

ANGÉLICA APARECIDA DOURADO DA COSTA

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA E DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DA BACIA
HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA - MATO GROSSO, BRASIL**

Tangará da Serra/MT – BRASIL

2019

ANGÉLICA APARECIDA DOURADO DA COSTA

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA E DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DA BACIA
HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA - MATO GROSSO, BRASIL**

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

Tangará da Serra/MT – BRASIL

2019

Walter Clayton de Oliveira CRB 1/2049

- C837a COSTA, Angélica Aparecida Dourado da .
Análise Morfométrica e da Estrutura da Paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - Mato Grosso, Brasil / Angélica Aparecida Dourado da Costa - Tangará da Serra, 2019.
61 f.; 30 cm.(ilustrações) Il. color. (sim)
- Trabalho de Conclusão de Curso
(Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Acadêmico) Interdisciplinar em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas, Engenharia e da Saúde, Câmpus de Tangará da Serra, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2019.
Orientador: Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin
1. Unidade de Gestão. 2. Vulnerabilidade Ambiental. 3. Bacia do Alto Paraguai. 4. Geotecnologias. I. Angélica Aparecida Dourado da Costa. II. Análise Morfométrica e da Estrutura da Paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - Mato Grosso, Brasil: .
- CDU 574.4(817.2)

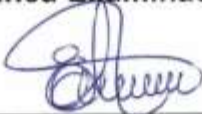
ANGÉLICA APARECIDA DOURADO DA COSTA

**“ANÁLISE MORFOMÉTRICA E DA ESTRUTURA DA PAISAGEM DA BACIA
HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO, BRASIL”**

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 18 de fevereiro de 2019.

Banca Examinadora



Profa. Dra. Edineia Aparecida dos Santos Galvanin
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Orientadora



Profa. Dra. Elisa Hardt Alves Vieira
Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP
Membro externo



Profa. Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT
Membro interno

TANGARÁ DA SERRA/MT- BRASIL

2019

DEDICATÓRIA

*A Deus,
À Nossa Senhora Aparecida e,
Ao meu esposo Antonio Zanelatto Junior.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu misericordioso Deus e a Nossa Senhora Aparecida em primeiro lugar, por sempre estarem ao meu lado, principalmente nos momentos difíceis, por me fazer cada dia mais resiliente, forte e determinada para alcançar os meus objetivos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado e ao Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola (PPGASP) pelo apoio ao desenvolvimento dessa pesquisa.

À minha orientadora Dra. Edineia Aparecida dos Santos Galvanin pelo apoio, pela paciência, por me ter ajudado a crescer como pessoa, acreditar nos meus objetivos e acima de tudo por reforçar a minha admiração pela carreira docente.

As professoras doutoras Sandra Mara Alves da Silva Neves e Elisa Hardt Alves Vieira, por contribuírem e serem fundamentais na construção dessa dissertação desde o início.

Agradeço imensamente aos meus colegas do laboratório de Geomática e LABGEO UNEMAT por terem me apoiado e me ajudado a solucionar problemas durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus amigos Gustavo de Alencar Silva, Tamires da Silva Machado, Jessica Ramos de Oliveira e Amanda Isabela Hakime Barcelos, pessoas maravilhosas, iluminadas por Deus, que tornaram a minha jornada mais leve e feliz.

Aos meus pais Iraci Alves Dourado e José Luiz da Costa, meus irmãos Aline Dourado da Costa e André Luiz Alves da Costa que me ajudaram desde o início com palavras de incentivo e fé.

Ao grande amor da minha vida, Antonio Zanelatto Junior, pois abraçou meus sonhos e fez deles os seus, por ter lutado todas as batalhas ao meu lado, por ser meu exemplo de fé e determinação, por ser meu esteio e companheiro, sem o seu apoio e o de Deus eu jamais teria conseguido.

E por fim, a todos que de forma direta ou indireta me ajudaram a alcançar essa conquista, o meu sincero obrigada!

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1: ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Figura 1. Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara nos contextos hidrográfico e municipal.....	21
Figura 2. Hierarquia Fluvial da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara.....	28
Figura 3. APP do Rio Paraguai em conflito com a Lei Federal 12651/2012 na BHPJ.....	30
Figura 4. Gradiente do canal principal da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara.....	31
Figura 5. Curva Hipsométrica e Mapa Altimétrico da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara.....	32

ARTIGO 2: ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL FRENTE ÀS MUDANÇAS TEMPORAIS DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Figura 1. Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos contextos: brasileiro, estadual, da BAP, dos biomas nacionais e da unidades hidrográficas.	38
Figura 2. Mapa temático do uso e cobertura da terra nos anos de 1997, 2007 e 2017 da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.....	42
Figura 3. Redução e aumento das porcentagens de uso e cobertura da terra (PLAND) da Bacia Hidrográfica do Paraguai/Jauquara - MT entre os períodos de 1997 a 2007 e 2007 a 2017.....	43
Figura 4. Redução e aumento das porcentagens na paisagem (PLAND) da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Paraguai/Jauquara - MT entre os períodos de 1997 a 2007 e 2007 a 2017.....	43
Figura 5. Mudanças entre uso e cobertura da terra na paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT entre os períodos de 1997 a 2007 e 2007 a 2017.....	44
Figura 6. Uso da terra para Pastagem substituído por Agricultura nas Bacias Rio dos Bugres e Santana, sub-bacias da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.....	45
Figura 7. Variações na porcentagem na paisagem (PLAND) da vegetação natural das sub-bacias da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.....	46
Figura 8. Redução e Aumento da Distância Euclidiana do Vizinho Mais Próximo (ENN_MN) por sub-bacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.....	48

Figura 9. Redução e Aumento da Distância Euclidiana de Menor Vizinhança por subbacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara nos anos de 1997, 2007 e 2017.....	51
---	----

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1: ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Tabela 1. Caracterização Areal e Hipsométrica da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 27

Tabela 2. Caracterização Linear da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 28

Tabela 3. Estado de conservação e Índice de Transformação Antrópica do Rio Paraguai na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 29

ARTIGO 2: ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL FRENTE ÀS MUDANÇAS TEMPORAIS DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Tabela 1. Número de Fragmentos (NP) e Índice de Maior Fragmento (LPI) calculados por sub-bacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.....46

Tabela 2. Índice de Coesão de Mancha (COHESION) calculados por sub-bacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.....47

LISTA DE QUADROS

ARTIGO 1: ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Quadro 1. Parâmetros morfométricos utilizados na investigação da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 22

Quadro 2. Classes de uso e cobertura da terra identificadas na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 23

Quadro 3. Pesos atribuídos para o cálculo do Índice de Transformação Antrópica para as classes de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 26

ARTIGO 2: ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL FRENTE ÀS MUDANÇAS TEMPORAIS DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Quadro 1. Relação de Segmentação por similaridade e área de *pixel* utilizados para classificação do uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara..... 39

Quadro 2. Relação de classes utilizadas para classificação do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.....40

Quadro 3. Relação de métricas utilizadas para analisar a estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.....40

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	-
LISTA DE TABELAS	-
LISTA DE QUADROS	-
RESUMO.....	-
ABSTRACT	-
INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
ARTIGO 1: Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso - Brasil.....	19
ARTIGO 2: Estado de conservação da vegetação natural frente às mudanças temporais da paisagem na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso - Brasil	38
CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
APÊNDICE	60

RESUMO

A gestão ambiental de uma bacia hidrográfica depende da compreensão de suas características socioambientais, incluindo suas vulnerabilidades. Decorrente desse fato, estudos morfométricos e de análise da paisagem contribuem na elaboração de estratégias para o seu adequado planejamento. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a morfometria e temporalmente a estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara/MT, considerada uma importante tributária da Bacia do Alto Paraguai que contribui diretamente no pulso de inundação do Pantanal mato-grossense. O estudo da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, consistiu primeiramente na caracterização e análise da área de estudo, por meio da avaliação do grau de antropização do canal principal e de 14 parâmetros morfométricos, pertencentes a três categorias de caracterização: areal, linear e hipsométrica. Os mapas históricos dos anos de 1997, 2007 e 2017 do uso e cobertura da terra permitiram analisar as mudanças da estrutura da paisagem e de seus efeitos sobre o Estado de Conservação da vegetação natural da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, por meio da quantificação de 7 métricas de paisagem, considerando a composição e configuração dos elementos constituintes da paisagem, ao longo dos 20 anos. Foi identificado que a bacia possui vulnerabilidades quanto à manutenção do sistema de drenagem e a capacidade de gerar novos canais; 18% da vegetação foi substituída por Pastagem ao longo dos 20 anos, principalmente nas subbacias do Córrego Cachoerinha, Interbacia do Paraguai Médio e do Rio Diamantino. O desmatamento e a conversão para usos antrópicos nessas áreas são indícios do aumento do número de fragmentos e do grau de isolamentos dos remanescentes de vegetação. Sugere-se que sejam adotadas medidas mais eficientes na gestão ambiental na área de estudo, pois a alteração da vegetação natural e as vulnerabilidades identificadas no sistema de drenagem podem afetar os sistemas ambientais e o pulso de inundação do Pantanal mato-grossense.

Palavras-chave: unidade de gestão, vulnerabilidade ambiental, Bacia do Alto Paraguai, geotecnologias.

ABSTRACT

A river basin environmental management depends on the understanding of its socio-environmental characteristics, including its vulnerabilities. Due to this fact, morphometric studies and landscape analysis contribute to the elaboration of strategies for their adequate planning. In this sense, this study aimed to analyze the morphometry and temporal structure of Paraguai/Jauquara hydrographic basin, in Mato Grosso, considered an important tributary of upper Paraguai basin, which contributes directly to the Pantanal flood pulse. Paraguai/Jauquara basin study, firstly consisted in characterization and analysis of the study area, through the evaluation of the main channel anthropization degree and of 14 morphometric parameters, belonging to three characterization categories: areal, linear and hypsometric. Historical maps of land cover and use of the years 1997, 2007 and 2017 allowed to analyze the landscape structure changes and its effects on the Conservation State of Paraguai/Jauquara basin natural vegetation through 7 landscape metrics quantification, considering the composition and configuration of the landscape constituent elements over the 20 years. It was identified that the basin has vulnerabilities regarding the drainage system maintenance and the capacity to generate new channels; 18% of the vegetation was replaced by Pasture over the 20 years, mainly in Cachoerinha stream sub-basin, middle Paraguai and Diamantino river interbasin. Deforestation and conversion to anthropogenic uses in these areas are indicative of an increase in fragments number and in vegetation remnants isolation degree. It is suggested that more efficient measures be adopted in environmental management in the study area, since the alteration of natural vegetation and vulnerabilities identified in the drainage system may affect the environmental systems and Pantanal flood pulse, in Mato Grosso.

Keywords: Management unit, environmental vulnerability, upper Paraguai basin, geotechnology.

INTRODUÇÃO GERAL

Tucci (2001) define a bacia hidrográfica como um conjunto de vertentes que capta naturalmente a água precipitada, que é escoada por meio de canais de drenagem que confluem formando um canal principal que escoar a água até o ponto de saída (exutório).

Para Yassuda (1993), as bacias são responsáveis por promover a interação “das águas com o meio físico, o meio abiótico e o meio social, econômico e cultural”. Desse modo, a gestão das unidades hidrográficas é de extrema importância, haja vista as ações antrópicas que alteram os ambientes naturais e afetam a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos (JACOBI; FRACALANZA, 2005).

No Brasil, a Lei Federal 9433 de 08 de janeiro de 1997 instituiu as bacias hidrográficas como unidades de gestão dos recursos hídricos, os quais devem considerar todas as áreas urbanas, agrícolas, industriais e de preservação (BRASIL, 1997). Contudo, a gestão hídrica possui alguns entraves, pois deve ser compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições de gerenciamento ambiental, entre outros, e as bacias hidrográficas extrapolam os limites territoriais estabelecidos pelo homem, dificultando sua gestão (PORTO; PORTO, 2008).

Segundo Teodoro et al. (2007), o estudo hidrológico ou ambiental de uma bacia hidrográfica requer a sua caracterização e análise morfométrica primeiramente, pois é um procedimento comum que permite a compreensão da dinâmica ambiental local e regional, bem como identificar vulnerabilidades e alterações ambientais ocasionadas por ações antrópicas.

Para Tucci (2001), as ações antrópicas sobre a superfície da bacia ocasionam impactos sobre o escoamento, provocando efeitos no comportamento das enchentes, nas vazões, na distribuição da precipitação e na capacidade de infiltração.

Neste sentido, Pinto et al. (2018) utilizaram parâmetros morfométricos para indicar áreas prioritárias para implementar ações de gestão de recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Sararé, região Sudoeste do estado de Mato Grosso. Os autores concluíram que as informações geradas sobre a bacia de estudo, além de compor o acervo de pesquisas sobre a mesma, foi possível compreender a dinâmica ambiental da bacia de estudo, dados esses que podem vir a ser utilizados para

planejamento e gestão do uso da terra, com o principal objetivo de conservar os ambientes naturais e hídricos da bacia do Rio Sararé, em Mato Grosso.

Conforme Soares et al. (2016), os dados oriundos dos parâmetros são fundamentais no processo de planejamento e gestão ambiental, pois as informações geradas subsidiam na elaboração de estratégias interdisciplinares que juntas avaliam a dinâmica do uso e cobertura da terra, qualidade da água, potencial erosivo, exploração de recursos ambientais e dinâmica socioeconômica.

