



Análise multiescala como abordagem do impacto do uso da terra na qualidade da água fluvial da bacia Paraguai/Diamantino em Mato Grosso, Brasil

Adriana Ferreira Lima 1
Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin 2
Sandra Mara Alves da Silva Neves 3
Danielle Storck - Tonon 1

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT
Rod. MT 358 Km 07 Caixa Postal 287, Jardim Aeroporto
78.300-000 - Tangará da Serra - Mato Grosso, Brasil
{lima.adrianaferreira87, danistorck}@gmail.com

² Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT
Rua A, S/n, Cohab São Raimundo,
78390-000 - Barra do Bugres - Mato Grosso, Brasil
galvaninbbg@unemat.br

³Universidade do Estado de Mato Grosso- UNEMAT
Av. Santos Dumont, Bloco 1, Sala 09. Santos Dumont - Cidade Universitária
78000-200 Cáceres, MT - Brasil
ssneves@unemat.br

Resumo. Este estudo investiga a bacia Paraguai/Diamantino, importante área na formação do bioma Pantanal, considerado uma das maiores áreas úmidas do planeta, declarado como patrimônio nacional pela constituição federal do Brasil. O objetivo deste estudo é avaliar a influência do uso e cobertura da terra em diferentes escalas, sobre a qualidade da água da bacia Paraguai/Diamantino, Mato Grosso, Brasil. Para verificar se há diferença entre as escalas em cada ponto procedeu-se a utilização de testes estatísticos. A análise do uso e cobertura da terra foi realizada por meio do uso de imagens do satélite RapidEye. Foi realizada a classificação não supervisionada das imagens, sendo definidas três classes de uso da terra: Floresta Estacional sempre – verde, Cerrado e Usos Antrópicos. No *software* ArcGis, definiu-se as escalas por meio da ferramenta *multibuffer* com raio de 50, 500 e 1000 metros no entorno de cada ponto de coleta. As coletas foram do tipo simples, de superfície em 9 pontos dos principais afluentes da bacia. Por meio da aplicação da ANOVA nas três escalas em cada ponto, verificou-se que houve diferença significativa apenas no ponto 1, em ambos os períodos analisados, o teste de Tukey mostrou que existe diferença entre as escalas de 50 e 1000 m neste ponto. Os Usos Antrópicos influenciaram no assoreamento e aumento da Turbidez no Rio Paraguai e a presença da zona urbana, com os despejos domésticos, ocasionaram o aumento do Nitrogênio Total, resultados constatados no período de chuva, comprometendo assim a qualidade da água para o abastecimento.

Palavras-chave: escala, rio Paraguai, processamento de imagens, qualidade da água.

Abstract. This study investigates the Paraguai/Diamantino basin, an important area in the formation of the Pantanal, considered one of the largest wetlands in the world, declared as national heritage by the Federal Constitution of Brazil. The aim of this study is to evaluate the influence of land use and land cover in different scales on the water quality of Paraguai/Diamantino basin, Mato Grosso, Brazil. To verify for the difference between the scales at each point we proceeded to the use of statistical tests. The analysis of land use and land cover was performed by RapidEye satellite images. The unsupervised classification of images was performed and defined three different land use classes: evergreen seasonal Forest, Cerrado and Uses Anthropogenic. In the ArcGis software, the scales were defined by multibuffer tool, with radius 50, 500 and 1000 meters at each point. The collections were the simple type of surface at 9 points of the main tributaries of the basin. By applying ANOVA on three scales at each point, it was found that there was a significant difference only in the point 1, in both periods analyzed, the Tukey test showed that there is difference between the scales of 50 to 1000 m in this point. The main use of this point in both scales was cerrado class. The Anthropogenic Uses class influence the siltation and increased turbidity in Rio Paraguay and the presence of urban zones, with domestic effluents, cause the increase in Total Nitrogen, results observed in the rainy season, thus compromising the quality of water for supply.

Key-words: scale, Paraguay river, image processing, water quality.

1. Introdução

Os processos naturais como chuva, erosão e carreamento de sedimentos; bem como processos antropogênicos como urbanização, industrialização e agricultura, contribuem para a perda de qualidade de recursos hídricos e podem determinar a qualidade da água de uma região (Singh et al., 2009).

A mudança no uso da terra pode modificar as características geomorfológicas e intensificar as fontes de poluição dos sistemas fluviais constituindo em fator decisivo para a qualidade da água dos rios de uma bacia hidrográfica. Nem sempre as formas de uso da água são adequadas a um planejamento de uso e cobertura da terra, induzindo a alterações frente à expansão e desenvolvimento das atividades antrópicas (Espíndola, 2012; Zhou et al., 2012).

