

ADRIANA FERREIRA LIMA

**DINÂMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA PARAGUAI/DIAMANTINO –
MATO GROSSO**

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2017

ADRIANA FERREIRA LIMA

**DINÂMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA PARAGUAI/DIAMANTINO –
MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa Dra. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin.

Co-orientadora: Profa Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves.

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

L732d Lima, Adriana Ferreira.

Dinâmica da qualidade da água na Bacia Paraguai/Diamantino-Mato Grosso. -- Tangará da Serra – MT / Adriana Ferreira Lima. 2017.

61 f.

Orientador: Dr(a). Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin.

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambientes e Sistemas

Bibliotecária: Suzette Matos Bolito – CRB1/1945.

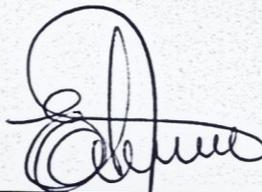
ADRIANA FERREIRA LIMA

DINÂMICA DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA PARAGUAI/DIAMANTINO – MATO GROSSO

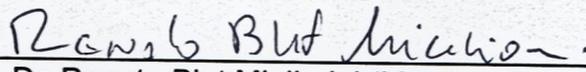
Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 24 de Fevereiro de 2017.

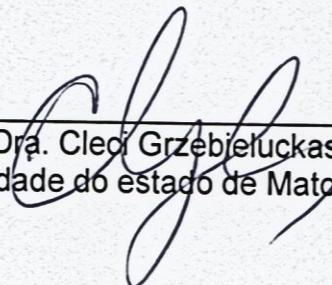
Banca Examinadora



Prof. Dra. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin (Orientadora)
Universidade do estado de Mato Grosso - UNEMAT



Prof. Dr. Renato Blat Migliorini (Membro Externo)
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT



Profa. Dra. Cledí Grzebieluckas (Membro Interno)
Universidade do estado de Mato Grosso - UNEMAT

TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL

2017.

DEDICATÓRIA

Dedico às mulheres que mais admiro, pela simplicidade, amor e força, minha Mãe Ana e Vó D. Jerônima, exemplos de superação e força. Vocês me inspiram sempre.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado de Mato Grosso, ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistema de Produção Agrícola, pela concretização desse estudo, à Capes pela concessão da bolsa.

Aos professores do PPGASP pelos ensinamentos e troca de experiências.

À minha orientadora Profa. Dra. Edinéia Galvanin, profissional exemplar, seus ensinamentos não serão esquecidos. Obrigada por me proporcionar mais conhecimento!

À minha co-orientadora Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves pelas contribuições.

Aos Prof. Dra. Cleci Crzebieluckas e ao Dr. Renato Blat Migliorini por aceitar o convite e contribuições.

Aos queridos companheiros da Turma PPGASP-2015 que fizeram toda dificuldade no caminho se tornar mais leve, pessoas especiais, existe um motivo divino por termos nos encontrado nesse exato momento de nossas vidas!

Aos companheiros do laboratório Geomática: Murilo, Daniel, Welvesley, Jaqueline, Lino e Magaywer, tem um pouquinho de cada um de vocês aqui, muito obrigada!

Aos motoristas, Sr. Carlos, Djalma e demais funcionários da UNEMAT- Barra do Bugres.

Aos meu pais, Ana e Gentil, irmãos Nilton e família, Daiane e família e Wilian e família, amo vocês!

Ao meu esposo Manoel, companheiro de vida, ainda bem que você estava aqui.

À minha amiga Edilaine Viana que me “orientou” sobre as dificuldades que enfrentaria e ajudou a superá-las, você foi minha inspiração também.

À minha amiga Cíntia Paulino pelas palavras de apoio e orações que fizeram a diferença no momento certo.

A Deus pela minha vida e a de todos que foram citados ou não. Que as bênçãos do Senhor sejam sobre nossas vidas e nunca falte amor em nossos corações.

LISTA DE SIGLAS

ANA: Agência Nacional das Águas
APHA: American Public Health Association
APP: Área de Preservação Permanente
AW: Clima quente e úmido
BAP: Bacia do Alto Paraguai
BHPD: Bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino
CAR: Cadastro Ambiental Rural
CCA: Coeficiente de Conservação da Água
CCAb: Coeficiente de Conservação da Água da Bacia
CCAsb: Coeficiente de Conservação da Água da Sub-bacia
CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CMC: Coeficiente de Mata Ciliar
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio
GPS: Global position system
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICA: Índice de Conservação da Água
IP: índice de precipitação
IQA: Índice de Qualidade de Água
ITA: Índice de Transformação Antrópica
Km²: Quilômetro quadrado
mg L⁻¹: miligrama por litro (unidade de medida)
ml: Milímetros
MMA: Ministério do Meio Ambiente
MT: Mato Grosso (estado)
NTU: Nephelometric Turbidity Unit
OD: Oxigênio Dissolvido
W: Peso
µg L⁻¹: Micrograma por litro (unidade de medida)

LISTA DE FIGURAS

Artigo 1

Figura 1- Mapa de localização da BHPD.....20

Figura 2- Coleta no P2- Rio Diamantino, no período chuvoso.....22

Figura 3 - Gráfico dos resultados do IQA por período de precipitação. (*) Córrego intermitente, sem vazão no período de transição 2.....23

Artigo 2

Figura 1- Mapa de localização da BHPD.....36

Figura 2- Classificação da BHPD.....40

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 - Distribuição sazonal das chuvas e índice de precipitação no arco das nascentes do Rio Paraguai	21
Tabela 2 - Datas das coletas por período de precipitação	21
Tabela 3 - Localização dos pontos de coleta.....	22
Tabela 4 - Classificação do IQA para o estado de Mato Grosso	23
Tabela 5 - Resultado Anova com um fator e Teste de Tukey no Minitab 16.....	27

Artigo 2

Tabela 1 – Porcentagem das classes mapeadas nas APPs nas 9 subunidades da BHPD.....	40
Tabela 2 - Resultado do ICA no período de seca.....	42
Tabela 3 - Resultado do ICA no período de chuva	43

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
INTRODUÇÃO GERAL.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15
ARTIGO 1: Avaliação do Índice de qualidade da água na bacia Paraguai/Diamantino - Mato Grosso	17
ARTIGO 2: Conservação das áreas de preservação permanente da bacia Paraguai/Diamantino – Mato Grosso.....	33
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
APÊNDICE.....	49
ANEXO1.....	50
ANEXO 2	52

RESUMO

O Brasil possui um enorme potencial de recursos hídricos, porém os desafios advindos de uma crescente demanda e a preocupante degradação ambiental são vastos e devem ser considerados. A qualidade da água superficial de uma bacia hidrográfica depende da natureza e extensão das atividades desenvolvidas no seu entorno e principalmente se for de forma incorreta. Desta forma estudos sobre a qualidade da água da bacia do Alto Paraguai são relevantes devido à grande importância no contexto estratégico da administração dos recursos hídricos do Brasil, nela está inserida a bacia Paraguai/Diamantino, que abriga as nascentes do rio Paraguai, impactos causados nessa região ocasionam prejuízos a região de planície, o Pantanal. O objetivo geral deste estudo é analisar a dinâmica da qualidade da água bacia Paraguai/Diamantino. Dessa forma essa dissertação apresenta-se estruturada com a introdução geral e suas referências e dois artigos. O primeiro artigo intitulado “Avaliação do índice de qualidade da água na Bacia Paraguai/Diamantino – Mato Grosso”. Este estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água através do uso do Índice de qualidade da água na bacia Paraguai/Diamantino, Mato Grosso em quatro períodos diferentes de precipitação. Os resultados mostraram que o índice de qualidade da água variou entre 57,67 e 90,67 enquadrando-se nas classes razoável e boa, os períodos com maior precipitação apresentaram quatro pontos com índice de qualidade da água menor que os demais, esse pontos estão próximos de áreas urbanas e também de pastagem. Os parâmetros que mais influenciaram na alteração do índice de qualidade da água foram oxigênio dissolvido, Turbidez e Coliformes Termotolerantes. A análise estatística ANOVA aplicada evidenciou que existe diferença entre os índice de qualidade da água nos períodos estudados ao nível de significância 0,05%. O Teste Tukey indicou que os períodos de chuva e transição 1 se diferem entre si. O segundo artigo denominado “Conservação das áreas de preservação permanente da bacia Paraguai/Diamantino – Mato Grosso”, tem como objetivo aplicar o Índice de conservação da água na Bacia Paraguai/Diamantino. Visa integrar a qualidade da água a conservação das áreas de preservação permanentes. Para a análise do uso e cobertura da terra foram adquiridas imagens do satélite RapidEye. Adotou-se as classes: vegetação, água, solo exposto e vegetação e realizou-se a criação dos *buffers* de acordo com a largura dos rios. O resultado indicou que maioria das subunidades apresenta nível Alto de classificação do índice. Houve influência da precipitação que levou a redução da qualidade da água, porém sem alterar a classificação que manteve-se elevada. A subunidade do rio Paraguai II(50m) apresentou apenas 64,87 % de vegetação enquanto o ribeirão Melgueira, 93,2 %, de área preservada.

Palavras- chave: Atividades antrópicas, sazonalidade, Bacia do Alto Paraguai.

ABSTRACT

Brazil has an enormous potential for water resources, but the challenges arising from growing demand and the worrying environmental degradation are vast and must be considered. The surface water quality of a river basin depends on the nature and extension of the activities carried out in its surroundings and especially if it is incorrect. In this way, studies about the water quality of the Alto Paraguai basin are relevant due to the great importance in the strategic context of the administration of the water resources of Brazil, in which the Paraguai/ Diamantino basin is inserted, which shelters the sources of the Paraguay River, is inserted. Plains of the Pantanal region. The general purpose of this study is to analyze the water quality dynamics of the Paraguai/Diamantino basin. In this way this dissertation is structured with the general introduction and its references and two articles. The first article titled "Evaluation of the water quality index in the Paraguay/Diamantino Basin – Mato Grosso". This study seeks to evaluate water quality through the use of the water quality index in the Paraguai/Diamantino basin. Mato Grosso, in four different rainfall periods. The results showed that the water quality index ranged from 57.67 to 90.67, falling in the reasonable and good classes, the periods with the highest rainfall had four scores with a water quality index lower than the others, these scores are close to urban areas and also to pasture. The parameters that most influenced the alteration of the water quality index were dissolved oxygen, Turbidity and Thermotolerant Coliforms. Applied analysis ANOVA statistical showed that there is a difference between the water quality index in the periods studied at 0.05% significance level. The Tukey test indicated that the periods of rain and transition 1 differ from each other. The second article entitled "Conservation of the Permanent Preservation Areas of the Paraguai/Diamantino – Mato Grosso Basin", aims to apply the Water Conservation Index in the Paraguai/Diamantino Basin. It aims to integrate water quality into the conservation of permanent preservation areas. For the analysis of the using and cover of the land, images were acquired from the RapidEye satellite. It was adopted classes: vegetation, exposed soil water, vegetation, and creation of the buffers according to the width of the rivers. The result indicated that most subunits presents high level of index classification. There was influence of the rainfall that led to the reduction of the water quality, but without altering the classification that remained high. The subunit of the Paraguay River II (50m) presented only 64, 87% of vegetation while the Melgueira riverside, 93.2%, of preserved areas.