Contextualizada a importância dos estudos morfométricos, e na busca de compreender os efeitos das ações antrópicas sobre a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, têm-se desenvolvido análises da estrutura da paisagem, visando avaliar o seu estado de conservação e traçar estratégias de planejamento e gestão ambiental de bacias hidrográficas.

Como descrito por Forman e Godron (1986), a ecologia de paisagem estuda a estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas formadas por ecossistemas interativos, possibilitando a compreensão dos seus processos ecológicos em diferentes escalas temporais e espaciais (TURNER, 1987).

A conservação de áreas vulneráveis depende do entendimento da estrutura da paisagem e de suas mudanças ocorridas ao longo do tempo, uma vez que o estudo da paisagem, por meio de métricas, permite avaliar a integridade da cobertura vegetal e sua capacidade de recuperação, fornecendo um excelente banco de informações que pode ser utilizado para o planejamento e gestão ambiental (CABACINHA; CASTRO; GONÇALVES, 2010).

Neste sentido, Romero et al. (2018) utilizaram métricas de paisagem para avaliar as mudanças espaço-temporais do uso e cobertura da terra e os efeitos na conservação de remanescentes de florestas de Mata Atlântica em uma área de manancial hídrico da região metropolitana do estado de São Paulo. O estudo indicou a pressão exercida da área urbana sobre os remanescentes de vegetação e constatou que será necessário mudar a gestão do manancial, pois o acelerado desmatamento pode vir a prejudicar a disponibilidade e qualidade da água utilizada atualmente para abastecimento da região metropolitana de São Paulo.

Desse modo, a abordagem conjunta dos estudos morfométricos e de paisagem foram os instrumentos de análise da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara (BHPJ), cujo o objetivo foi analisar a morfometria e a estrutura temporal da paisagem

e avaliar os seus efeitos sobre a conservação da vegetação natural da BHPJ, pois a área é tributária da Bacia do Alto Paraguai (BAP) e uma importante contribuinte do pulso de inundação do Pantanal mato-grossense (PESSOA et al., 2013).

Dada a importância da BHPJ algumas pesquisas foram realizadas no âmbito ambiental, com o objetivo de analisar as implicações das atividades antrópicas na qualidade da água e uso da terra (CASARIN; NEVES; NEVES, 2008), caracterizar temporalmente o uso da terra (RIBEIRO et al., 2016) e avaliar a pressão da transformação antrópica da BHPJ (RIBEIRO; GALVANIN; PAIVA, 2017). Essas pesquisas apresentaram resultados que demonstram a influência do uso da terra sobre a qualidade ambiental da BHPJ, permitindo inferir sobre suas características e vulnerabilidades ambientais.

Face ao exposto, este estudo buscou responder as seguintes perguntas norteadoras: Como é caracterizado o sistema de drenagem da área de estudo? E os usos da terra ocasionaram mudanças na estrutura da paisagem da bacia? Essas mudanças afetaram o estado de conservação dos remanescentes de vegetação nativa?

As respostas a essas perguntas encontram-se redigidas em dois artigos, sendo que no primeiro intitulado “Análise morfométrica da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso - Brasil” foram relatados os resultados da caracterização e da análise da morfometria da BHPJ. E no segundo artigo denominado “Estado de conservação da vegetação natural frente às mudanças temporais da paisagem na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso - Brasil”, foi apresentada a análise temporal das mudanças ocorridas na estrutura da paisagem e seus efeitos sobre a conservação da vegetação natural da área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei Federal 9.433 de 08 de Janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em 4 dez. 2017.
- CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.; GONÇALVES, D. A. Análise da estrutura da paisagem da Alta bacia do Rio Araguaia na Savana Brasileira. **Revista Floresta**, v. 40, n. 4, p. 675-690, 2010.
- CASARIN, R.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Uso da terra e qualidade da água da bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara-MT. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 33-42, 2008.
- FORMAN, R. T. T.; GODROM, M. **Landscape ecology**. New York: John Willey. 1986. 619 p.
- JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P. Comitês de bacias hidrográficas no Brasil: desafios de fortalecimento da gestão compartilhada e participativa. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 11, n.1, p. 41-49, 2005.
- PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; NEVES, M. A. S.; NUNES, J. R. S.; ZAGO, B. W. Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, Brasil. **Revista Árvore**, v. 37, n. 1, p. 119-128, 2013.
- PINTO, V. R.; PIERANGEKI, M. A. P.; SOUZA, C. A.; SILVA NEVES, S. M. A.; SILVA, C. J. Morfometria da Bacia Hidrográfica do Rio Sararé, Sudoeste de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 5, p. 1721-1731, 2018.
- PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.
- RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.; COCCO, J.; DALLACORT, R. Characterizing the spatio-temporal land use in the Paraguai/Jauquara basin, Mato Grosso – Brazil. **Revista Espacios**, v. 37, n. 31, p. 1-10, 2016.
- RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. **Revista Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 378-389, 2017.
- ROMERO, A. C.; ISSII, T. M.; PEREIRA-SILVA, E. F. L.; HARDT, E. Effects of urban sprawl on forest conservation in a metropolitan water source area. **Revista Árvore**, n. 1, v. 42, p. 1-11, 2018.
- SOARES, L. S.; LOPES, W. G. R.; CASTRO, A. C. L.; ARAUJO, G. M. C. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 31, n. 1, p. 82-100, 2016.

TEODORO, L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v. 11, n. 1, p. 136-156, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 943 p.

TURNER, M.G. Spatial simulation of landscape changes in Georgia: a comparison of transition models. **Revista Landscape Ecology**, v.1, n. 1, p.27-39, 1987.

YASSUDA, E. R. Gestão de Recursos Hídricos: Fundamentos e Aspectos Institucionais. **Revista Administração Pública**, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993.

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

[Revista GEOSUL]

Resumo: A análise morfométrica de bacias hidrográficas fornece dados que possibilitam a compreensão do regime hidrológico, bem como das vulnerabilidades quanto a enchentes, inundações, erosões e manutenção da rede de drenagem. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a morfometria da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso. Os dados para os cálculos de 14 parâmetros morfométricos foram gerados, armazenados e processados por meio de geotecnologias. Os resultados indicaram que a bacia é vulnerável quanto à manutenção da rede de drenagem, causando preocupação, pois pode afetar sua dinâmica hídrica, o uso múltiplo das águas e influenciar no pulso de inundação do Pantanal mato-grossense, pois depende das águas advindas do Planalto.

Palavras-chave: Recursos Hídricos. Unidade de Gestão. Sensoriamento Remoto. Uso da Terra.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF THE PARAGUAI/JAUQUARA HYDROGRAPHIC BASIN, MATO GROSSO - BRAZIL

Abstract: The morphometric analysis of hydrographic basins aims at understanding the hydrological regime, as well as its frailties regarding floods, floods, erosions and maintenance of the drainage network. In this context, this article aims to characterize and analyze the morphometry of the Paraguai/Jauquara Basin, Mato Grosso. For this study, 14 morphometric parameters were selected, whose data for the calculations were generated, stored and processed using geotechnologies. The results indicated that the study area has weaknesses in the maintenance of the drainage network, which encourages the adoption of efficient public policies so that the environmental conditions of the basin are guaranteed.

Key words: Water Resources. Management Unit. Remote Sensing. Land Use.

ANÁLISIS MORFOMÉTRICA DE LA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

Resumen: El análisis morfométrico de cuencas hidrográficas busca la comprensión del régimen hidrológico, así como de sus fragilidades en cuanto a inundaciones, inundaciones, erosiones y mantenimiento de la red de drenaje. En este contexto, este artículo tiene como objetivo la caracterización y análisis de la morfometría de la Cuenca Hidrográfica Paraguai/Jauquara, Mato Grosso. Para este estudio se seleccionaron 14 parámetros morfométricos, cuyos datos obtenidos para los cálculos de los mismos fueron generados, almacenados y procesados por medio de utilización de geotecnologías. Los resultados indicaron que el área de estudio posee fragilidades en cuanto al mantenimiento de la red de drenaje lo que fomenta la adopción de políticas públicas eficientes para que las condiciones ambientales de la cuenca sean garantizadas.

Palabras clave: Recursos Hídricos. Unidad de Gestión. Sensorización Remota. Uso de la Tierra.

Introdução

Os mananciais que compõem as bacias hidrográficas desempenham papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico da sociedade, sendo utilizados para o abastecimento humano, dessedentação de animais, no uso das indústrias, geração de energia, irrigação na agricultura entre outros usos. Portanto, a qualidade, disponibilidade e continuidade da utilização da água depende de uma gestão integrada, envolvendo interesses sociais, econômicos, ambientais, dentre outros (TUCCI, 2001).

Em face da importância desse componente ambiental, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) instituída pela Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), designa as bacias hidrográficas como unidades territoriais para estudo, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos (BRASIL, 1997). Pois estas são áreas delimitadas por divisores topográficos que captam naturalmente a água precipitada, constituindo os canais de escoamento (rede de drenagem), que confluem até formarem um canal principal, direcionado a um único ponto de saída, denominado exutório (VILLELA; MATTOS, 1975).

Segundo Soares et al. (2016), umas das estratégias de gerenciamento de uma bacia hidrográfica é a compreensão de suas características físicas que compõem um conjunto de indicadores interdisciplinares que possibilitam analisar sua dinâmica ambiental e territorial em sua área de abrangência. Nesse sentido, a caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é o primeiro método de avaliação a ser realizado (TEODORO et al., 2007).

Villela e Mattos (1975) explicam que o estudo das características físicas, ou seja, da morfometria de uma bacia pode ser utilizado para estabelecer relações e comparações com as características morfológicas de outras bacias. Dessa forma, possibilita a identificação indireta dos dados hidrológicos de locais que, por fatores econômicos e logísticos, não sejam possíveis de obter. Sobre o assunto, Christofolletti (1981) sugere que os parâmetros utilizados em uma caracterização morfométrica englobem as seguintes caracterizações: areal, linear e hipsométrica, sendo que a linear depende das medições feitas ao longo dos canais de escoamento; a areal necessita de medições planimétricas e dos canais de escoamento (lineares); e a

hipsométrica estuda a inter-relação da declividade em relação às faixas de altitude, indicando sua proporção na bacia hidrográfica.

Assim, a análise da morfometria pode elucidar questões relacionadas à dinâmica hídrica, local e regional, permitindo a investigação e compreensão científica dos componentes naturais de uma bacia hidrográfica (SANTOS; MORAIS, 2012; TEODORO et al., 2007).

Estudos morfométricos que visam caracterizar, avaliar e analisar bacias hidrográficas como os de Borsato e Martoni (2004) e Santos et al. (2007) em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), por meio da utilização de geotecnologias (Sensoriamento Remoto, Sistemas de Informação Geográfica, Banco de Dados Geográficos, dentre outras) demonstram ser eficientes na geração de dados que possibilitam o entendimento da dinâmica hídrica de bacias hidrográficas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo é analisar a morfometria da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara, no estado de Mato Grosso.

O estudo morfométrico da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara (BHPJ) possibilitará a sociedade e a gestão governamental compreender a sua dinâmica hídrica e as vulnerabilidades hidrológicas da bacia de estudo, considerando que esta localiza-se em regiões do Planalto, possui extensa área de drenagem e contribui diretamente no pulso de inundação do Pantanal mato-grossense (PESSOA et al., 2013).

Área de Estudo

A BHPJ possui uma área de drenagem de 16.482 km², contida na porção nordeste da Bacia do Alto Paraguai (BAP), conforme a figura 1. Está localizada na região sudoeste de planejamento do estado de Mato Grosso, abrangendo 16 municípios (MATO GROSSO, 2017). Sua extensão abrange áreas do Planalto do Parecis, da Província Serrana, Planícies e Pantanaís mato-grossenses e a Depressão do Rio Paraguai (CASARIN; NEVES; NEVES, 2008).

Na bacia predominam três tipos de solos: Latossolo Vermelho Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2013) e abarca porções dos biomas Amazônia, Cerrado e Pantanal, predominando as fitofisionomias de Savanas e Florestas Estacionais (BRASIL, 2004; IBGE, 2012).