As mudanças não ocorrem de maneira uniforme em todas as regiões, assim, a extensão e as características do impacto do uso da terra e as alterações na qualidade variam de acordo com a escala em que se encontram (Tu e Xia, 2006).

Muitos estudos buscam responder como as alterações do uso da terra afetam a qualidade da água através da análise das relações entre uso da terra e indicadores de qualidade da água em várias escalas espaciais (Tu e Xia, 2006), como o uso da escala de bacias hidrográficas e de reserva de mata ciliar podem interferir nos resultados das diferentes variáveis de qualidade da água (Sliva e Williams, 2001) e a influência da escala da mata ciliar na retenção de sedimentos (Hook, 2003).

Nesse contexto, torna-se necessário estudos que contemplem uma visão estratégica para a preservação e demonstrem em quais níveis esses usos interferem na qualidade da água.

Este estudo investiga a bacia Paraguai/Diamantino, importante área na formação do Bioma Pantanal, considerado uma das maiores áreas úmidas do planeta, declarado como patrimônio nacional pela constituição federal do Brasil de 1988 (BRASIL, 1988) e reserva da Biosfera (UNESCO, 2000).

A colonização dessa região teve início em 1728, com a mineração de ouro e diamante, impulsionando a migração para essa região, até a década de 1960 a sua base econômica era a mineração, a lavoura de subsistência e a pecuária elementar (Casarin, 2008; Lira, 2011, Zolinger, 2002).

Casarin (2007, pg. 37) relatam que “as atividades econômicas desenvolvidas na região mudaram a paisagem geográfica, principalmente, pela atividade mineradora que além de desmatar produziu fortes cicatrizes com as escavações de extensas áreas”.

O uso inadequado do solo e dos recursos hídricos nesta região vem gerando grande

quantidade de sedimentos, que ao longo dos anos têm ocasionado o assoreamento dos rios e oscilações nos padrões de alagamento na planície pantaneira e eventuais alterações da qualidade da água e do regime hidrológico do Planalto podem ter impactos importantes na região do Pantanal (Allasia, 2004; Cunha e Junk, 2004).

2. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência do uso e cobertura da terra em diferentes escalas, sobre a qualidade da água da Bacia Paraguai/Diamantino, Mato Grosso, Brasil.

3. Material e Métodos

3.1 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica Paraguai/Diamantino (BHPD) possui uma área de 695,00 Km², localizada no centro norte do estado de Mato Grosso, entre as coordenadas geográficas de 56°28'29" a 56°30'55" de Latitude Sul e 14°27'22" a 14°22'55" de Longitude Oeste, compreende a região das nascentes do Rio Paraguai (**Figura 1**).

A BHPD está inserida nos municípios de Alto Paraguai e Diamantino, totalizando 8 sub-bacias cujos principais tributários são: Rio Paraguai, Rio Diamantino, Córrego Frei Manoel, Ribeirão Buriti, Córrego Mato Seco, Córrego Macaco, Córrego Amolar e Ribeirão Melgueira.

