zona rural (Fazenda 8)	8-10	5,38	5,36
9	Tubular	0685085	8641412	411	Zona urbana (cidade Vera)	58	5,39	5,38
10	Tubular	0684938	8640022	408	Zona urbana (cidade Vera)	98	5,24	5,30
11	Tubular	0662513	8657553	364	Zona rural (Chácara)	35	5,22	5,35

*Profundidades dos poços fornecidas pelos proprietários das áreas, não medidas.

Os dados de precipitação do período de monitoramento da água subterrânea para a microbacia hidrográfica do rio Caiabi foram obtidos na estação meteorológica da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus de Sinop. Observou-se que o período chuvoso foi de outubro de 2014 a abril de 2015, compreendendo sete meses de chuva, e o período de seca foi de maio de 2014 a setembro de 2014, compreendendo cinco meses de seca (Figura 2).

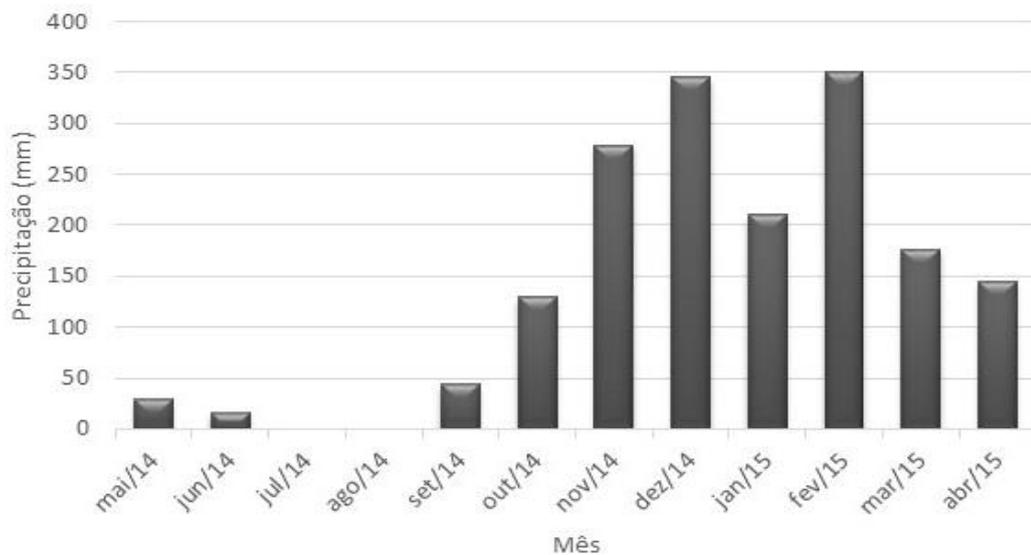


Figura 2 – Dados de Precipitação, de maio de 2014 a abril de 2015, na microbacia hidrográfica do rio Caiabi

Figure 2 - Precipitation data may 2014 to april 2015, in the watershed of the rio Caiabi

Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Mato Grosso – Campus de Sinop, 2015

2.2 AMOSTRAGEM, TRANSPORTE, PRESERVAÇÃO E METODOLOGIAS

ANALÍTICAS

As amostras para monitoramento da concentração dos metais Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd, Cr e Ni, e para o monitoramento da concentração de nitrato (NO_3^-) foram coletadas em onze poços, durante 12 meses, de maio de 2014 a abril de 2015, garantindo a amostragem ao longo de toda a extensão da microbacia e nos distintos períodos hidrológicos, de seca e chuva.

Os procedimentos de coleta, transporte, preservação e determinação da concentração dos elementos nas amostras de água foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1989).

As amostras destinadas à determinação de metais foram armazenadas em garrafas de vidro e acidificadas com ácido nítrico. As amostras destinadas à

determinação de nitrato foram armazenadas em garrafas plásticas. Todas as amostras foram acondicionadas em recipientes térmicos e mantidos em baixa temperatura até a chegada ao laboratório. As análises de metais e nitrato foram realizadas no Laboratório de Tratamento de Resíduos e no Laboratório Integrado de Pesquisa em Ciências Químicas–Lipeq, da Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* de Sinop.

A concentração de nitrato nas amostras foi determinada pelo método de redução de cádmio, e a concentração de metais foi realizada pela digestão ácida à quente das amostras e posterior leitura do componente em espectrômetro de absorção atômica, com atomização em chama de ar e acetileno para os elementos Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd, e Ni, e para o elemento Cr foi utilizada a atomização em chama de óxido nitroso e acetileno.

2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Os valores da concentração de Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd, Cr, Ni e nitrato encontradas nas amostras de água dos 11 poços monitorados no período de 12 meses de coleta foram representados por meio de estatística descritiva, com gráficos do tipo boxplot, utilizando o programa R 3.2.2 (2015).

Além disso, os resultados foram submetidos ao teste F com $p < 0,05$. As concentrações médias dos elementos que apresentaram diferenças significativas entre estações foram comparadas pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade utilizando a software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

Com o objetivo de ilustrar a distribuição espacial e sazonal dos elementos na microbacia hidrográfica, curvas de contorno foram construídas utilizando-se o

programa ArcGIS 10.0[©] com o método “Krigagem”, admitindo-se uma estimativa para uma certa área, uma vez que os valores que foram adicionados ao *software* para confeccionar os mapas foram pontuais.

Os resultados do monitoramento da concentração de nitrato e dos metais Mn, Zn, Pb, Cu, Fe, Cd, Cr e Ni foram discutidos à luz da Resolução n° 396/2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para águas subterrâneas e da Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, para potabilidade da água.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

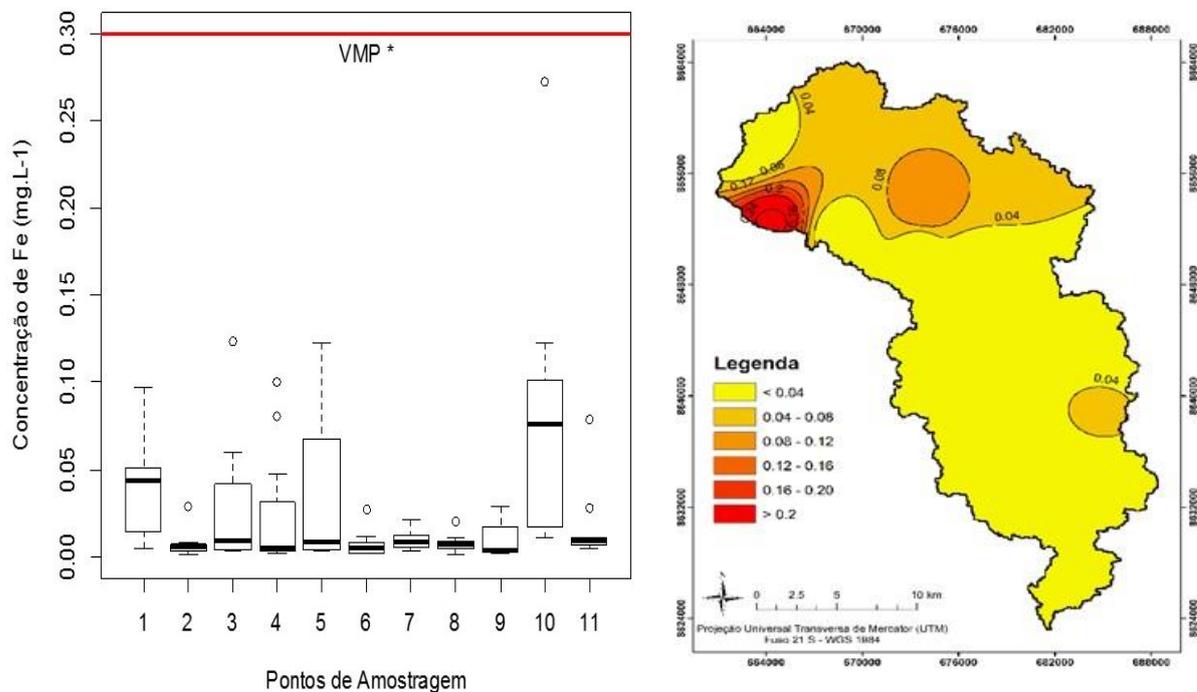
Verificou-se que as concentrações de Ni e Pb não foram detectadas na água subterrânea da microbacia hidrográfica do rio Caiabi. Ambos podem ser encontrados em fertilizantes e pesticidas, mas os resultados mostraram que para a bacia do rio Caiabi até o momento não se constataram riscos de poluição por estes metais. Porém, é importante continuar monitorando estes elementos, pois a atividade agrícola tende a se manter por muitas décadas, o que é um risco potencial de aumento de suas concentrações.

Hypólito e Ezaki (2006), em estudo do comportamento de metais em sistema solo-lixo-chorume-água, em dois aterros na região metropolitana de São Paulo, também não detectaram Ni e Pb na água subterrânea, constatando que os mesmos não lixiviaram, ficando retidos no lixo ou adsorvidos ao solo. Parece que a matéria orgânica presente na massa de resíduos serviu como armazenadora destes metais, pois resíduos sólidos urbanos são, em geral, fontes importantes de Ni e Pb.

Para o elemento Fe observou-se valores de não detectado (11% das amostras) até o valor máximo de 0,273 mg.L⁻¹, sendo que todos os pontos monitorados

apresentaram valores de concentrações abaixo do valor máximo permitido pelas leis vigentes.

Mesmo em concentrações abaixo do valor máximo permitido, a presença de Fe na água subterrânea da microbacia do rio Caiabi parece ser natural, uma vez que o solo predominante da região é ácido e potencialmente rico em óxido de ferro. Os valores da concentração de Fe nos pontos monitorados de maio de 2014 a abril de 2015, podem ser visualizados na Figura 3.



Obs: Concentrações do Fe apresentadas no mapa em mg.L⁻¹ x 1000.

Figura 3 – Variação da concentração de Fe e mapa de distribuição das concentrações médias de Fe ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi. (*Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 396/2008, e pela Portaria n° 2.914/2011, que é de 0,3 mg.L⁻¹).

Figure 3 - Variation of Fe concentration and the distribution table on mean concentrations of Fe along the watershed of the river Caiabi. (*Maximum Amount Allowed by CONAMA Resolution n° 396/2008, and by Decree n° 2,914 / 2011, which is 0,3 mg.L⁻¹).

Da mesma forma como verificado neste trabalho, valores baixos de concentração de Fe foram encontrados por Bourotte et al. (2009) e por Sanches et al. (2010), cujos valores médios apresentaram concentrações abaixo dos valores estabelecidos pela legislação (VMP).

Para o elemento Mn observaram-se valores de concentração aproximados em todos os poços monitorados, e a concentração de Mn se encontra muito abaixo do valor máximo permitido pela Resolução n° 396/2008 do CONAMA e pela Portaria n° 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que é de 0,10 mg.L⁻¹.

A maior parte das amostras (75%) apresentaram valores de concentração de Mn abaixo do limite de detecção do equipamento utilizado. Estes valores foram identificados como não detectável (ND) e não foram utilizados no boxplot. Os valores de concentração de Mn acima dos valores do limite de detecção variaram de 0,001 até o máximo de 0,006 mg.L⁻¹ (Figura 4).

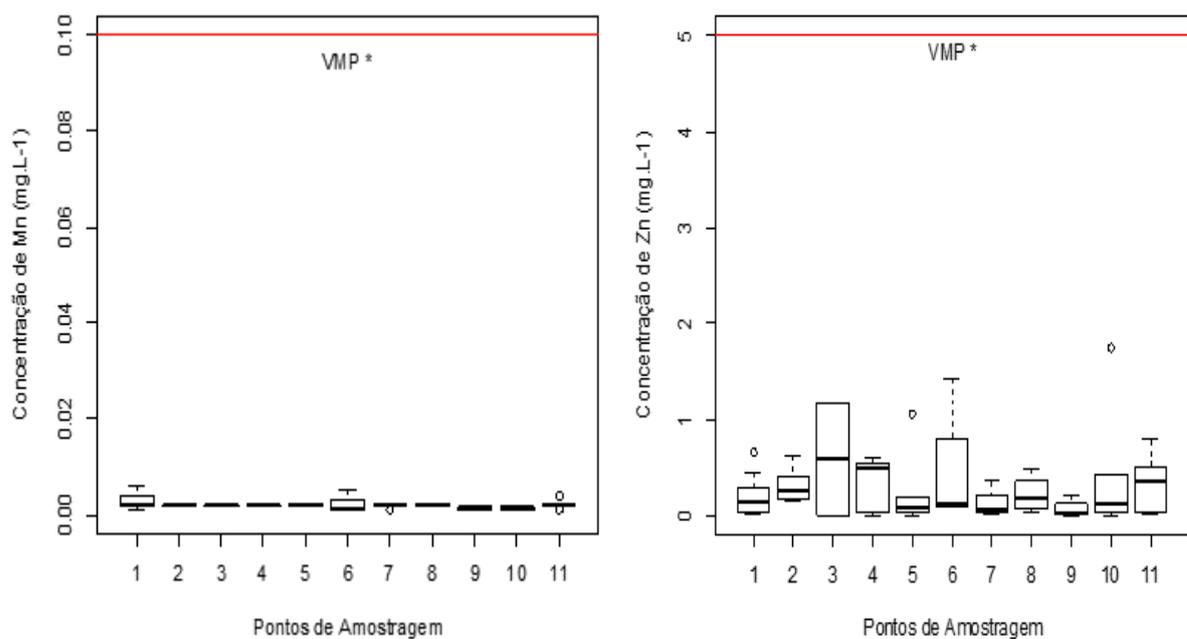


Figura 4 – Variação da concentração de Mn e Zn ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi. (*Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 396/2008, e pela Portaria n° 2.914/2011, que é de 0,1 mg.L⁻¹).

Figure 4 - Varying the concentration of Mn and Zn along the watershed of the river Caiabi. (* Maximum Amount Allowed by CONAMA Resolution n° 396/2008, and by Decree n° 2,914 / 2011, which is 0.1 mg.L⁻¹).

Conforme relatado anteriormente, o Mn encontra-se naturalmente no solo e também pode ser encontrado nos pesticidas utilizados nas lavouras. Possui

considerável mobilidade no solo, no entanto, não se verificou comprometimento da qualidade da água por esse metal na microbacia hidrográfica do rio Caiabi.

Resultados similares aos encontrados neste trabalho para o Mn também foram relatados por Azevedo (2006) e por Sanches et al., (2010), que constataram nos poços monitorados que as concentrações de Mn estavam abaixo dos valores máximos permitidos pelas leis vigentes.

Da mesma forma como ocorreu para o Mn, a maior parte dos valores de concentração de Zn (60%) ficaram abaixo do limite de detecção do equipamento utilizado. Observou-se que a maior concentração do elemento Zn foi de $1,74 \text{ mg.L}^{-1}$, no ponto 10. A maioria das concentrações encontradas ficaram abaixo de 1 mg.L^{-1} , sendo que todos os valores se encontraram abaixo do valor máximo permitido pelas leis vigentes, que é de 5 mg.L^{-1} (Figura 4).

Baixos valores de concentração de Zn em águas subterrâneas são também relatados em literatura (Melo et al., 2012; Azevedo, 2006; Vieira, 2005).

Para o metal Cd, todas as concentrações obtidas ficaram abaixo do valor máximo permitido pelas leis vigentes. Apenas o ponto 5, em apenas um evento, ocorrido no mês de janeiro de 2015, caracterizado como período chuvoso, atingiu o valor máximo permitido que é de $0,005 \text{ mg.L}^{-1}$. Como supracitado para outros metais, o Cd apresentou valores de concentração abaixo dos limites de detecção (em 83% das amostras). Observou-se que para os pontos 1 e 3 apenas um dado de um único mês apresentou valor de concentração acima do limite de detecção do equipamento. Todos os valores das concentrações de Cd do ponto 11 ficaram abaixo dos limites de detecção do equipamento (Figura 5).

O Cd pode ser encontrado em fertilizantes fosfatados e como possui considerável mobilidade no solo supõe-se que o processo de lixiviação, no período chuvoso, foi determinante para aumentar a sua concentração na água subterrânea, pois, de acordo com Oliveira et al. (2010), maior fluxo de solução no espaço poroso do solo reduz o tempo de contato do Cd com os sítios de troca de carga, reduzindo a sua adsorção e favorecendo o seu deslocamento ou lixiviação.

Sanches et al. (2010) também relataram baixos valores de concentração de Cd em águas subterrâneas.