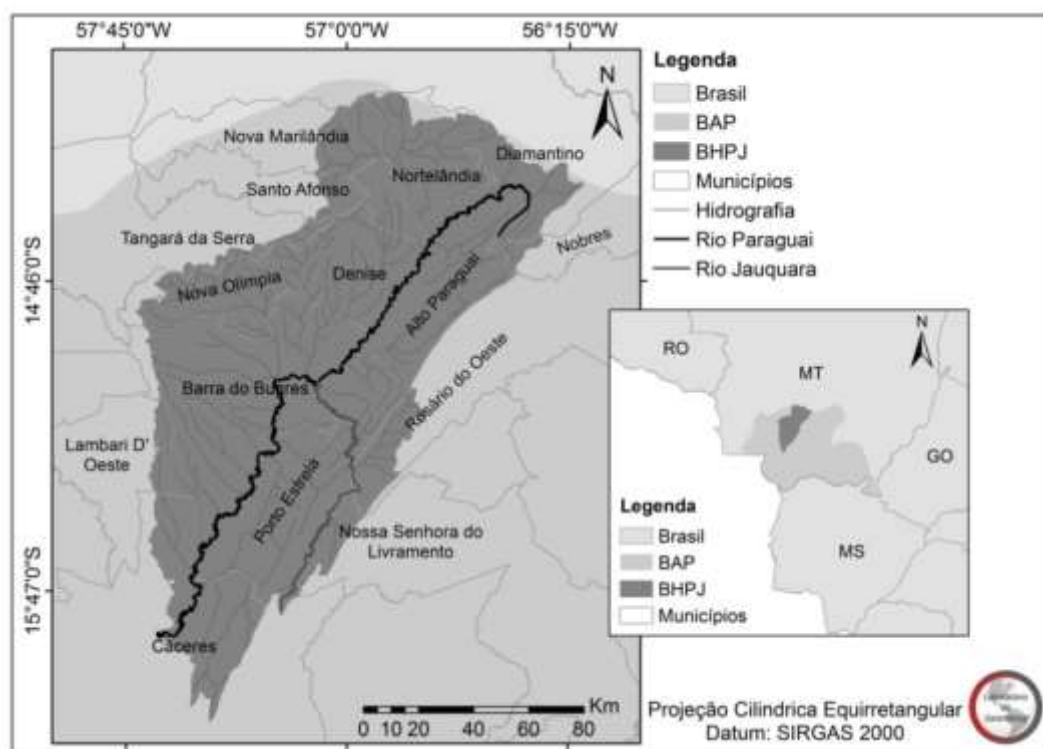


Figura 1 – Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara nos contextos da Bacia do Alto Paraguai no Mato Grosso e municipal. Elaboração: A autora (2018).

O clima é Tropical com duas estações bem definidas, a de chuva que ocorre nos meses de outubro a abril e a seca de maio a novembro (FENNER et al., 2014). No ano de 2017, a pluviosidade atingiu 1642 mm/ano, sendo que a máxima foi de 357 mm em fevereiro e a mínima foi de 0 mm em junho e julho do mesmo ano (BRASIL, 2018).

A BHPJ contempla uma região formada por relevos dissecados e com elevadas altitudes, acima dos 700 m. No seu território está localizada a Estação Ecológica Serra das Araras, que é uma unidade de conservação de proteção integral criada pelo decreto nº 87222 de 31 de maio de 1982 (BRASIL, 1982), com área de 271 km², situada nos limites dos municípios de Cáceres e Porto Estrela.

A nascente do rio Paraguai está situada no município de Alto Paraguai, na porção nordeste da BHPJ. As águas dos tributários do rio Paraguai, como os rios dos Bugres, Branco, Diamantino, Pari, Santana e Jauquara e os córregos Cachoerinha e Salobra, situados no Mato Grosso, são indispensáveis para que ocorra o pulso de inundação do Pantanal, contido na BAP.

Procedimentos Metodológicos

Nesse estudo foram selecionados 14 parâmetros, descritos por Horton (1945), Schumm (1956), Strahler (1957), Christofolletti (1981) e Villela e Mattos (1975), divididos em três categorias de caracterização: areal, linear e hipsométrica (Quadro 1).

Quadro 3 - Parâmetros morfométricos aplicados na análise da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara

Parâmetros	Conceito	Expressão Matemática
Análise Linear		
Hierarquia Fluvial (STRAHLER, 1957 <i>apud</i> CHRISTOFOLETTI, 1981)	Os canais que não possuem tributários são considerados de 1ª ordem, os de 2ª ordem originam-se de tributários de 1ª ordem e os 3ª ordem são formados a partir da confluência de canais de 2ª ordem e assim suscetivelmente.	-
Relação de bifurcação (HORTON, 1945)	É a relação entre o número total de canais de uma ordem e o número total de canais de outra ordem imediatamente superior. Pode variar de 2 para relevo plano a suave ondulado e 3 a 4 para relevo montanhoso ou altamente dissecado	$Rb = \frac{Nu}{(Nu+1)}$ Rb: Relação de bifurcação; Nu: Número de canais por ordem; Nu+1: Números de canais de ordem imediatamente superior
Frequência de canais (HORTON, 1945)	Representa o número total de canais por ordem hierárquica	$Fr = \frac{Nu}{Nt} \times (100)$ Fr: Frequência de canais; Nu: Número de canais por ordem; Nt: Número total de canais
Comprimentos Médio dos canais (HORTON, 1945)	Refere-se ao comprimento médio dos cursos d'água de cada ordem	$Lm = \frac{Lu}{Nu}$ Lm: Comprimento médio dos canais; Lu: Comprimento dos canais de cada ordem; Nu: Número de canais por ordem
Índice de sinuosidade (VILLELA; MATTOS, 1975)	O índice relaciona o comprimento do canal principal e o comprimento de um talvegue	$Sin = \frac{L}{Lt}$ Sin: Índice de sinuosidade; L: Comprimento do canal principal; Lt: Comprimento do talvegue
Gradiente do canal principal (HORTON, 1945)	É a relação entre o comprimento e a amplitude altimétrica de um canal	$Gcp = \frac{Acp}{Ccp}$ Gcp: Gradiente do canal principal; Acp: Amplitude Altimétrica do canal; Ccp: Comprimento do canal
Análise Areal		
Área de drenagem (CHRISTOFOLETTI, 1981)	Representa a área drenada pelo sistema fluvial projetada em plano horizontal	-

Índice de circularidade (MILLER, 1953 <i>apud</i> CHRISTOFOLETTI, 1981)	Trata-se da relação entre a área do círculo de mesmo perímetro	$IC = \frac{12,57 \times A}{p^2}$ IC: Índice de circularidade; A: Área de um círculo; p²: Perímetro do círculo ao quadrado
Coeficiente de compacidade (VILLELA; MATTOS, 1975)	Conhecido também como índice de Gravelius determina a relação entre o perímetro de um círculo de uma área da mesma bacia	$kc = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$ Kc: Coeficiente de compacidade; P: Perímetro de um círculo; A: Área de bacia
Densidade hidrográfica (HORTON, 1945)	Trata-se da relação entre o número de canais e a área da bacia, dessa forma o propósito é comparar a frequência de canais por área de tamanho padrão	$Dr = \frac{N}{A}$ Dr: Densidade hidrográfica; N: número total de canais; A: Área da bacia
Densidade de drenagem (HORTON, 1945)	A densidade de drenagem relaciona o comprimento total dos canais com a área da bacia. Pode variar de 0,5 km/km² para bacias poucas drenadas, a 3,5 km/km² ou mais, para bacias bem drenadas (VILLELA; MATTOS, 1975)	$Dd = \frac{L}{A}$ Dd: Densidade de drenagem; L: Comprimento total dos canais; A: Área da bacia
Extensão do Percurso Superficial (CHRISTOFOLETTI, 1981)	Representa a distância média percorrida pela água da chuva teria que escoar em linha reta até um canal permanente	$Eps = \frac{1}{2Dd}$ Eps: Extensão do percurso superficial; Dd: Densidade de drenagem
Coeficiente de manutenção (SCHUMM, 1956 <i>apud</i> CHRISTOFOLETTI, 1981)	Expressa a área mínima necessária para manter a manutenção de 1 m de um canal	$Cm = \frac{1}{Dd} \times (1000)$ Cm: Coeficiente de manutenção; Dd: Densidade de drenagem
Análise Hipsométrica		
Curva hipsométrica (STRAHLER, 1952 <i>apud</i> CHRISTOFOLETTI, 1981)	É uma forma de representar graficamente o relevo de uma bacia, por meio da relação da área com a altitude acima de uma cota. Portanto, a curva hipsométrica indica em porcentagem de área a formação de vales extensos e/ou profundos em uma bacia	-

Obtenção e Processamento dos Dados Espaciais

Para realizar a caracterização e análise morfométrica da área de estudo foram utilizados os seguintes dados espaciais:

- Imagens do satélite Sentinel-2, com resolução espacial de 10 m e data de passagem referente aos meses de junho a setembro de 2017, adquiridas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos - *United States Geological Survey* (USGS, 2018);

- Imagens do satélite Landsat-8, sensor *Operational Land Imager* (OLI), com resolução espacial de 30 m, bandas 5-4-3 referente à órbita 227 e pontos 070 e 071, imageadas nos dias 16/06/2017 e 19/08/2017 adquiridas no sitio do USGS;
- Modelo Digital de Elevação (MDE) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), com resolução espacial de 30 m, disponibilizado no sitio do USGS;
- Cartas topográficas da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG) disponibilizadas no sitio da SEPLAN/MT;
- Base cartográfica da hidrografia da BAP, disponível no sitio da Agência Nacional de Águas (ANA).

Os dados foram armazenados e processados em ambiente SIG. As imagens dos satélites foram georreferenciadas no *software* Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) (versão 5.5.2) (CÂMARA et al., 1996), a partir da ferramenta *Registro de Imagens*, bem como reprojeção para o Datum SIRGAS 2000 fuso 21 Sul, no *software* QGIS (versão 2.14.21) (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2016), com o auxílio da ferramenta *Reprojetar*.

As cenas do SRTM e do satélite Sentinel-2, com data de passagem de 16 de junho de 2017 foram mosaicadas no ArcGIS, módulo ArcMap (versão 10.3) (ESRI, 2007), por meio da ferramenta *Mosaic to new raster*.

A BHPJ foi delimitada a partir do MDE SRTM, no QGIS, por meio do complemento GRASS (versão 7.2.2). Foi aplicada a ferramenta *r.watershed* para delimitar o divisor topográfico da bacia, utilizando o valor mínimo (empírico) de 50.000 *pixels*, pois quanto maior o número de *pixels* menor a quantidade de bacias geradas.

Optou-se por delimitar a área de estudo e não usar o limite oficial do Sistema de Ottobacias da ANA, pois o mesmo utiliza a escala do milionésimo e por esse motivo não abrange canais de pequena drenagem, fundamentais para caracterizar a morfometria da bacia. A vetorização da hidrografia da bacia no módulo ArcMap foi feita por meio das cartas topográficas (escala 1:100.000) e das imagens do satélite Sentinel-2 e para classificação hierárquica dos cursos d'água foi adotada a metodologia de Strahler (1957 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1981).

Na sequência, a área, perímetro e comprimentos dos canais da bacia foram calculados com o auxílio da ferramenta *Calculate Geometry*, no módulo ArcMap. Enquanto que as informações altimétricas da BHPJ foram extraídas do MDE do

SRTM, por meio das curvas de nível com equidistância de 5 m, via ferramenta *Contorno* do QGIS.

As imagens do satélite Landsat-8 foram classificadas por meio do algoritmo de crescimento de regiões, adotando similaridade 3 e área de *pixel* 40. Esses valores aplicados foram os que melhor representaram as regiões nas imagens, o algoritmo *Bhattacharya* foi treinado utilizando limiar de aceitação de 95% no *software* SPRING. As classes de uso e cobertura foram identificadas conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 4 – Classes de uso e cobertura da terra identificadas na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara

Classes	Descrição
Agricultura	Todos os tipos de culturas agrícolas
Corpos d'água	Lagos artificiais, lagoas, rios e espelhos d'água
Outros usos	Estradas vicinais, rodovias, construções civis, mineração, Municípios e distritos
Pastagem	Pecuária
Vegetação	Savana e Floresta estacional

As Áreas de Preservação Permanente (APP) do canal principal da bacia foram delimitadas conforme definido na Lei Federal 12.651/2012 (BRASIL, 2012). Posteriormente, fez-se a intersecção da APPs, extraídas do mapa de uso e cobertura da terra, por meio da ferramenta *Intersect* do módulo ArcMap. Esse procedimento permitiu a avaliação da influência do uso e cobertura da terra no canal principal da BHPJ, por meio dos Índices de Sinuosidade e de Gradiente do Canal Principal com o Índice de Transformação Antrópica (ITA).

O ITA é calculado por meio das classes de uso e cobertura, utilizando a expressão matemática (LÉMECHEV, 1982).

$$ITA = \sum (\%USO \times PESO) \div 100$$

onde: USO é o percentual de área das classes de uso e cobertura da terra e PESO é o peso atribuído aos diferentes tipos de usos e coberturas, variando de 1 a 10, sendo que 10 indica maior pressão antrópica (RIBEIRO; GALVANIN; PAIVA, 2017).

Os pesos para cada classe foram atribuídos conforme a observação multidisciplinar de pesquisadores da área de estudo que, em consenso, estabeleceram os pesos apresentados no quadro 3 (RIBEIRO; GALVANIN; PAIVA, 2017).

Quadro 3 – Pesos atribuídos para o cálculo do Índice de Transformação Antrópica para as classes de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara

Classes	Pesos
Vegetação	1
Corpos d'água	2
Pastagem	5
Agricultura	7
Outros usos	9,5

O resultado do ITA foi classificado em quartis (CRUZ et al. 1998), sendo considerado valores inferiores a 2,5 como Pouco Degradado; 2,5 a 5 Regular; 5 a 7,5 Degradado e 7,5 a 10 Muito Degradado.

Resultados e Discussão

A BHPJ possui área de drenagem de 16.482,006 km², classificada como grande de acordo com Wisler e Brater (1964), pois ultrapassa 26 km². A bacia possui uma forma mais alongada, por já que o Índice de Circularidade obtido foi de 0,33 e o Coeficiente de Compacidade foi de 1,73, o que segundo Villela e Mattos (1975), indica baixa propensão de ocorrência de enchentes devido a sua forma geométrica.