Keywords: Anthropogenic activities, seasonality, Alto Paraguai Basin.

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil destaca-se mundialmente pela abundância em recursos hídricos, de acordo com informações do Ministério do Meio Ambiente no território brasileiro encontra-se aproximadamente 12% de toda a água doce do planeta. São 200 mil micro bacias espalhadas nas 12 regiões hidrográficas. Esses números apontam o enorme potencial hídrico do país em fornecer um volume de água por pessoa 19 vezes maior que o mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), de 1.700 m³/s por habitante/ano (BRASIL, 2010).

Porém os desafios advindos de uma crescente demanda e a preocupante degradação ambiental são vastos e devem ser analisados, levando em conta que a implantação do gerenciamento de recursos hídricos no país seja um processo político gradual, progressivo, com sucessivas etapas de aprimoramento, respeitando-se as peculiaridades de cada bacia ou região hidrográfica (ANA, 2004).

Nesse sentido foi criada em 1997 a Lei nº 9.433, conhecida como a Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), com objetivo de enquadramento dos corpos hídricos, sendo reformulada para adequar as condições de qualidade da água às múltiplas finalidades destinadas, conforme estabelecido pelas Resoluções Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357. A Agência Nacional de Águas (ANA) surgiu em 2000, com a missão de gerenciar os recursos hídricos e estimular o uso racional e sustentável dos recursos hídricos no país (BRASIL, 2005).

Essas leis além de promover ações de preservação das águas, também influenciam paralelamente no cuidado aos biomas onde estão inseridas as bacias, que igualmente sofreram intensas modificações pela retirada de sua cobertura vegetal para implantação da monocultura de grãos, formação de pastagens cultivadas e a descaracterização de seus componentes naturais, a permanência dessa cobertura garante a conservação das águas (SCHWENK; CRUZ, 2008).

Visto que a qualidade da água superficial de uma bacia hidrográfica depende da natureza e extensão das atividades desenvolvidas no seu entorno, principalmente quando do uso incorreto do solo (VEGA et al., 1998; SINGH et al., 2009).

A água livre de contaminantes ou organismos nocivos ao bem-estar humano ou à outras espécies é essencial para manter a sustentabilidade desse valioso recurso

e a saúde humana, conseqüentemente a qualidade de vida de populações urbanas e rurais (TUNDISI, 2003).

Para a caracterização da água quanto a sua qualidade, em regra são utilizados como indicadores diversos parâmetros físicos, químicos e biológicos, que se correlacionam às alterações ocorridas na bacia, sejam estas de origens antrópicas ou naturais, aplicam-se então padrões de qualidade, que definem os limites de concentração que cada substância presente na água deve conter. Esses padrões de classificação das águas são estabelecidos de acordo com seus usos preponderantes, conforme a Resolução CONAMA 357/05 (ARAÚJO et al., 2011; TOLEDO ; NICOLELLA, 2002). Para Pessoa (2013) através desse enquadramento é possível abordar a qualidade de determinado corpo hídrico, não considerando apenas a qualidade atual, mas também os níveis de qualidade necessários para o atendimento das demandas atuais e futuras.

As bacias hidrográficas são fundamentais para manutenção da vida pois mantêm interação frequente entre o meio físico, biótico, social, econômico e cultural, por isso consideradas unidades básicas de planejamento para a conservação, caracterização e avaliação ambiental (NASCIMENTO; VILAÇA, 2008; PINTO et al., 2004; YASSUDA, 1993).

Neste sentido, é de suma importância desenvolver estudos na Bacia do rio Paraguai, uma região hidrográfica estratégica na administração dos recursos hídricos do Brasil, Bolívia e Paraguai, está diretamente vinculada ao Pantanal, uma das maiores extensões de área alagadas do planeta, declarada como Patrimônio Nacional pela Constituição Federal do país (BRASIL, 1988), é a ligação entre o Cerrado do Brasil e o Chaco da Bolívia e do Paraguai (ANA, 2004).

Estudos sobre a bacia do rio Paraguai e suas subunidades vem sendo desenvolvidos nos últimos anos, principalmente em relação a sua conservação e impactos causados pelas atividades humanas desenvolvidas no seu entorno (PESSOA et al., 2013; SILVA, SOUZA; NEVES, 2011; CASARIN; DA SILVA NEVES; NEVES, 2008).O estudo da Bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino (BHPD) soma-se a essa importante região hidrográfica, principalmente por abrigar as nascentes do rio Paraguai, visto que impactos causados nessa região ocasionam prejuízos à região de planície, o Pantanal. Dessa forma o objetivo geral deste estudo é analisar a dinâmica da qualidade da água bacia Paraguai/Diamantino.

Para atingir esse objetivo a dissertação está estruturada em dois artigos, introdução geral, suas referências e considerações finais. O primeiro artigo foi redigido sob as normas da Revista Brasileira de Ciência Ambiental (RBCIAMB), intitulado “Avaliação do índice de qualidade da água na Bacia Paraguai/Diamantino – Mato Grosso”, tem por objetivo avaliar a qualidade da água, em quatro períodos sazonais de precipitação.

O segundo artigo denominado “Conservação das áreas de preservação permanente da bacia Paraguai/Diamantino – Mato Grosso”, foi escrito de acordo com as normas da Revista Ambiente & água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, tem como escopo analisar o uso da terra nas áreas de preservação permanente e seus desdobramentos na conservação dos recursos hídricos por meio do índice de conservação da água.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. TURCO, S.H.N; PEREIRA, L.G.R. Água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 69-94.

ANA (Agência Nacional das Águas) Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica Para o Pantanal e Bacia Do Alto Paraguai NA/GEF/PNUMA/OEA: **Programa De Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai**. Síntese Executiva / Agência Nacional de Águas. ANA [et al.]. – Brasília: TDA Desenho & Arte Ltda., 2004.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso: 10 jul. 2016.

BRASIL. RESOLUÇÃO CONAMA, Nº 357, de 17 de março de 2005. **CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**. Disponível em:< <http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 10 out. 2016, v. 28, 2005.

BRASIL. Lei das Águas assegura a disponibilidade do recurso no País. 2010. Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/10/lei-das-aguas-assegura-a-disponibilidade-do-recurso-no-pais>. Acesso: 30 dez. 2016.

CASARIN, R.; DA SILVA NEVES, S. M. A.; NEVES, R. J. Uso da Terra e qualidade da água da Bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara-Mt. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 2, n.1, p. 33-42, 2008.

CASARIN, R. Caracterização dos principais vetores de degradação ambiental da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino. 2007. 169 p. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Geografia) Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

LODO, R. S.; ROSALEN, D. L. Avaliação das áreas de preservação permanente do rio Mogi Guaçu, no município de Pitangueiras – SP. **Nucleus**, v.9, p.123, n.1, abr. 2012.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias hidrográficas: planejamento e gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros- Seção Três Lagoas**, v. 01, n. 07, p. 102-120, 2008.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. D. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. D. S.; NUNES, J. R. D. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.119-128, 2013.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, n. 65, p.197-206, 2004.

SCHWENK, L. M.; CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômicos - ambientais relativos ao avanço do cultivo em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 30, p. 501-511, 2008.

SILVA, A.; SOUZA FILHO, E. E. D.; NEVES, S. M. A. D. S. Erosão marginal e sedimentação no rio Paraguai no município de Cáceres (MT). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 41, n. 1, p. 76-84, 2011.

SINGH, K. P.; BASANT, A.; MALIK, A.; JAIN, G. Artificial neural network modeling of the river water quality - A case study. **Ecological Modelling**, v. 220, n. 6, p. 888-895, 2009.

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. Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez. RIMA, IIE, 2003

VEGA, M., PARDO, R.; BARRADO, E.; DEBÁN, L. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis. **Water research**, v. 32, n. 12, p. 3581-3592, 1998.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública.**, v.27, n.2, p.5-18, 1993.

Avaliação do Índice de qualidade da água na bacia Paraguai/Diamantino - Mato Grosso

Evaluation of the water quality index in the Paraguai

/Diamantino basin - Mato Grosso

[Revista Brasileira de Ciências Ambientais]

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo avaliar a qualidade da água através do uso do Índice de qualidade da água na bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino. As coletas foram realizadas de acordo com as normas da CETESB em quatro períodos sazonais de precipitação. Os resultados mostraram que o Índice de qualidade da água variou entre 57,67 e 90,67 enquadrando-se nas classes razoável e boa. Os períodos com maior precipitação apresentaram quatro pontos com Índice de qualidade da água menor que os demais, esses pontos estão próximos de áreas urbanas e também de pastagem. Os parâmetros que mais influenciaram na alteração do Índice de qualidade da água foram oxigênio dissolvido, Turbidez e coliformes Termotolerantes. A ANOVA aplicada evidenciou que existe diferença entre os Índice de qualidade da água nos períodos estudados ao nível de significância 0,05%. O Teste Tukey indicou que os períodos de chuva e transição 1 se diferem entre si.

Palavras-chave: períodos de precipitação, oxigênio dissolvido, áreas urbanas.

ABSTRACT

This study seeks to evaluate water quality through the use of the water quality index in the Paraguai /Diamantino basin. The collections were performed according to CETESB standards in four seasonal rainfall periods. The results showed that the water quality index ranged from 57.67 to 86.99 complying in the regular and good classes. The periods with the highest rainfall presented four score with water quality index lower than the others, these scores are close to urban areas and also pasture. The parameters that most influenced the alteration of the water quality index were dissolved oxygen, Turbidity and thermotolerant coliforms. The ANOVA applied showed that there was a difference between the water quality index in the rainfalls studied at a significance level of 0.05%. The Tukey test indicated that the periods of rain and transition 1 differ from each other.

Keywords: Rainfall periods, Dissolved oxygen, Urban areas.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água está intrinsecamente ligada ao uso que se faz do solo no seu entorno. As bacias hidrográficas sofrem influência de áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação e refletem as consequências das formas de ocupação do território (LODO; ROSALEN, 2012).

No estado de Mato Grosso o uso do solo reflete a forma como ocorreu a criação de novas áreas urbanas. Num primeiro momento eram formadas pela atividade garimpeira e agropecuária e posteriormente, em função da ampliação da fronteira agrícola, a partir das décadas de 1950 e 1960, com a expansão do agronegócio (OLIVEIRA, 2002; SANTOS, 2012).

Para Silva et al. (2009) uma das características básicas do desenvolvimento do agronegócio no país é a inclusão à cadeia produtiva de novas áreas que apresentam grande fragilidade socioambiental. A implantação dessas atividades requer a retirada da cobertura natural, ocasionando o impacto na biota, visto que a conservação e continuidade da vegetação determinam a existência ou não de habitats para as espécies, além da influência que exerce sobre a conservação dos rios da região, (MMA, 2016).