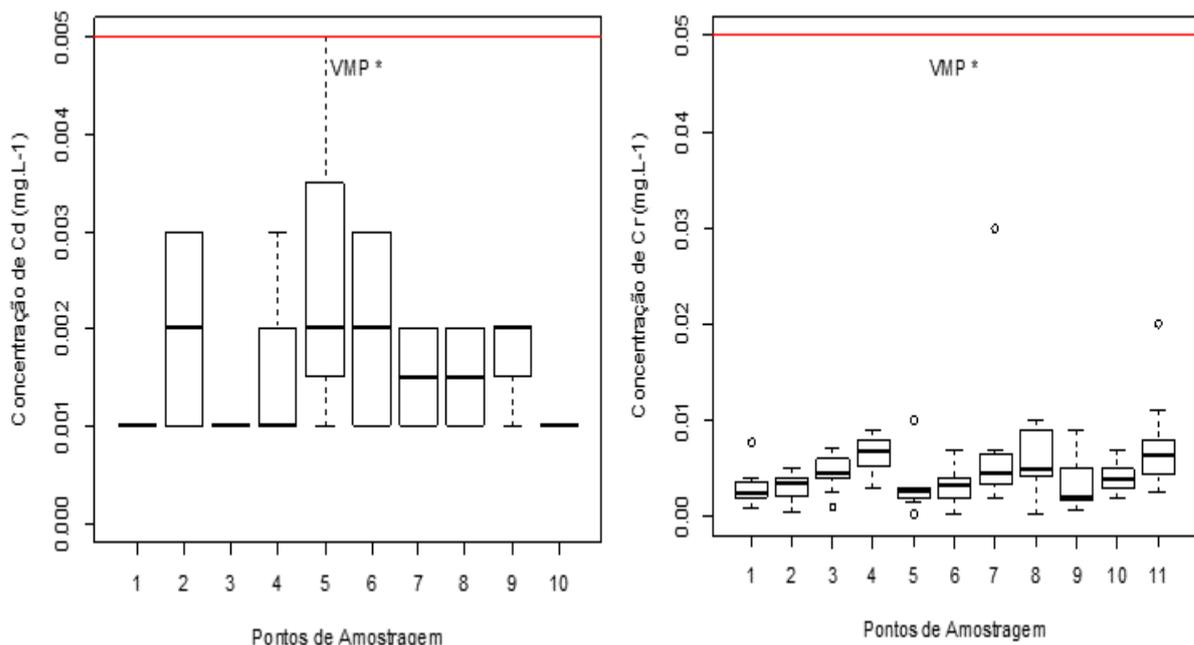


Figura 5 – Variação da concentração de Cd e Cr ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabii. (*Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 396/2008, e pela Portaria n° 2.914/2011, que é de 0,005 mg.L⁻¹).

Figure 5 - Varying the concentration of Cd and Cr along the watershed of the river Caiabii. (* Maximum Amount Allowed by CONAMA Resolution n° 396/2008, and by Ministerial Order n° 2914/2011 which is 0.005 mg.L⁻¹).

Para o metal Cr observou-se que os valores das concentrações encontradas em todos os pontos monitorados variaram de abaixo do limite de detecção (em 17% das amostras) até 0,03 mg.L⁻¹, sendo que a maioria dos valores detectados se concentrou abaixo de 0,01 mg.L⁻¹, valor muito abaixo do valor máximo permitido pela

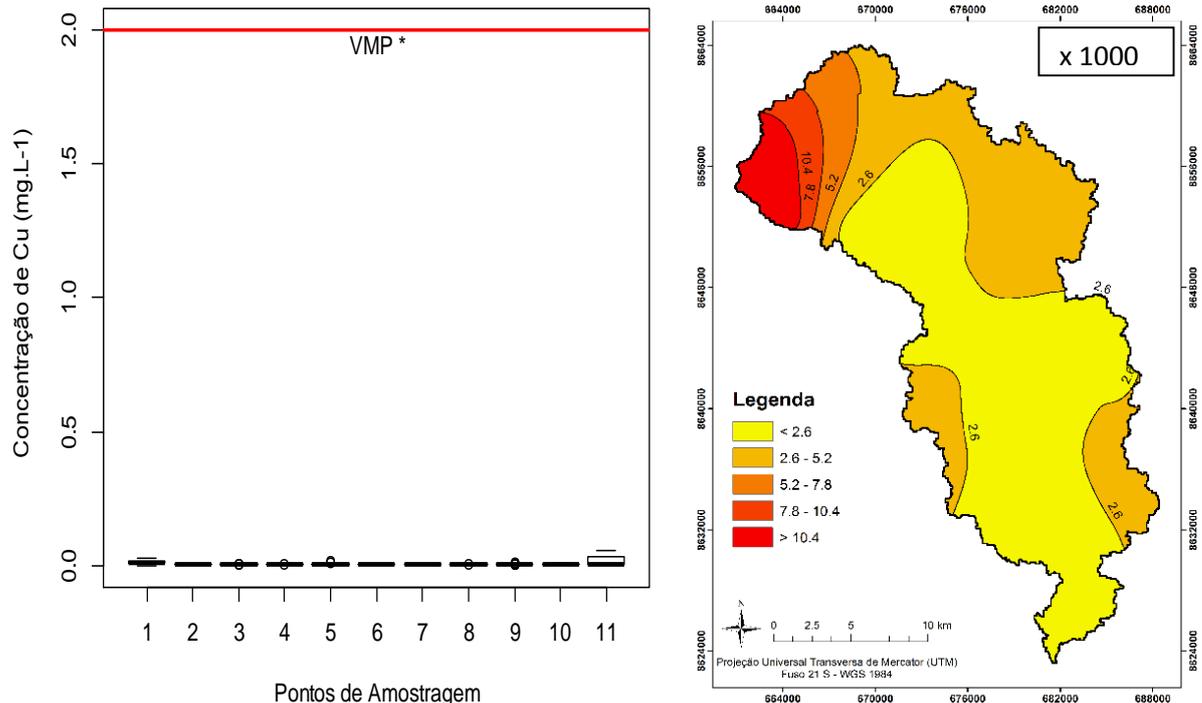
Resolução nº 396/2008 do CONAMA e pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que é de $0,05 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figura 5).

A presença de Cr na água subterrânea pode estar relacionada à sua presença na constituição química natural do latossolo vermelho amarelo distrófico presente na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, e disponibilizado naturalmente pela lixiviação do mesmo. (FADIGAS et al.,2002).

Baixos valores de concentração de Cr também foram descritos por Bourotte et al. (2009), que em monitoramento de 10 poços no aquífero Adamantina, SP, encontraram valores abaixo do valor máximo permitido pelas legislações vigentes.

Em relação ao Cu, todos os valores das concentrações encontradas no monitoramento ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, ficaram abaixo do valor máximo permitido pela Resolução nº 396/2008 do CONAMA e pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Figura 6).

Os valores de Cu encontrados neste trabalho variaram de não detectado (33%) até $0,037 \text{ mg.L}^{-1}$, valor máximo encontrado no mês de agosto de 2014, caracterizado como período de seca, no ponto 11.



Obs: Concentrações dos elementos apresentadas no mapa em mg.L⁻¹ x 1000.

Figura 6 – Variação da concentração e mapa de distribuição das concentrações médias de Cu ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi. (*Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 396/2008, e pela Portaria n° 2.914/2011, que é de 2 mg.L⁻¹).

Figure 6 - Varying the concentration and the distribution table on average concentrations of Cu along the watershed of the river Caiabi . (* Maximum Amount Allowed by CONAMA Resolution n° 396/2008, and by Decree n° 2,914 / 2011, which is 2 mg.L⁻¹).

Resultados similares aos encontrados neste trabalho, de baixos valores de concentração de Cu, também foram relatados por Sanches et al. (2010) e por Vieira (2005).

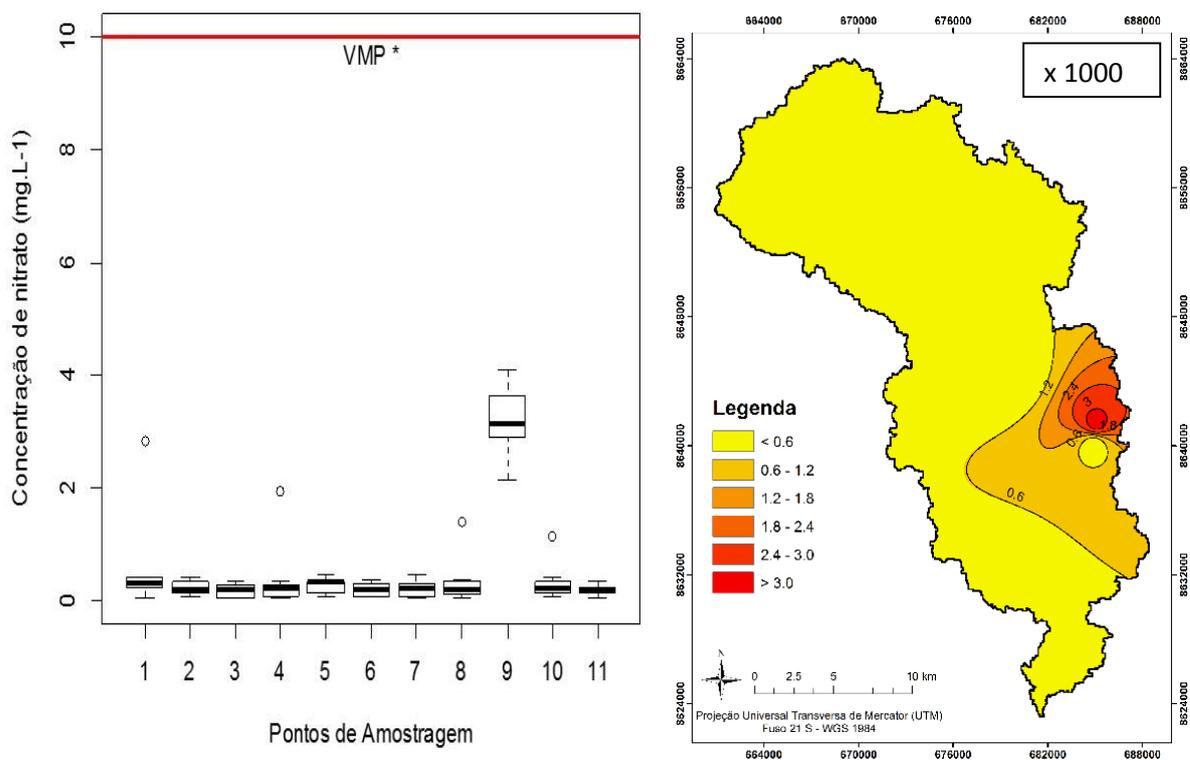
Para o elemento nitrato observou-se que todos os pontos monitorados apresentaram concentrações abaixo do limite máximo permitido pelas leis vigentes no país.

Dos 11 pontos monitorados observou-se que todos os valores de nitrato encontrados ficaram abaixo de 4,09 mg.L⁻¹, valor máximo encontrado.

O ponto definido como 9 foi que apresentou a maior concentração de nitrato, e ainda que, no início do período chuvoso (outubro de 2014). Acredita-se que este valor

reflita a condição de proximidade do poço com as fossas negras, uma vez que este poço está localizado em área urbana, é pouco profundo e pode sofrer influência dos sistemas de esgotamento sanitário empregados na região.

Os valores das concentrações encontradas no monitoramento de nitrato bem como a espacialização destas concentrações em mapas de contorno na microbacia hidrográfica do rio Caiabi podem ser visualizados na Figura 7.



Obs: Concentrações dos elementos apresentadas no mapa em mg.L⁻¹ x 1000.

Figura 7 – Variação da concentração e mapa de distribuição das concentrações médias de nitrato ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi. (*Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 396/2008, e pela Portaria n° 2.914/2011, que é de 10 mg.L⁻¹).

Figure 7 - Varying the concentration and the distribution table on average concentrations of nitrate along the watershed of the river Caiabi. (* Maximum Amount Allowed by CONAMA Resolution n° 396/2008, and by Decree n° 2,914 / 2011, which is 10 mg.L⁻¹).

Apesar do ponto definido como 10 também estar localizado em área urbana, apresentou concentração de nitrato menor. Isto pode ser devido ao fato de que este

poço se encontra em área com urbanização pouco desenvolvida, com poucas casas no entorno e com profundidade maior, reduzindo o risco de lixiviação do nitrato dos efluentes da fossa até o lençol freático.

Corroborando os resultados encontrados neste trabalho pode-se citar outros autores que também encontram concentrações de nitrato abaixo do valor máximo permitido pelas leis vigentes, como Rheinheimer et al. (2010), que ao monitorarem a qualidade da água subterrânea em pequena bacia hidrográfica, encontraram concentrações de nitrato variando de 0,14 a 4,89 mg.L⁻¹. E, por Nunes et al. (2010), que ao avaliarem a qualidade da água de 35 poços utilizada para consumo humano em propriedades rurais da região de Jaboticabal, encontraram valores de 0,00 a 6,5 mg.L⁻¹, sendo o valor médio de 2,17 mg.L⁻¹.

Na análise estatística realizada, considerando concentrações obtidas em diferentes períodos (seco e chuvoso), observou-se diferença significativa entre as estações para os elementos Mn, Zn, Cd e Cr. Estas diferenças podem ser visualizadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores das concentrações médias dos elementos Mn, Zn, Cd e Cr entre as estações seca e chuvosa na microbacia hidrográfica do rio Caiabi

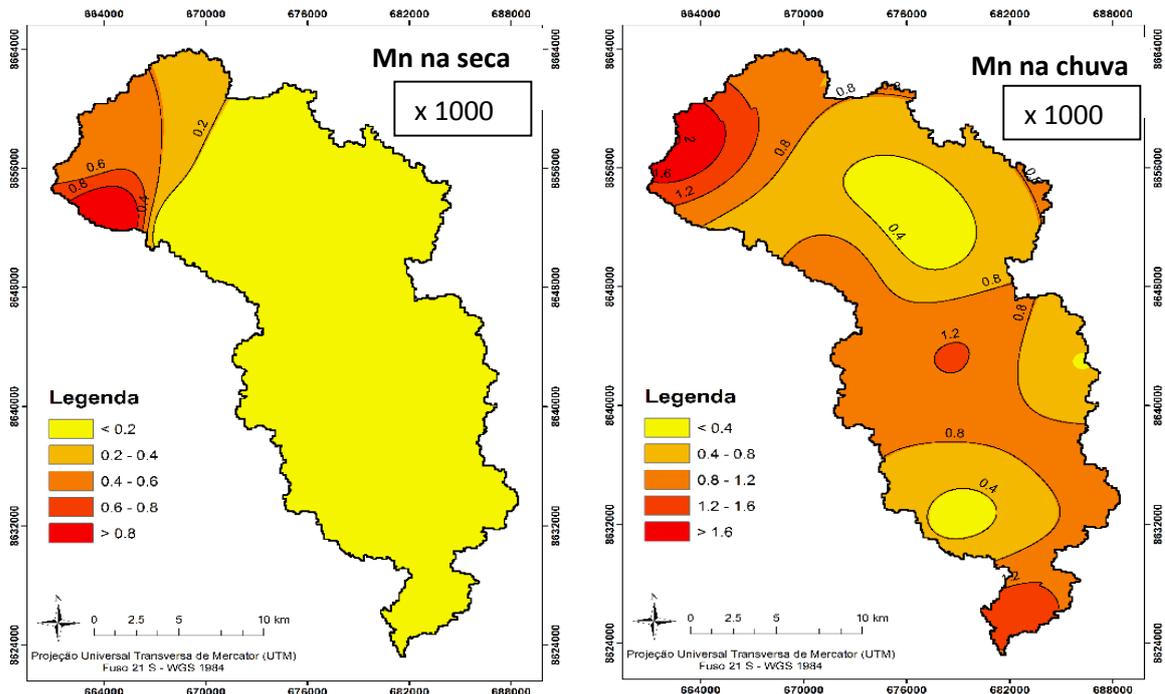
Table 2 - Values of average concentrations of the elements Mn, Zn, Cd and Cr between the dry and rainy seasons in the watershed of the river Caiabi

Elemento	Estações	
	Seca	Chuvosa
	mg.L ⁻¹	
Mn	0,0002	0,0008
Zn	0,1818	0,0533
Cd	0,0001	0,0004
Cr	0,0032	0,0046

Observou-se que houve um aumento na concentração dos elementos Mn, Cd e Cr, da época da seca para a chuvosa, caracterizando possível processo de lixiviação

dos mesmos até o lençol subterrâneo. Esses resultados podem ser melhor visualizados nas Figuras 8 e 9.

O Cr apesar de ter aumentada a sua concentração da estação seca para a chuvosa, a sua mobilidade no solo é bem menor do que a do Mn e do Cd.