Borsato e Martoni (2004) complementam essa indicação explicando que bacias com essas características morfométricas apresentam precipitações mais distribuídas temporalmente e espacialmente, reduzindo as chances da ocorrência de enchentes, pois o total precipitado atinge grandes áreas da bacia em tempos alternados e dessa forma, não excede a capacidade de escoamento da mesma até o exutório.

A BHPJ possui baixa Densidade Hidrográfica (Tabela 1), o que demanda preocupação, pois pode refletir na manutenção hidrográfica da bacia. Contudo, vale ressaltar que a BHPJ possui área de drenagem extensa e apresenta densidade hidrográfica alta na porção Leste e baixa na região Oeste, permitindo compensação entre as maiores e menores capacidades de manutenção hidrográfica (Figura 2).

Tabela 1 - Caracterização Areal e Hipsométrica da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara.

Parâmetros areais	Resultados
Densidade Hidrográfica	0,72 canais/km ²
Densidade de Drenagem	0,90 km/km ²
Extensão do Percurso Superficial	0,55 km

Coeficiente de Manutenção	1,11 km/km ²
---------------------------	-------------------------

A Densidade de Drenagem, que representa a relação inversa da extensão do escoamento superficial dos canais e, por isso, indica a eficiência da drenagem da bacia, na unidade hidrográfica de estudo foi de 0,90 km/km², classificada como Pouco Drenada (Tabela 1). Segundo Linsley, Kohler e Paulhus (1975), bacias com baixa drenagem possuem solos mais resistentes à erosão ou são mais permeáveis e o relevo tende a ser mais suave, que por sua vez, acabam contribuindo para que o escoamento pluvial ocorra de forma mais lenta. Borsato e Martoni (2004) explicam que o estudo dos fatores de declividade e grau de impermeabilização das vertentes são fundamentais para compreender o escoamento superficial em bacias de baixa drenagem.

Por outro lado, a extensão do Percurso Superficial foi de 0,55 km, indicando que a distância média percorrida pelas enxurradas até um canal permanente é pequena, colaborando no escoamento superficial da BHPJ de forma mais rápida (Tabela 1).

Todavia, a BHPJ possui alto Coeficiente de Manutenção, pois a área mínima para manter um metro quadrado de canal de escoamento foi de 1,11 km/km² (Tabela 1), o que contrapõe o resultado obtido na Extensão do Percurso Superficial, uma vez que o mesmo relaciona apenas a distância média que a água escoar em linha reta até o canal mais próximo, enquanto que o Coeficiente de Manutenção fornece a área mínima necessária para manter um metro de canal de escoamento (BORSATO; MARTONI, 2004; CHRISTOFOLETTI, 1981). Ainda assim, ambos os parâmetros não consideram a declividade dos canais e da bacia, mas ajudam a compreender a dinâmica do sistema de drenagem da BHPJ.

Conforme o ordenamento hierárquico de canais, proposto por Strahler (1957 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1981), a BHPJ é classificada como de 8º ordem (Figura 2).

Os resultados indicaram que 73,40% dos canais são de 1º ordem, Laszlo e Rocha (2014) explicam que a frequência predominante de canais de 1º ordem em bacias hidrográficas indicam relevos com acentuados graus de dissecação, os quais possibilitam inferir sobre a evolução da rede de drenagem na bacia hidrográfica, uma vez que os canais desta ordem representam as nascentes da bacia (Tabela 2).

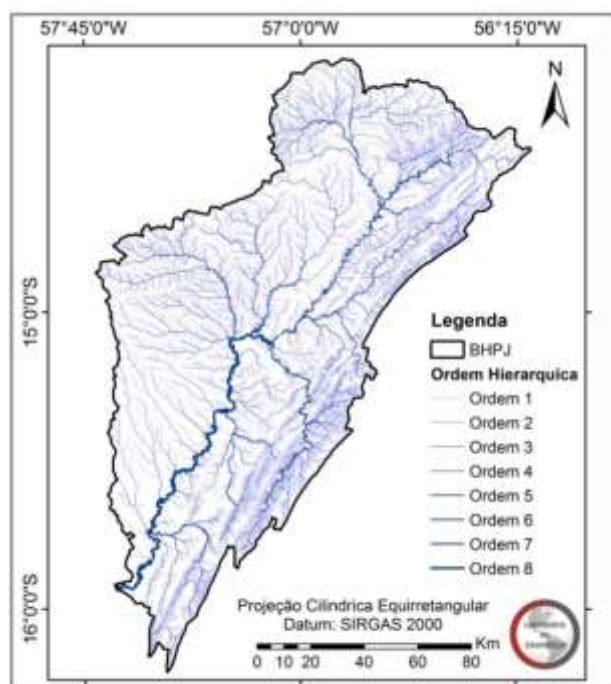


Figura 2 - Hierarquia fluvial da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara

Tabela 2 - Caracterização linear da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara

Parâmetros lineares				
Hierarquia fluvial	Número de canais	Frequência de canais (%)	Relação de bifurcação	Comprimento médio dos canais (km)
1	8737	73,40	3,63	0,88
2	2409	20,24	4,36	1,41
3	553	4,65	3,39	3,12
4	163	1,37	5,62	4,85
5	29	0,24	3,22	19,99
6	9	0,08	4,50	28,53
7	2	0,02	2,00	90,45
8	1	0,01	-	262,17
Total	11.903	100	-	411,412

Na BHPJ a média da Relação de Bifurcação foi de 3,81, demonstrando que a rede de drenagem possui acentuada bifurcação e indica que, em algumas regiões, o relevo é mais íngreme, tornando os canais mais propensos a erosão (Tabela 2) (BARBOSA; FURRIER, 2011).

Os canais de 1º ordem, que possuem o menor Comprimento Médio, predominam na bacia investigada, indicando que suas águas escoam em uma distância relativamente curta até os canais de ordem imediatamente superior (Tabela 2). Observa-se que o comprimento médio dos canais aumenta para cada ordem hierárquica, esse padrão pode ser explicado pela lei dos comprimentos dos canais de

Horton (1945), em que o canal de ordem mais elevada pode ser considerado o canal principal de uma bacia hidrográfica.

Na BHPJ foi identificado o Rio Paraguai como canal principal, com extensão de 480,36 km ao longo da bacia, cuja vegetação nativa em sua APP encontra-se preservada, conforme previsto na Lei Federal 12651/2012 (BRASIL, 2012). O ITA obtido caracteriza o canal como Pouco Degradado (Tabela 3).

Tabela 3 – Uso e cobertura da terra em APP do Rio Paraguai na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara e seu Estado de conservação e Índice de Transformação Antrópica

Classes de uso e cobertura da terra	Área (km²)	Área (%)	Estado de conservação da APP	ITA
Vegetação Natural	65,79	98,16	Em acordo com a Lei 12651/2012	1,08
Pastagem	1,18	1,76	Em conflito com a Lei 12651/2012	
Outros usos	0,06	0,08		
Total	67,03	100	-	

O estado de conservação da APP do Rio Paraguai se deve ao cumprimento do preconizado na Lei Federal 12651/2012 (BRASIL, 2012), bem como das regiões de planícies de inundação, situadas nas porções Centro-oeste e Sul da BHPJ, dificultando o acesso e o desenvolvimento das atividades agrícolas.

Todavia, há extensões da APP em conflito com a legislação (Tabela 3), devido à inserção de Pastagem e outros usos, excetuando a área urbana de Barra do Bugres que ocupa uma área de 5,90 ha da APP do Rio Paraguai (Figura 3).

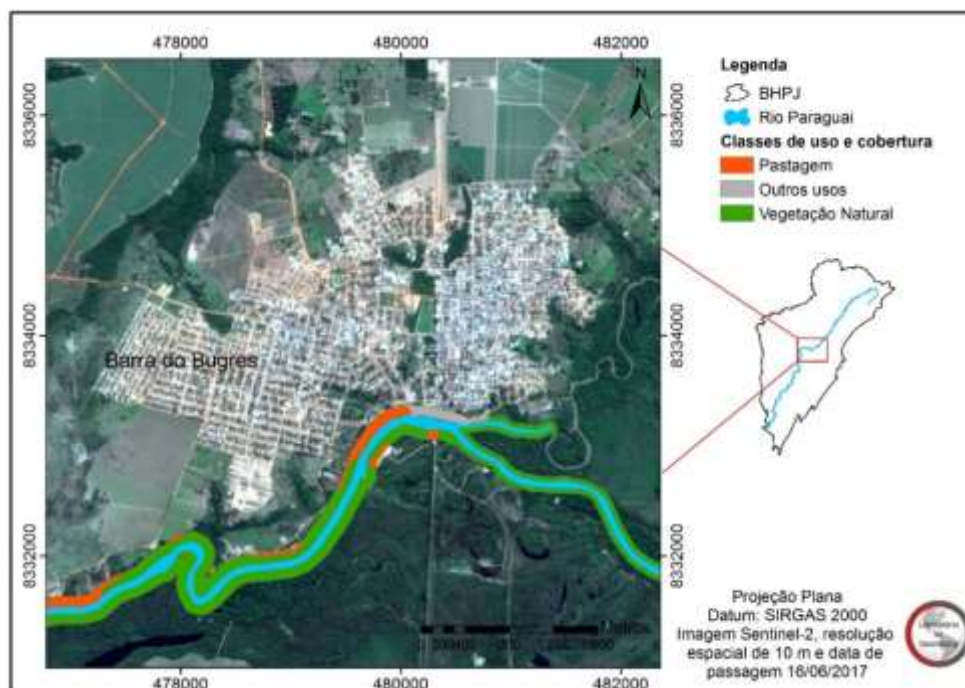


Figura 3 – APP do Rio Paraguai em conflito com a Lei Federal 12651/2012 na BHPJ, no trecho da cidade de Barra do Bugres/MT

Desse modo, as áreas em conflito não cumprem o papel fundamental de uma mata ciliar que é a proteção do recurso hídrico (BRASIL, 2012), implicando em incremento da carga de sedimentos e agentes poluidores que desqualificam a água e alteram sua dinâmica hídrica (TUCCI, 2001). Oliveira Filho, Dutra e Ceruti (2012) acrescentam que essas alterações não ocasionam impactos apenas em um local ou ponto de uma bacia hidrográfica, mas em toda região de domínio da área de drenagem.

Exemplo do exposto, ocorre quando há o aumento de carga de sedimentos combinado a compartimentação litológica, estrutura geológica e declividade que podem tornar ao longo do tempo canais retilíneos em sinuosos (LANA; ALVES; CASTRO, 2001; ANTONELI; THOMAZ, 2007). O Índice de Sinuosidade apresentado pelo Rio Paraguai foi de 2,29, indicando que o canal é sinuoso. Outro ponto que reforça essa condição, é o Gradiente do Canal Principal que revelou uma baixa declividade (0,89%) decorrente do relevo ser Plano a Suave (Figura 4), caracterizando a bacia como Pouco Drenada, pois como assevera Santo e Moraes (2012), bacias com baixa declividade possuem menor poder erosivo do solo, contribuindo para que o escoamento superficial seja mais lento.

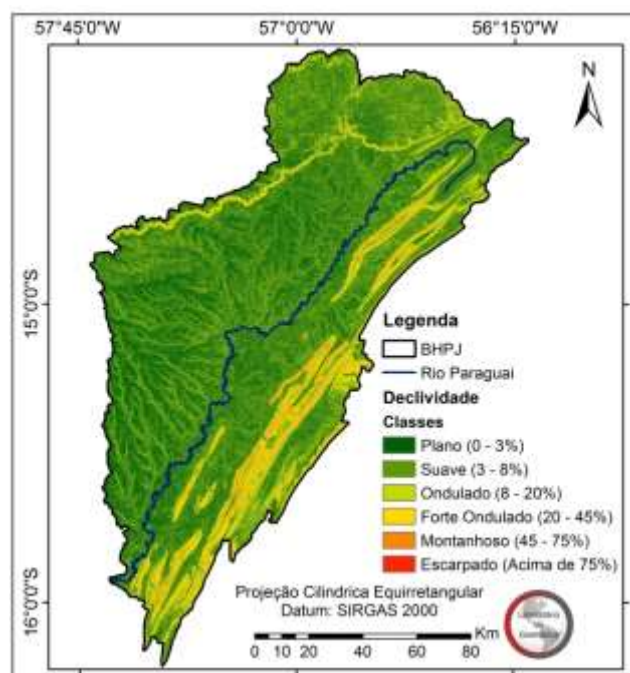


Figura 4 - Gradiente do canal principal da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara.

A Curva Hipsométrica indica que 67,89% (11.189 km²) da área de drenagem da BHPJ estão situadas em altitudes que variam entre 100 e 300 m e 0,617% (101 km²) estão em superfícies situadas em altitudes superiores a 700 m próximas ao limite do divisor topográfico onde o relevo é mais dissecado (Figura 5).