Para Alves et al. (2009) como consequências destes usos ocorrem a degradação de bacias; o assoreamento dos leitos; redução da oferta de água em qualidade e quantidade; enriquecimento das águas com nutrientes minerais e a contaminação por produtos químicos das águas superficiais e subterrâneas; aumento de conflito no uso de água para irrigação dentre outros.

Deste modo em programas de preservação de recursos hídricos, deve-se considerar a água e o planejamento do uso do solo para que resultem no menor impacto possível sobre a qualidade da água (LODO; ROSALEN, 2012).

Estudos realizados na região da Bacia do Alto Paraguai (BAP) mostram que a presença humana está associada a poluição das águas, degradação dos solos e perda de biodiversidade, provocadas principalmente pelos agroquímicos, manejos agropecuários inadequados, resíduos industriais, mineração e obras de infraestrutura mal planejadas (ANA, 2004).

A bacia Paraguai/Diamantino está inserida nessa importante região hidrográfica, abriga as nascentes do rio Paraguai e afluentes, e proporcionam serviços ambientais que sustentam atividades econômicas na região do planalto, como a

disponibilidade de água para atividades agroindustriais e abastecimento público dos municípios de Diamantino e Alto Paraguai (CALHEIROS; OLIVEIRA, 2010).

Desta forma faz-se necessário o monitoramento da qualidade da água nessa região hidrográfica, uma importante ferramenta para conhecer a condição das águas e o uso de indicadores de qualidade de água, que através de variáveis se correlacionam com as alterações ocorridas na região hidrográfica, sejam de origens antrópicas ou naturais, permitem o conhecimento da situação dos recursos hídricos e seu padrão de comportamento ao longo do espaço e tempo (CARDOSO; MOTA MARQUES, 2006; FINOTTI et al., 2009; TOLEDO; NICOLELLA, 2002).

Martins (2013) destaca que a análise dessas variáveis é importante para ter ideia da influência humana na região, como a expansão das cidades e da fronteira agrícola. Esses parâmetros podem mostrar a influência de novos defensivos usados na agricultura, lançamento de efluentes domésticos e industriais e outras fontes de poluição pontuais e difusas.

De Gênova et al.(2011) destacam o uso do Índice de qualidade da água (IQA) como uma ferramenta de gestão que facilita a interpretação dos dados obtidos de forma abrangente e útil, seja para usos técnicos ou não.

Nesse contexto, o objetivo desta pesquisa é realizar a análise da qualidade da água da Bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino (BHPD) por meio do Índice de qualidade da água (IQA) em quatro períodos de precipitação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A bacia Paraguai/Diamantino, localiza-se entre as serras Tira Sentido, na Província Serrana e Tapirapuã, no Planalto dos Parecis. Possui cerca de 695,00 Km². Está situada no centro norte do estado de Mato Grosso, entre as coordenadas geográficas de 56° 28' 29" e 56° 30' 55" de Latitude Sul e 14° 27' 22" e 14° 22' 55" de longitude Oeste (Figura1).

A BHPD abrange áreas do município de Alto Paraguai que tem como base da economia o Extrativismo mineral (ouro, diamante), agricultura e pecuária elementar. E o município de Diamantino, que pertence a um dos polos mais significativos da produção agrícola do estado de Mato Grosso, região que aparece como modelo da grande cultura mecanizada (DUBREUIL et al., 2005), além da suinocultura, pecuária,

há o turismo e comércio. Juntos esses municípios têm uma população de cerca de 31 mil habitantes (IBGE, 2010).

É formada por 8 sub-bacias cujos principais tributários estão localizados os pontos amostrais: 1 e 7 no Rio Paraguai, 2 Rio Diamantino, 3 Córrego Frei Manoel, 4 Ribeirão Buriti, 5 Córrego Mato Seco, 6 Córrego Macaco, 8 Córrego Amolar e 9 no Ribeirão Melgueira (Figura 1).

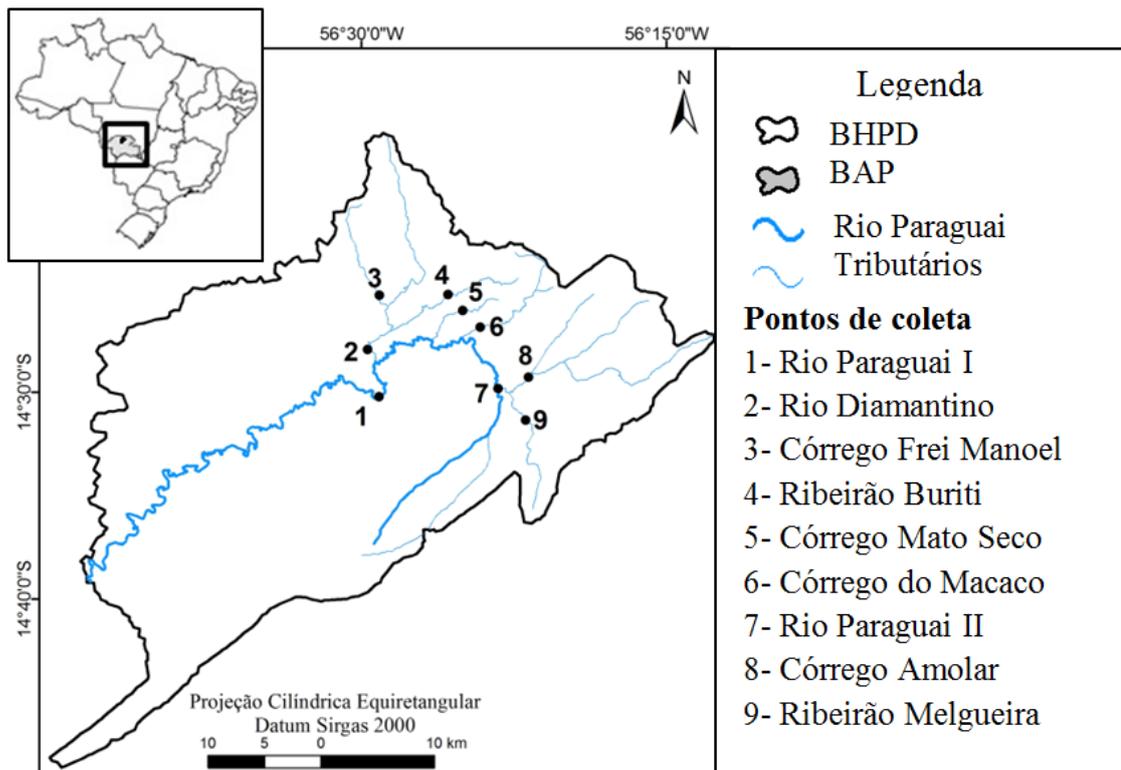


Figura1. Mapa de localização da BHPD

De acordo com Casarin (2007) o relevo desta bacia é composto pela porção plana no planalto dos Parecis, onde estão localizadas as nascentes do rio Paraguai e tributários como Amolar, Macaco e Melgueira, favoráveis às atividades agrícolas mecanizadas e pastagens, a Depressão do rio Paraguai é marcada por extensas áreas de extrativismo mineral, que se estende até as planícies pantaneiras.

A classificação Köppen considera o clima desta região como Aw, quente e úmido, a estação seca ocorre no outono/inverno e a estação chuvosa, na primavera/verão, está presente na região Norte, Médio-Norte, Centro-Sul do estado de Mato Grosso (SOUZA et al., 2013).

Martins et al. (2011) realizaram uma pesquisa sobre a precipitação no arco das nascentes do Rio Paraguai e propôs a existência de quatro períodos sazonais distintos para a região, indicando o índice de precipitação média, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Distribuição sazonal das chuvas e índice de precipitação no arco das nascentes do Rio Paraguai.

PERÍODOS	MESES	IP (%)
Chuvoso	Novembro a Março	74, 4
Transição 1	Abril – Maio	10,74
Seco	Junho a Agosto	2, 58
Transição 2	Setembro – Outubro	12, 34

Fonte: adaptado Martins et al. (2011). Legenda: **IP** = Índice de Precipitação.

Procedimentos metodológicos

A tabela 2 exibe as datas das coletas em quatro campanhas (Tabela 2), justificando-se pela distribuição sazonal das chuvas (MARTINS et. al ,2011). Do tipo simples, de superfície, tomadas de até 0,30 m de profundidade evitando-se os locais estagnados ou próximos às margens; o frasco foi mergulhado com sua boca aberta no sentido contrário à correnteza (Figura 2), a realização e preservação das amostras seguiram as normas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 2011).

Tabela 2. Datas das coletas por período de precipitação.

Período	Datas
Chuvoso	29/02/2016
Transição 1	25/04/2016
Seco	05/06/2006
Transição 2	05/10/2015

Foram realizadas entre as 08h e 12h30min, os pontos de coleta foram registrados por meio do aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS) (Tabela 3). A temperatura da água e do ar foi realizada no momento da coleta com termômetro digital tipo espeto *Incoterm*.

Tabela 3. Localização dos pontos de coleta.

Pontos de Coleta	Coordenadas
P1-Rio Paraguai I	S 14° 30, 212' e W 56° 29, 091'
P2- Rio Diamantino	S 15° 03, 715' e W 57° 10, 698'
P3- Córrego F. Manoel	S 14° 25, 326' e W 56° 29, 104'
P4-Ribeirão Buriti	S 14° 25, 276' e W 56° 25, 178'
P5-Córrego Mato Seco	S 14° 25, 404' e W 56° 5, 38'
P6- Córrego do Macaco	S14° 25, 596' e W 56° 5, 80'
P7- Rio Paraguai II	S 14° 29, 782' e W 56° 3, 35'
P8- Córrego Amolar	S 14° 29, 260' e W 56° 1,745'
P9 – Ribeirão Melgueira	S 14° 31, 312' e W 56° 21, 877'

Fonte: autora.

Em frascos de 500 ml o material foi destinado à análise de coliformes Termotolerantes. Para determinação dos demais parâmetros foram utilizados frascos de 200 ml preenchidos com material do corpo d'água (Figura 2). Para a análise dos parâmetros Nitrogênio total e Fósforo total foram adicionadas 10 gotas de Ácido Sulfúrico 50% no frasco esterilizado. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, à temperatura de 4°C, promovendo seu resfriamento do momento da coleta até sua condução ao laboratório de análises, em um intervalo máximo de 24 horas.



Figura 2. Coleta no P2- Rio Diamantino, no período chuvoso (Fonte: autora).

As amostras foram enviadas ao laboratório de análise, licenciado e credenciado, os métodos de análises utilizados estão de acordo com *Standard Methods for the Examination of Water and Waste water* (APHA, 2005).

Os parâmetros de base do IQA são os correspondentes aos adotados pela CETESB (2009) com seus respectivos pesos: Oxigênio dissolvido -OD (0,17);

Coliformes Termotolerantes- CT(0,15); Demanda bioquímica de oxigênio-DBO (0,10); Temperatura- T(0,10); pH (0,12); Nitrogênio total– NT (0,10); Fósforo total– FT (0,10); Sólidos totais- ST (0,08) e Turbidez- TU(0,08).