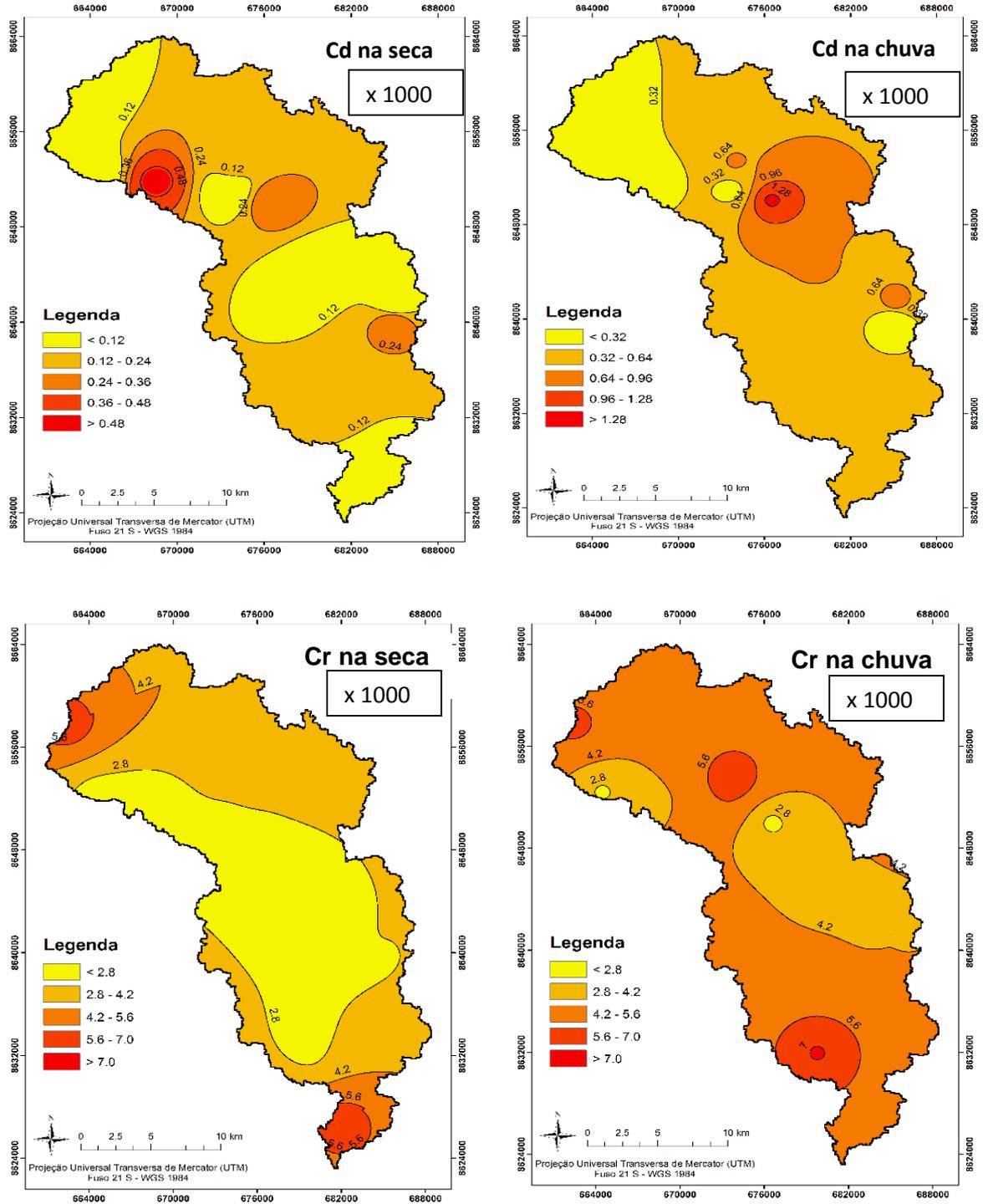


Obs: Concentrações dos elementos apresentadas no mapa em $\text{mg.L}^{-1} \times 1000$.

Figura 8 – Mapa de distribuição das concentrações médias de Mn (mg.L^{-1}) da água subterrânea, para os períodos de seca e de chuva

Figure 8 - Distribution map of average concentrations of Mn (mg.L^{-1}) of ground water for periods of drought and rain

Como relatado anteriormente, parte do uso e ocupação do solo desta microbacia ocorre com criação de gado. Os sais minerais utilizados como suplemento alimentar para o gado da região, são ricos em Mn, o que pode justificar a ocorrência da diferença significativa entre a estação seca e chuvosa, pela lixiviação do mesmo até o lençol subterrâneo.



Obs: Concentrações dos elementos apresentadas no mapa em mg.L⁻¹ x 1000.

Figura 9 – Mapa de distribuição das concentrações médias de Cd e Cr (mg.L⁻¹) da água subterrânea, para os períodos de seca e de chuva

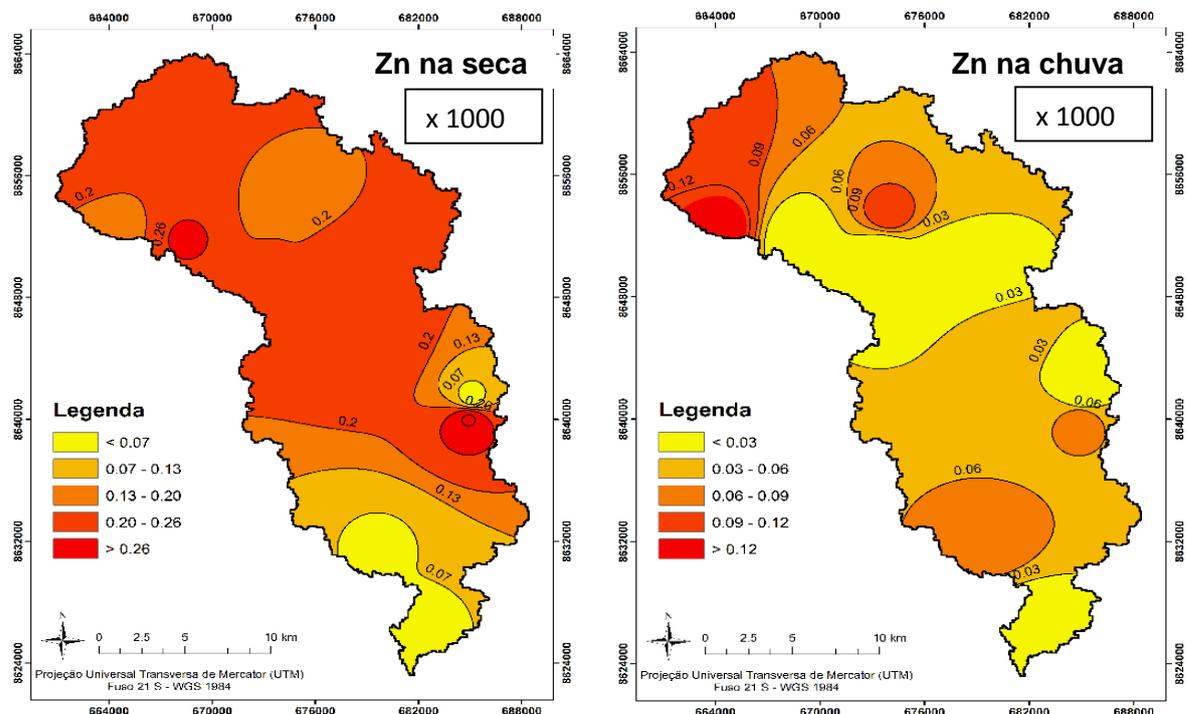
Figure 9 - Distribution map of average concentrations of Cd and Cr (mg.L⁻¹) of ground water for periods of drought and rain

Apesar da grande espacialidade entre os pontos monitorados, podemos visualizar o comportamento destes metais na microbacia como um todo, por meio da

elaboração de mapas com curvas de contorno, em que além de buscar demonstrar a tendência de direção de maiores ou menores concentrações de metais ao longo da microbacia, associando ao uso e ocupação do solo, retrata também estes fatos em diferentes períodos do ano, na época seca e na chuvosa.

O elemento Cr, apesar de ter aumentado a sua concentração da estação seca para a chuvosa, a sua mobilidade no solo é bem menor do que a dos outros elementos.

Para o elemento Zn, o comportamento foi contrário, caracterizando como provável diluição do mesmo da seca para a estação chuvosa (Figura 10). Este elemento, sob condições ácidas, normalmente é encontrado na forma livre, divalente e facilmente mobilizável. É provável que seja esta a situação encontrada na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, onde o pH da água é ácido (pH < 5,5).



Obs: Concentrações dos elementos apresentadas no mapa em mg.L⁻¹ x 1000.

Figura 10 – Mapa de distribuição das concentrações médias de Zn (mg.L⁻¹) da água subterrânea, para os períodos de seca e de chuva

Figure 10 - Distribution map of average concentrations of Zn (mg.L⁻¹) of ground water for periods of drought and rain

4. CONCLUSÃO

As análises dos parâmetros das amostras de água dos pontos monitorados apresentaram resultados abaixo dos valores máximos exigidos pela Resolução CONAMA 396/2008, para águas subterrâneas e pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, para potabilidade.

As atividades antrópicas parecem não afetar significativamente a qualidade da água subterrânea da microbacia hidrográfica do rio Caiabi; porém, ressalta-se que o uso e ocupação na microbacia é recente e a intensa utilização pode levar a alterações ao longo das próximas décadas.

A análise estatística mostrou que houve diferença significativa entre as estações do ano para os elementos Mn, Zn, Cd e Cr, na água subterrânea desta microbacia.

O elemento nitrato apresentou maiores concentrações em área localizada em região urbana da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, demonstrando influência quanto ao uso e ocupação.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT, pelo apoio concedido para a execução desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Public Health Association – APHA; American Water Works Association - AWWA; Water Environment Federation - WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17. ed. Washington DC, 1989.

AZEVEDO, R.P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.313-320, 2006.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBOSA, M. C.; CARVALHO, A.M.; IKEMATSU, P; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; CAVANI, A.C.M. Avaliação do perigo de contaminação do sistema aquífero guarani em sua área de afloramento do estado de São Paulo decorrente das atividades agrícolas. **Águas Subterrâneas**, v. 25, n. 1, p.1-14, 2011.

BOUROTTE, C.; BERTOLO, R.; ALMODOVAR, M.; HIRATA, R. Natural occurrence of hexavalent chromium in a sedimentary aquifer in Urânia, state of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.81, n.2, p. 227-242, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 12 dez. 2011, Seção 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília – DF. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 04 set. 2014.

BHUMBLA, D.K. **Agriculture practices and nitrate pollution of water.** West Virginia University. 2001.

CAMPOS, M.C.C. Atributos dos solos e riscos de lixiviação de metais em solos tropicais. **Ambiência**, v.6, n.3, p.547-565, 2010.

EMBRAPA. Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso. Embrapa Arroz e Feijão, Sistemas de Produção, n. 7. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/solos.htm>>. Acesso em: 29 out. 2015.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p., 1997. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf. Acesso em 24 set.2014.

FADIGAS, F.S.; AMARAL-SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N.; ANJOS, L.H.C.; FREIXO, A.A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.151-159, 2002.

FEAGA, J.; DICK, R.; LOUIE, M.; SELKER, J. **Nitrates and groundwater: Why Should We Be Concerned with Our Current Fertilizer Practices?** Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Special Report 1050. 2004. Disponível em:<http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/6311/SR%20no.%201050_OCR.pdf>. Acesso em 24 set. 2014.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA. 2010.

GIMENO-GARCÍA, E.; ANDREU, V.; BOLUDA, R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. **Environmental Pollution**, v. 92, n. 1, p. 19-25, 1996.

GONÇALVES JR., A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em latossolo vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

HAYES, K. F.; TRAINA, S. J. Metal speciation and its significance in ecosystem health. In: HUANG, P. M. (Ed.). Soil chemistry and ecosystem health. Madison: Soil Science of America, p. 45-84, 1998.

HYPOLITO, R.; EZAKI, S. Íons de metais em sistema solo-lixo-chorume-água de aterros sanitários da região metropolitana de São Paulo – SP. **Aguas Subterrâneas**, São Paulo, v.20, n.1, p.99-114, 2006.

MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. **Química e Mineralogia do solo**. Viçosa, MG: SBCS, 2009.

MELO, V.F.; ANDRADE, M.; BATISTA, A.H.; FAVARETTO, N. Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. **Química Nova**, v.35, n.1, p.22-29, 2012.

NASCIMENTO, R.S.M.P.; CARVALHO, G.S.; PASSOS, L.P.; MARQUES, J.J. Lixiviação de chumbo e zinco em solo tratado com resíduos de siderurgia. **Pesquisas Agropecuárias Tropicais**. Goiânia, v.40, n.4, p.497-504, 2010.

NUNES, A.P.; LOPES, L.G.; PINTO, F.R.; AMARAL, L.A. Qualidade da Água Subterrânea e Percepção dos Consumidores em Propriedades Rurais. **Nucleus**, v.7, n.2, 2010.

OLIVEIRA, L.F.C.; LEMKE-DE-CASTRO, M.L.; RODRIGUES, C.; BORGES, J.D. Adsorção e deslocamento do íon cádmio em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.848-855, 2010.

OLIVEIRA, G.A.; NASCIMENTO, E.L.; ROSA, A.L.D.; LAUTHARTTE, L.C.; BASTOS, W.R.; BARROS, C.G.D.; CREMONESE, E.R.; BENT, A.Q.; MALM, O.; GEORGIN, J.; CORTI, A.M. Avaliação da Qualidade da água subterrânea: Estudo de Caso de Vilhena – RO. **Águas Subterrâneas**, v. 29, n.2, p. 213-223, 2015.

OLIVEIRA FILHO, P. C.; DUTRA, A. M.; CERUTI, F. C. Qualidade das Águas Superficiais e o Uso da Terra: Estudo de Caso Pontual em Bacia Hidrográfica do Oeste do Paraná. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 32-43, 2012.

PEREIRA FILHO, J.; RÖRIG, L.R.; SCHETTINI, C.A.F; SOPPA, M.A.; SANTANA, B.L.; SANTOS, J.E. Spatial changes in the water quality of Itajaí-Açú Fluvial-Estuarine System, Santa Catarina, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.82, n.4, p.963-982, 2010.

RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S.; BORTOLUZZI, E.C.; PELLEGRINI, J.B.R.; SILVA, J.L.S.; PETRY, C. Qualidade de Águas Subterrâneas Captadas em Fontes em Função da Presença de Proteção Física e de sua Posição na Paisagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p. 948-957, 2010.

RESENDE, A.V. **Agricultura e Qualidade da Água**: Contaminação da Água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2002.

SANBERG, E. **Composição isotópica do zinco em materiais naturais de compartimentos geoquímicos impactados por indústria galvânica: potencial (do zinco) como traçador de contaminação ambiental**. 144 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS, 2008.

SANCHES, S.M.; VIEIRA, E.M.; PRADO, E.L.; TAKAYANAGUI, A.M.M. Qualidade da água de abastecimento público de Ribeirão Preto em área de abrangência do Aquífero

Guarani: determinação de metais e nitrato. **Ambiente & Água**, Taubaté, v.5, n.2, p.202-216, 2010.

SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C.C.; ALMEIDA, F.T., PAULINO, J. Classificação climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

SUTHAR, S.; BISHNOI, P.; SINGH, S.; MUTIYAR, P.K.; NEMA, A.K.; PATIL, N.S. Nitrate contamination in groundwater of some rural áreas of Rajasthan, India. **Journal of Hazardous Materials**, p.189-199, 2009.

VARNIER, C.; IRITANI, M.A.; VIOTTI, M.; ODA, G.H.; FERREIRA, L.M.R. Nitrato nas Águas Subterrâneas dos Sistema Aquífero Bauru, Área Urbana do Município de Marília (SP), **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n.1/2, p. 1-21, 2010.

VIEIRA, E.M. **Avaliação da Contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em uma microbacia do Rio Paraíba do Sul**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, com ênfase em Geotecnia) - Universidade Estadual no Norte Fluminense. Campos de Goytacazes, RJ, 2005.

VON-AHN, C. M. E.; PEREIRA FILHO J. Diagnóstico da qualidade de água ao longo do estuário do rio Itajaí-Açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n.2, p. 331 – 342, 2015

MONITORAMENTO DE METAIS EM ÁGUA SUPERFICIAL DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA NA REGIÃO AMAZÔNICA

Janete Ines Eidt ^{1*}, Frederico Terra de Almeida², Roselene Maria Schneider³.....