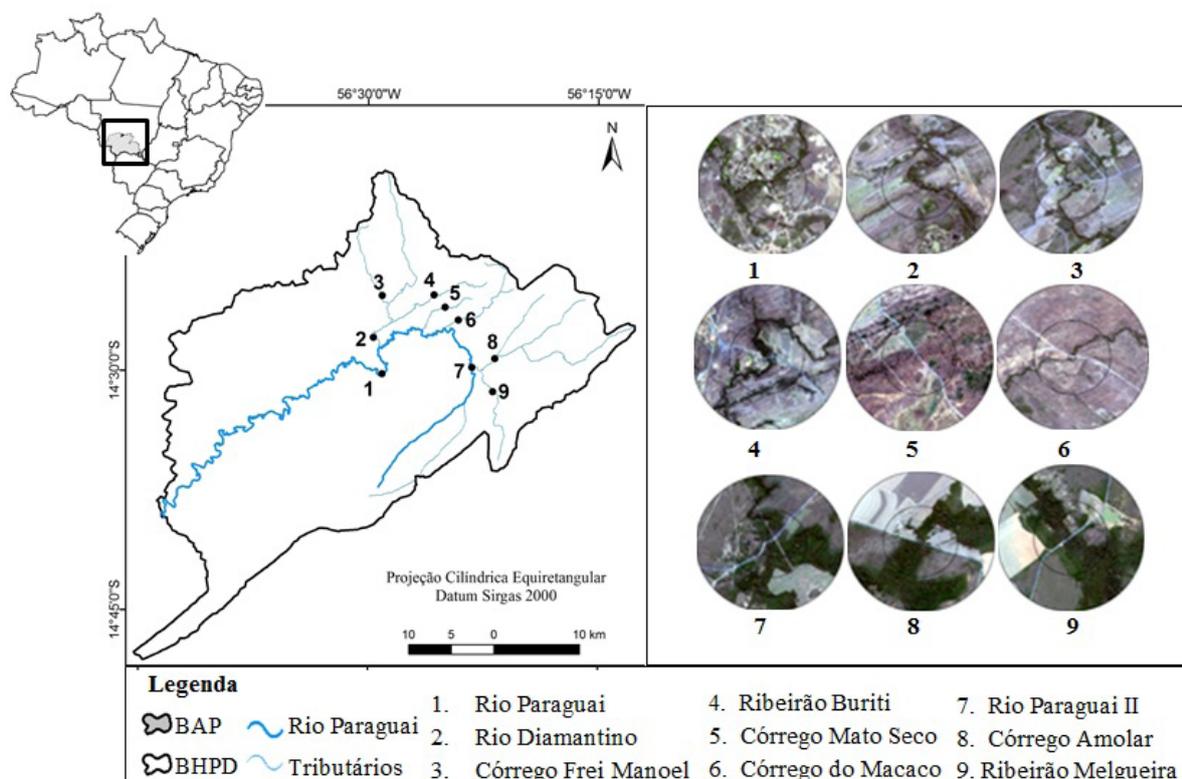


Figura 1. Localização da Bacia Paraguai/Diamantino - MT, Brasil.

Elaboração: O autor (2016).

O clima predominante da região, segundo a classificação Köppen, é o tropical de Savana, com temperaturas médias anuais variando entre 22,5 e 26,5°C, com duas estações bem definidas, de novembro a março (chuva) e de abril a outubro (seca), a precipitação média anual é de

1.398mm, variando entre 800mm e 1.600mm (Calheiros e Oliveira, 2010; Casarin, 2007).

A Vegetação é de Floresta Estacional Sempre-Verde (FESV) que tem como área *core* o extenso Planalto dos Parecis, de forma disjunta, até as Depressões do Rio Paraguai, este tipo de vegetação apresenta maior vigor no período de estiagem, além do Cerrado, que é predominante na região (IBGE, 2012).

Casarin e Santos (2005) definem a rede hidrográfica da bacia BHPD como densa de pequenos canais de baixa vazão de água, com águas claras quase todo ano. Esta área possui uma localização estratégica no contexto ambiental e regional, pois insere-se numa posição de divisor de águas das bacias hidrográficas paraguai e amazônica. Casarin e Santos (2005, pg. 2) a consideram como “um campo dispersor de fluxos, conseqüentemente, o efeito da degradação ambiental nesta área se estenderá ao longo da bacia”.

Exercendo influência direta no Pantanal, a BHPD abriga uma população de aproximadamente 30 mil habitantes, apresenta como principais atividades econômicas a agropecuária, extrativismo mineral e suinocultura (IBGE, 2010).

3.2- Procedimentos Metodológicos

Foram realizadas visitas a área de estudo nos meses de fevereiro e abril de 2016 para a coleta de água, e 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.

A BHPD foi delimitada através dos dados de topografia do Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizando os dados da missão espacial *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30m (Brubacher et al. 2012), obtido no banco de dados geomorfométrico do Brasil, no projeto TOPODATA (Valeriano, 2008) disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Para a análise do uso e cobertura da terra foram adquiridas imagens do satélite *RapidEye*, com resolução espacial de 6,5 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 de imagens, não supervisionada, foi realizada no software ArcGis, versão 10.1 (ESRI, 2012) utilizando o método ISOSEG que é um algoritmo de agrupamento de dados não-supervisionado, aplicado sobre o conjunto de regiões, que por sua vez são caracterizadas por seus atributos estatísticos de média, matriz de covariância e a área (Crósta, 1992).

Por meio da observação da imagem e da metodologia proposta pelo manual técnico de uso da terra (IBGE, 2006) e manual técnico da vegetação brasileira (IBGE, 2012) foram definidas três classes de uso da terra: Floresta Estacional Sempre-Verde (FESV) (incluindo Floresta de Galeria), Cerrado e Uso antrópico (agropecuária, zona urbana, mineração).