O cálculo do IQA foi realizado de acordo com a CETESB. Sendo atribuído os valores correspondentes a cada parâmetro, nas curvas médias da variação da qualidade da água, em função das suas respectivas concentrações, atribuído o peso (w) correspondente em função da sua importância para a conformação da qualidade da água. Os valores do IQA variam de 0 a 100, foi adotada a classificação indicada pela Agência Nacional das Águas para o estado de Mato Grosso (Tabela 4) (BRASIL, 2016).

Tabela 4. Classificação do IQA para o estado de Mato Grosso.

Faixas de IQA	Classes
91-100	Ótima
71-90	Boa
51-70	Razoável
26-50	Ruim
0-25	Péssima

Fonte: Brasil (2016).

A estatística utilizada com a finalidade de verificar se há diferença entre os resultados de IQAs dos quatros períodos analisados, para tal, foi o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov e a ferramenta de Transformação de Johnson, quando não verificado a suposição de normalidade e posteriormente aplicado a Análise de variância com um fator (ANOVA) e Teste de Tukey. Os procedimentos estatísticos foram realizados no Software Minitab 16.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor absoluto do IQA variou entre 57,67 e 90,67 enquadrando-se nas classes razoável e boa (Figura 3).

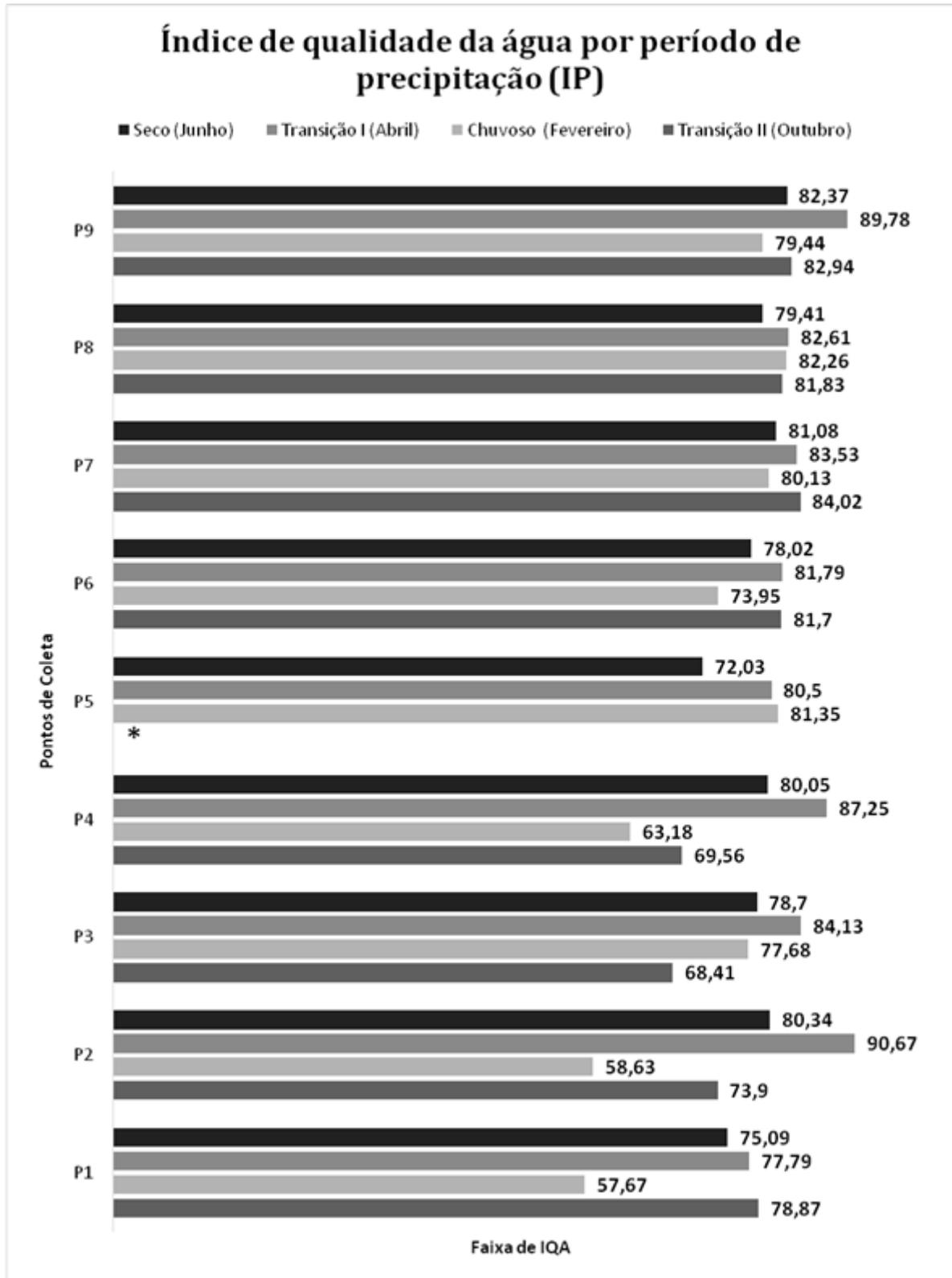


Figura 3. Gráfico dos resultados do IQA por período de precipitação. (*) Córrego intermitente, sem vazão no período de transição 2. P1-Rio Paraguai I, P2- Rio Diamantino, P3- Córrego F. Manoel, P4- Ribeirão Buriti, P5-Córrego Mato Seco, P6- Córrego do Macaco, P7- Rio Paraguai II, P8- Córrego Amolar e P9 – Ribeirão Melgueira.

O período chuvoso destaca-se por apresentar o maior IP (74,4 %) e os menores valores de IQAs, referentes a classe Razoável. O ponto 1- Rio Paraguai (30m), com IQA de 57,67, localiza-se na área urbana do município de Alto Paraguai, é o ponto que recebe toda rede de drenagem da BHPD; o ponto 2- Rio Diamantino, com IQA de 58,63 fica a jusante da cidade de Diamantino e o ponto 4 - Córrego Buriti, IQA de 63,18, também está próximo a área urbana de Diamantino.

A influência das áreas urbanas sobre o índice nesse período de maior precipitação, para Dalarmi (1995) a maior ameaça à qualidade da água dos corpos hídricos encontra-se na expansão urbana sobre suas bacias. De acordo Santos (2013) o aumento populacional exerce influência direta sobre os corpos d'água, devido a compactação do solo, retirada da vegetação, aumento do lançamento de lixo, esgoto e a localização de aterros sanitários.

Resultados semelhantes foram encontrados por Martins (2013) em seu estudo que evidenciou valores menores de IQA no período chuvoso, ele atribuiu esse resultado ao fato da precipitação ser responsável pelo carreamento de matéria orgânica e deposição nos mananciais. Para Vasco et al. (2011) o escoamento superficial é a principal fonte de poluição nos corpos hídricos. A ocorrência de maior precipitação provocou alterações em alguns dos parâmetros que compõem o IQA.

Nesses 3 pontos a Turbidez estava acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357/005 para classe 1 (Tabela 5), o aumento desse parâmetro está associado a despejos domésticos, e embora não represente inconvenientes sanitários diretos, pode servir de abrigo a microrganismos patogênicos (VON SPERLING, 2005). Outro fator influenciador são os processos erosivos, apontados na região por Casarin (2007) como produto do extrativismo mineral, que foi a base da economia regional por muito tempo e ainda hoje permanecem vestígios das escavações.

Tabela 5. Limites do CONAMA 357/05 para Turbidez.

Classes	Limite em (UNT)	Valor por ponto (UNT)
1	40	P1- 266
2	100	P2- 131
3	100	P4- 236

UNT: unidades nefelométrica de turbidez.

Os pontos 1 e 2 também demonstraram, nesse período, valores mais elevados de Coliformes Termotolerantes que nas demais campanhas, influenciando no baixo

valor de IQA, visto que seu peso é o segundo maior no cálculo desse índice (0,15). De acordo com Vasconcelos e Serafini (2002) a correlação positiva entre precipitação pluviométrica e índice de Coliformes Termotolerantes acontece pelo arraste das excretas humanas e animais que são levados para dentro do canal do córrego, elevando a presença deste componente nos rios.

Outro motivo seria a contaminação nesses pontos ocorre devido a presença de fossas e esgoto, acúmulo e deposição de lixo de diversas naturezas, da área urbana dessa forma afetando a qualidade da água (SILVA; UENO, 2008).

O período de transição 2 acumula o segundo maior IP (12,34%) quando volta a ocorrer as primeiras chuvas na região (MARTINS et al., 2011). Apresentou dois pontos com baixos valores de IQAs, incluídos na classe Razoável. O ponto 3 - Córrego Frei Manoel, com IQA de 68,41 está sob influência de áreas de pastagem, além de ser usado como balneário pela população de Diamantino. E novamente o ponto 4 – Ribeirão Buriti, com IQA de 69,56.

Nesse período foram registradas as maiores Temperaturas em relação às demais campanhas de coleta. As variações desse parâmetro são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, sofre influência de fatores como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (CETESB, 2009).

No ponto 3 o valor do IQA, menor do que as demais campanhas, deu-se por influência do parâmetro Oxigênio Dissolvido, a redução desse componente tem relação com a elevação da Temperatura, que gera o aumento da taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminui a solubilidade dos gases, como Oxigênio dissolvido (VON SPERLING, 2005). A proximidade com áreas de pastagem, que geralmente apresentam processo erosivos pelo pisoteio do gado, resulta no aumento do escoamento superficial da água e transporte de sedimentos, o que resultou na alta concentração dos sólidos totais observados nesse ponto, excedendo o previsto pela Resolução CONAMA 357/005 para todas as classes (SANTOS, 2012).

De acordo com Martinelli et al. (2002) a concentração de OD decresce na época de cheia devido a maior quantidade de sólidos em suspensão o que influencia na entrada de luz, levando ao decréscimo da concentração de oxigênio dissolvido.

Estudos realizados por Lorenzon (2016), em uma subunidade da BAP na bacia do rio Cabaçal, também constatou correlação da precipitação sobre o IQA, atribuindo ao aumento dos parâmetros turbidez e Oxigênio Dissolvido.

Apesar dessas constatações resultados diferentes foram encontrados por Leitão et al. (2015) que obtiveram os maiores valores de IQA no período considerado chuvoso, em estudos realizados em áreas de preservação permanente, ele atribuiu esses resultados à capacidade de diluição do rio aumentar nesse período, além do fato da mata ciliar proporcionar a proteção necessária para evitar arraste superficial de material para os cursos de água.

Esse episódio pode explicar porque os pontos 7, 8 e 9 não demonstraram alteração de categoria, apesar dessa área apresentar atividade agrícola, foi constatada a existência de áreas de preservação permanente (APP) que podem evitar maiores interferências na qualidade da água como prevista na Lei Federal 12.651/2012, resultando em uma maior proteção do corpo d'água (BRASIL, 2012), diferente do que ocorre em áreas mais próximas da zona urbana.