^{1*}Universidade Federal do Mato Grosso-Campus Sinop, Mestranda em Ciências Ambientais, Sinop, Mato Grosso, Brasil

²Universidade Federal do Mato Grosso-Campus Sinop, ICCA, Sinop, Mato Grosso, Brasil

³Universidade Federal do Mato Grosso-Campus Sinop, Sinop, Mato Grosso, Brasil

e-mail: jjieidt1968@gmail.com

RESUMO

Neste trabalho teve-se por objetivo monitorar a qualidade da água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi em relação a concentração de metais. Nesta região, o uso e ocupação do solo ocorre basicamente por atividades agropecuárias, com a adoção de diversos manejos do sistema de produção e com aplicações de agroquímicos ao longo de cada safra. As coletas de água ocorreram em duas etapas, sendo a primeira de julho de 2012 a junho de 2013, e a segunda, em duas campanhas, uma em setembro de 2014 e outra em fevereiro de 2015. As metodologias utilizadas seguiram os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Os resultados desse monitoramento, na primeira etapa, mostraram que concentrações do elemento Cu não foram detectadas, Fe e Mn ficaram abaixo dos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005, enquanto as concentrações de Zn, Cd, Pb e Ni ficaram acima. Na segunda etapa constatou-se o mesmo comportamento observado na primeira etapa, apenas para o Fe e Mn. Os resultados obtidos indicaram que a frequência das coletas de amostras da segunda etapa não foram suficientes para representar o comportamento da qualidade da água em relação à concentração de metais.

Palavra-chave: qualidade da água, agroquímicos, atividades agropecuárias, plantio direto.

METAL MONITORING IN DEEP WATER RIVER WATERSHED OF THE AMAZON REGION

ABSTRACT

This work should be designed to monitor the quality of surface water watershed Caiabi river towards the concentration of metals. In this region, the use and occupation of land occurs mainly by agricultural activities, with the adoption of several managements of the production system and agrochemical applications throughout each season. Water samples were collected in two phases, the 1 July 2012 to June 2013 and the second in two campaigns, one in September 2014 and another in February 2015. The methodologies used following the procedures described in Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. The results of this monitoring, the first stage showed that Cu element concentrations were detected Fe and Mn were below the maximum levels permitted by CONAMA Resolution No. 357/2005, while the Zn concentrations of Cd, Pb and Ni were higher. In the second stage it was found the same behavior observed in the first stage, only Fe and Mn. The results indicated that the frequency of sample collection the second step were not sufficient to represent water quality of behavior over the concentration of metals.

Keywords: water quality, agricultural chemicals, agricultural activities, tillage

1. INTRODUÇÃO

Águas superficiais raramente são livres de contaminação, mesmo nas bacias de mananciais com pouca ou nenhuma presença humana (AZEVEDO, 2006). Os diferentes processos que acontecem em uma bacia dependem das características do local onde ela está localizada (ALVARENGA et al., 2012).

Os rios são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais das áreas de drenagens adjacentes, que em princípio formam as bacias hídricas. A complexidade desses sistemas lóticos deve-se ao tamanho e à forma das bacias de drenagem, às condições climáticas locais (TOLEDO e NICOLELLA, 2002), à forma de uso, tipos de solo e relevo, vegetação local existente, ao desmatamento e a presença de cidades exercendo grande pressão sobre os recursos naturais que compõem uma bacia hidrográfica, refletindo na qualidade da água do rio, desde sua nascente até a sua foz (PARANÁ, 2013).

De acordo com Tundisi e Tundisi (2010), a vegetação tem um papel crucial na regulação dos ciclos biológicos e biogeoquímicos nas bacias hidrográficas, pois sua estrutura reduz a erosão e altera a química da água superficial e subterrânea. A cobertura do solo tem a função de dissipar a energia cinética do impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície, diminuindo a desagregação inicial das partículas de solo e, conseqüentemente,

a concentração de sedimentos na enxurrada, pois representa um obstáculo mecânico ao livre escoamento superficial da água (SILVA et al., 2005).

Os principais poluentes oriundos da atividade agrícola são os agroquímicos (fertilizantes sintéticos e pesticidas), que quando utilizados em quantidades abusivas nas lavouras podem poluir o solo e as águas dos rios, podendo intoxicar e matar diversos seres vivos dos ecossistemas (PEREIRA, 2004). Alguns trabalhos mostram que os pesticidas podem ser encontrados nas águas subterrâneas (GOMES et al., 2001) e superficiais (FREIRE et al., 2012).

Além dos elementos-chaves, muitos pesticidas e fertilizantes apresentam metais como impurezas em suas formulações que, ao entrarem em contato com o solo, podem contribuir com a contaminação ambiental. Gimeno-Garcia et al. (1996) relataram a presença de ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), chumbo (Pb) e níquel (Ni) em herbicidas aplicados aos solos e, concentrações de cádmio (Cd), cobre (Cu) e zinco (Zn), em fertilizantes inorgânicos. Gonçalves Junior et al. (2000) citam também a presença de cromo (Cr) em fertilizantes.

A maior ou menor mobilidade dos metais será determinada pelos atributos do solo, como teores e tipos de argila, pH, capacidade de troca de cátions, teor de matéria orgânica entre outros, que influenciarão as reações de adsorção/dessorção, precipitação/dissolução, complexação e oxirredução (OLIVEIRA e MATTIAZZO, 2001). A topografia da área e seu uso agrícola têm um efeito marcante na acumulação de metais no solo. Quanto menor a declividade e mais frequente o uso de agroquímicos, maior o teor de metais nas camadas superficiais do solo (RAMALHO et al., 2000).

Ressalta-se que os agroquímicos não são as únicas fontes de metais em bacias hidrográficas. Efluentes industriais e esgotos podem ser fontes importantes de metais (SANTOS e BONFIM DE JESUS, 2014; PINTO et al., 2009). Além disso, vestígios de metais estão presentes também na constituição química da maioria dos solos, na forma de carbonatos, óxidos, sulfetos, ou os seus sais, porém, em quantidades que podem variar entre os diferentes tipos de solos (HE et al., 2005; FADIGAS et al., 2002). Estes vestígios, provenientes do intemperismo das rochas e dos solos, podem ser carregados para o curso d'água por meio do escoamento superficial.

As formas de poluição dos recursos hídricos podem ser classificadas em pontuais, quando lançadas no corpo hídrico em um ponto específico e de forma individualizada, ou difusas, quando os poluentes atingem o corpo d'água de forma aleatória, sendo assim difíceis de serem controlados (PEREIRA, 2004).

A identificação dos locais que podem sofrer contaminação da água com maior facilidade é essencial, indicando onde devem ser aplicadas medidas prioritárias de proteção e controle, auxiliando na gestão dos recursos hídricos, para efetivar ações de disciplina no uso e ocupação do solo (BARBOSA et al., 2011).

Neste trabalho teve-se por objetivo avaliar a qualidade da água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi no que se refere aos metais cádmio (Cd), chumbo (Pb), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), níquel (Ni) e zinco (Zn), comparando-as aos valores máximos permitidos pela Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, para águas doces de classe 1, relacionando-as quanto às variações sazonais e ao uso e ocupação do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi a microbacia hidrográfica do rio Caiabi, localizada na região Norte do Estado de Mato Grosso, na área de abrangência da Amazônia Legal, com área de drenagem pertencente aos municípios de Vera e de Sinop. Seu principal curso hídrico é o rio Caiabi, com aproximadamente 51 km de extensão, afluente do rio Teles Pires, sendo este um curso de água contribuinte da região hidrográfica Amazônica, e sua confluência se dá na região limítrofe entre os municípios de Sinop (MT) e Sorriso (MT) (Figura 1).

Esta região apresenta clima tropical, de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, apresentando duas estações bem definidas. Entre os meses de outubro a abril tem-se a estação de chuvas, sendo o restante do período caracterizado como seco, com baixos valores de precipitações, sendo que em alguns meses a precipitação é nula. A precipitação total anual é de aproximadamente 2.000 mm (SOUZA et al., 2013).

O uso e ocupação do solo se dá basicamente por atividades agropecuárias, com a produção de grãos e a criação de gado. A forma de plantio apresenta-se por diversos manejos nos sistemas de produção, mas com aplicações de quantidades significativas de pesticidas e fertilizantes ao longo de cada safra. Estradas rurais e carregadores estão presentes em toda a bacia. A área urbana do município de Vera está presente na bacia, porém, a certa distância do canal principal avaliado, não contribuindo de forma direta com despejos de efluentes ou esgotos.

O rio Caiabi apresenta mata marginal nativa ao longo de todo o seu percurso, com exceção à sua nascente, servindo como barreira à entrada de sedimentos originários dos solos da bacia, e também reduzindo a erosão das margens devido às raízes da vegetação que atuam como meio de suporte (ANDRIETTI et al., 2016).

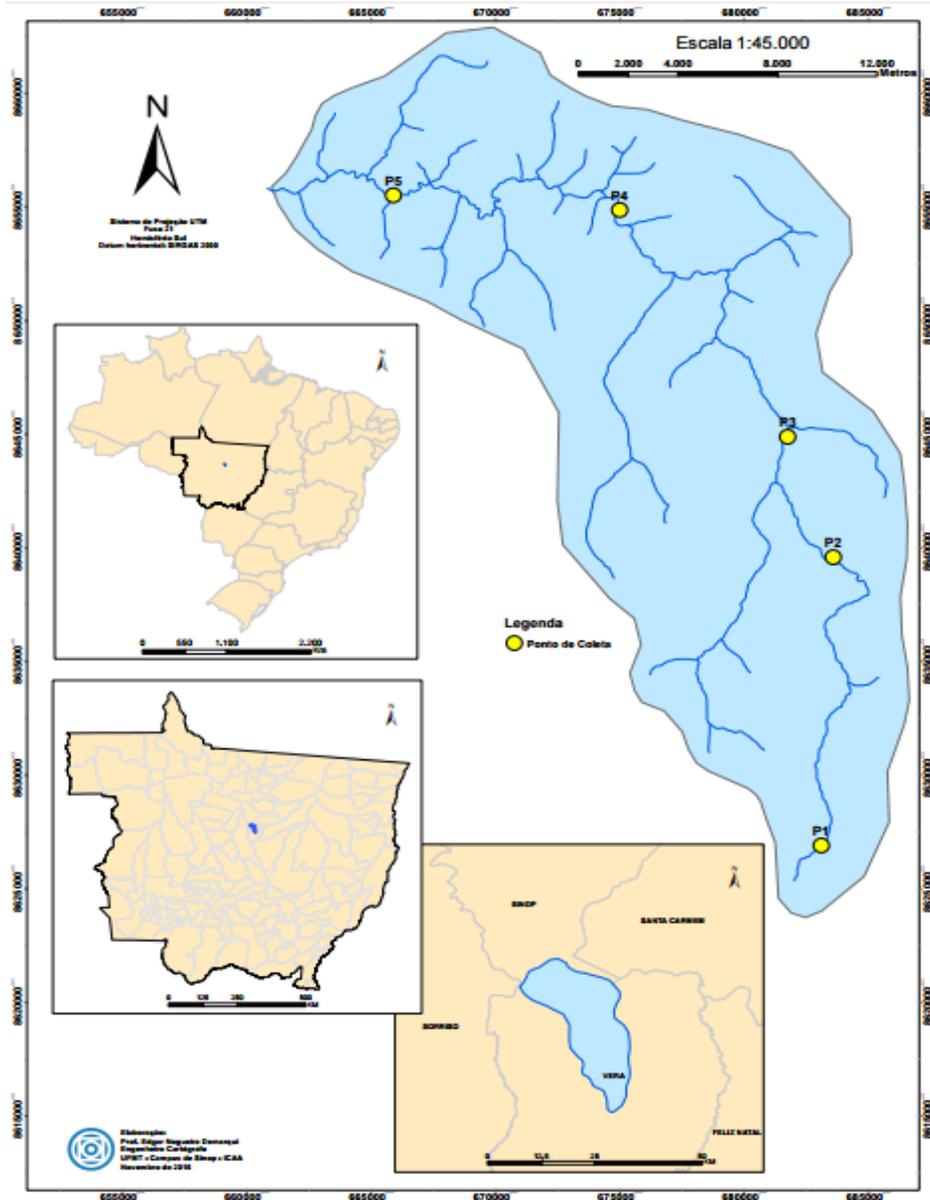


Figura 1 – Localização da microbacia hidrográfica do rio Caiabi e dos pontos de coleta

2.2. AMOSTRAGEM, TRANSPORTE, PRESERVAÇÃO E MÉTODOS ANALÍTICOS

A coleta de água superficial foi realizada em duas etapas, na primeira etapa foram realizadas amostragens em 12 meses consecutivos entre julho/2012 e junho/2013, em cinco pontos ao longo do rio, e na segunda etapa foram realizadas coletas em duas campanhas, uma em setembro/2014 (período de estiagem) e outra em fevereiro/2015 (período chuvoso), em dois locais.

Os locais de coleta de água foram definidos em função da logística e acessibilidade ao local nos meses de chuva e de seca. Os pontos foram denominados P1, P2, P3, P4 e P5, sendo o P1 na nascente e o P5 próximo ao exutório e os demais pontos distribuídos ao longo do rio Caiabi (Figura 1).

Os procedimentos de coleta, transporte, preservação e determinação da concentração dos elementos nas amostras de água foram realizados de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1989). As amostras foram armazenadas em garrafas de vidro, previamente preparadas, acidificadas com ácido nítrico, acondicionadas em recipientes térmicos e mantidas até 8 °C até a chegada ao laboratório. As análises de metais foram realizadas no Laboratório de Tratamento de Resíduos e nos Laboratórios Integrados de Pesquisa em Ciências Químicas–Lipeq, da Universidade Federal de Mato Grosso, *campus* de Sinop.

A preparação das amostras de água superficial para a determinação da concentração de metais totais Mn, Ni, Zn, Cd e Pb era determinada pela digestão ácida à quente e as amostras para a concentração dos metais dissolvidos Fe e Cu foram filtradas a vácuo em membrana de acetado de celulose, com diâmetro de poro de 0,45 µm, e acidificado até pH menor do que 2,0. Após a preparação as amostras foram acondicionadas a 4 °C. A determinação da concentração dos metais foi realizada em espectrômetro de absorção atômica, com atomização em chama de ar e gás acetileno.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA E LEGISLAÇÃO

Os valores da concentração dos metais encontrados nas amostras de água foram representados por meio de estatística descritiva, com gráficos do tipo box-plot utilizados para avaliar a distribuição dos dados, utilizando o programa R 3.2.2 (2015).

Para a avaliação de diferenças entre as médias entre estações, pontos e na interação ponto e estação, foi realizada a análise de variância. Nos casos onde foi identificada diferença utilizou-se o Teste Tukey a 5% de significância para a comparação das médias.

Os resultados do monitoramento ambiental foram discutidos à luz da Resolução nº. 357/05, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA. Como o rio Caiabi não apresenta classificação específica foi estabelecido, para efeitos de comparação, que poderia ser enquadrado na classe 1 de águas doces. Esta classe indica que as águas podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças e frutas e, à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Primeira Etapa de Monitoramento

As análises realizadas mostraram que o metal Cu não foi detectado nas amostras de água do rio Caiabi nas coletas entre os anos de 2012 e 2013. Apesar de o mesmo ser encontrado em fertilizantes inorgânicos, o Cu apresenta baixa mobilidade no solo, acumulando-se na sua superfície. Em muitos sistemas de produção utilizados na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, que apresentam as palhadas dos restos das culturas promovem a proteção da superfície do solo contra as gotículas de chuva, evitando a erosão e o carreamento de partículas de solo juntamente com a água da chuva ao leito do rio. Além disso, a palhada é fonte de matéria orgânica ao solo auxiliando na fixação do metal nas camadas superficiais do solo, o que pode justificar a ausência de concentrações de Cu na água superficial. Gonçalves et al. (2015) também não encontraram Cu em bacias do rio Cuiabá e São Lourenço, bacias que apresentam também atividades agrícolas.

A análise de variância dos resultados do monitoramento da primeira etapa mostrou que as concentrações dos elementos Zn, Pb, Cd, Fe e Ni não apresentaram diferenças significativas em relação a estação, em relação aos pontos e nem na interação estação e ponto. Somente o elemento Mn apresentou diferença significativa nas concentrações monitoradas entre pontos (Tabela 1) e estações.

Na estação seca, de julho de 2012 a outubro de 2012 e maio de 2013 e junho de 2013, o Mn apresentou concentração média de 0,010 mg.L⁻¹, e na estação chuvosa de 0,007 mg.L⁻¹, ou seja, houve redução da concentração de Mn do período de seca para o período chuvoso.

Tabela 1 – Concentração média de manganês (Mn), na primeira etapa de monitoramento (2012/2013), nos pontos monitorados na água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, mg.L⁻¹

Ponto	Concentração média de Mn, em mg.L ⁻¹
1	0,014 a
2	0,008 b
3	0,006 b
4	0,006 b
5	0,007 b

Médias seguidas por letras iguais indicam que não há diferença significativa a 5% de significância.