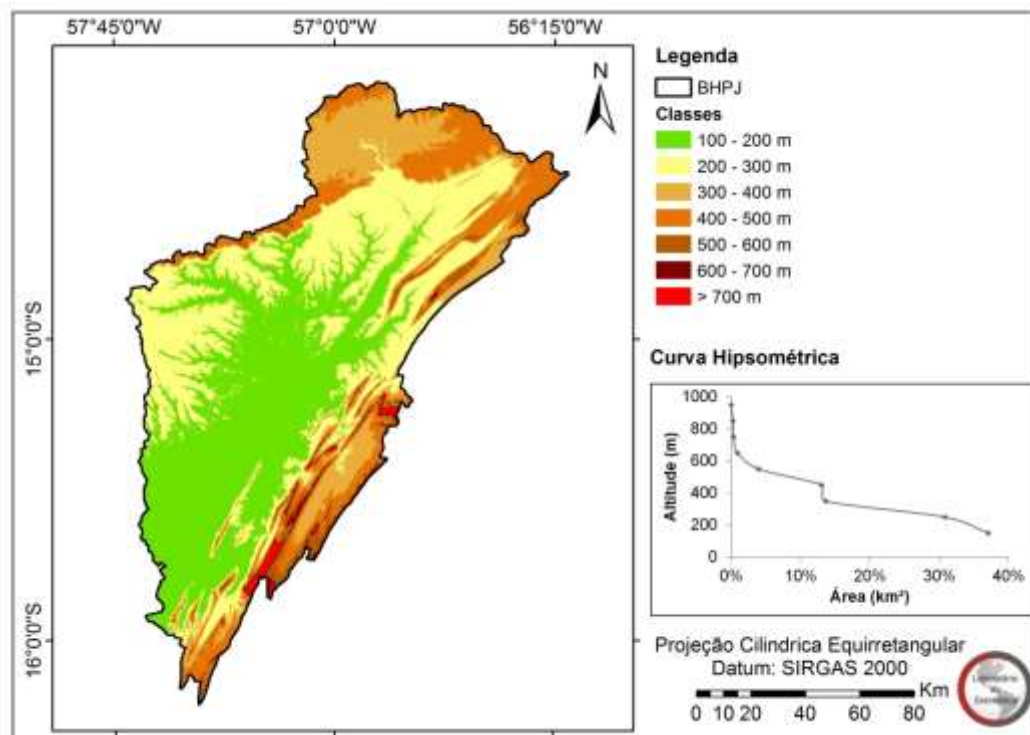


Figura 5 - Curva Hipsométrica e mapa altimétrico da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara

As variações de altitudes na BHPJ influenciam na temperatura, precipitação, evaporação e transpiração, pois essas variações, segundo Woodcock (1976 *apud* BORSATO; MARTONI, 2004), fazem com que a temperatura diminua 1°C para cada 150 m de altitude. Todavia, a redução da temperatura depende da umidade relativa do ar, podendo acarretar diferenças na evapotranspiração e no regime pluviométrico, o que pode influenciar diretamente o ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica (VILLELA; MATTOS, 1975).

Destarte, os resultados dos parâmetros morfométricos, Índice de Sinuosidade, Gradiente do Canal Principal e Curva Hipsométrica analisados neste estudo, apontam que a BHPJ possui escoamento superficial lento. De acordo com Tucci (2001), a qualidade da água depende da velocidade do escoamento de um canal, pois em contato com um agente poluidor e dependendo de sua concentração, um canal lento sedimentará e/ou diluirá o poluente, em dias ou meses, reduzindo o poder de dispersão do mesmo.

Embora a BHPJ apresente deficiência na capacidade de manutenção hídrica e baixa capacidade de drenagem, suas características morfométricas favorecem à manutenção e a qualidade das águas, que fazem com que ocorra o pulso de inundação do Pantanal mato-grossense pelo Rio Paraguai e seus afluentes.

Considerações Finais

As análises das características aeraias permitiram deduzir que a área de estudo possui baixa propensão à ocorrência de enchentes e inundações devido à sua forma geométrica, contribuindo para que o regime pluviométrico não exceda à capacidade de escoamento da bacia. O sistema de drenagem também colabora para que não ocorram esses fenômenos, pois o tipo de drenagem da bacia indica que o solo é mais resistente à erosão, são mais permeáveis e o relevo tende a ser mais suave.

Embora a BHPJ não seja propensa à ocorrência de enchentes e inundações, a densidade de drenagem e a capacidade de gerar novos canais da bacia é deficiente e, em consequência disso, a área mínima para manter um metro de canal de escoamento é alta. Essas condições causam preocupação, pois isso significa que a manutenção, em longo prazo do sistema de drenagem da bacia, pode ser ineficiente e afetar a dinâmica hídrica, o uso múltiplo das águas e influenciar no pulso de inundação do Pantanal mato-grossense, cujo ecossistema é dependente das águas advindas de regiões do Planalto.

A análise dos parâmetros lineares evidenciou a predominância de canais de 1º ordem, indicando a existência de elevada quantidade de nascentes e que a bacia possui acentuada bifurcação. Na bacia, o Rio Paraguai foi caracterizado como canal principal, considerado sinuoso, baixo gradiente de declividade, escoamento superficial lento e está pouco degradado. Contudo, áreas de mata ciliar foram suprimidas, havendo a inserção de usos antrópicos, que podem colaborar no incremento de sedimentos e agentes poluidores.

Em vista dos apontamentos apresentados, sugere-se que sejam desenvolvidas pesquisas que investiguem a interação das características geomorfológicas, uso e cobertura da terra e as variações de altitude no tocante aos fenômenos de erosão, lixiviação, sedimentação e assoreamento dos recursos hídricos da bacia.

Referências Bibliográficas

- ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da Bacia do Arroio Boa Vista – Guamiranga-PR. **Revista Caminhos da Geografia**, v. 8, n. 21, p. 46-58, 2007.
- BARBOSA, M. E.; FURRIER, M. Caracterização geomorfológica com apoio de índices morfométricos: O estudo de caso da Bacia do Rio Gurui. **Revista Cadernos do Logepa**, v. 6, n.1, p. 1-24, 2011.
- BORSATO, F. H.; MARTONI, A. M. Estudo da fisiografia das bacias hidrográficas urbanas no município de Maringá, Estado do Paraná. **Revista Acta Scientiarum**, v. 26, n. 2, p. 273-285, 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2018. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica, 2018. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/baixar_documento.jsf>. Acesso em 27 jul. 2018.
- Brasil. Decreto nº 87222 de 31 de maio de 1982. Cria as Estações Ecológicas do Seridó, Serra das Araras, Guaraqueçaba, Caracará e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 mai. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D87222.htm>. Acesso em 06 jan. 2019.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil** (Primeira Aproximação). Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
- Brasil. Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012. Proteção de vegetação nativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 23 out. 2018.
- BRASIL. Lei Federal 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm>. Acesso em 4 dez. 2017.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS U. M.; GARRIDO, J. C. P. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, Dordrecht/NL, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- CASARIN, R.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Uso da terra e qualidade da água da bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara-MT. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 33-42, 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1981. 297 p.
- CRUZ, C. B. M.; TEIXEIRA, A. J. A.; BARROS, R. S.; ARGENTO, M. S. F.; MAYR, L. M.; MENEZES, P. M. L. Carga antrópica da bacia hidrográfica da Baía de Guanabara. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 9., 1998, Santos, **Anais [...]** Santos: SBSR, 1998. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.09.11.15/doc/4_48p.pdf>. Acesso em 23 out. 2018.
- ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.3. Redlands, CA: Environmental Systems, 2007.
- FENNER, W.; MOREIRA, P. S. P.; FERREIRA, F. S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T. S. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. **Revista Acta**, v. 3, n.1, p. 72-85, 2014.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 56, n. 3, p. 275-370, 1945.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 45-168.

LANA, C. E.; ALVES, J. M. P.; CASTRO, P. T. A. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG – Brasil. **Revista Escola de Minas**, v. 54, n. 2, p. 121-126, 2001.

LASZLO, M.; ROCHA, P. C. Composição hierárquica dos canais fluviais das bacias hidrográficas dos rios Aguapeí e Peixe. **Revista Geonorte**, v. 10, n. 1, p. 228-232, 2014.

LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v.100, n. 1, p. 357- 375. 1982.

LINSLEY, R.K. J. KOHLER, M. A.; PAULHUS, J. L.H. **Hydrology for Engineers**, 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1975. 482 p.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento, 2017. **Regiões de Planejamento de Mato Grosso**, Cuiabá, MT, 2017. 245 p.

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

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

QGIS Development Team. 2016. QGIS 2.14.0 Essien. Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**. Research Institute, 2007.

RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. **Revista Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 378-389, 2017.

SANTOS, D. A. R.; MORAIS, F. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Lago Verde como subsídio à compartimentação do relevo da Região de Lagoa da Confusão – TO. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 617-629, 2012.

SANTOS, G. V.; DIAS, H. C. T.; SILVA, A. P. S.; MACEDO, M. N. C. Análise hidrológica e socioambiental da bacia hidrográfica do Córrego Romão dos Reis, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 931-940, 2007.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. O. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília/Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2013. 353 p.

SCHUMM, S.A. Sinuosity of alluvial rivers on the great plains. **Geological Society of America Bulletin**, v. 74, n. 9, p. 1089-1100, 1963.

TEODORO. L. I.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, v. 11, n. 1, p. 136-156, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 943 p.

USGS. **Geological Survey**. Disponível em:< <http://landsat.usgs.gov>>. Acessado em: 09 jan. 2018.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 246 p.

WISLER, C. O.; BRATER, E. F. **Hidrologia**. Tradução e publicação de Missão NorteAmericana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A, 1964. 484 p.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL FRENTE ÀS MUDANÇAS TEMPORAIS DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA PARAGUAI/JAUQUARA, MATO GROSSO - BRASIL

[Revista Applied Gography]

Abstract

The objective of this study is to analyze temporal landscape changes occurred in the Paraguay/Jauquara Basin, Mato Grosso State, Brazil, as well as its effects on the conservation of natural vegetation. It is a relevant contribution to understand the flood pulse of the Mato Grosso Pantanal and its drainage. Geo-technologies were used to classify land use/land cover of 1997, 2007 and 2017. Afterwards seven landscape metrics were applied to analyze the changes which occurred over the 20 year period analyzed, considering area, fragmentation, size, connectivity and isolation of the natural vegetation. Results indicate that 18% of the vegetation was replaced by pasture over these 20 years, contributing to the fragmentation and isolation of vegetation remnants in the basin. Thus, it is suggested that efficient measures are adopted for environmental management, since this alteration of natural vegetation may affect the geo-systems and the flood pulse of the Pantanal floodplain.

Keywords: Remote sensing, Geo-technologies, Landscape ecology, Environmental conservation.

1. Introdução

O estado de conservação dos ambientes naturais é uma recorrente preocupação entre a comunidade científica, pois segundo Wiens (2012), o ritmo das mudanças vem sendo acelerado em virtude do crescimento populacional e de seus anseios políticos, sociais, culturais e econômicos e, dessa forma, o homem pode estar exaurindo os componentes naturais.

Nesse contexto, a ecologia de paisagem pode ser utilizada para compreensão da heterogeneidade espacial (estrutura e padrão), por meio de duas vertentes, a primeira geográfica que busca compreender a influência das ações antrópicas sobre a paisagem e a segunda é a ecológica que analisa a consequência dos arranjos espaciais da paisagem sobre os processos ecológicos e seus efeitos sobre a conservação dos ecossistemas (PIVELLO; METZGER, 2007; METZGER, 2001).

Amorim e Oliveira (2008) esclarecem que a análise de paisagem está alicerçada em estudos setoriais ou integrada a aspectos físicos, econômicos e sociais, permitindo identificar e avaliar impactos ambientais sob o reconhecimento de áreas de riscos, categorizadas como áreas geoambientais. Esse processo possibilita uma análise rigorosa e criteriosa sobre a vulnerabilidade e ocorrência de fenômenos que podem resultar em efeitos sociais, econômicos e ambientais.

Nesse sentido, as métricas de paisagem possibilitam analisar padrões estruturais da paisagem (MCGARIGAL; MARKS, 1995), que operacionalizadas via geotecnologias têm-se mostrado eficientes para compreender as mudanças temporais dos padrões estruturais da paisagem e seus efeitos sobre a conservação da vegetação em ambientes vulneráveis à ação antrópica em bacias hidrográficas, conforme observados nos trabalhos de Moraes e Carvalho (2013), Neves, Neves e Neves (2014), Pereira et al. (2001) Hardt, Santos e Silva (2014) e Romero et al. (2018).

Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo é analisar temporalmente as mudanças ocorridas na estrutura da paisagem e seus efeitos sobre a conservação da vegetação natural da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara (BHPJ) e de suas sub-bacias.

O estado de conservação da vegetação natural da BHPJ é uma questão preocupante, uma vez que sua extensa área de drenagem localiza-se em regiões de Planalto da Bacia do Alto Paraguai, que é uma unidade hidrográfica que contém o bioma e a planície alagável pantaneira, e suas águas contribuem diretamente no pulso de inundação do Pantanal mato-grossense (PESSOA et al., 2013). Desse modo, esse estudo, com base nas mudanças temporais dos padrões estruturais da paisagem, contribuirá na compreensão de como o estado de conservação da vegetação nativa da bacia de estudo pode influenciar na manutenção dos geossistemas e no pulso de inundação do Pantanal mato-grossense.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

A Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara (BHPJ), que está localizada na região nordeste da Bacia do Alto Paraguai (BAP), Mato Grosso, possui 16.482 km² e 9 sub-bacias tributárias, sendo elas: a do Rio Santana, Rio Diamantino, Rio dos Bugres, Rio Branco, Interbacia do Rio Paraguai Médio, Rio Pari, Rio Jauquara, Córrego Salobra e Córrego Cachoerinha (Figura 1).