Uma questão importante a ser considerada sobre o IQA é que embora tenha sido desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta, visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento (BRASIL, 2016), os parâmetros utilizados no cálculo desse índice em sua maioria são indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos, com observado no ponto 1. Porém o índice não considera vários parâmetros importantes para o abastecimento público, por exemplo substâncias tóxicas como pesticidas, o que poderia existir no ponto 7, que está sob influência de áreas agrícolas.

O rio Paraguai já apresentava degradação pelos garimpos nos rios e o seu entorno verdadeiros depósitos de lixos e resíduos, as escavações e os sedimentos deixaram severas cicatrizes na área, como descrito por Casarin (2007).

Nos demais períodos de precipitação, seco e transição 1, com IP de 2,58 e 10,54 respectivamente, os IQAs obtidos foram maiores em todos os pontos, enquadrando-se na classe Boa.

A Análise de Variância (ANOVA) com um fator pode demonstrar se há diferença estatística entre os resultados do IQAs nos períodos analisados. O resultado confirmou que diferem ao nível de significância ($\alpha = 0,05$), pelo método de Tukey foi observado que estatisticamente os períodos que diferem entre si são: Transição 1 e Chuvoso (Tabela 5).

Tabela 5. Resultado da Anova com um fator e Teste de Tukey.

Fator	Média	Agrupamento
Transição1	0,882	A
Transição 2	-0,011	A B
Seco	-0,119	AB
Chuvoso	-0,586	B

Os resultados encontrados podem se traduzir em propostas de ações concretas que venham mitigar os efeitos da utilização indiscriminada dos recursos hídricos, procurando estabelecer o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico, social e a conservação ambiental (PESSOA, 2010).

4. CONCLUSÃO

A qualidade da água na BHPD foi classificada como Boa e Razoável, com predominância da classe Boa, foram detectadas variações espaciais entre os pontos de coleta, com redução da qualidade da água nos pontos localizados a jusante da bacia, principalmente nos pontos mais próximos as áreas urbanas.

Os parâmetros responsáveis pela alteração do IQA foram: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes e turbidez, principalmente nos períodos com maior IP, chuvoso e transição1, associados ao lançamento de efluentes domésticos.

Embora a qualidade da água seja aceitável para abastecimento público, a adoção de medidas que colaborem para manutenção da qualidade atual é fundamental para que futuramente não exceda o estabelecido pela legislação vigente e traga prejuízos para região, poluição desenfreada por despejos domésticos e esgoto, contaminação diversa e que por fim levem escassez desse recurso que é finito.

Sugere-se que as avaliações sejam realizadas periodicamente, para melhor compreender a dinâmica da água dessa região hidrográfica e análise da cobertura do uso do solo, através do uso da geotecnologias para gerar informações que subsidiem discussões sobre as alterações identificadas nos parâmetros analisados.

5. REFERÊNCIAS

ALVES, É. C. R.; DE OLIVEIRA SILVINO, A. N.; DE ANDRADE, N. L. R.; SILVEIRA, A. Gestão dos recursos hídricos no Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 14, n. 3, p. 69-80, 2009.

ANA (Agência Nacional das Águas) Implementação de Práticas de Gerenciamento Integrado de Bacia Hidrográfica para o Pantanal e Bacia do Alto Paraguai ANA/GEF/PNUMA/OEA: Programa de Ações Estratégicas para o Gerenciamento Integrado do Pantanal e Bacia do Alto Paraguai: Relatório Final/Agência Nacional de Águas – ANA ... [et al.]. – Brasília: TODA Desenho& Arte Ltda., 2004.

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. New York: American Public Health Association(2005).

BRASIL. Agência Nacional das Águas (ANA). **Indicadores de qualidade** - índice de qualidade das águas (IQA)(2016) Disponível em:<
<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em 20 jul. 2016.

BRASIL. Código Florestal. Lei Federal nº 12.651, de 25 de Maio 2012: **Presidência da República do Brasil**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 20 nov. 2016.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. O rio Paraguai e sua planície de inundação o Pantanal Mato-grossense. **Ciência & Ambiente**, v. 41, p. 113-130, 2010.

CARDOSO, L. S.; MOTTA MARQUES, D. M. L.; Relações do Índice de Qualidade de Água (IQA) com a Variação Temporal e Espacial da Comunidade zooplanctônica do Sistema Lagunar de Tramandaí (Litoral Norte do Rio Grande do Sul - RS Brasil). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.11, n.2, p.123-134, 2006.

CASARIN, R. Caracterização dos principais vetores de degradação ambiental da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino. 2007, 188 p. Tese (Doutorado em

Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

CETESB. Companhia de Tecnologia Ambiental do estado de São Paulo.

Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. 44p. (Série Relatórios) 2009.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2011). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras.** São Paulo, SP.

http://www.clean.com.br/downloads/Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf. Acesso em: 03 jul. 2016.

DALARMI, O. Utilização futura dos recursos hídricos da Região Metropolitana de Curitiba. **Sanare**, Curitiba, v.4 n.4, p.31-43, 1995.

DE GÊNOVA CAMPOS, K. B.; RAMIRES, I.; DE PAULA, S. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos de quatro córregos na região de Caarapó-MS. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 2, p. p. 77-92, 2011.

DUBREUIL, V.; BARIOU, R.; PASSOS, M.; FERRAND, R.; NÉDÉLEC, V. Evolução da fronteira agrícola no centro-oeste de mato grosso: municípios de Tangará da Serra, Campo Novo do Parecis e Diamantino. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 22, n. 2, p. 463-478, 2005.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013.

FINOTTI, R.F., FINKLER, R., SILVA M. D´A., CEMIN, G. Gestão e Tecnologias Ambientais: **Monitoramento de recursos hídricos em áreas urbanas.** Caxias do Sul, RS: Educs, p. 272, 2009.

I. B. G. E. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. **Fornecido em meio eletrônico:** <[www. ibge. gov. br/home/estatistica/populacao/censo2010/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/)> Acessado em: 10 dez. 2016.v. 20, n. 03, 2010.

LEITÃO, V. D. S.; CUBA, R. M. F.; SANTOS, L. D. P. S.; NETO, A. S. S Utilização do índice de qualidade de água (IQA) para monitoramento da qualidade de água em uma área de preservação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 794-803, 2015.

LODO, R. S.; ROSALEN, D. L. Avaliação das áreas de preservação permanente do rio Mogi Guaçu, no município de Pitangueiras – SP. **Nucleus**, v.9, p-123, n.1, abr. 2012.

LORENZON, T. H. Dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na qualidade da água e no solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil. 2016. 134p. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) – Universidade do Estado de Mato Grosso. Tangará da Serra, 2016.

MARTINELLI, L. A.; SILVA, A. M. D.; CAMARGO, P. B. D.; MORETTI, L. R., TOMAZELLI, A. C.; SILVA, D. M. L. D.; ... SALOMÃO, M. S. Levantamento das cargas orgânicas lançadas nos rios do Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2002.

MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E., MAGNANI, E. B. Z.; OLIVEIRA, K. C. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do Rio Paraguai. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 26, n. 4, p. 639-647, 2011.

MARTINS, R. Análise espaço-sazonal das características limnológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda. 2013. 31 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2013.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, **Biomass**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomass>>. Acesso em 10 dez. 2016.

OLIVEIRA, A. A. Análise dos impactos das políticas de desenvolvimento regional na bacia do Alto Paraguai. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, vol. 6, núm. 3, pp. 13-37, 2002.

PESSOA, M. A. R. IQAFAL – **Índice FUZZY de Qualidade de Água para Ambiente Lótico**. 2010, 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2010.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. D. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. D. S.; NUNES, J. R. D. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.119-128, 2013.

SANTOS, F. R. **Qualidade da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí, Estado do Paraná, a Partir da Utilização de Parâmetros Físico, Químicos e Microbiológicos**. .46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

SANTOS, R. S. Fronteira Agrícola, Força de Trabalho e o Processo de Urbanização em Mato Grosso. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 43, 2012.

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do Rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. **Revista Biociências**, v. 14, n. 1, 2008.

SILVA, L. G. T.; VENTURIERI, A.; HOMMA, A. K. O. A dinâmica do agronegócio e seus impactos socioambientais na Amazônia brasileira. **Novos Cadernos**, v. 11, n. 2, 2009.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, 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.

DO VASCO, N. A.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; CARLOS, L. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, 6 (1): 118-130, 2011.

VASCONCELOS, S. M.S.; SERAFINI, Á. B. Ocorrência de indicadores de poluição no Rio Meia Ponte e Ribeirão João Leite, Goiás: coliformes totais e fecais. **Rev. patol. trop**, v. 31, n. 2, p. 175-193, 2002.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 2005.3.ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia Sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

**Conservação das áreas de preservação permanente da bacia
Paraguai/Diamantino – Mato Grosso**

**Conservation of the Permanent Preservation Areas of the Paraguai/Diamantino
Basin – Mato Grosso**

[Revista Ambiente & Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science]

RESUMO

Este estudo tem por objetivo avaliar a conservação da água e áreas de proteção permanente na Bacia Paraguai/Diamantino. Foram realizadas coletas de água nos períodos de chuva e seca, seguindo as normas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Para a análise do uso e cobertura da terra foram adquiridas imagens do satélite RapidEye, confeccionado o mosaico e recortada a área da bacia através da extensão *shapefile*. Adotou-se as classes: vegetação, água solo exposto e vegetação e criação dos buffers de acordo com a largura dos rios. Os resultados mostram que a maioria das subunidades apresenta nível Alto na classificação do índice. Houve influência da precipitação na redução da qualidade da água, porém sem alterar a classificação que manteve-se elevada. A subunidade do rio Paraguai II (50m) apresentou apenas 64,87 % de vegetação enquanto o ribeirão Melgueira, 93,2 %, de áreas preservada.

Palavras- chave: Índice de qualidade da água, geotecnologias, recursos hídricos.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the water conservation and areas of permanent protection in the Paraguai/Diamantino Basin. It was performed collections during rainy and drought seasons, following Environmental Sanitation Technology Company standards. For the analysis of the using and cover of the land, images were acquired from the RapidEye satellite; it was made a mosaic and cropped the area of the basin by the shapefile extension. It was adopted classes: vegetation, exposed soil water, vegetation, and creation of the buffers according to the width of the rivers. The result indicated that most subunits presents high level of index classification. There was influence of the rainfall that led to the reduction of the water quality, but without altering the classification that remained high. The subunit of the Paraguay River II (50m) presented only 64, 87% of vegetation while the Melgueira riverside, 93.2%, of preserved areas.

Key words: water quality index, geotechnologies, hydric resources.

1. INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica compreende diversos afluentes que convergem para um curso principal (Moura et al, 2010) e recebe a influência da região que drena, como interferências naturais e antrópicas que ocorrem na sua área tais como: topografia, vegetação, clima, uso e ocupação etc. (Cazula e Mirandola, 2010). São consideradas unidades básicas de planejamento para a conservação, caracterização e avaliação ambiental (Nascimento e Vilaça, 2008).