Para esse elemento, os resultados obtidos nos 12 meses de monitoramento mostraram que sua concentração variou de não detectado (42% das amostras coletadas), até o valor máximo de 0,028 mg.L⁻¹ encontrado na nascente do rio. Na Figura 2 tem-se o comportamento da concentração de Mn nos cinco pontos

monitorados observando-se pequena variação entre os pontos. Observa-se também que, todos os valores obtidos no monitoramento apresentaram concentração de manganês abaixo dos valores máximos permitidos pela Resolução CONAMA n° 357 de 2005, que é de $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$.

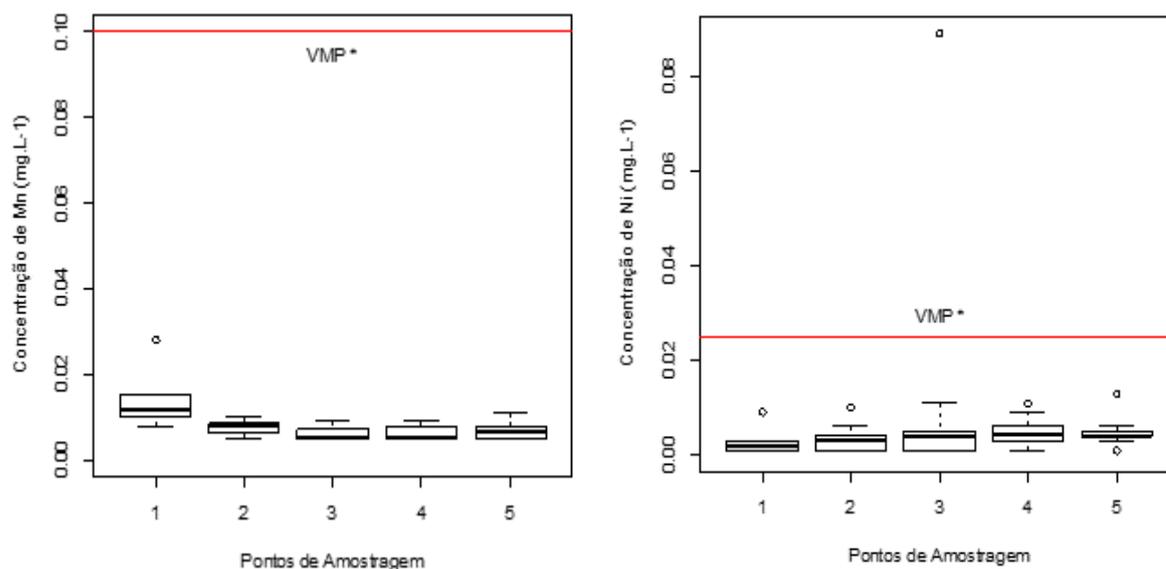


Figura 2 – Variação da concentração de Mn e Ni, na primeira etapa de monitoramento, ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi (* Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que é de $0,1 \text{ mg.L}^{-1}$ e de $0,025 \text{ mg.L}^{-1}$ respectivamente, para rios de classe 1.)

O Mn encontra-se naturalmente no solo e também pode ser encontrado nos pesticidas utilizados nas lavouras. Possui considerável mobilidade no solo, no entanto, não se verificou comprometimento da qualidade da água por esse metal na água do rio Caiabi.

Resultados similares aos encontrados neste trabalho para o Mn também foram relatados por Azevedo (2006) que em estudo da qualidade da água superficial do rio Amazonas, em uma área rural de várzea na Amazônia, constatou que as concentrações de Mn estavam abaixo dos valores máximos permitidos pelas leis vigentes.

Para o elemento Ni observou-se uma oscilação nas concentrações, que variou de não detectado (27% das amostras) até o valor máximo de $0,089 \text{ mg.L}^{-1}$, que ocorreu em apenas um único evento, no ponto 3 e que ficou acima do valor máximo permitido pela resolução n° 357/2005, do CONAMA ($0,025 \text{ mg.L}^{-1}$). Verificou-se que os demais valores detectados ficaram abaixo do limite máximo permitido pela mesma resolução, conforme Figura 2.

O Ni pode ser encontrado naturalmente no solo, mas em concentrações muito baixas. Também pode ser encontrado em fertilizantes fosfatados, em concentrações que variam de 7 a 38 mg.kg^{-1} de acordo com Santos e Bonfim de Jesus (2014), e sendo a região da microbacia do Caiabi agrícola, onde ocorrem aplicações de fertilizantes ao longo das safras e, pela ação da água da chuva, o Ni adsorvido às partículas de solo, pode ser carregado até o leito do rio, podendo constituir a origem das concentrações do mesmo, ainda que muito abaixo dos valores máximos permitido pela legislação, com exceção do valor máximo no ponto 3.

Outros autores também encontraram concentrações de Ni acima do valor máximo permitido pela resolução CONAMA n° 357/2005. Santos e Bonfim de Jesus (2014), ao monitoraram a água superficial da bacia do rio Subaé (Bahia) encontraram concentrações máximas de Ni em área que abriga vasta plantação de eucalipto (0,5% de toda a área da bacia). Os autores atribuíram estes valores ao uso de lodo de esgoto e fertilizantes fosfatados enriquecidos por Pb e Ni, na plantação. Ramalho et al. (2000) monitorando a água superficial da microbacia de Caetés (RJ), localizada em região agrícola, com declividade média de 25%, atribuíram os altos valores encontrados ao uso intensivo de agroquímicos nas suas lavouras.

Para o elemento Zn, conforme mostra a Figura 3, observou-se que suas concentrações variaram de não detectado (em 63% das amostras) até um valor máximo de $4,5 \text{ mg.L}^{-1}$, no ponto 4 (próximo a foz do rio Caiabi).

O ponto 1 (nascente do rio Caiabi) ficou com apenas um valor um pouco acima do máximo permitido pela resolução n° 357/2005 do CONAMA, que é de $0,18 \text{ mg.L}^{-1}$. Para todos os outros pontos constatou-se que os valores de concentração encontrados se apresentaram acima dos máximos permitidos pela resolução, onde as maiores concentrações, foram detectadas próximo ao exutório da microbacia, refletindo assim, interferências quanto ao uso e ocupação do solo.

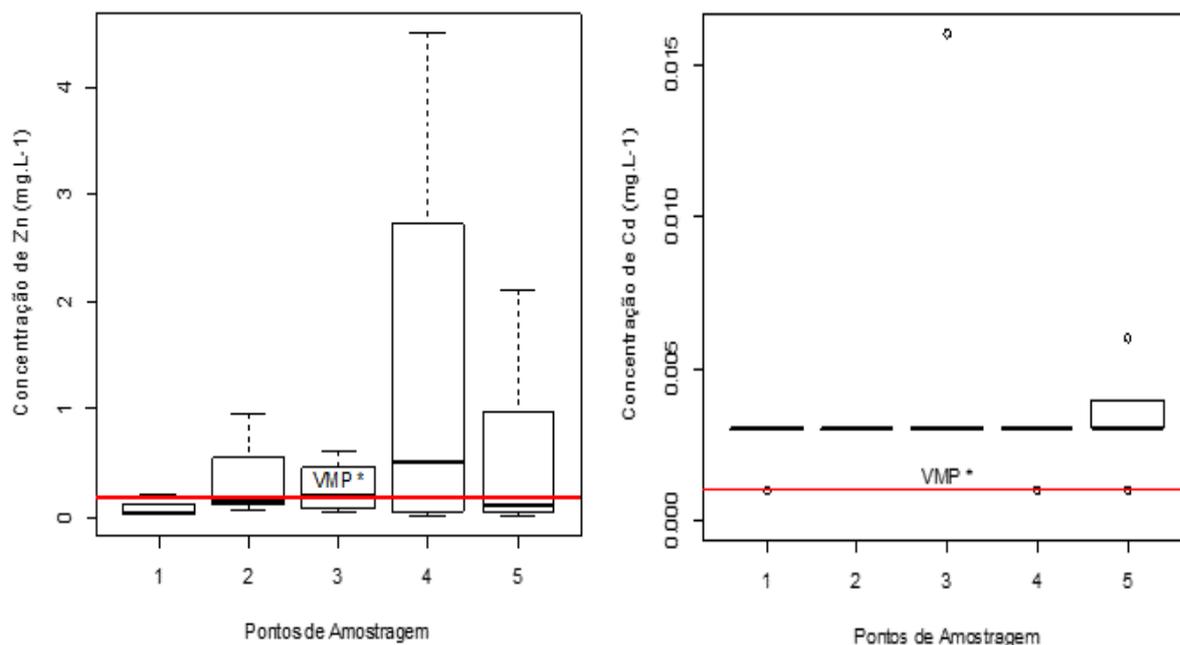


Figura 3 - Variação da concentração de Zn e Cd, na primeira etapa de monitoramento, ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi (* Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que é de 0,18 mg.L⁻¹ e de 0,001 mg.L⁻¹ respectivamente, para rios de classe 1.)

Concentrações de Zn acima do valor máximo permitido pela resolução n° 357/2005 do CONAMA, em água superficial também foram encontrados por outros autores como Santos e Bonfim de Jesus (2014), que atribuíram o valor encontrado ao uso de fertilizantes e pesticidas nas lavouras, da mesma forma que Ramalho et al. (2000). Esta mesma situação pode estar ocorrendo na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, onde pesticidas e fertilizantes utilizados na lavoura podem estar chegando até o leito do rio pelos processos de escoamento superficial e recarga do rio pela água subterrânea.

Para o metal Cd constatou-se que os valores encontrados de suas concentrações ao longo do ano de monitoramento foram de não detectado, em 60% das amostras, até o valor máximo de 0,016 mg.L⁻¹. Dos valores encontrados de concentração de Cd, nos pontos monitorados, todos ficaram acima do máximo permitido pela resolução n° 357/2005 do CONAMA, que é de 0,001 mg.L⁻¹ (Figura 3). Como o elemento Cd pode ser originário da aplicação de agroquímicos, sua presença na água superficial pode ser em função das chuvas, que podem ter arrastado o elemento ao recurso hídrico diretamente, ou em função da possibilidade deste elemento estar presente nas águas subterrâneas, sendo levado ao rio pelo processo de recarga de água (EIDT, 2015, dados não publicados).

Para o chumbo constatou-se que os resultados de suas concentrações variaram de não detectado (em 72% das amostras analisadas) até o valor máximo de 0,023 mg.L⁻¹, encontrado no ponto 4 (Figura 4). As concentrações do metal mostraram que os pontos monitorados apresentaram concentrações acima do valor máximo permitido pela legislação que é de 0,010 mg.L⁻¹, com exceção do ponto 1, na nascente do rio. Verificou-se que as maiores concentrações se localizam nos pontos 4 e 5, próximos ao exutório do rio, caracterizando possível concentração da contaminação devido ao uso e ocupação do solo.

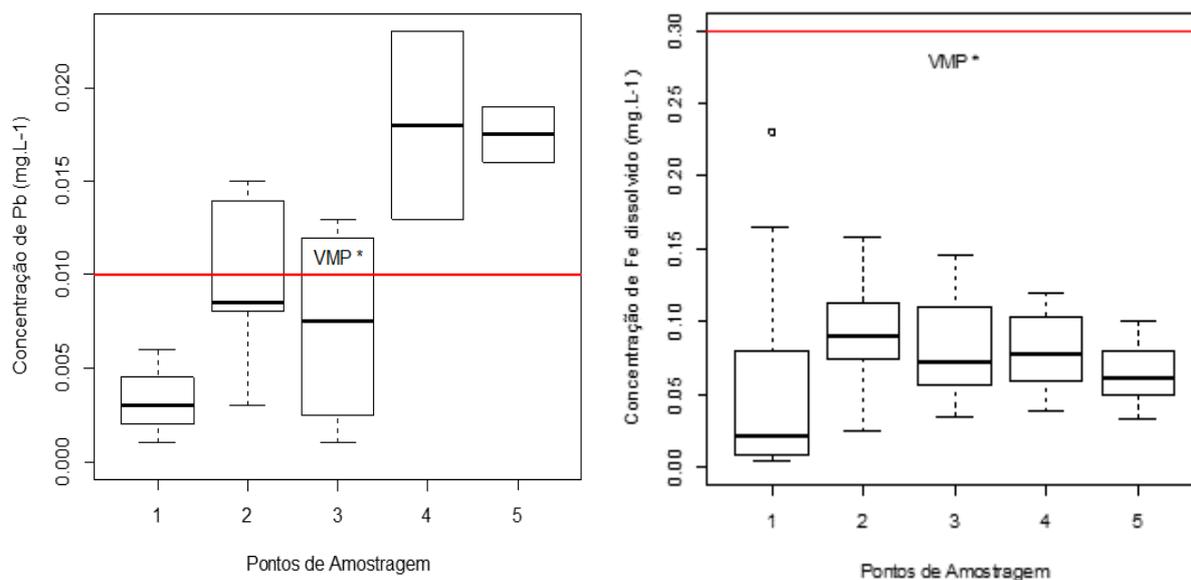


Figura 4 - Variação da concentração de Pb e Fe dissolvido, na primeira etapa de monitoramento, ao longo da microbacia hidrográfica do rio Caiabi (* Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, que é de 0,01 mg.L⁻¹ e de 0,3 mg.L⁻¹ respectivamente, para rios de classe 1)

De acordo com Gonçalves Júnior et al. (2000), se o Pb não for absorvido pelas plantas ele pode lixiviar com facilidade no perfil do solo. Outros autores avaliando a qualidade da água em bacias hidrográficas encontraram concentrações de Pb acima do máximo permitido pela Resolução n° 357/2005 do CONAMA, como Gonçalves et al. (2015), Santos e Bonfim de Jesus (2014), Ramalho et al. (2000) e Freire et al. (2012). Todos atribuíram os resultados encontrados ao escoamento de solo pela ação da chuva aos mananciais, podendo ser oriundo de várias fontes, e entre elas os pesticidas e fertilizantes de uso agrícola.

Santos e Bonfim de Jesus (2014) também levantam a hipótese de que o Pb pode ser encontrado na atmosfera na forma de partículas, eliminadas com relativa rapidez por deposição seca e úmida; porém partículas pequenas podem ser transportadas a longas distâncias, podendo contribuir para a contaminação dos rios.

Dessa forma, na água do rio Caiabi, por não se ter observado diferenças na concentração de Pb entre estações, tanto o fornecimento de água subterrânea ao rio quanto o escoamento superficial e mesmo alguma contribuição atmosférica podem ter fornecido certa quantidade de Pb às águas superficiais.

Para o Fe dissolvido constatou-se que os valores encontrados no período monitorado variaram de não detectado (em 15 % das amostras), até o valor máximo de 0,23 mg.L⁻¹, encontrado na nascente do rio (Figura 4). Este fato pode ter sido ocasionado por esta área se encontrar bastante desprotegida e degradada. Todos os valores de concentração de Fe encontrados ficaram abaixo do valor máximo permitido pela resolução n° 357/2005, do CONAMA, que é de 0,30 mg.L⁻¹.

Constatou-se que, apesar do solo da região ser rico em óxido de ferro, este metal não se encontra em excesso na água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi.

Diante de todos os resultados obtidos no monitoramento da primeira etapa, devido à ausência de diferenças significativas entre pontos, estações e entre estações e ponto, de acordo com resultados da análise de variância, com exceção para o Mn que deu diferença significativa apenas entre estações, supomos que o monitoramento em apenas dois pontos, na nascente e na foz do rio Caiabi, e em apenas duas coletas ao longo do ano, uma na estação seca e outra na estação chuvosa, poderiam ser suficientes para representar o comportamento da microbacia como um todo.

A partir desse resultado, entre 2014 e 2015 foi realizada a segunda etapa do monitoramento de metais no rio Caiabi.

3.2. Segunda Etapa de Monitoramento

Os dados de precipitação da primeira etapa de monitoramento (2012/2013) e da segunda etapa de monitoramento (2014/2015) podem ser visualizados na Figura 5. Comparando-se os dados de precipitação entre as etapas, observamos que o período chuvoso é constituído por sete meses, ocorrendo de outubro a abril. E que o período de seca é constituído de 5 meses, de maio a setembro, confirmando dados encontrados por Souza et al. (2013). Observamos também que na segunda etapa houve sempre menor ou igual precipitação se comparada ao mesmo mês da primeira etapa, com exceção para o mês de dezembro/2014, cuja diferença ficou em 108,10 mm a

mais para a segunda etapa. Na primeira etapa de monitoramento ocorreu uma precipitação total de 1844,88 mm e na segunda etapa de monitoramento a precipitação total foi de 1724,19, com uma diferença de 120,69 mm.