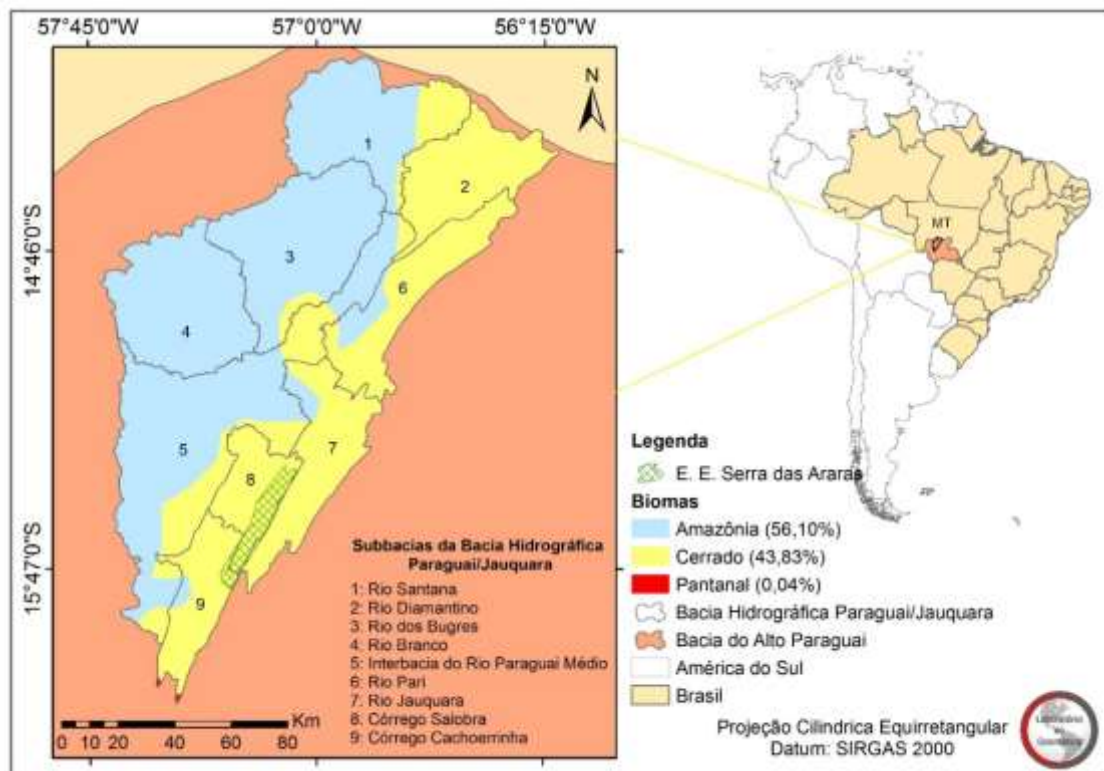


Fig. 1. Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos contextos: brasileiro, estadual, da BAP, dos biomas nacionais e das unidades hidrográficas.

Ocorre na BHPJ, de acordo com Fenner et al. (2014), clima do tipo Tropical com duas estações bem definidas, uma de chuva (outubro a abril) e a outra seca (maio a novembro). A precipitação máxima no ano de 2017 foi de 357 mm, no mês de fevereiro, e a mínima foi de 0 mm, nos meses de junho e julho (BRASIL, 2018).

A cobertura vegetal da BHPJ é composta por remanescentes de Florestas Estacionais e Savanas, típicas dos três biomas nacionais que abrangem sua área de drenagem, Amazônia (56,10%), Cerrado (43,83%) e Pantanal (0,04%) (BRASIL, 2004; IBGE, 2012).

Na região sudoeste da BHPJ, em área de cerrado, o relevo é dissecado predominando cotas acima de 700 m de altura, onde abriga a estação ecológica Serra das Araras, que é uma unidade de conservação de proteção integral a natureza, que se estende por 271 km² entre os municípios de Cáceres e Porto Estrela. Essa estação foi criada pelo decreto nº 87.222, de 31 de maio de 1982 (BRASIL, 1982).

A região da BHPJ vem passando por mudanças na paisagem desde meados do século XIX, decorrentes da exploração madeireira e mineração e, posteriormente, pelo desenvolvimento de atividades agrícolas (FERREIRA, 2001).

2.2 Procedimentos metodológicos

A delimitação da BHPJ e de suas sub-bacias foi realizada por meio do Modelo digital de Elevação (MDE) *Shutter Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30 m, reprojetado para o Datum SIRGAS 2000, fuso 21 Sul, no *software* QGIS (versão 2.14.21) (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2016).

Para elaboração do mapa de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara foram utilizadas as imagens do satélite Landsat-8, sensor *Operational Land Imager* (OLI), do ano de 2017 e *Thematic Mapper* (TM) do Landsat-5, referentes aos anos de 2007 e 1997, ambos com resolução espacial de 30 m, órbita 227 e os pontos 070 e 071. Estas foram reprojetadas para o Datum SIRGAS 2000, fuso 21 Sul, no *software* QGIS. As imagens Landsat-5 foram georreferenciadas no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) (versão 5.5.2) (CÂMARA et al., 1996), utilizando como referência as imagens do Landsat-8, com tolerância mínima de erro de 0,5 por pixel. Após o procedimento anterior à resolução radiométrica das imagens foram padronizadas para 8 *bits*, no *software* ArcGIS (versão 10.3) (ESRI, 2007).

Todas as imagens foram segmentadas por meio do algoritmo de crescimento de regiões no *software* SPRING, adotando similaridade e área de *pixel* diferentes para os anos do estudo, pois os valores aplicados foram os que melhor representaram as regiões para cada ano (Quadro 1).

Quadro 1

Relação de Segmentação por similaridade e área de *pixel* utilizados para classificação do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.

Satélite	Ano do imageamento	Similaridade	Área de <i>pixel</i>
<i>Landsat-8</i>	2017	3	40
<i>Landsat-5</i>	2007	2	50
<i>Landsat-5</i>	1997	3	40

As amostras das classes do uso e cobertura da terra, elencadas no quadro 2, com o objetivo de treinar o algoritmo *Bhattacharya* do *software* SPRING, com limiar de aceitação de 95%. O produto da classificação foi um arquivo *raster* (matricial), que foi convertido para vetorial e exportado no formato *shapefile*. O processo de edição das classes de uso e cobertura da terra, elaboração do layout e quantificação foram efetuados no *software* ArcGIS.

Quadro 2

Relação de classes utilizadas para classificação do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.

Classes	Descrição
Agricultura	Todos os tipos de culturas agrícolas
Corpos d'água	Lagos artificiais, lagoas, rios e espelho d'água
Mancha urbana	Cidades e distritos
Outros usos	Estradas vicinais, rodovias, construções civis e mineração
Pastagem	Pecuária
Vegetação natural	Savana e Floresta Estacional

As mudanças históricas de uso e cobertura da terra foram calculadas a partir da tabulação cruzada e representadas a partir de gráficos de perdas e ganhos do uso e cobertura da terra (ROMERO, et al. 2018) do período de avaliação para a BHPJ e de suas sub-bacias, facilitando a visualização e interpretação dos efeitos das mudanças ocorridas sobre a conservação da vegetação natural da bacia ao longo do tempo.

A análise das mudanças da estrutura da paisagem e seus efeitos sobre o estado de conservação da vegetação natural da BHPJ foi realizada por meio da aplicação de um conjunto de métricas de paisagem sobre os mapas históricos de uso e cobertura da terra. Foram selecionadas métricas que avaliassem as mudanças em composição e configuração dos elementos constituintes da paisagem ao longo de 20 anos, através de medidas de área da paisagem (CA, PLAND) e de fragmentação (NP), tamanho (LPI), conectividade (COHESION) e isolamento (ENN_MN) dos fragmentos de vegetação natural (Quadro 3). As métricas foram calculadas no *software* Fragstats (versão 4.2.1) (MCGARIGAL; MARKS, 1995).

Quadro 3

Relação de métricas utilizadas para analisar a estrutura da paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.

Métricas	Fórmulas	Conceitos
Área da classe (CA)	$CA = \sum_{j=1}^n a_j$ a_j: área do fragmento j.	Área total de cada classe em unidade de área (km ²) (MCGARIGAL; MARKS, 1995)
Porcentagem da Paisagem (PLAND)	$PLAND = p_i = \frac{\sum_{j=1}^n a_j}{A} (100)$ p_i: Proporção da classe i, a_j: área do fragmento j, A: área total da paisagem.	Porcentagem total de cada classe referente a paisagem (%) (MCGARIGAL; MARKS, 1995)
Número de fragmentos (NP)	$NP = n_i$ n_i: Número de fragmentos por classe i.	Número de fragmentos por classe

		(MCGARIGAL; MARKS, 1995)
Índice de maior macha (LPI)	$LPI = \frac{\max_{j=1}^n(a_j)}{A}(100)$ a_j: Área do maior fragmento j, A: Área total da paisagem.	Porcentagem da paisagem ocupada pela área da maior mancha da classe vegetação natural (%) (MCGARIGAL; MARKS, 1995)
Índice de coesão de mancha (COHESION)	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^n p_j}{\sum_{j=1}^n p_j \sqrt{a_j}} \right] \left[1 - \frac{1}{\sqrt{A}} \right] - 1(100)$ A: Área total da paisagem, p_j: perímetro do fragmento j, a_j: Área do fragmento j.	Corresponde a soma da conectividade física entre cada fragmento da mesma classe. Pode variar de 0 a 100, sendo 100 o valor máximo de coesão da classe vegetação natural (MCGARIGAL; MARKS, 1995)
Distância euclidiana de vizinho mais próximo (ENN_MN)	$MN = \frac{\sum_{j=1}^n x_{ij}}{n_i}$ MN: média do somatório das distâncias dos fragmentos de vizinhança mais próxima com o mesmo por tipo de classe ij, n_i: Número de fragmentos da classe i.	Média do somatório de todas as distâncias entre cada fragmento e o vizinho mais próximo da mesma classe, dividido pelo número de fragmentos da classe (MCGARIGAL; MARKS, 1995)

3. Resultados

A área total da paisagem da BHPJ abrange 16.482 km², atualmente 54% da área é coberta por remanescentes de vegetação nativa de savanas e florestas estacionais. Embora a vegetação nativa ainda seja predominante na área de estudo, há duas décadas sua porcentagem na paisagem (PLAND) era 10% maior (Figura 2).

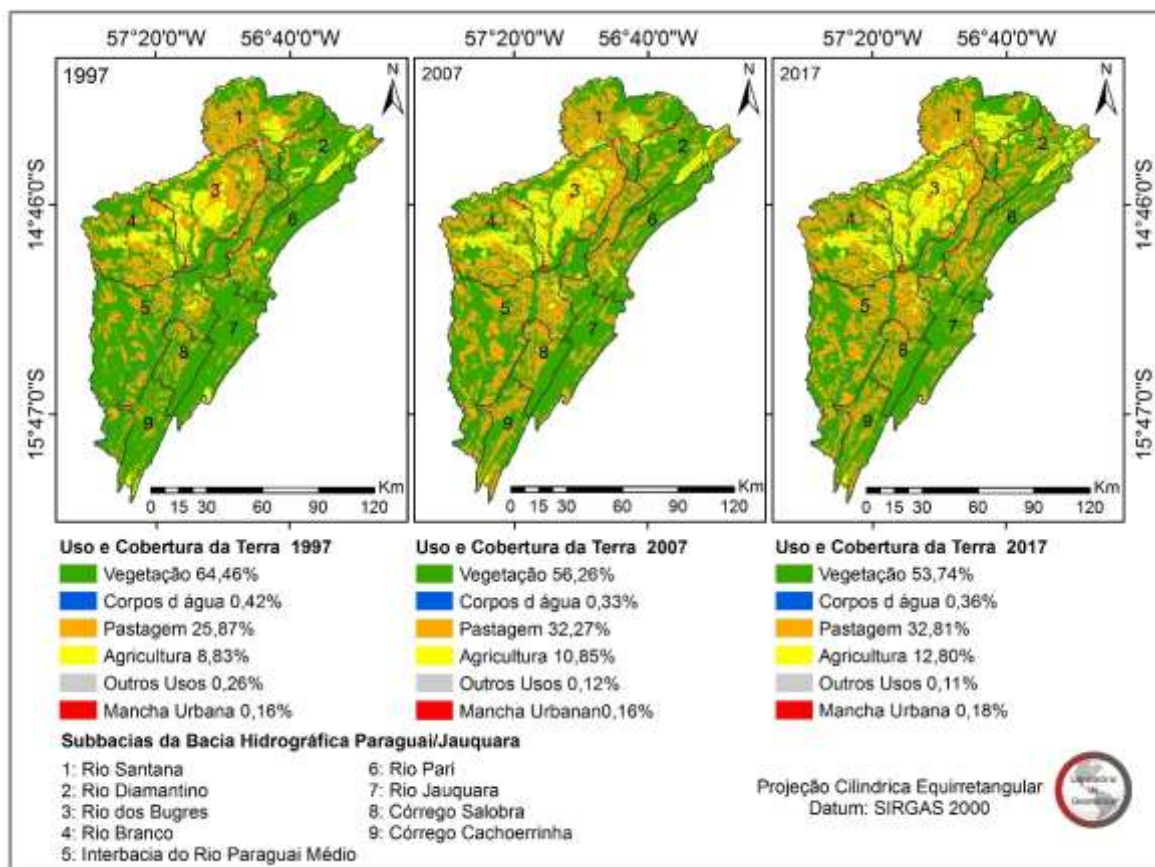


Fig. 2. Mapa temático do uso e cobertura da terra nos anos de 1997, 2007 e 2017 da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara – MT.