Em programas de preservação de recursos hídricos, deve-se considerar o todo (água e solo), de modo que o uso destes resultem no menor impacto possível sobre a qualidade da água. Desta forma, “o planejamento do uso e da ocupação do solo numa bacia hidrográfica é altamente recomendado para a manutenção da qualidade dos recursos hídricos” (Lodo e Rosalen, 2012; Porto; Porto, 2008).

As bacias hidrográficas são fundamentais para a manutenção da vida, a conservação dessa água depende da conservação dos outros recursos naturais existentes no entorno do sistema (Yassuda, 1993; Pinto et al., 2004). No Brasil destaca-se o Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651/2012 (Brasil, 2012) que determina a proteção das áreas de preservação permanente (APPs). No estado de Mato Grosso o programa de Regularização Ambiental, o MT Legal, pela Lei Complementar nº 343/2008 colaborando de forma significativa ao beneficiar os donos de terras, ao regularizar sua propriedade, através da troca das multas em APPs com serviços de recuperação ambiental (Mato Grosso, 2008).

A criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), também está inserido nessa perspectiva como ferramenta para conservação das APPs, criado em 2009 e incorporado a partir de 2012 ao panorama nacional através da publicação do Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012). De acordo com Lorenzon (2016, p.78) o CAR “apresenta-se como uma inovação na intervenção aos litígios de terra e no desmatamento desenfreado no Estado garantindo a atuação legal em prol da conservação ambiental”.

A importância dessas áreas como atuante regulador do escoamento fluvial e, por conseguinte, das cheias, a fim de preservar as condições sanitárias, tendo em vista o desenvolvimento da vida humana, garante que as APPs devem ser mantidas com suas características originais, reconhecidas como imprescindíveis para a conservação das bacias hidrográficas e, por efeito da vida humana e seu desenvolvimento pleno (Barcelos et al., 1995).

Mesmo diante desses regulamentos apresentados Alarcon et al. (2010) afirmam que existe uma baixa efetividade da aplicação na prática para a conservação ambiental. Principalmente pelo fato da fiscalização exibir problemas estruturais, como por exemplo: falta de capacitação e aparelhamento, a não integração efetiva entre os órgãos gestores das políticas de meio ambiente, os órgãos de extensão rural e o ministério público na implementação das leis.

Estudos que avaliam a conservação das APPs são importantes pois seus resultados podem subsidiar a adoção de medidas que influenciam no cumprimento das determinações legais estabelecidas e auxiliar projetos que busquem reestabelecer ambientes perturbados em decorrência da retirada da vegetação ripária.

A adoção de ferramentas como as geotecnologias proporcionam reconhecimento satisfatório das características ambientais, reforçando medidas para o gerenciamento dos recursos naturais, promovendo entre outras ações a avaliação histórica do desmatamento, por exemplo, além de permitir gerar, manipular, analisar e integrar informações espaciais, auxiliam no processo de tomada de decisão e orientação de políticas públicas que visem a conservação ambiental (Martins; Silva, 2007; Guimarães, 1999).

Diante do exposto esse trabalho tem como objetivo aplicar o Índice de conservação da água, nos principais afluentes da bacia Paraguai/Diamantino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A bacia Paraguai/Diamantino localiza-se entre as serras Tira Sentido, na Província Serrana e Tapirapuã, no Planalto dos Parecis. Possui cerca de 695,00 Km². Está situada no centro norte do estado de Mato Grosso, entre as coordenadas geográficas de 56° 28' 29" e 56° 30' 55" de Latitude Sul e 14° 27' 22" e 14° 22' 55" de longitude Oeste

É formada por 8 sub-bacias em cujos principais tributários estão localizados os pontos amostrais: 1 e 7 no Rio Paraguai, 2 no Rio Diamantino, 3 Córrego Frei Manoel, 4 Ribeirão Buriti, 5 Córrego Mato Seco, 6 Córrego Macaco, 8 Córrego Amolar e 9 Ribeirão Melgueira (Figura1).

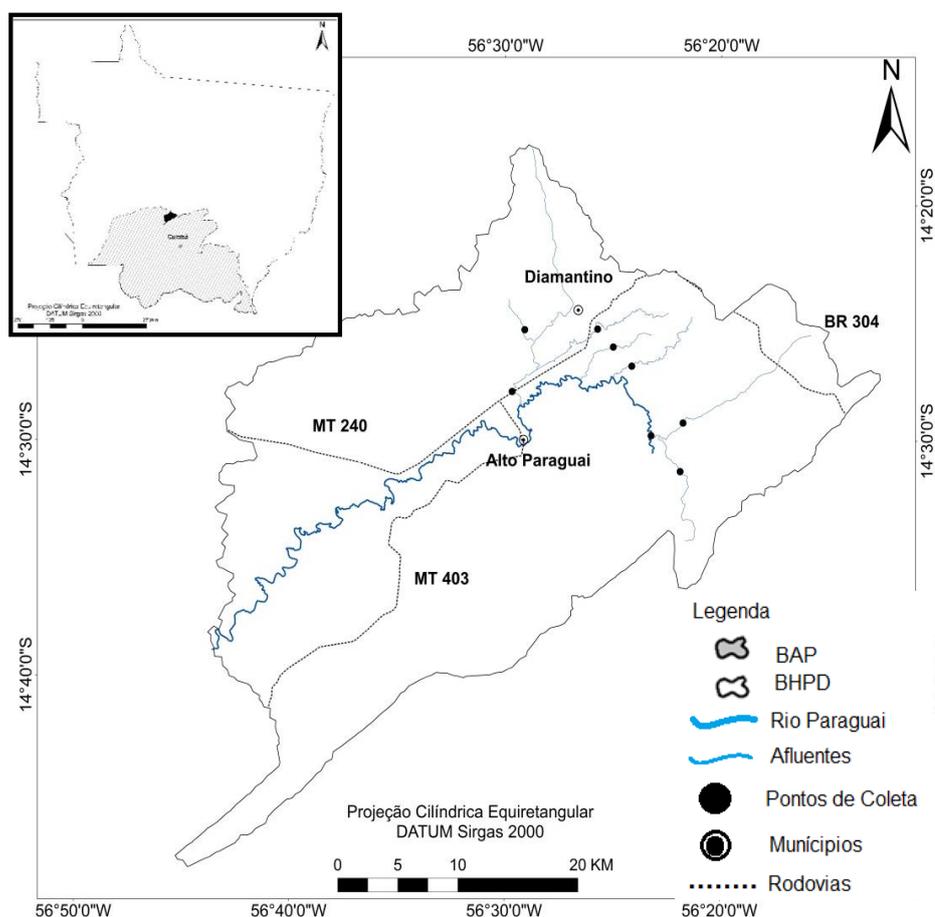


Figura1. Mapa de localização da BHPD.

A BHPD está inserida nos municípios de Alto Paraguai e Diamantino, abriga uma população de aproximadamente 31 mil habitantes, as principais atividades econômicas são agropecuária, extrativismo mineral e suinocultura (Ibge, 2010).

De acordo com Casarin (2007) o relevo desta bacia é composto pela porção plana no planalto dos Parecis, favorável às atividades agrícolas mecanizadas e pastagens, e a Depressão do rio Paraguai com extensas áreas de extrativismo mineral, que se estende até as planícies pantaneiras.

Köppen classifica o clima desta região como Aw, clima quente e úmido, a estação seca ocorre no outono/inverno e a estação chuvosa, primavera/verão, está presente na região Norte, Médio-Norte, Centro-Sul do estado de Mato Grosso (Souza et al, 2013).

Sua localização contempla as nascentes do Rio Paraguai, é considerada como “um campo dispersor de fluxos, conseqüentemente, o efeito da degradação ambiental nesta área se estenderá ao longo da bacia”, exercendo influência direta nas planícies do Pantanal (Casarin e Santos, 2005, p.2).

2.2 Procedimentos Metodológicos

Foram realizadas visitas a área de estudo em duas campanhas nos meses de outubro/2015 e fevereiro/2016 para a coleta de água, registros fotográficos dos tipos de uso e cobertura da terra na região e coleta de Pontos de Controle Terrestre (PCTs) para subsidiar a classificação das imagens de satélite.

Para a análise do uso e cobertura da terra foram adquiridas imagens do satélite RapidEye, com resolução espacial de 5 metros, disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente(MMA). Para compor o mosaico de imagens RapidEye foram adquiridas 10 cenas dos anos de 2013 e 2014, cobrindo toda a BHPD. O recorte da área de estudo foi realizado através da importação da máscara da BHPD na extensão *shapefile*.

A classificação dos buffers, foi realizada no software ArcGis, versão 10.1 (Esri, 2012) pelo algoritmo de Classificação supervisionada (Máxima Verossimilhança) visto o conhecimento da área de estudo. Por meio da observação da imagem, da metodologia proposta pelo manual técnico de uso da terra (Ibge, 2006) e manual técnico da vegetação brasileira (Martins; Cavararo, 2012), além da vegetação natural foram nomeadas as classes, água, solo exposto e pastagem.

Para delimitação das larguras das matas ciliares adotou-se os limites definidos pelo Código Florestal Brasileiro nº12.651/2012 (Brasil, 2012), as APPs dos tributários da bacia foram definidas pela largura dos cursos d'água, que variou de 30

a 50m. A criação dos *buffers* foi realizada com o auxílio do software ArcGis, versão 10.1, por meio da ferramenta *Analyst Tools*, inseridas as larguras de cada canal através da ferramenta *measure* disponível no ArcGis, o produto final foram os *buffers* das APPs.

Foram gerados *buffers* de oito afluentes, mas devido as características do rio Paraguai optou-se por realizar duas larguras de buffers no seu leito, um para largura de 30 metros (I) e outro para 50 metros (II), onde estão os dois pontos de coleta, próximo a cabeceira e outro no exultório da bacia.

As coletas foram do tipo simples, de superfície, tomadas em até 0,30m de profundidade, evitando às margens. O frasco foi imerso com sua boca aberta no sentido contrário à correnteza. As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, durante sua condução ao laboratório de análise. A realização das coletas e a preservação das amostras seguiram as normas da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb, 2011).

O Índice de Conservação da Água (ICA) adotado nessa pesquisa segue metodologia descrita por Lorenzon et al. (2015), modificado de Vieira et al. (2013).

O cálculo do ICA consiste em duas etapas: na primeira foi realizada a implementação da fórmula:

$$CCA = (IQA/100) + CMC)/2$$

onde:

CCA = Coeficiente de Conservação da Água; IQA= Índice de Qualidade da água; CMC= Coeficiente de Mata Ciliar; sendo que: 1, se $SMC_{ex} > SMC_{leg}$ ou $SMC_{ex}/SMC_{leg} = 1$ (SMC_{ex} = Superfície de Mata Ciliar existente; SMC_{leg} = Superfície de Mata Ciliar especificada na Legislação).