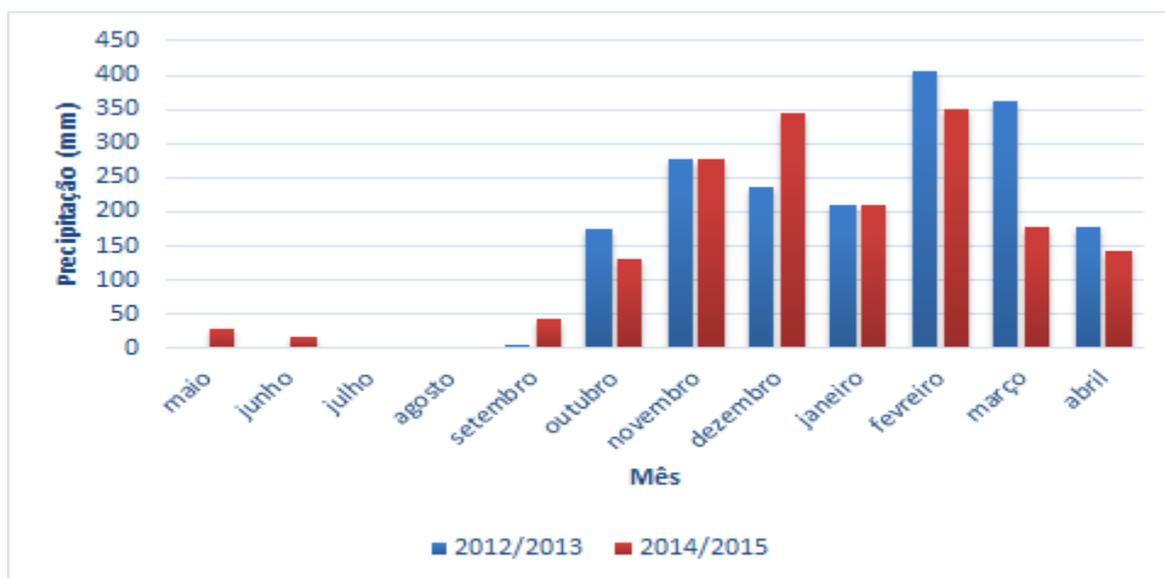


Figura 5 – Dados de precipitação das duas etapas de monitoramento na microbacia hidrográfica do rio Caiabi
Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Mato Grosso, 2015.

Os resultados de concentração de metais na segunda etapa de monitoramento da água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, coletados na nascente do rio (Ponto 1) e próximo a foz (Ponto 5), na estação seca (setembro/2014) e na estação chuvosa (fevereiro/2015) estão apresentados na Tabela 2.

As concentrações de Mn e Fe foram encontradas em valores abaixo dos valores máximos permitidos pela legislação brasileira, confirmando os resultados encontrados na primeira etapa de monitoramento.

Ambos são constituintes naturais dos latossolos vermelho-amarelo distróficos, solo predominante na microbacia hidrográfica do rio Caiabi, explicando a presença de Fe e Mn nas águas.

Tabela 2 – Concentrações encontradas dos metais Mn, Cu, Ni, Zn, Cd, Pb e Fe na segunda etapa de monitoramento, em função das estações seca (setembro/2014) e chuvosa (fevereiro/2015), próximos à nascente (Ponto 1) e à foz (Ponto 5) da microbacia hidrográfica do rio Caiabi

	Ponto	Mn	Cu dissolv.	Ni	Zn	Cd	Pb	Fe dissolv.
Setembro/2014	1	0,002	0,015	0,001	ND	ND	ND	0,025
Fevereiro/2015	1	0,002	0,020	ND	0,001	ND	ND	0,035
Setembro/2014	5	0,002	0,010	0,002	ND	ND	ND	0,095
Fevereiro/2015	5	0,004	0,020	ND	0,001	ND	ND	0,115
VMP *	mg.L ⁻¹	0,1	0,009	0,025	0,18	0,001	0,01	0,3

*Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA n° 357/05

Para o elemento cobre constataram-se concentrações acima do valor máximo definido pela Resolução n° 357/2005 do CONAMA que é de 0,009 mg.L⁻¹ (Tabela 4), para ambos os pontos localizados na nascente e próximo ao exutório do rio Caiabi, lembrando que na primeira etapa de monitoramento, o cobre não foi detectado.

Como a concentração de Cu foi identificada na nascente acredita-se que há algum fator contribuindo com esse elemento ao corpo hídrico. A nascente é uma área alagada e o pH da água é baixo (< 5,0) (ANDRIETTI et al., 2016), fatores que podem contribuir para a disponibilidade do Cu, pois de acordo com Bartolomeo et al. (2004), neste valor de pH os metais, de modo geral, possuem grande mobilidade no ecossistema aquático.

O Cu também foi detectado em água superficial de pesquisas realizadas por Freire et al. (2012), que relacionaram sua presença a utilização de compostos agrícolas contendo arsenato de cobre ou sulfato de cobre utilizados nas lavouras no entorno do ribeirão Maringá.

Concentrações de níquel e zinco variaram de não detectado até 0,002 mg.L⁻¹ e 0,001 mg.L⁻¹, respectivamente, ou seja, valores bem abaixo do máximo permitido pelas legislações brasileiras em vigor.

O Cd e o Pb não foram detectados em nenhuma das coletas (períodos de seca e chuva), em nenhum dos pontos.

Considerando o tamanho da bacia hidrográfica estudada a ocorrência de chuvas associadas às amostragens de água podem não ter ocorrido nos mesmos intervalos de tempo após as precipitações. Essa condição pode levar a alterações na quantidade de sedimentos bem como o volume de água no canal. Deve-se ter em mente que os valores de precipitação constituem o total no mês. O intervalo entre os eventos climáticos e as alterações na qualidade de água são diretamente proporcionais ao tamanho da microbacia, sendo que em rios de pequeno porte este intervalo pode situar-se entre 12 a 36 horas (MEYBECK et al., 1996). Segundo Lennox et al. (1997) as coletas mensais ou quinzenais em rios de pequeno porte tendem a representar, em 80% das vezes, as características de qualidade de água do fluxo de base.

Diante de todos os resultados obtidos no monitoramento da segunda etapa, em parte contradizendo valores encontrados na primeira etapa de monitoramento, no que se refere aos metais Pb, Cd, Ni, Zn e Cu, constatamos que o monitoramento em apenas dois pontos, na nascente e na foz do rio Caiabi, e em apenas duas coletas ao longo do ano, uma na estação seca e outra na estação chuvosa, não foram suficientes para representar o comportamento da microbacia como um todo. Por outro lado, com exceção do metal cobre, todos os outros metais apresentaram concentração abaixo do que se prevê na legislação brasileira.

4. CONCLUSÃO

Na primeira etapa detectaram-se concentrações de Pb, Cd, Ni e Zn acima dos limites máximos permitidos, enquanto que na segunda etapa houve detecção de concentrações de metais apenas para o Cu.

A não presença de fontes pontuais de poluição, como o despejo de efluentes industriais ou domésticos, indica que os resultados das concentrações de metais encontradas variaram ora em função do período climático, ora em função da localização ao longo da microbacia ou não apresentaram variação.

A forma de uso e ocupação do solo afetaram a qualidade da água superficial da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, apresentando contaminação em alguns pontos e em determinadas épocas do ano, sem que se constatasse um padrão de comportamento da poluição da água em termos de metais.

Verificando-se a falta de padrão de comportamento dos resultados dos metais avaliados, em diferentes períodos e etapas, e na forma de uso e ocupação do solo, e em função da utilização frequente de agroquímicos é indicativo o monitoramento frequente da qualidade da água desta microbacia como ferramenta de gestão dos recursos hídricos pelos órgãos governamentais.

5. RECOMENDAÇÕES

Diante de todo o exposto, sugere-se um contínuo monitoramento da água superficial desta microbacia tendo em vista que a presença de atividades agrícolas é constante e muito ativa na região sendo que há uma tendência no aumento da concentração desses parâmetros com o passar dos anos.

6. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT, pelo apoio concedido para a execução desta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, L.A.; MARTINS, M.P.P.; CUARTAS, L.A.; PENTEADO, V.A.; ANDRADE, A. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.3, p. 228-240, 2012.

ANDRIETTI, G.; FREIRE R.; AMARAL, A. G.; BONGIOVANI, M. C.; ALMEIDA, F. T.; SCHNEIDER, R. M. Índice de qualidade da água e índice de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17th ed. Washington DC, 1989.

AZEVEDO, R.P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.313-320, 2006.

BARBOSA, M. C.; CARVALHO, A.M.; IKEMATSU, P; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; CAVANI, A.C.M. Avaliação do perigo de contaminação do sistema aquífero guarani em sua área de afloramento do estado de São Paulo decorrente das atividades agrícolas. **Águas Subterrâneas**, v. 25, n. 1, p.1-14, 2011.

BARTOLOMEO, A.; POLETTI, L.; SANCHINI, G.; SEBASTIANI, B; MOROZZI, G. Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis. **Chemosphere**, v. 55, p. 1323–1329, 2004

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília – DF. 2005. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 04 set. 2014.

EIDT, J.I. Monitoramento da Qualidade da Água de uma microbacia hidrográfica na região amazônica. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) – Campus de Sinop. Sinop, MT, 2015.

FADIGAS, F.S.; AMARAL-SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N.; ANJOS, L.H.C.; FREIXO, A.A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.151-159, 2002.

FREIRE, R. ; SCHNEIDER, R. M.; FREITAS, F.H.; BONIFÁCIO, C.M.; TAVARES, C.R.G. Monitoring of toxic chemical in the basin of Maringá stream. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 295-302, 2012.

GIMENO-GARCÍA, E.; ANDREU, V.; BOLUDA, R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. **Environmental Pollution**, v. 92, n. 1, p. 19-25, 1996.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTTE, V. L. Ocorrência do herbicida Tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do Córrego Espreado, Ribeirão Preto – SP. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 65-76, 2001.

GONÇALVES, P.E.R.S.; OLIVEIRA, A.P.; CRUZ, I.F.; ZEILHOFER, P.; DORES, E.F.G.C. Distribuição espacial de metais potencialmente tóxicos em água superficial nas bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço – MT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p.157-168, 2015.

GONÇALVES JR., A. C.; LUCHESE, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em latossolo vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

HE, Z.L.; YANG, X. E.; STOFFELLA, P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**, v. 19, n. 2-3, p. 125-140, 2005.

LENNOX, S.D.; FOY, R.H.; SMITH, R.V.; JORDAN, C. Estimating the contribution from agriculture to the phosphorus load in surface water. In: TUNNEY, H.; CARTON, O.T.; BROOKES, P.C.; JOHNSTON, A.E. (Ed.) Phosphorus loss from soil to water. New York: CAB International, 1997, p.55-75, 1997.

MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS, R.; CHAPMAN, D. River. In: CHAPMAN, D. (Ed.) Water quality assessments. London: UNESCO; WHO; UNEP, 2. ed., p.241-320, 1996.

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Mobilidade de metais em um Latossolo Amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.807-812, 2001.

PARANÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. Bacias Hidrográficas do Paraná. Curitiba: SEMA. 2 ed., 2013.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**, IPH – UFRGS. V.1, n.1, p.20-26, 2004.

PINTO, A.G.N., HORBE, A.M.C., SILVA, M.S.R., MIRANDA, S.A.F., PASCOALOTO, D., SANTOS, H.M.C. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, v.39:627-638. 2009.

RAMALHO, J.F.G.P; AMARAL SOBRINHO, N.M.B; VELLOSO, A.C.X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pelo uso de agroquímicos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35. n.7, p.1289-1303, 2000.

SANTOS, L.T.S.O; BOMFIM DE JESUS, T. Caracterização de metais das águas superficiais da bacia do rio Subaé (Bahia). **Geochímica Brasiliensis**, v.28, n.2, p.137-148, 2014.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C.C.; ALMEIDA, F.T., PAULINO, J. Classificação climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p. 181-186, 2002.

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p.67-75, 2010.

CONCLUSÕES GERAIS

Com o monitoramento da qualidade da água da microbacia hidrográfica do rio Caiabi, pode-se concluir que:

Os resultados indicaram que as atividades antrópicas parecem não ter afetado a qualidade da água subterrânea, pois os parâmetros monitorados encontraram-se dentro dos limites máximos exigidos pelas leis vigentes no país.

A forma de uso e ocupação do solo afetaram a qualidade da água superficial, apresentando contaminação em alguns pontos e em determinadas épocas do ano, sem que se constatasse um padrão de comportamento da poluição da água em termos de metais.

A análise estatística mostrou que houve diferença significativa entre as estações do ano apenas para o Mn, na água superficial e para o Mn, Zn, Cd e Cr na água subterrânea.

Não foi evidenciada a presença de fontes pontuais de poluição no rio Caiabi.

Os resultados deste estudo podem ser usados para estabelecer e implementar uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

ALVARENGA, L.A.; MARTINS, M.P.P.; CUARTAS, L.A.; PENTEADO, V.A.; ANDRADE, A. Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.3, p. 228-240, 2012.

ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G.; ALMEIDA, F. T. ; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M. Índice de qualidade da água e índice de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente e Água**, v. 11 , n. 1, 2016.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 14th ed., Washington D.C: American Public Health Association, 2005.

AZEVEDO, R.P. Uso de água subterrânea em sistema de abastecimento público de comunidades na várzea da Amazônia Central. **Acta Amazônica**, v.36, n.3, p.313-320, 2006.

BAIRD, C. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BARBOSA, M. C.; CARVALHO, A.M.; IKEMATSU, P; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; CAVANI, A.C.M. Avaliação do perigo de contaminação do sistema aquífero guarani em sua área de afloramento do estado de São Paulo decorrente das atividades agrícolas. **Águas Subterrâneas**, v. 25, n. 1, p.1-14, 2011.

BARTOLOMEO, A.; POLETTI, L.; SANCHINI, G.; SEBASTIANI, B; MOROZZI, G. Relationship among parameters of lake polluted sediments evaluated by multivariate statistical analysis. **Chemosphere**, v. 55, p. 1323–1329, 2004.

BOUROTTE, C.; BERTOLO, R.; ALMODOVAR, M.; HIRATA, R. Natural occurrence of hexavalent chromium in a sedimentary aquifer in Urânia, state of São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.81, n.2, p. 227-242, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 12 dez. 2011, Seção 1.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de

lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília – DF. 2005. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 04 set. 2015. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 04 set. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 396 de 3 de abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama>>. Acesso em: 04 set. 2014.

BHUMBLA, D.K. Agriculture practices and nitrate pollution of water. West Virginia University. 2001.

CAMPOS, M.C.C. Atributos dos solos e riscos de lixiviação de metais em solos tropicais. **Ambiência**, v.6, n.3, p.547-565, 2010.

EIDT, J.I. Monitoramento da Qualidade da Água de uma microbacia hidrográfica na região amazônica. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) – Campus de Sinop. Sinop, MT, 2015.

EMBRAPA. Cultivo do Arroz de Terras Altas no Estado de Mato Grosso. Embrapa Arroz e Feijão, Sistemas de Produção, n. 7. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/solos.htm>>. Acesso em: 29 out. 2015.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212 p., 1997. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf. Acesso em 24 set.2014.

FADIGAS, F.S.; AMARAL-SOBRINHO, N.M.B.; MAZUR, N.; ANJOS, L.H.C.; FREIXO, A.A. Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.151-159, 2002.

FEAGA, J.; DICK, R.; LOUIE, M.; SELKER, J. **Nitrates and groundwater: Why Should We Be Concerned with Our Current Fertilizer Practices?** Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Special Report 1050. 2004. Disponível em: <http://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/6311/SR%20no.%201050_OCR.pdf>. Acesso em 24 set.2014.

FERREIRA, D.F. SISVAR - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA. 2010.

FREIRE, R. ; SCHNEIDER, R. M.; FREITAS, F.H.; BONIFÁCIO, C.M.; TAVARES, C.R.G. Monitoring of toxic chemical in the basin of Maringá stream. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 295-302, 2012.

GIMENO-GARCÍA, E.; ANDREU, V.; BOLUDA, R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils. **Enviromental Pollution**, v. 92, n. 1, p. 19-25, 1996.

GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTTE, V. L. Ocorrência do herbicida Tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do Córrego Espreado, Ribeirão Preto – SP. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia. e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 11, p. 65-76, 2001.

GONÇALVES, P.E.R.S.; OLIVEIRA, A.P.; CRUZ, I.F.; ZEILHOFER, P.; DORES, E.F.G.C. Distribuição espacial de metais potencialmente tóxicos em água superficial nas bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço – MT. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p.157-168, 2015.