Desse modo, as áreas de vegetação nativa convertidas nas 9 sub-bacias da BHPJ totalizam 1.766 km² para outros usos antrópicos, pois entre 1997 e 2007 a área reduziu 8%, equivalente a 1.350 km², e após esse período mais 2%, com 416 km² desmatados (Figura 3). No mesmo período, os usos antrópicos pastagem e agricultura, aumentaram 7% e 4% respectivamente ao longo desse período (Figura 3).

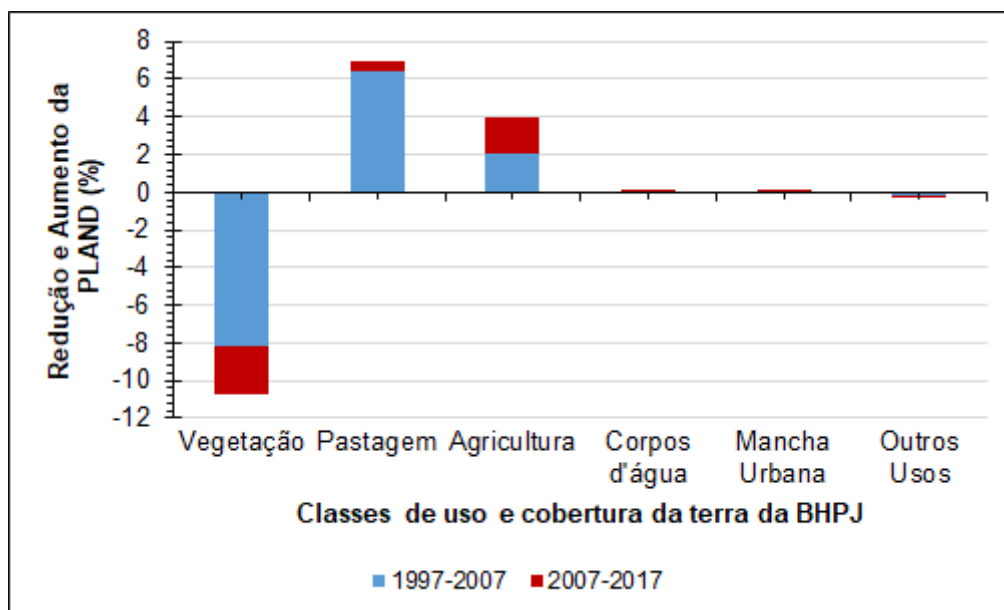


Fig. 3. Redução e aumento das porcentagens de uso e cobertura da terra (PLAND) da Bacia Hidrográfica do Paraguai/Jauquara - MT entre os períodos de 1997 a 2007 e 2007 a 2017.

Os resultados indicam que as sub-bacias do Córrego Cachoerinha, Interbacia do Paraguai Médio e Rio Diamantino da BHPJ apresentaram maiores reduções na PLAND ao longo das duas décadas (Figura 4).

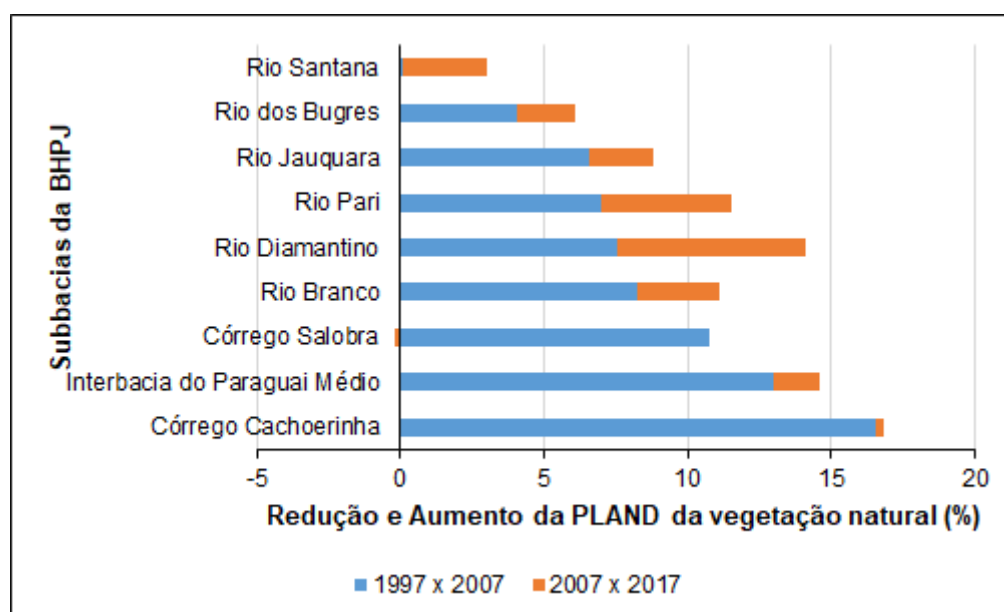


Fig. 4. Redução e aumento das porcentagens na paisagem (PLAND) da vegetação natural da Bacia Hidrográfica do Paraguai/Jauquara - MT entre os períodos de 1997 a 2007 e 2007 a 2017.

Os resultados indicam por meio do gráfico de perdas e ganhos que a maioria das áreas desmatadas ao longo dos 20 anos foi convertida em pastagem, 14% no primeiro período, 1997 a 2007, e mais 4% no segundo período, 2007 a 2017 na BHPJ

(Figura 5 A e B). Sendo que as conversões mais representativas ocorreram nas sub-bacias do Córrego Cachoeirinha 26%, Interbacia do Paraguai Médio 25% e Rio Diamantino 23% no primeiro período.

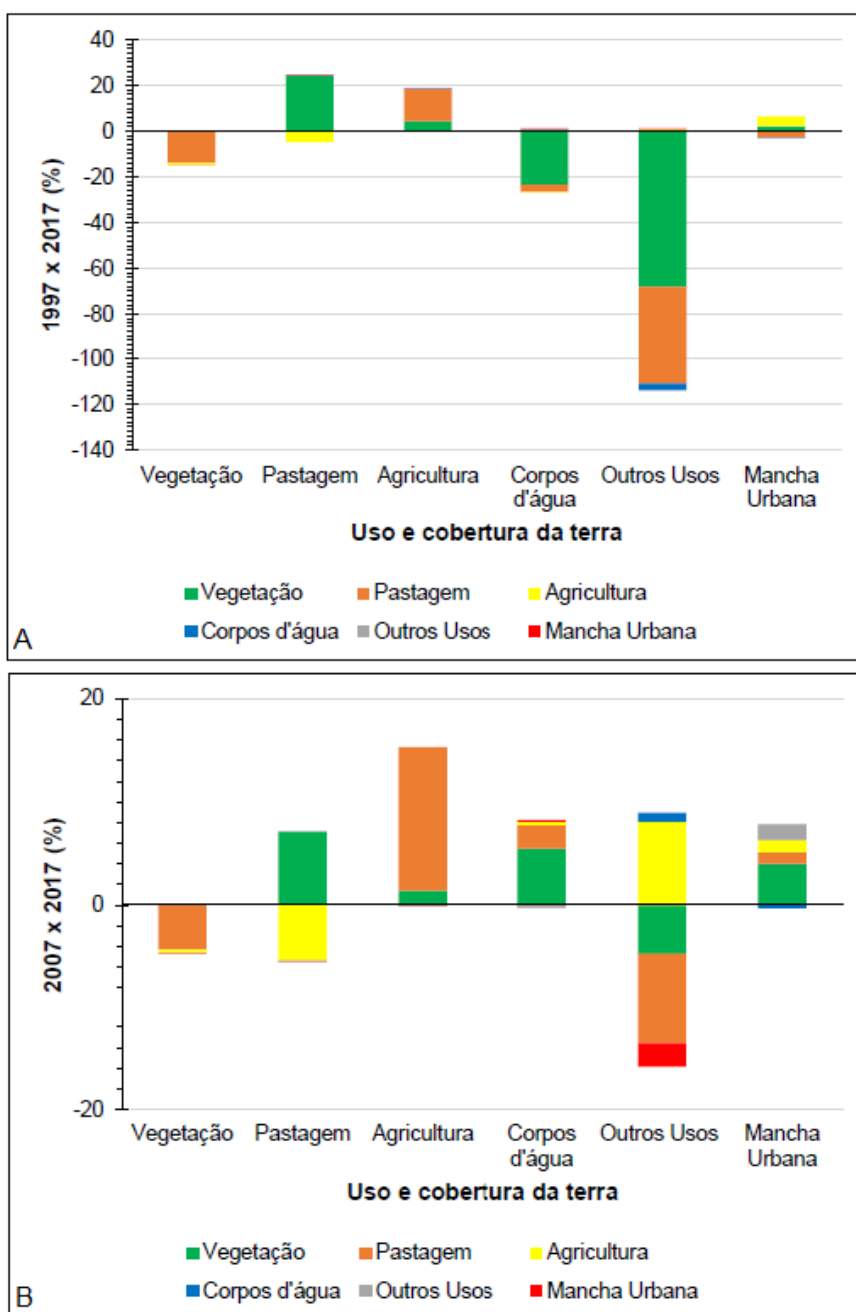


Fig. 5. Mudanças entre uso e cobertura da terra na paisagem da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT entre os períodos de 1997 a 2007 e 2007 a 2017.

Os resultados apontam que ao longo dos 20 anos, houve uma expansão de 35% da classe agricultura na bacia, sendo mais expressiva entre o período de 1997 a 2007. A expansão da agricultura na BHPJ ocorreu por meio da conversão de 6% da

vegetação nativa, 28% da substituição da classe pastagem e 1% da mancha urbana e outros usos nas duas décadas (Figura 5 A e B).

A substituição da pastagem por agricultura foi mais representativa nas sub-bacias do Rio dos Bugres e Rio Santana ao longo dos 20 anos, isso porque a PLAND das classes pastagem reduziu 11% e 6%, ao passo que a agricultura aumentou 17% e 10%, respectivamente ao longo do período. O feito ocorreu, pois 59% e 25% das áreas dessas sub-bacias destinadas para pastagem foram substituídas para agricultura, nas sub-bacias do Rio dos Bugres e Rio Santana, respectivamente. As mudanças ocorreram principalmente nas regiões Sudoeste e Leste da sub-bacia do Rio Santana e nas regiões Centro-oeste e Norte da Rio dos Bugres (Figura 6).

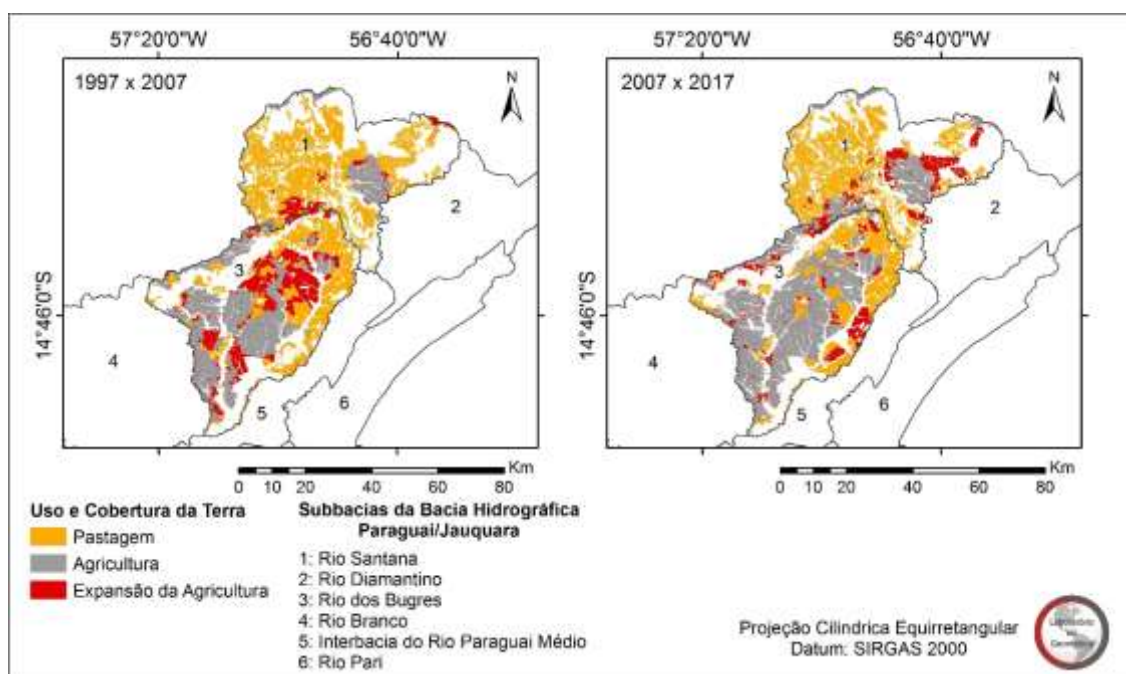


Fig. 6. Uso da terra para Pastagem substituído por Agricultura nas Bacias Rio dos Bugres e Santana, sub-bacias da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.