Situações onde não ocorra a situação apresentada anteriormente fez-se uso dos quartis em que os coeficientes foram definidos, considerando a subdivisão da largura mínima das APPs exigida no Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651/2012, conforme segue: Péssimo – 0 (0 – 25); Regular – 0,5 (25 –50); Bom – 0,75 (50 – 75); Ótimo – 1 (75 – 100).

A classificação do IQA adotada no ICA segue a definida pela Agência Nacional das Águas (Brasil, 2016) para o estado de Mato Grosso.

Posteriormente passou-se à execução do cálculo para cada subunidade (CCAsb) (ponto de coleta) divididos pelo valor do coeficiente (CCAb), gerado pelo somatório dos coeficientes da bacia.

$$ICA = \left(\frac{CCAsb}{CCAb} \right) * 100$$

onde: ICA = Índice de Conservação da Água; CCAsb= Coeficiente de Conservação da Água da sub-bacia; CCAb= Coeficiente de Conservação da Água da bacia calculada para todas as subunidades da bacia.

Os valores de ICA obtidos para cada uma das subunidades foram ranqueados, obedecendo-se a escala de 1ª a 5ª colocação, pois neste caso na BHC há cinco subunidades, classificadas nos seguintes intervalos: 0-5 (Baixo), 5-10 (médio) e >10 (Alto).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a lei determine que 100% das APPs sejam conservadas, os resultados mostraram que nas oito subunidades da bacia havia pelo menos uma das classes de uso da terra que não são permitidas nessa área, como mostra a figura 1.

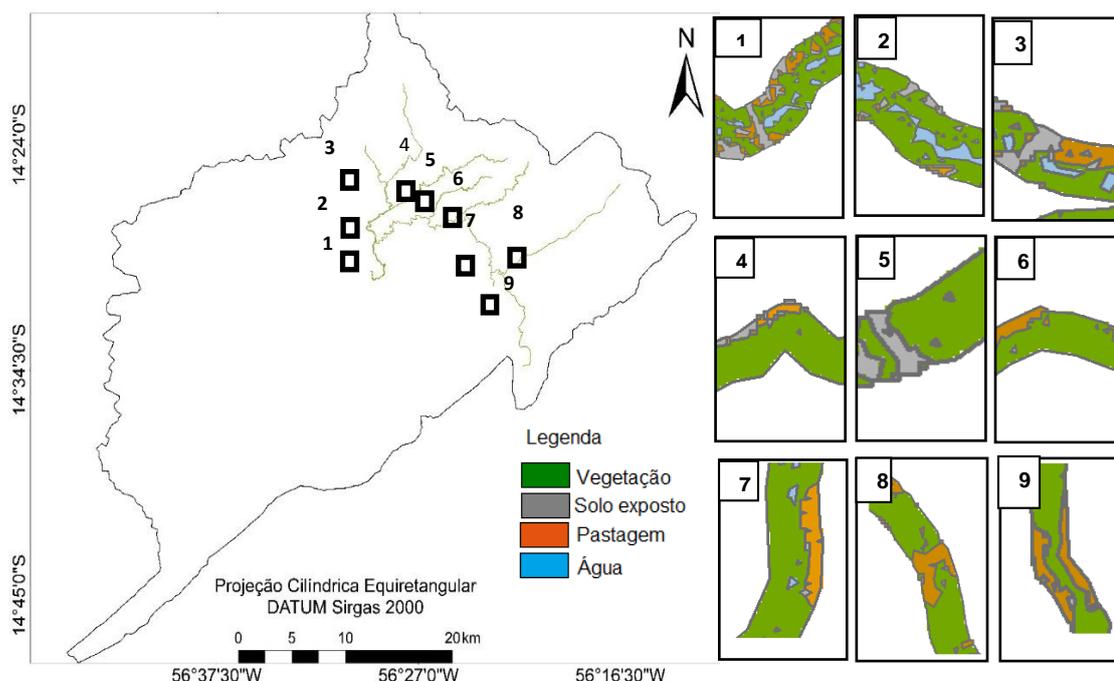


Figura 2. Classificação da Bacia Hidrográfica Paraguaia Diamantino.

A subunidade do Ribeirão Melgueira foi o que apresentou o maior percentual de APPs (93,2 %) de sua área total, em contrapartida o Rio Paraguai II (50m) teve a menor área de APPs (64,87 %) (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem das classes mapeadas nas APPs nas 9 subunidades da BHPD.

Pontos de Coleta	Classes (%)			
	Vegetação	Solo exposto	Água	Pastagem
[1] Rio Paraguai I (30m)	81,36	2,00	9,98	6,66
[2] Rio Diamantino	78,74	6,21	13,42	1,63
[3] Córrego Frei Manoel	81,01	2,94	8,11	7,94
[4] Ribeirão Buriti	82,96	8,73	0,02	8,29
[5] Córrego Mato Seco	92,92	7,08	0,00	0,00
[6] Córrego do Macaco	81,70	2,65	0,00	15,65
[7] Rio Paraguai II (50 m)	64,87	3,79	16,09	15,26
[8] Córrego Amolar	77,24	9,70	5,22	7,84
[9] Ribeirão Melgueira	93,28	1,54	0,00	5,18

A classe pastagem teve maior representatividade das classes em desacordo com a lei, é o caso da subunidade do Córrego do Macaco que apresenta 15,65 % de sua área total de pastagem.

Outros trabalhos realizados em subunidades da BAP obtiveram resultados semelhantes a esses, como Pessoa et al. (2013) e Serigato (2006) na Interbacia do Rio Paraguai médio e bacia do rio Sepotuba, que identificaram APPs sendo substituídas por pastagem. Casarin e Santos (2005) descreveram que na região das nascentes do rio Paraguai haviam áreas de pastagem cultivadas ao longo dos cursos d'água, além de barragens para represar a água para dessedentação do gado.

Santos (2006) menciona que pastagem nas APPs levam a compactação do solo por meio do pisoteamento do gado, inibindo assim a regeneração natural. Essa compactação diminui o poder de infiltração da água em regiões mais profundas, desencadeando processos erosivos e risco de inundações mais intensas. Soares (2008) afirma que a pecuária também pode desenvolver outras maneiras de degradação ambiental, como o assoreamento dos rios e a perda da biodiversidade da flora e da fauna na região de ampliação da atividade.

Gouveia et al. (2015) constataram na bacia do rio Queima-pé a fragmentação de APPs, com predominância de áreas antrópicas, que tiveram origem junto a ocupação da região para incremento de áreas de pastagem para fins econômicos.

A classe solo exposto, em sua maioria, deu-se pela presença de área urbana das cidades de Alto Paraguai e Diamantino e áreas de agricultura, na região de planalto, onde são encontradas grandes áreas de cultivo, essa região faz parte de um dos grandes polos de agricultura do estado de Mato Grosso, no Planalto do Parecis devido às características de relevo que propiciam essa atividade. Na planície estão as regiões de extrativismo mineral, atividade que faz parte do início da colonização dessa região, atualmente é possível observar vestígios dessa prática na região (Casarin, 2007).

A agricultura e a pecuária são as atividades antrópicas que mais comprometem a bacia, suas implicações ocasionam declínio na qualidade ambiental dos rios e uma redução da integridade ambiental da bacia (Santos et al., 2015)

Segundo Merten e Minella (2012) os poluentes resultantes do deflúvio superficial agrícola são constituídos de sedimentos, nutrientes, agroquímicos e dejetos animais. Embora não se tenha quantificado o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos, é certo que a atividade agropecuária conduz uma importante função na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador, e que a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo da bacia hidrográfica em questão.

A classe água, embora não seja preditora de interferência na conservação das APPs, foi detectada de forma bem reduzida e em algumas subunidades nem foi contabilizada, pois os rios que compõe essa bacia são de pouca largura, assim como a cobertura da vegetação marginal impedindo sua visualização, a maior área com água representada, como esperado, foi no rio Paraguai II (50m) com 16,9 %.

Os ICAs referentes ao período de seca em sua maioria tiveram seu CMC 1 (Ótimo) considerado Alto sua classificação, apenas o rio Paraguai II (50m) apresentou menor CMC de 0,75 (Bom), ficando no patamar Médio de classificação do índice (ICA) (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado do ICA no período de seca.

Tributário	IQA	Class_IQA	Estado da Mata Ciliar	CMC	CCAsb	ICA	Interpretação	Ranque
[1] Paraguai I (30m)	75,09	Boa	Ótimo	1	0,8755	11,0670	Alto	3
[2] Diamantino	80,34	Boa	Ótimo	1	0,9017	11,3988	Alto	8
[3] Frei Manoel	78,7	Boa	Ótimo	1	0,8935	11,2952	Alto	5
[4] Buriti	80,05	Boa	Ótimo	1	0,9003	11,3805	Alto	7
[5] Mata Seca	72,03	Boa	Ótimo	1	0,8602	10,8736	Alto	2
[6] Macaco	78,02	Boa	Ótimo	1	0,8901	11,2522	Alto	4
[7] Paraguai II (50m)	81,08	Boa	Bom	0,75	0,7804	9,8654	Médio	1
[8] Amolar	79,41	Boa	Ótimo	1	0,8971	11,3401	Alto	6
[9] Melgueira	82,37	Boa	Ótimo	1	0,9119	11,5272	Alto	9

CCA = Coeficiente de Conservação da Água; IQA= Índice de Qualidade da água; CMC= Coeficiente de Mata Ciliar; ICA = Índice de Conservação da Água; CCAsb= Coeficiente de Conservação da Água da sub-bacia.

No período de chuva embora os resultados da qualidade da água (IQA) apresentaram redução em relação ao período de seca em três subunidades (Paraguai I 30m; rio Diamantino e Buriti) houve uma semelhança dos ICAs, devido a inclusão do rio Paraguai II (50m) para grau Alto de classificação do ICA (Tabela 3). Essa alteração condiz com a melhora da qualidade da água nesse rio. Esse fato é possível pela capacidade de autodepuração aumentar, mesmo que haja uma deposição maior de sedimentos, de origem antrópica ou não, devido a redução da vegetação e maior precipitação nesse período, ao contrário do período de seca onde a rio não mantém essa capacidade de diluição.

Tabela 3. Resultado do ICA no período de chuva.

Tributário	IQA	Classes IQA	Estado da Mata Ciliar	CMC	CCAs	ICA	Interpretação	Ranque
[1] Paraguai I(30m)	57,67	Razoável	Ótimo	1	0,7884	10,3100	Alto	2
[2] Diamantino	58,63	Razoável	Ótimo	1	0,7932	10,3728	Alto	3
[3] Frei Manoel	77,68	Boa	Ótimo	1	0,8884	11,6185	Alto	6
[4] Buriti	63,18	Razoável	Ótimo	1	0,8159	10,6703	Alto	4
[5] Mata Seca	81,35	Boa	Ótimo	1	0,9068	11,8584	Alto	8
[6] Macaco	73,95	Boa	Ótimo	1	0,8698	11,3746	Alto	5
[7] Paraguai II (50m)	80,13	Boa	Bom	0,75	0,7757	10,1439	Médio	1
[8] Amolar	82,26	Boa	Ótimo	1	0,9113	11,9179	Alto	9
[9] Melgueira	79,44	Boa	Ótimo	1	0,8972	11,7335	Alto	7

CCA = Coeficiente de Conservação da Água; IQA= Índice de Qualidade da água; CMC= Coeficiente de Mata Ciliar; ICA = Índice de Conservação da Água; CCAsb= Coeficiente de Conservação da Água da sub-bacia.