GONÇALVES JR., A. C.; LUCHESI, E. B.; LENZI, E. Avaliação da fitodisponibilidade de cádmio, chumbo e crômio, em soja cultivada em latossolo vermelho escuro tratado com fertilizantes comerciais. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 173-177, 2000.

HAYES, K. F.; TRAINA, S. J. Metal speciation and its significance in ecosystem health. In: HUANG, P. M. (Ed.). Soil chemistry and ecosystem health. Madison: Soil Science of America, p. 45-84, 1998.

HE, Z.L.; YANG, X. E.; STOFFELLA, P.J. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. v. 19, n. 2-3, p. 125-140, 2005.

HYPOLITO, R.; EZAKI, S. Íons de metais em sistema solo-lixo-chorume-água de aterros sanitários da região metropolitana de São Paulo – SP. **Águas Subterrâneas**, São Paulo, v.20, n.1, p.99-114, 2006.

LENNOX, S.D.; FOY, R.H.; SMITH, R.V.; JORDAN, C. Estimating the contribution from agriculture to the phosphorus load in surface water. In: TUNNEY, H.; CARTON, O.T.;

BROOKES, P.C.; JOHNSTON, A.E. (Ed.) Phosphorus loss from soil to water. New York: CAB International, 1997, p.55-75, 1997.

LOUGON, M. S. et al. Diagnóstico ambiental da sub-bacia hidrográfica do córrego amarelo, abordando o uso e ocupação do solo e a qualidade da água. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 350-367, set/dez. 2009.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S.L.P.; MANFRON, P.A.; AMARAL, A.D.; MULLER, L.; TORRES, M.G.; MENTGES, L. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p.2388-2394, 2008.

MEYBECK, M.; FRIEDRICH, G.; THOMAS, R.; CHAPMAN, D. River. In: CHAPMAN, D. (Ed.) Water quality assessments. London: UNESCO; WHO; UNEP, 2. ed., p.241-320, 1996.

MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. **Química e Mineralogia do solo**, Viçosa, MG: SBCS, 2009.

MELO, V.F.; ANDRADE, M.; BATISTA, A.H.; FAVARETTO, N. Chumbo e zinco em águas e sedimentos de área de mineração e metalurgia de metais. **Química Nova**, v.35, n.1, p.22-29, 2012.

MOURA, R. S.; PELLI, A. ; TERRA, A.P.S.; OKURA, A.P.S. Qualidade da água de minas em área urbana na cidade de Uberaba (MG). **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 33, n. 2, p. 85-96, abr./jun. 2009.

NASCIMENTO, R.S.M.P.; CARVALHO, G.S.; PASSOS, L.P.; MARQUES, J.J. Lixiviação de chumbo e zinco em solo tratado com resíduos de siderurgia. *Pesquisas Agropecuárias Tropicais*, Goiânia, v.40, n.4, p.497-504, 2010.

NUNES, A.P.; LOPES, L.G.; PINTO, F.R.; AMARAL, L.A. Qualidade da Água Subterrânea e Percepção dos Consumidores em Propriedades Rurais. **Nucleus**, v.7, n.2, 2010.

OLIVEIRA, F.C.; MATTIAZZO, M.E. Mobilidade de metais em um Latossolo Amarelo distrófico tratado com lodo de esgoto e cultivado com cana-de-açúcar. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.58, n.4, p.807-812, 2001.

OLIVEIRA, L.F.C.; LEMKE-DE-CASTRO, M.L.; RODRIGUES, C.; BORGES, J.D. Adsorção e deslocamento do íon cádmio em solos do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.8, p.848-855, 2010.

OLIVEIRA, G.A.; NASCIMENTO, E.L.; ROSA, A.L.D.; LAUTHARTTE, L.C.; BASTOS, W.R.; BARROS, C.G.D.; CREMONESE, E.R.; BENT, A.Q.; MALM, O.; GEORGIN, J.; CORTI, A.M. Avaliação da Qualidade da água subterrânea : Estudo de Caso de Vilhena – RO. **Águas Subterrâneas**, v. 29, n.2, p. 213-223, 2015.

OLIVEIRA FILHO, P. C.; DUTRA, A. M.; CERUTI, F. C. Qualidade das Águas Superficiais e o Uso da Terra: Estudo de Caso Pontual em Bacia Hidrográfica do Oeste do Paraná. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 32-43, 2012.

PARANÁ, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. Bacias Hidrográficas do Paraná. 2. ed. Curitiba: SEMA. 2013.

PEREIRA, R.S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos**. IPH – UFRGS. V.1, n.1, p.20-26, 2004.

PEREIRA FILHO, J.; RÖRIG, L.R.; SCHETTINI, C.A.F; SOPPA, M.A.; SANTANA, B.L.; SANTOS, J.E. Spatial changes in the water quality of Itajaí-Açú Fluvial-Estuarine System, Santa Catarina, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.82, n.4, p.963-982, 2010.

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M.B.; ZENEBON, O.; SAKUMA, A.; KIRA, C.S. Determinação dos teores de Hg, Pb, Cd, Cu e Zn em MOLUSCOS (*Crassostrea brasiliana*, *Perna perna* e *Mytella falcata*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, n.1, p. 19-25, 2002.

PINTO, A.G.N., HORBE, A.M.C., SILVA, M.S.R., MIRANDA, S.A.F., PASCOALOTO, D., SANTOS, H.M.C. Efeitos da ação antrópica sobre a hidrogeoquímica do rio Negro na orla de Manaus/AM. **Acta Amazonica**, v.39:627-638. 2009.

RAMALHO, J.F.G.P; AMARAL SOBRINHO, N.M.B; VELLOSO, A.C.X. Contaminação da microbacia de Caetés com metais pelo uso de agroquímicos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35. n.7, p.1289-1303, 2000.

RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S.; BORTOLUZZI, E.C.; PELLEGRINI, J.B.R.; SILVA, J.L.S.; PETRY, C. Qualidade de Águas Subterrâneas Captadas em Fontes em Função da Presença de Proteção Física e de sua Posição na Paisagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.5, p. 948-957, 2010.

RESENDE, A.V. Agricultura e Qualidade da Água: Contaminação da Água por nitrato. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2002.

SANBERG, E. **Composição isotópica do zinco em materiais naturais de compartimentos geoquímicos impactados por indústria galvânica: potencial (do zinco) como traçador de contaminação ambiental**. 144 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS, 2008.

SANCHES, S.M.; VIEIRA, E.M.; PRADO, E.L.; TAKAYANAGUI, A.M.M. Qualidade da água de abastecimento público de Ribeirão Preto em área de abrangência do Aquífero Guarani: determinação de metais e nitrato. **Ambiente & Água**, Taubaté, v.5, n.2, p.202-216, 2010.

SANTOS, L.T.S.O; BOMFIM DE JESUS, T. Caracterização de metais das águas superficiais da bacia do rio Subaé (Bahia). **Geochímica Brasiliensis**, v.28, n.2, p.137-148, 2014.

SCHNEIDER, R. M.; FREIRE, R.; COSSICH, E.S.; SOARES, P. F.; FREITAS, F. H.; TAVARES, C. R. G. Estudo da influência do uso e ocupação de solo na qualidade da água de dois córregos da Bacia hidrográfica do rio Pirapó. **Acta Scientiarum Technology**, v. 33, n. 3, p. 295-303, 2011.

SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.409-419, 2005.

SOUZA, A.P.; MOTA, L.L.; ZAMADEI, T.; MARTIM, C.C.; ALMEIDA, F.T., PAULINO, J. Classificação climática e Balanço Hídrico Climatológico no Estado de Mato Grosso. **Nativa**, v. 1, n. 1, p. 34-43, 2013.

STEFFEN, G.P.K; STEFFEN, R.B; ANTONIOLLI, Z.I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul. v.15, n.1, p.15-21, 2011.

SUTHAR, S.; BISHNOI, P.; SINGH, S.; MUTIYAR, P.K.; NEMA, A.K.; PATIL, N.S. Nitrate contamination in groundwater of some rural áreas of Rajasthan, India.. **Journal of Hazardous Materials**. p.189-199, 2009.

TAUIL, M. C. et al. Surto de hepatite A em área urbana de Luziânia, Estado de Goiás, 2009. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 43, n. 6, p.740-742, 2010.

TOLEDO, L.G.; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v.59, n.1, p. 181-186, 2002.

TUNDISI, J.G; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v.10, n.4, p.67-75, 2010.

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p. 55-64, 2010.

VARNIER, C.; IRITANI, M.A.; VIOTTI, M.; ODA, G.H.; FERREIRA, L.M.R. Nitrato nas Águas Subterrâneas dos Sistema Aquífero Bauru, Área Urbana do Município de Marília (SP), **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 31, n.1/2, p. 1-21, 2010.

VIEIRA, E.M. **Avaliação da Contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em uma microbacia do Rio Paraíba do Sul**. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, com ênfase em Geotecnia) - Universidade Estadual no Norte Fluminense. Campos de Goytacazes, RJ, 2005.

VON-AHN, C. M. E.; PEREIRA FILHO J. Diagnóstico da qualidade de água ao longo do estuário do rio Itajaí-Açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n.2, p. 331 – 342, 2015.

ANEXOS A – NORMAS DA REVISTA ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ABAS



Diretrizes para Autores

Cadastro

Entrar na página da revista: <http://aguassubterraneas.abas.org/>
 Clicar em “CADASTRO” e preencher o formulário. Não esquecer de ativar as caixas de “LEITOR” e “AUTOR”

Submissão

1. Entrar na página da revista: <http://aguassubterraneas.abas.org/> e clicar em “PÁGINA DO USUÁRIO”
2. Clicar em “AUTOR”
3. Na página “SUBMISSÕES ATIVAS”, clicar em “Clique aqui para iniciar o processo de Submissão” (final da página) ou em “NOVA SUBMISSÃO” (coluna à direita).
4. Na página seguinte: “PASSO 1. INICIAR SUBMISSÃO”, ativar a caixa “DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL” e escolher a seção apropriada para a submissão (= “ARTIGOS”).
5. Clicar em “SALVAR E CONTINUAR”
6. Na página seguinte: “PASSO 2. METADADOS DA SUBMISSÃO (INDEXAÇÃO)”, incluir os nomes dos autores e seus respectivos e-mails.
7. Complete o resto do formulário com os dados do artigo: Título, resumo, abstract, indexação e agência de fomento.
8. Clicar em “SALVAR E CONTINUAR”
9. Na página seguinte: “PASSO 3. TRANSFERÊNCIA DO MANUSCRITO”, leia os itens 1 a 5 e, principalmente, o texto vinculado ao link “Assegurando uma Avaliação Cega segura”
10. Para transferir o arquivo, clicar em “PROCURAR”. Na janela “PROCURAR ARQUIVO” selecionar o arquivo e clicar em “ABRIR”. O nome do arquivo aparecerá ao lado do botão Browse. Clicar em “TRANSFERIR”.
11. Sob o título “DOCUMENTO DE SUBMISSÃO”, aparecerão os dados do arquivo.

	Por	exemplo:
Nome do documento:		9588-29437-1-SM.doc
Nome original do Documento:		Drumond.doc
Tamanho do Documento:		19KB
Data de transferência:	2007/10/19 11:48 AM	
12. Conferir os dados e clicar em “SALVAR E CONTINUAR”
13. Na página seguinte: “PASSO 4. TRANSFERÊNCIA DE DOCUMENTOS SUPLEMENTARES”, repetir os passos do item “TRANSFERÊNCIA DE ARQUIVOS”, caso tenha algum documento suplementar a ser enviado.
14. Clicar em “SALVAR E CONTINUAR”

15. Na página seguinte: “PASSO 5. CONFIRMAÇÃO DA SUBMISSÃO”. Conferir os dados informados em “RESUMO DE DOCUMENTOS” e clicar em “CONCLUIR SUBMISSÃO”

Visualização do Andamento da Submissão

1. O autor poderá acompanhar o andamento da avaliação. Para isso, basta acessar o sistema, localizar o nome do artigo submetido e clicar no link da coluna “SITUAÇÃO”, por exemplo: “Em fila para Avaliação”
2. Os arquivos com os comentários dos revisores estarão disponíveis para leitura ou para baixar no computador, em “POR PARES”. Basta clicar no nome do “DOCUMENTO TRANSFERIDO”, que surgirá a opção para abrir ou baixar o arquivo.

Orientações para Preparação do Artigo

O trabalho submetido para avaliação preliminar deverá ser digitado em programa Word for Windows ou compatível, fonte Arial, tamanho 12, espaçamento duplo, em papel A4, margens de 2,5 cm, sem numeração de páginas e ter, no máximo, 30 páginas, já incluindo figuras e tabelas.

IMPORTANTE: O(s) nome(s) do(s) autor(es), sua(s) instituição(ões) e endereço(s) para correspondências NÃO DEVEM CONSTAR do texto, a identificação do trabalho será feita pelo preenchimento dos metadados da submissão e pelo número de identificação gerado automaticamente. Referências a publicação(ões) do(s) autor(es) dentro do texto ou na lista de referências devem aparecer somente como "AUTOR", de modo a garantir uma avaliação cega segura.

O título do trabalho, com no máximo 140 toques, deverá aparecer na primeira página do trabalho, sem a identificação do(s) autor(es).

Antecedendo o texto serão apresentados dois resumos em Português e Inglês. Para trabalhos redigidos em Espanhol, o segundo resumo será em Português e o terceiro em Inglês. O resumo deverá ser redigido em parágrafo único, variando entre 1.000 a 1.500 toques, apresentando de forma breve e objetiva a justificativa do trabalho, os métodos utilizados, os resultados e as conclusões. Após o resumo, incluir obrigatoriamente uma lista de até cinco palavras-chave que expressem o assunto do trabalho.

O texto deverá ser redigido de forma impessoal, objetiva, clara, precisa e coerente.

O título do trabalho, bem como os das tabelas e figuras deverão ser apresentados no idioma do trabalho e em Inglês. As abreviaturas deverão ser identificadas, por extenso, na primeira vez que aparecem no texto. As unidades das grandezas numéricas deverão obedecer aos padrões do Sistema Internacional de Unidades (SI).

As tabelas serão numeradas seqüencialmente e inseridas no final do texto. O título deve ser claro e conciso e colocado no topo da tabela. Outras informações relativas à

tabela (origem dos dados, observações, etc.), serão colocadas logo abaixo da tabela, com espaçamento simples e fonte de tamanho menor que a do texto principal. A tabela terá largura equivalente a uma coluna (7,5 cm) ou duas colunas (15 cm).

As **figuras** (mapas, fotos, perfis, esboços, gráficos, diagramas, etc.), devem ser numeradas seqüencialmente e inseridas ao final do texto. O título deve ser claro e conciso e colocado na base da figura. Outras informações relativas à figura (legenda, origem dos dados, observações, etc.), serão colocadas logo abaixo da figura, com espaçamento simples e fonte de tamanho menor que a do texto principal. As figuras devem ser preparadas em alta resolução (maiores que 1Mb). Para uma boa legibilidade, os símbolos e caracteres de texto das figuras devem ter tamanho mínimo de 1 mm, mesmo após a redução da figura.

As **citações** mencionadas no texto devem ser indicadas pelo sistema Autor-Data, obedecendo a norma ABNT NBR 10.520 (agosto/2002), ou a que estiver vigente. Abaixo seguem exemplos de citações:

ARTIGOS

- Na sentença: sobrenomes dos autores em letras minúsculas, seguidos pelo ano entre parênteses.
- Artigos até 2 autores: Conforme Anderson e Woessner (1992), o conjunto de equações algébricas resulta...
- Artigos com 3 ou mais autores: Segundo Zalán et al., (1987), a Bacia do Paraná é uma bacia intracratônica desenvolvida...
- Várias obras do mesmo autor: a) do mesmo ano: Custódio (1983a), condiciona os indicadores geoquímicos da temperatura de aquíferos à...Para Custódio (1983b), o uso das fontes termais com fins terapêuticos... b) de anos diferentes: Para Rebouças (1976, 1979, 2002), a importância da água subterrânea pode ser auferida...
- No fim da frase: sobrenomes dos autores em letras maiúsculas, seguidos pelo ano, ambos entre parênteses....proximidades das zonas de ocorrência dessas fontes (ALFARO e WALLACE, 1994).

SIGLAS

- Entidade Coletiva: citar o nome da entidade por extenso, seguida da sigla. Nas subseqüentes, usar apenas a sigla. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2002)...

OUTROS DOCUMENTOS

- Órgãos Públicos: De acordo com dados apresentados pelo Ministério do Meio Ambiente... (BRASIL, 2004)...políticas da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA (PARANÁ, 2003).
- Leis, decretos, etc.: a) ...de acordo com o Artigo 2º da Lei 9.605 (BRASIL, 1998); b) ...conforme determina o Artigo 1º da Portaria DAAE 717/96 (SÃO PAULO, 1996).