Para análise da qualidade da água foram selecionados 9 pontos de coleta, distribuídos no rio Paraguai, a jusante dos principais tributários da bacia descritos na **Figura 1**. Os parâmetros analisados foram: Químico – Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$), Nitrogênio total (NT) e Fósforo total (FT); Físico – Turbidez (Tu).

As coletas de água foram realizadas nos dias 29 de fevereiro e 25 de Abril de 2016. 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, à temperatura de 4°C, 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) (São

Paulo, 1987).

Para averiguar a área de influência do uso da terra em relação as variáveis físico-químicas, fez-se uso da abordagem multiescala. Na imagem *RapidEye* aplicou-se a ferramenta *multibuffer*, disponível no *software* ArcGis, definindo-se como raio a distância de 50 m, 500 m e 1000 m no entorno de cada ponto de coleta.

Para realizar a análise estatística testou-se a normalidade dos parâmetros de qualidade da água e classes de uso e cobertura da terra, utilizou-se o teste de Kolmogorov-Smirnov, aplicando-se a normalização dos dados quando necessário, por meio da transformação de Box-Cox no *software* Minitab 16.

A Análise de Variância (ANOVA), fator duplo sem repetição, foi usada para verificar evidências de diferenças entre as escalas no entorno de cada ponto de coleta, para os períodos de chuva e seca. No ponto com diferença aplicou-se o teste Tukey para indicar quais *buffers* apresentavam diferença estatística.

4. Resultados e Discussão

A partir da classificação dos *multibuffers* foi possível observar na escala de 50 m o predomínio da classe FESV em 5 pontos (1, 2, 7, 8 e 9) seguido pela classe Cerrado em 4 pontos (3, 4, 5, 6), a classe Uso Antrópico não prevaleceu em nenhum dos pontos estudados. Na escala de 500 m observou-se que a classe FESV, possui a maior extensão (em área) em apenas 3 pontos (7, 8 e 9), a classe Cerrado destacou-se em 4 pontos (1, 2, 5 e 6) e Uso Antrópico prevaleceu em 2 pontos (3 e 4). Na escala de 1000 m, a classe FESV, apresentou maior área em 3 pontos (7, 8 e 9), a classe Cerrado revelou domínio em 5 pontos (1, 2, 3, 5 e 6) e a classe Uso Antrópico apenas no ponto 4 (**Tabela 1 e Figura 2**).

Tabela 1. Porcentagem do uso da terra por ponto por escala *multibuffer*.

Escala	Classes	Pontos de coleta								
		1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	6 (%)	7 (%)	8 (%)	9 (%)
50	FESV	43,8	69,1	23,8	31,2	0,1	11,4	66,4	71,2	66,6
	Cerrado	42,2	30,4	52,0	39,0	62,1	48,7	19,0	22,0	19,2
	Usos antrópicos	13,9	0,5	24,2	29,9	37,8	40,0	14,6	6,9	14,3
500	FESV	27,8	25,7	14,0	13,9	0,4	3,3	72,8	45,5	68,3
	Cerrado	40,4	43,8	39,1	33,2	67,7	58,1	20,8	23,2	20,7
	Usos antrópicos	31,9	30,6	46,9	52,9	31,9	38,6	6,4	31,3	11,1
1000	FESV	21,3	16,2	15,9	6,1	1,0	3,0	45,9	48,7	48,2
	Cerrado	44,0	43,4	48,0	31,9	62,3	63,2	42,5	23,7	30,0
	Usos antrópicos	34,7	40,3	36,1	62,0	36,8	33,8	11,6	27,6	21,8

FESV= Floresta Estacional Sempre-Verde.

As alterações descritas nos *buffers* de 500 m e 1000 m, apoiam estudos realizados por Casarin (2007) e Alho (2011) que apontam que a prática da agricultura mecanizada e pastagens ao longo dos anos tem levado ao desmatamento intenso, principalmente por monoculturas. Atualmente, predomina o cultivo de soja e pastagem, na região das nascentes do rio Paraguai, onde se constata a perda de cerca de 60% de sua cobertura vegetal natural, além da atividade mineradora, que deixou cicatrizes com as escavações de extensas áreas na região.

Essas alterações, tanto pontual como difusa nessa região hidrográfica, se expressam nos corpos d'água, considerados principais reflexos das características fisiográficas e dos processos de uso e ocupação do solo na área de drenagem, e podem ser constatados por meio do monitoramento da qualidade das águas (BRASIL, 2006).