O ranque na Tabela 3 do período de chuva indica alteração de todos os leitos, exceto no rio Paraguai II (50m), mesmo melhorando sua qualidade da água (IQA) permaneceu com o menor resultado do ICA. Os pontos que evidenciaram redução no IQA do período de chuva estão localizados próximos às áreas urbanas e corroboram com estudo de Souza et al. (2012), mencionam que a alteração na cobertura vegetal ocorre de forma mais dinâmica na região onde a malha hídrica é mais extensa e apresenta maior área de ocupação humana e dessa forma recebe mais intensamente ações adversas da ação antrópica.

Essas mudanças que ocorreram no período de chuva relacionam-se com as alterações sofridas pelos parâmetros que compõem o IQA, como a turbidez, que pode ocorrer devido a processo erosivos (Von Sperling, 2005) e carreamento de matéria orgânica (Casarin, 2007).

Martins (2013) também destaca que a análise dos parâmetros que compõem o IQA é importante para ter ideia da influência humana na região, como a expansão das cidades e da fronteira agrícola.

A alteração observada no período de chuva nessa região dá-se pelo fato dos afluentes dessa bacia serem representados por córregos e ribeirões, ou seja, de pequeno porte, assim como enfatiza Linhares (2005), que o volume de água e de energia que circula em bacias de larga escala, principalmente na Amazônia, é muito grande e os efeitos hidrológicos das mudanças de uso e de cobertura da terra não são tão visíveis quando em bacias com menores fluxos e extensão dos corpos d'água, como é o caso da bacia em estudo.

4. CONCLUSÃO

O índice de conservação da água mostrou que nenhuma das APPs das subunidades da BHPD encontra-se intacta, como previsto na legislação vigente, a pastagem é a maior responsável pelo passivo observado nessa região hidrográfica.

A subunidade do rio Paraguai II(50m) é a mais degradada, com o menor percentual de vegetação, e embora haja melhora na qualidade da água, o período da chuva permanece com o ICA mais baixo. No período de seca a subunidade Melgueira teve o maior resultado do ICA, enquanto na chuva o maior foi representado pelo córrego Amolar. Esses dois leitos estão próximos espacialmente.

Os resultados obtidos mostram que há necessidade de maior rigor na fiscalização dos órgãos competentes para o efetivo cumprimento das leis que protegem as APPs.

Recomenda-se a continuação do monitoramento dessas áreas e realização de mais estudos que demonstrem os impactos causados pela retirada das áreas de vegetação marginal.

5. REFERÊNCIAS

ALARCON, G. G.; BELTRAME, A. DA V.; KARAM, K. F. Conflitos de interesse entre 447 pequenos produtores rurais e a conservação de áreas de preservação permanente na 448 mata atlântica. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 40, n. 2, p. 295-310, 2010.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. New York: American Public Health Association, (2005).

BARCELOS, J.H.; CARVALHO, P.F.; MAURO, C.A. Ocupação do Leito Maior do Ribeirão Claro por Habitações. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v. 7, n. 13 e 14, p. 123-128, 1995.

BRASIL, Agência Nacional das Águas. Portal da qualidade das águas. **Índice de qualidade da água**, 2016. Disponível em: < <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em 20 jul. 2016.

BRASIL. Código Florestal. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio 2012: **Presidência da República do Brasil**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 20 nov. 2016.

CASARIN, R. **Caracterização dos principais vetores de degradação ambiental da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino**. 2007. 188 p. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Geografia) Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG), UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

CASARIN, R.; SANTOS, S. Características ambientais na área das nascentes do rio Paraguai. **32 Simpósio Nacional de Geografia Agrária- Simpósio Internacional De Geografia Agrária**, 2005.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H.. Bacia Hidrográfica–conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajeado/SP-Brasil. **Revista Eletrônica AGB-TL**, n. 12, p. 101-124, 2010.

CETESB. Companhia de Tecnologia Ambiental do estado de São Paulo. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. Série Relatórios:Apêndice A. 2009.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2011). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras**. São Paulo, SP. http://www.clean.com.br/downloads/Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf. Acesso em: 03 jul. 2016.doc/4021-4028.pdf> Acesso em: 21novl. 2016.

E. S. R. I. Environmental Systems Research Institute. 10.1. ArcGis Desktop.**Redlands, California: ESRI**, 2012.

GOUVEIA, R. G. L.; SILVA, J. D. S. V.; SANTOS, E. A. Análise da Transgressão da Legislação Ambiental em áreas de preservação permanente e reserva legal na bacia hidrográfica do rio Queima-Pé/MT. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM** n. 4, p. 422-432, set-dez. 2015.

GUIMARÃES, M. **Cartografia Ambiental da Região de Vitória da Conquista – BA**. 1999, 200 fl. Dissertação (Mestrado em Ecologia), - Instituto de Biologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

I. B. G. E. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico e uso da terra. **IBGE. Rio de Janeiro**, 2006.

I. B. G. E. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010.Fornecido em meio eletrônico:[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/] Acessado em: 10 dez. 2016.v. 20, n. 03, 2010.

LINHARES, C. A. **Influência do desmatamento na dinâmica da resposta hidrológica na bacia do rio Ji-Paraná/RO**. 2005. 217 f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisa Espacial, São José dos Campos. São Paulo, 2005.

LODO, R. S.; ROSALEN, D. L. Avaliação das áreas de preservação permanente do rio Mogi Guaçu, no município de Pitangueiras – SP. **Nucleus**, v.9, p.123, n.1, abr. 2012.

LORENZON, T. H. **Dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na qualidade da água e no solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil**. Dissertação, 134 p., 2016. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2016.

MARTINS, L.; CAVARARO, R. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Sistema fitogeográfico. Inventário das formações florestais e campestres. Técnicas e manejo de coleções botânicas. Procedimentos para mapeamentos. **IBGE. Rio de Janeiro**, p. 156-166, 2012.

MARTINS, M. H. B.; SILVA, S. F. Uso de imagens dos satélites CBERS-2 e Landsat V para mapeamento do desflorestamento no Município de Ipixuna-AM–Uma proposta de

metodologia para a fiscalização ambiental na Região Amazônica. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 13, p. 4021-4028, 2007.

MARTINS, R. **Análise espaço-sazonal das características limnológicas na Bacia Hidrográfica do Rio Miranda**. 2013. 31p. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Mato Grosso do sul, Campo Grande, 2013.

MATO GROSSO. **Lei Complementar 343, de 24 de dezembro de 2008**. *Diário Oficial [da] União*. Poder Executivo. Cuiabá, MT, 24 de dezembro de 2008. Disponível em: <http://appl.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/LeiComplEstadual.nsf/9733a1d3f5bb1ab384256710004d4754/53c375c601f136810425753d00718339?OpenDocument>. Acesso em: 15 dez. 2016.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MOURA, L. H. A.; BOAVENTURA, G. R.; PINELLI, M. P. The water quality as an indicator of land use and occupation: Gama basin-DF. **Química Nova**, v. 33, n. 1, p. 97-103, 2010.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias hidrográficas: planejamento e gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros- Seção Três Lagoas**, v. 01, n. 07, p. 102-120, 2008.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. D. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, S. M. A. D. S.; NUNES, J. R. D. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.1, p.119-128, 2013.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p.197-206, 2004.

PORTO, M. F.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

SANTOS, K. P.; Kopp, K.; Oliveira, W. N. Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 20 n.2 p. 462 – 471, 2015.

SANTOS, O. C. O. **Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do igarapé Apeú, nordeste do estado do Pará**. 2006. 256 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

SERIGATO, E. M. **Delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba**. 2006. 203 fl. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestal. Viçosa, Minas Gerais, 2006.

SOARES, F. V. P. O uso racional das matas ciliares como forma de conservação dos recursos hídricos e desenvolvimento econômico e social das comunidades tradicionais: município de Autazes-AM. In: **Simpósio de Pós-Graduação em Geografia do Estado de São Paulo**, 8. 2008, Rio Claro. **Anais...** São Paulo: SIMPGEO. 2008, p. 161 - 178.

SOUZA, A. P.; MOTA, L. L.; ZAMADEI, T.; MARTIN, 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.

SOUZA, S. R.; MACIEL, M. D. N. M.; DE ASSIS OLIVEIRA, F.; ALMEIDA JESUÍNO, S. Caracterização do conflito de uso e ocupação do solo nas áreas de preservação permanente do rio Apeú, nordeste do Pará. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 4, p. 701 - 710, out./dez. 2012.

VIEIRA, M. H. P.; SILVA, M. C. A.; PEREIRA, L. L.; FERREIRA, L. M. (2013) Índice de Conservação da Água do Estado do MS. In: Congresso Brasileiro de Limnologia, 14, Bonito, 2013. **Anais...** Congresso Brasileiro de Limnologia. Bonito: Associação Brasileira de Limnologia – ABL, p. 1.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de engenharia Sanitária e ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Revista de Administração Pública**. v.27, n.2, p.5-18, 1993.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A BHPD apresenta degradação de seus componentes naturais, resultantes das áreas urbanas e atividades econômicas, como a agropecuária e extrativismo mineral. A colonização dos municípios de Diamantino e Alto Paraguai e o desenvolvimento da economia ocasionou a exploração dos recursos naturais sem controle ou planejamento, estudos anteriores já demonstraram o alto potencial de degradação nessa área e poucas medidas ou nenhuma foram tomadas para frear tal práticas.

Os recursos hídricos da região encontram-se em processo de deterioração como é possível observar pela influência sazonal no IQA, principalmente próximo as cidades, provavelmente devido a falta de políticas públicas para saneamento básico, um problema nacional, assim como ocorre nessa bacia.

A retirada dasAPPs, como observado pelo ICCA, está associada a perda da qualidade da água nessa região, o descumprimento da legislação vigente, principalmente em áreas urbanas, demonstra o grau de perturbação nos ambientes naturais causados pelo homem.

Os resultados obtidos podem transformar-se em ações, visto que expõem um diagnóstico e pode auxiliar na tomada de decisões dos gestores e assim beneficiar a implementação de medidas definitivas que busquem a conservação e recuperação dessa região.

APÊNDICE

Figura 1. Registro fotográfico dos pontos de coleta na BHPD. Ponto 1- Rio Paraguai I; ponto 2- Rio Diamantino; ponto 3- Córrego Frei Manoel; ponto 4- Ribeirão Buriti; ponto 5- Córrego Mato Seco; ponto 6- Córrego do Macaco; ponto 7- Rio Paraguai II; ponto 8- Córrego Amolar e ponto 9- Ribeirão Melgueira.