As **referências bibliográficas** citadas no texto deverão ser listadas no final do trabalho, em ordem alfabética, obedecendo à norma ABNT NBR 6023-08 (agosto/2002) ou a que estiver vigente.

LIVROS

CASTANY, G. Prospección y explotación de las aguas subterráneas. Barcelona: Omega, 1975.

PARTES OU CAPÍTULOS DE LIVROS

CUSTÓDIO, E. Principios básicos de química y radioquímica de las aguas subterráneas. In: CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. Hidrologia subterránea. Barcelona: Omega, 1983a.

PERIÓDICOS

SHUSTER, E. T.; WHITE, W. B. Source areas and climatic effects in carbonate groundwaters determined by saturation indices and carbon dioxide pressures. Water Resources Research. Washington (DC), v. 8, n. 4, p. 1067-1073, 1972.

PUBLICAÇÕES SERIADAS

HEM, J. D. Study and interpretation of the characteristics of natural waters. 2., Geological Survey Water-Supply Paper, Washington (DC), n. 1473, p. 1-334, 1970.

TESES E DISSERTAÇÕES

OLIVEIRA, E. Ethanol flushing of gasoline residuals - microscale and field scale experiments. Waterloo, Ontário, Canadá, 1997. 291 p. Tese (Doutoramento em Hidrogeologia). Universidade de Waterloo.

CONGRESSOS

ANDRÉ, H.; RICHER, C.; DOUILLET, G. Les jaugeages par la méthode de dilution en 1970. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM IN HYDROMETRY, 1970, Koblenz. Proceedings... Koblenz : Unesco/WMO/IAHS, 1970, v. 1, p. 239-250.

RELATÓRIOS

Geologia Ambiental Ltda - GEA. Projeto PROSAM/PEB-07 - Relatório Final. Curitiba: 1998. Companhia de Saneamento do Paraná. Projeto Concluído. Áreas: Fervida e Botiatuva.

LEIS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. Estabelece normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, v. 59, p. 266-270, 26 mar. 2004, Seção 1.

Informações Adicionais

Ao submeter o artigo à Revista Águas Subterrâneas, os autores declaram conjuntamente que consentem com a publicação do trabalho, com aceitação das recomendações dos relatores e a confirmação de não publicação em nenhum outro veículo enquanto estiver sendo avaliado pelos membros do Corpo Consultivo da revista.

O trabalho será submetido a pelo menos 3 (três) avaliadores, os quais emitirão pareceres independentes recomendando ou não sua publicação, havendo ou não a necessidade de revisão do texto. Em caso de trabalho não aceito, será feito um comunicado aos autores informando, sucintamente, o motivo da recusa para publicação.

Após a adaptação do texto às recomendações dos avaliadores e editores, os autores enviarão ao Comitê Editorial uma cópia em meio digital para a análise final do trabalho.

Os editores reservam-se o direito de fazer adaptações na forma do texto para manter a uniformidade da revista.

A não observância das normas editoriais implicará na rejeição do trabalho enviado.

Antes da impressão da revista, os editores disponibilizarão no próprio sistema uma prova do trabalho para verificação e correção de possíveis erros de digitação e/ou diagramação. Nesta etapa, não serão admitidas quaisquer alterações no conteúdo do texto. Os autores deverão se manifestar sobre a aceitação da prova no prazo de 5 (cinco) dias. Excedido esse prazo, o artigo será considerado pronto para impressão.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

Declaração de Direito Autoral

Direitos Autorais para artigos publicados nesta revista são do autor, com direitos de primeira publicação para a revista. Em virtude de aparecerem nesta revista de acesso público, os artigos são de uso gratuito, com atribuições próprias, em aplicações educacionais e não-comerciais.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços de email neste site serão usados exclusivamente para os propósitos da revista, não estando disponíveis para outros fins.

ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, São Paulo, Brasil
eISSN 2179-9784 (eletrônico)

ISSN 0101-7004 (impresso)

ANEXO B – NORMAS DA REVISTA NATIVA



TÍTULO DO ARTIGO CIENTÍFICO EM PORTUGUÊS TÍTULO DO ARTIGO CIENTÍFICO EM PORTUGUÊS

Primeiro AUTOR^{1*}, Segundo AUTOR², Terceiro AUTOR³, ...

¹Nome do Departamento/Instituto, Nome da Instituição/Empresa, Cidade, Estado, País.

²Nome do Departamento/Instituto, Nome da Instituição/Empresa, Cidade, Estado, País.

³Nome do Departamento/Instituto, Nome da Instituição/Empresa, Cidade, Estado, País.

*E-mail: autorparacorrespondência@exemplo.com.br

Recebido em mês/ano; Aceito em mês/ano.

RESUMO: O texto deve conter no máximo 5 (nota técnica), 12 (artigo científico) ou 20 (revisão de literatura) páginas, escritas em espaço simples com, papel tamanho A4, utilizando fonte Times New Roman tamanho 10, com margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,0 cm; O título do trabalho em português deve ser centralizado, com letras maiúsculas, não excedendo 15 palavras. O título em inglês/espanhol deve ser incluído após as palavras-chave e antes do abstract/resumen. Deve ser escrito com letras maiúsculas, centralizado e em itálico. O resumo/abstract deve conter objetivo do trabalho com breves relatos da metodologia, resultados e conclusões. Não deverá exceder 200 palavras. Após o resumo/abstract, devem ser inseridas as palavras-chaves/keywords, de 3 a 5, não podendo estas, estarem inclusas no título do trabalho.

Palavra-chave: palavra1, palavra2, palavra3,...

TÍTULO DO ARTIGO CIENTÍFICO EM INGLÊS TÍTULO DO ARTIGO CIENTÍFICO EM INGLÊS TÍTULO DO ARTIGO CIENTÍFICO EM INGLÊS

ABSTRACT: O texto deve conter no máximo 5 (nota técnica), 12 (artigo científico) ou 20 (revisão de literatura) páginas, escritas em espaço simples com, papel tamanho A4, utilizando fonte Times New Roman tamanho 10, com margens superior, inferior, esquerda e direita de 2,0 cm; O título do trabalho em português deve ser centralizado, com letras maiúsculas, não excedendo 15 palavras. O título em inglês/espanhol deve ser incluído após as palavras-chave e antes do abstract/resumen. Deve ser escrito com letras maiúsculas, centralizado e em itálico. O resumo/abstract deve conter objetivo do trabalho com breves relatos da metodologia, resultados e conclusões. Não deverá exceder 200 palavras. Após o resumo/abstract, devem ser inseridas as palavras-chaves/keywords, de 3 a 5, não podendo estas, estarem inclusas no título do trabalho.

Keywords: keyword1, keyword2, keyword3, ...

1. INTRODUÇÃO

Deve apresentar à justificativa e revisão de literatura, contendo de forma sucinta, o estado da arte do tema central proposto no trabalho. Ao fim da introdução, sugere-se a inclusão do objetivo do trabalho.

Partes em vermelho inclusas neste Template devem ser preenchidas apenas no momento da edição final do trabalho pelo comitê editorial. A partir da data de divulgação deste Template todos os trabalhos (mesmo aqueles no prelo ou em processo de edição) devem atender integralmente as normas aqui especificadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Regras gerais

Nesse quesito, devem ser descritos sistematicamente os materiais, equipamentos e as metodologias utilizadas para

o desenvolvimento do trabalho. Esses aspectos devem ser apresentados de modo que outros pesquisadores ao consultarem o artigo consigam reproduzi-lo com base apenas no que fora descrito no trabalho.

2.2. Figuras e gráficos

Podem ser inclusos no artigo tanto em preto e branco como em outras cores. Para esses casos de figuras e gráficos, a chamada anterior no texto deve ser feita como "Figura". Anterior ao surgimento das figuras e tabelas deve ser incluída a sua chamada no texto. As chamadas podem ser no início ou fim da frase entre parênteses. Por exemplo: Na Figura 1, observa-se... (Figura 1).

O título da figura deve vir logo abaixo da imagem, precedido pelo nome Figura e o número identificação da imagem. A fonte utilizada deve ser TNR 9. Caso a imagem

tenha em seu interior nome, estas deve utilizar a mesma fonte do título da tabela.



Figura 1. Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Universitário de Sinop, Sinop-MT-Brasil. Fonte: PMS.

2.2. Tabelas

As tabelas devem apresentar apenas as linhas horizontais, conforme pode ser observado na Tabela 1. As chamadas no texto devem seguir o mesmo padrão adotado para as figuras. O texto e o título das tabelas deve ter sua fonte resumida para o tamanho 9, e 8 para o rodapé.

Tabela 1. Comparações entre médias para os rendimentos em carvão vegetal.

Espécies	Rendimento das Carbonizações (%)		
	Carvão	Condensados	Ñ-Cond.
Espécie A	40,76 a	40,35 a	18,90 b
Espécie B	39,42 a	32,77 b	27,81 a
Espécie C	40,98 a	40,22 a	18,81 b
Espécie D	40,00 a	32,31 b	12,10 d
Média	40,29	36,41	19,40

Ñ-Cond. = não condensados; Médias seguidas por uma mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, $p > 0,05$).

Os títulos das figuras e tabelas devem ser autoexplicativos e sua formatação conforme apresentado na Figura 1 e Tabela 1. As dimensões em ambos os casos, não devem exceder 16 cm em largura, e devem ser inclusos sempre com a orientação da página na forma retrato.

2.3. Equações

Equações citadas no texto devem ser indicadas e postas em sequência (Equação 1), alinhadas a direita e com a chamada da equação entre parêntesis, conforme o exemplo abaixo. Símbolos e abreviações presentes nas fórmulas devem ser identificados logo após a apresentação da fórmula.

$$\rho = \frac{M_s}{V_s} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: ρ = massa específica de uma amostra, em g/cm^3 ; M_s = massa seca de uma amostra, em g; V_s = volume saturado de uma amostra em, g/cm .

2.4. Quebra de página

Sempre que forem utilizadas Figuras onde não seja possível a sua visualização no layout que utiliza duas colunas, estas devem utilizar quebra de seção contínua, para incluir exclusivamente esta imagem, conforma apresentado na Figura 2. A mesma regra deve ser utilizada para Tabelas de grandes dimensões.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Regras gerais

Os resultados devem ser apresentados no próprio texto ou com o auxílio de gráficos, figuras e/ou tabelas. A discussão dos dados deve ser feita utilizando como base artigos técnico-científicos publicados preferencialmente em periódicos nacionais e/ou internacionais. Citações de teses, dissertações e trabalhos publicados em congressos, quando possível, deverão ser evitadas. Os resultados obtidos nos artigos e em notas técnicas, deverão impreterivelmente apresentar análises estatísticas associadas. A escolha do tipo de análise (variância, fatorial, regressão etc.) fica a critério do(s) autor(es).



Figura 2. Logo da revista Nativa.

4. CONCLUSÕES

Nesse tópico deverão ser realizadas conclusões a respeito dos resultados de maior significância obtidos no trabalho, devendo essas, estarem interligadas com objetivo inicial do artigo proposto na introdução. Poderão ainda ser inclusas, considerações finais feitas pelos autores, assim como, recomendações para o seguimento de futuras pesquisas relacionadas ao trabalho.

5. AGRADECIMENTOS

Tópico opcional. Inserir quando pertinente o agradecimento a instituições, empresas ou órgãos financiadores e/ou responsáveis pela realização das atividades.

6. REFERÊNCIAS

As referências utilizadas nos trabalhos devem abordar o atual “estado da arte” do tema pesquisado e serem facilmente encontradas pelos leitores. Em outras palavras, a bibliografias citadas nos artigos devem ser atuais, terem seu conteúdo total ou parcialmente disponibilizados na web e apresentarem relevância científica. Tais características são exigências e/ou recomendações feitas pelas principais bases indexadores que a revista atualmente dispõe, assim como, daquelas que a revista Nativa pleiteia integrar-se em um futuro próximo. Baseando-se na premissa, a elaboração e uso das referências nos trabalhos submetidos à revista Nativa deverão considera os seguintes aspectos:

6.1. Não devem ser citadas

Não devem ser utilizados como fonte bibliográfica trabalhos que apresentem difícil acesso, tais como:

- Monografias de trabalhos de conclusão de cursos;
- Trabalhos publicados em ANAIS de eventos sejam estes de cunho nacional ou internacional;

Não devem ser utilizados como fonte bibliográfica sem respaldo científico:

- Informações publicadas em sites genéricos sem respaldo institucional;
- Trabalhos publicados em revistas técnicas sem cunho científico ou qualquer outra que não possua comitê editorial (científico) e/ou processo de avaliação por pares;

Não devem ser utilizados como fonte bibliográfica trabalhos desatualizados, ou que não representem informações a respeito das últimas descobertas sobre o tema analisado:

- Trabalhos publicados a mais de 20 anos (exceções podem ser feitas para partes do trabalho onde for realizada uma análise histórica do tema);

6.2. Condicionantes

As referências utilizadas como base para elaboração e discussão dos trabalhos devem apresentar as seguintes características:

- Pelo menos 70% devem ser de trabalhos publicados nos últimos 10 anos;
- Pelo menos 50% devem ser de artigos em periódicos indexados nas bases Web of Science, Scopus ou Scielo;
- Sempre que possível, deve-se dar preferência à citação de artigos científicos;
- O número máximo de citações permitidas para cada trabalho será de 20 para notas técnicas, 30 para artigos científicos e 50 para revisões de literatura;

6.3. Características que devem ser evitadas

Sempre que possível, deve-se evitar os seguintes o uso de referências nos seguintes casos:

- Autocitação de autores (os autores do trabalho devem evitar citar trabalhos de sua própria autoria como fonte);
- As citações de Teses e Dissertações devem ser substituídas, sempre que possível, pelos artigos originados a partir destes trabalhos;
- A citação de softwares deve ser evitada sempre que possível. Caso seja indispensável a sua citação, os autores devem apresentar a licença institucional e/ou individual que permita o uso do software;
- Citações de livros ou capítulos de livros devem ser utilizadas apenas quando o seu uso for essencial e indispensável para o trabalho. Caso contrário, estas devem dar lugar a artigos publicados em periódicos.

6.4. Normas

Todas as citações e as referências incluídas no texto devem seguir os padrões estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10520 e NBR 6023, respectivamente.

6.4.1. Citações

Citações bibliográficas no texto devem ser realizadas usando o sistema "autor-data", conforme exemplos a seguir:

1 ou 2 autores:

Silva (2010) ou Kollmann; Côtê, (1968) para citações ao longo do parágrafo.

(SILVA, 2010) ou (KOLLMANN; CÔTÊ, 1968) para citações no final do parágrafo.

3 ou mais autores:

Schilling et al. (1988) para citações ao longo do parágrafo.

(SCHILLING et al., 1998) para citações no final do parágrafo.

Siglas:

ASTM (1995); LPF (1998) para citações ao longo do parágrafo.

(ASTM, 1995); (LPF, 1998) para citações no final do parágrafo.

Quando citadas pela primeira vez, o significado deve ser citada por extenso: American Society for Testing and Materials – ASTM (1995); Laboratório de Produtos Florestais – LPF (1998).

Documentos de um mesmo autor ou grupo de autores, publicados no mesmo ano:

Calegari (1999a); Calegari (1999b).

(CALEGARI, 1999a); (CALEGARI, 1999b).

Todas as citações incluídas no texto deverão ter suas referências completas incluídas no item Referências, organizadas em ordem alfabética, e seguindo os padrões listados abaixo:

Regras gerais: espaçamento simples e texto justificado.

6.4.2. Referências

A seguir, serão apresentadas alguns modelos de referências elaborados de acordo NBR 6023.

Norma técnica

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8112**: Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro: ABNT, 1983. 6p.

Artigo científico

MELO, R. R.; DEL MENEZZI, C. H. S. Comportamento reológico da madeira e derivados. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v.1, n.1, p.25-40, jan./jun. 2010.

Livro

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic: a biometrical approach**. 2.ed. New York: Mc-Graw Hill, 1980. 633p.

Capítulo de livro

OLIVEIRA, J. B.; VIVACQUA FILHO, A.; GOMES, P. A. Produção de carvão vegetal: aspectos técnicos. In: PENEDO, W.R. (Ed.). **Produção e utilização de carvão vegetal**. Belo Horizonte: CETEC, 1982c. p. 60-73.

Conteúdo de páginas de internet

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO). **Energy supply and demand: trends and prospects**. Disponível em: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139e/i0139e03.pdf>>. Acesso em: 15 ago 2009.

Dissertação/Tese

FARIA, W. L. F. **A jurema preta (*Mimosa hostilis* Benth.) como fonte energética do Semiárido do Nordeste – Carvão**. 1984. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.