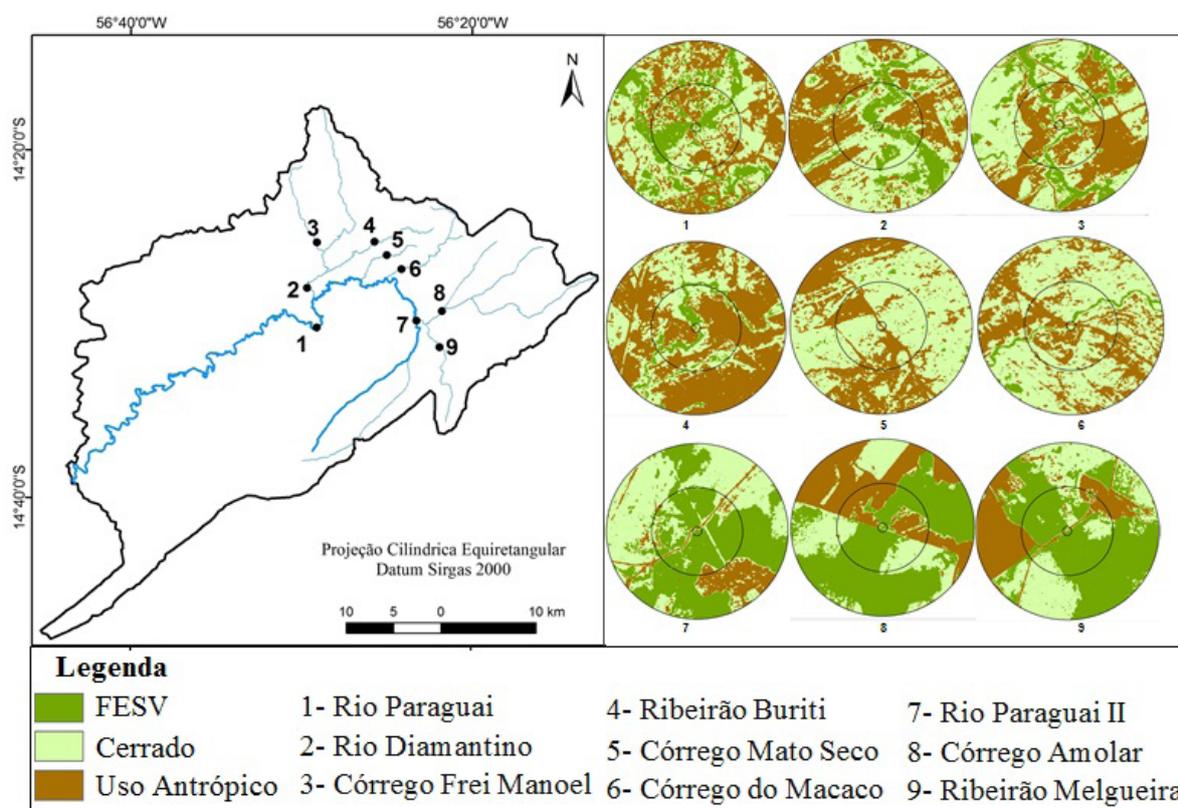


Figura 2. Classificação do uso do solo na Bacia do Rio Paraguai/Diamantino.
 Elaboração: O autor (2016).

A ANOVA realizada nas escalas em cada ponto, indicou que houve diferença significativa ($p < 0,05\%$) apenas no ponto 1, em ambos períodos analisados, onde o teste de Tukey ($p < 0,05\%$) mostrou que existe diferença entre as escalas de 50 m e 1000 m (**Tabela 2**).

Tabela 2. Resultado da ANOVA e Teste de Tukey para as três escalas, ponto 1.

Pontos de coleta	Análise de variância	Teste de Tukey
P1_chuva	$p = 0,046$	$1000 \neq 50$
P1_seca	$p = 0,043$	$1000 \neq 50$

O ponto 1 está localizado na área urbana do município de Alto Paraguai (**Figura 3**), exhibe na escala de 50 m, o predomínio da classe FESV, o que pode estar relacionado com a Lei Federal 12.651/2012, que estabelece a proteção das Áreas de Preservação Permanente (APPs) pela sua importante função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, impedindo assim a retirada dessas áreas no entorno no leito do rio Paraguai (BRASIL, 2012).

Na escala de 1000 m, a classe Cerrado tem maior expressão, sendo citada por Brasil (2006) como a vegetação predominante na região. Na **Figura 3** é possível observar que a classe Uso Antrópico têm influência nessa escala com a área urbana e mineração em destaque.

Casarin (2007) descreve que a cidade de Alto Paraguai surgiu com o ápice do ouro, teve desenvolvimento efêmero típico de lugares de mineração. Além dos impactos ambientais deixados pelas escavações da garimpagem, tornaram-se um problema social, os buracos deixados

o que propiciou a produção de sedimentos que leva aos assoreamentos que exaurem os rios e contaminam a água, principalmente, por mercúrio que é usado na amalgamação do ouro em todos os garimpos. O extrativismo mineral ainda permanece como uma das principais atividades econômicas do município (IBGE, 2010).

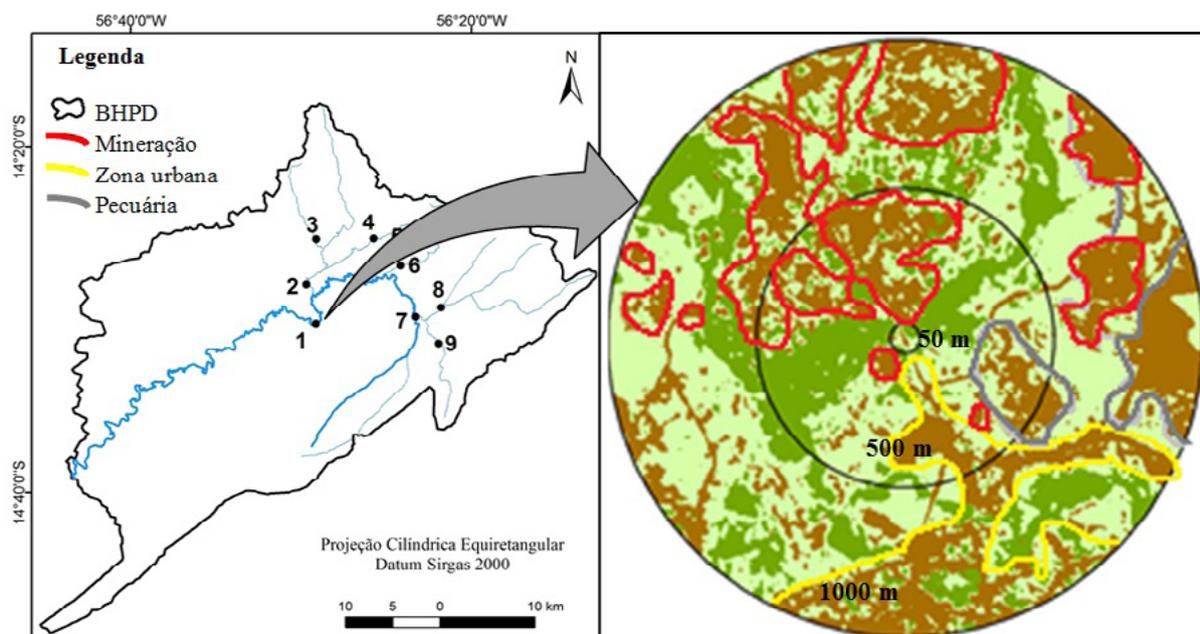


Figura 3. Ponto de coleta 1 no Rio Paraguai em Mato Grosso, nas diferentes escalas de análise (50m, 500m e 1000m). Elaboração: O autor (2016).

As cicatrizes da escavação são visíveis ainda hoje, ao longo do leito do rio Paraguai, este que constitui a principal fonte de abastecimento do município de Alto Paraguai, aliado a poços. A captação de água para uso humano é realizada a fio d'Água/tomada direta, é considerado satisfatório, possui Sistema isolado - manancial superficial ou misto de acordo com dados da Agência Nacional das Águas (ANA) (ANA, 2015).

A **Tabela 2** mostra os resultados obtidos para os parâmetros de qualidade da água nos pontos analisados. No Ponto 1, os parâmetros de qualidade NT e Tu, no período de chuva, estão acima do estabelecido para classe I de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), que inclui a finalidade de abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado.

Tabela 2. Resultado das análises de qualidade da água para período de chuva e seca.

Período	Parâmetros da água *	Pontos de coleta								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Chuva	DBO _{5,20}	3,47	1,53	1	1,2	0,5	0,6	0,4	0,9	0,7
	NT	1,05	1,9	1,24	0,86	1,05	0,8	0,64	0,96	0,67
	FT	0,1	0,12	0,02	0,09	0,06	0,04	0,08	0,13	0,01
	Tu	266	131	8,52	236	14,3	83,5	15,2	16,4	4,3
Seca	DBO _{5,20}	1,12	0,6	0,55	0,5	2	1,3	0,46	0,42	0,81
	NT	0,18	0,1	0,04	0,05	0,63	0,15	0,08	0,08	0,01
	FT	0,02	0,01	0,01	0,01	0,11	0,04	0,05	0,07	0,01
	Tu	12,7	7,36	0,64	9,28	3,89	3,13	0,92	3,09	1,4

*Demanda Bioquímica de Oxigênio = DBO_{5,20}, Nitrogênio total= NT, Fósforo total= FT e Turbidez = Tu.

O aumento do NT pode ser explicado pela presença da urbanização, considerando que os despejos domésticos são tidos com uma das principais fontes de origem antropogênica, como também a influência de áreas de pecuária, devido a produção de resíduos da criação animal e matéria orgânica (Oliveira 2013; Von Sperling, 2005).

Valores elevados de Tu estão relacionados com a sazonalidade, além da intensidade e frequência da chuva, maiores quantidades de sedimentos e carreamento de partículas do solo levados para o curso hídrico ocasionam o aumento de material suspenso no rio, promove a elevação da turbidez e presença de sólidos, sobretudo em áreas onde ocorre processo de erosão (Rocha et al., 2014; Oliveira, 2013).

No ponto 1 no período de seca, apenas a $DBO_{5,20}$, apresentou valor menor que o estabelecido para classe I na Resolução CONAMA 357/2005. Almeida e Schwarzbald (2003) atribuíram baixos valores de $DBO_{5,20}$ encontrados em sua pesquisa a maior diluição da matéria orgânica, principal fonte de aumento da $DBO_{5,20}$, o que corrobora com o resultado obtido nesta pesquisa em que existe uma menor descarga de matéria orgânica nesse período de seca no rio Paraguai, além da dimensão do rio no ponto 1 ser maior que os demais afluentes da bacia, continuando com uma forte vazão de água, ao contrário de outros afluentes que chegam a desaparecer o leito, com o caso do córrego Mato Seco.

Nos demais pontos não houve diferenças estatísticas e segundo Price e Leigh (2006) uma explicação para este resultado é que os parâmetros da água não apresentaram relações significativas com as diferentes escalas, dependendo do tipo de uso da terra, as modificações promovem apenas pequenas alterações nos córregos, o que dificulta a detecção da sua influência em um determinado raio no entorno do ponto.

5. Conclusões

Os resultados obtidos demonstraram que as escalas aqui utilizadas não foram preditoras de interferência do uso da terra na qualidade da água.

Apenas o ponto 1 apresentou diferença entre as escalas de 50 m e 1000 m em relação aos tipos de uso e parâmetros de qualidade da água. A escala de 1000 m possui a presença marcante de mineração e cicatrizes deixadas pela atividade extrativista no passado.

A presença da zona urbana próxima ao rio Paraguai requer atenção, pois pode estar comprometendo a qualidade da água, como observado nos resultados do período de chuva em relação ao aumento dos parâmetros NT e Tu, sobretudo pela importância no abastecimento público desse rio para a população.

6. Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de mestrado.

7. Referências

Allasia, D. G.; Collischonn, W.; Tucci, C. E. M; Germano, A.; Collischonn, B.; Failache, N. Modelo hidrológico da bacia do Alto Paraguai. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, V. 3, p. 2004, Goiânia. **Anais...** Porto Alegre (RS), 2004.

Almeida, M. B.; Schwarzbald, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 01 p. 81- 97, 2003.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Portal da qualidade das águas**, 2015. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

- ArcGis, E. S. R. I. 10.1. **Redlands, California: ESRI**, 2012.
- Branco, S. M. Conservação da água e de sua qualidade. **Água: origem, uso e preservação**, v. 2, p. 87, 2003.
- Brasil, Agência Nacional de Águas. **Boletim de Monitoramento da Bacia do Alto Paraguai / Superintendência de Usos Múltiplos e Eventos Críticos**. - Brasília, v. 7, n. 08, p. 1-22, ago. 2012.
- Brasil, Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraguai / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos**. – Brasília: MMA, 2006. 140 p.
- Brasil. Conselho Nacional do 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. **Diário Oficial** [da] República Federativa do Brasil, Brasília/DF, n. 053, 2005.
- Brasil. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.
- Brubacher, J. P. et al. Avaliação de bases SRTM para extração de variáveis orfométricas e de drenagem. **Geociências**, v. 31, n. 3, p. 381-393, 2012.
- Calheiros, D. F.; Oliveira, M. D. O Rio Paraguai e sua planície de inundação: o Pantanal Mato-grossense. **Ciência & Ambiente**, n. 41, p. 113-130, 2010.
- Casarin, R. Santos, S. Características ambientais na área das nascentes do rio Paraguai. In: III Simpósio Nacional de Geografia Agrária – II Simpósio Internacional de Geografia Agrária Jornada Ariovaldo Umbelino de Oliveira, 11, 2005, Presidente Prudente. **Anais**. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/nera/publicacoes/singa2005/Trabalhos/Artigos/Rosalia%20Casarin.pdf>> Acesso em 04 jun. 2016.
- Casarin, R. Caracterização dos principais vetores de degradação ambiental da bacia hidrográfica Paraguai/Diamantino. 2007. 169 f. **Tese** (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- Casarin, R.; Neves, S. M. A. S.; 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.
- Crósta, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. São Paulo, 173p. 1992. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, Universidade de Campinas.
- Cunha, C. N.; Junk, W. J. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia* divergence in Pantanal glassland. **Applied Vegetation Science**, Grangärde, v.7, n.1, p. 103-110, 2004.
- Espíndola, N. L. Influência do uso e cobertura da terra na qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Bubu, município de Cariacica – ES. 2012. (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.
- Hook, P. B. Sediment retention in rangeland riparian buffers. **Journal of Environmental Quality**, v. 32, n. 3, p. 1130-1137, 2003.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da população residente de Mato Grosso**. Diamantino, 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=510350&search=mato-grosso|diamantino>>. Acesso em: 30 mar. 2016.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.
- Lira, G. **Conhecendo Mato Grosso XXI**. Microrregiões de Parecis Municípios de Mato Grosso. 2011. 43p.
- Oliveira, J. M. Qualidade da água superficial em microbacias com diferentes usos de solo no município de Itaara – RS. 84p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia) –Universidade Federal de Santa Maria, 2013.
- Price, P.; Leigh, D. S. Morphological and sedimentological responses of streams to human impact in the southern Blue Ridge Mountains, USA. **Geomorphology**, v. 78, n. 1 p. 142-160, 2006.
- Resolução Conama. 357, de 17 de março de 2005. **Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em:<

<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 11 jun. 2016.

Rocha, H. M.; Cabral, J. B. P.; Braga, C. C. Avaliação Espaço-Temporal das Águas dos Afluentes do Reservatório da UHE Barra dos Coqueiros/Goiás. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19 n.1, p. 131-142, 2014.

São Paulo, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. Cetesb, 1987.

Silveira, A. V. T. Indicadores ecológicos multi-escala para avaliação de comunidades de macroinvertebrados aquáticos na bacia do rio dos bois, GO. **Tese**, 73 p. Universidade Federal de Goiás (Programa de Doutorado em Ciências Ambientais). 2013.

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.

Sliva, L.; Williams, D. D.. Buffer zone versus whole catchment approaches to studying land use impact on river water quality. **Water research**, v. 35, n. 14, p. 3462-3472, 2001.

INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais** (INPE-15318-RPE/818). 72p., 2008.

Tu, J.; Xia, Z. G. Assessing the impact of land use changes on water quality across multiple spatial scales in eastern Massachusetts. **Middle States Geographer**, v. 39, p. 34-42, 2006.

UNESCO. Biosphere Reserve Information – The Pantanal Biosphere Reserve. MAB – Man and Biosphere Programme. Biosphere Reserves Directory, 2000.

Valeriano, M. M. **Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais**. São José dos Campos, 2008.

Von Sperling, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

Zhou, T.; Wub,J.; Pen, S. Assessing the effects of landscape pattern on river water quality at multiple scales: A case study of the Dongjiang River watershed, China. **Ecological Indicators** 23, p. 166–175, 2012.

Zolinger, I. T.; Svisero, D. P.; Weska, R. K. Morfologia cristalina de diamantes provenientes das regiões de Chapada dos Guimarães, Poxoréu, Paranatinga, Diamantino e Alto Paraguai-Mato Grosso. **Revista do Instituto Geológico**, v. 23, n. 2, p. 23-33, 2002.