As sub-bacias que mantiveram remanescentes de vegetação nativa com maior representatividade foram Rio Jauquara, a do Rio Pari e Córrego Salobra (Figura 7). Contudo, as sub-bacias com menor PLAND da vegetação natural são as do Rio dos Bugres, Rio Branco e Rio Santana (Figura 7). Os valores são considerados baixos, isso porque a área coberta por vegetação nativa não ultrapassa os 50% da paisagem e neste caso, o elemento que está dominando é de origem antrópica. Na sub-bacia do Rio dos Bugres, a agricultura representa 45% da paisagem, já na Bacia do Rio

Branco, a pastagem representa 42%. Por outro lado, na sub-bacia do Rio Santana, os usos antrópicos pastagem e agricultura abarcam 54% da paisagem.

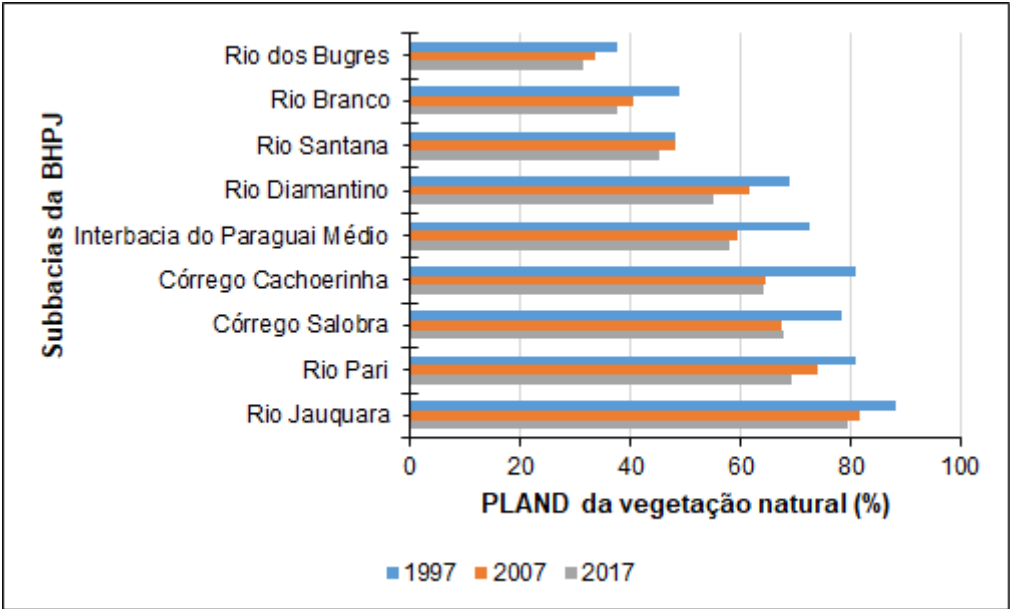


Fig. 7. Variações na porcentagem na paisagem (PLAND) da vegetação natural das sub-bacias da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.

Os resultados apontam que o Número de Fragmentos (NP) aumentou de 1.578 para 2.012, houve uma redução 11% do Índice de Maior Mancha (LPI), e o Índice de Coesão de Mancha (COHESION) variou ao longo dos 20 anos (Tabela 1 e 2).

Tabela 1

Número de Fragmentos (NP) e Índice de Maior Fragmento (LPI) calculados por sub-bacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.

Sub-bacias	NP			Redução e aumento		LPI (%)			Redução e aumento	
	1997	2007	2017	1997 x 2007	2007 x 2017	1997	2007	2017	1997 x 2007	2007 x 2017
Córrego Cachoerinha	60	129	131	+69	+2	80	62	63	-19	+1
Córrego Salobra	58	86	73	+28	-13	77	65	65	-12	0
Interbacia do Paraguai Médio	334	464	453	+130	-11	45	46	45	+1	-1
Rio Branco	211	207	264	-4	+57	45	37	20	-8	-17
Rio Diamantino	103	115	179	+12	+64	66	58	52	-8	-5
Rio dos Bugres	287	274	321	-13	+47	32	17	26	-15	+9
Rio Jauquara	42	72	89	+30	+17	88	80	78	-8	-2

Rio Pari	63	73	96	+10	+23	80	73	68	-7	-4
Rio Santana	420	379	406	-41	+27	17	38	32	+21	-6
BHPJ	1578	1799	2012	+221	+213	61	52	50	-9	-2

Tabela 2

Índice de Coesão de Mancha (COHESION) calculados por sub-bacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.

Sub-bacias	COHESION			Redução e aumento	
	1997	2007	2017	1997 x 2007	2007 x 2017
Córrego Cachoerinha	99,98	99,95	99,96	-0,03	+0,01
Córrego Salobra	99,97	99,94	99,95	-0,03	+0,01
Interbacia do Paraguai Médio	99,94	99,94	99,95	+0,01	+0,01
Rio Branco	99,94	99,93	99,86	-0,01	-0,07
Rio Diamantino	99,96	99,95	99,95	-0,01	0,00
Rio dos Bugres	99,89	99,82	99,87	-0,07	+0,05
Rio Jauquara	99,99	99,98	99,98	-0,01	0,00
Rio Pari	99,98	99,98	99,97	-0,01	0,00
Rio Santana	99,67	99,84	99,80	+0,17	-0,04
BHPJ	99,98	99,97	99,98	-0,01	+0,01

Nesse sentido, os resultados apontam que as sub-bacias do Rio Santana e Interbacia do Paraguai Médio, já eram as mais fragmentas no início do período de avaliação, em 1997 (Tabela 1). Contudo, a sub-bacia do Rio Santana foi a que mais recuperou seu estado de conservação em níveis de estrutura de paisagem (fragmentação e conectividade da área cobertura por vegetação nativa), entre 1997 a 2007, isso porque foi a que mais reduziu o NP, a que mais aumentou o LPI (Tabela 1) e o COHESION (Tabela 2) e reduziu a Distância Euclidiana do Vizinho Mais Próximo (ENN_MN) dos fragmentos (Figura 8).

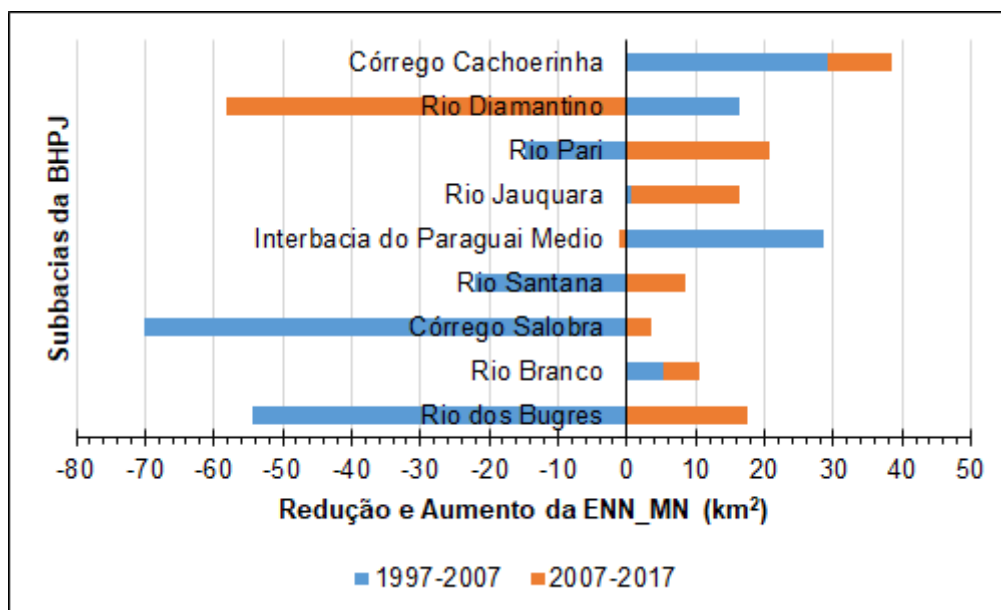


Fig. 8. Redução e Aumento da Distância Euclidiana do Vizinho Mais Próximo (ENN_MN) por sub-bacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara - MT nos anos de 1997, 2007 e 2017.

Todavia, a melhora do estado de conservação da sub-bacia do Rio Santana sofreu mudanças negativas, entre 2007 a 2017, pois houve mudanças de composição da paisagem, ou seja, a PLAND da vegetação reduziu (Figura 4) e o NP aumentou (Tabela 1) e de configuração, onde o LPI e a COHESION reduziram consideravelmente (Tabela 1 e 2) e a ENN_MN aumentou ao longo do período.

As mudanças de composição (PLAND e NP) ocorridas na Interbacia do Paraguai Médio, no primeiro período entre 1997 a 2007, possivelmente afetaram a configuração da paisagem referente ao LPI e COHESION (Tabela 1 e 2), porém o grau de isolamento dos fragmentos (ENN_MN) aumentou entre 1997 a 2007. Isso porque, o aumento do NP se deu pela fragmentação de remanescentes de vegetação menores que já existiam no início do ano de 1997, contribuindo para que a classe tenha permanecido mais conectada/coesa e próxima na sub-bacia, ao longo da década.

A análise da métrica de configuração ENN_MN permitiu identificar que houve uma variação entre os períodos no grau de isolamento dos fragmentos pertencentes à paisagem da BHPJ, pois os resultados demonstram que as sub-bacias Córrego Salobra, Rio dos Bugres, Rio Pari e Rio Santana diminuíram as distâncias dos fragmentos no primeiro período e depois aumentaram no segundo período. Isso porque, as mudanças ocorridas na composição impediu a restauração e/ou regeneração natural da vegetação após o ano de 2007 (Figura 8).

Ao longo dos 20 anos as sub-bacias que só aumentaram o grau de isolamento dos fragmentos foram as sub-bacias do Córrego Cachoerinha em 38,53 km, Rio Jauquara 16,27 km e Rio Branco com 10,65 km. (Figura 8). Todavia, a sub-bacia Rio dos Bugres ao longo dos 20 anos foi a que obteve maior grau de isolamento dos fragmentos, atualmente a ENN_MN da sub-bacia é de 244 km.

Os resultados apontam que a sub-bacia que apenas reduziu o estado de conservação da área coberta por vegetação nativa, em níveis de configuração e composição foi a do Rio Jauquara ao longo dos 20 anos, pois não houve sinais de regeneração e/ou recuperação das áreas de remanescentes de vegetação convertidas para usos antrópicos (Tabela 1 e 2).

4. Discussão

As mudanças temporais da estrutura da paisagem na BHPJ ocasionada pelo homem afetaram o estado de conservação da vegetação natural da bacia de estudo, pois houve redução da área coberta por vegetação, ocasionando fragmentação, reduzindo a conectividade e acentuando o isolamento dos remanescentes de vegetação nativa.

Historicamente os desmatamentos em florestas tropicais são ocasionados pela demanda populacional e por consequência da expansão das lavouras e pastagens (KRUSCHE et al., 2005). Cunha (2006) acrescenta que, em virtude dos processos de ocupação e incentivos governamentais após a década de 60, a economia do estado de Mato Grosso possui caráter essencialmente agrícola, destacando a pecuária como uma medida alternativa e imediata para a valoração da terra durante o processo de ocupação do estado e esclarece que a atividade vem pressionando cada vez mais os remanescentes de vegetação nativa desde o início do processo.

Tucci (2001) destaca a importância dos remanescentes de vegetação nativa, principalmente das matas ciliares para os recursos hídricos, pois os protegem, reduzindo o incremento da carga de sedimentos e de agentes poluidores que assoreariam e desqualificam a água. O que segundo Oliveira filho, Dutra e Ceruti (2012), essas consequências não ocorrem de forma pontual em uma bacia hidrográfica, isso porque, os canais de drenagem perpetuam o impacto por toda área de domínio da bacia.

Nesse sentido, as porcentagens de áreas de vegetação nativa convertidas nas sub-bacias da área de estudo é uma condição preocupante, isso porque o Rio Paraguai, canal principal da BHPJ, nasce na sub-bacia do Rio Diamantino e é drenado até o exutório pela extensa Interbacia do Paraguai Médio. Portanto, essas áreas desempenham importante papel sobre a dinâmica hídrica da área de estudo e assim sendo é válida a preocupação, pois a substituição da vegetação nativa por usos antrópicos podem tornar essas importantes sub-bacias mais vulneráveis.

As áreas convertidas deixaram de desenvolver seu papel ecossistêmico, pois em áreas agrícolas os processos essenciais de ciclagem de nutrientes e fixação do carbono no solo podem ser reduzidos, principalmente em áreas de pastagens degradadas e não manejadas (ROSOLEN et al., 2012).

Oliveira e Corsi (2005) explicam que a recuperação de pastagens degradadas é de suma importância, pois evita o desmatamento de novas áreas. Dessa forma, o manejo adequado da pastagem para criação de gado de corte causa menos danos ao meio ambiente do que áreas utilizadas para agricultura, pois a pastagem cobre a terra durante todo o período de uso, sem interrupção, e por esse motivo tem potencial para reduzir a velocidade do escoamento superficial, diminuindo a erosão e lixiviação do solo (PINTO et al., 2005).

Nesse sentido, Oliveira e Corsi (2005) e Lourenzani e Caldas (2014), também identificaram certo padrão de espacialização de conversão da cobertura e do uso da terra, onde pastagens para criação de bovinos substituem logo após áreas desmatadas devido à fertilidade do solo e posteriormente a atividade é substituída por atividades agrícolas, principalmente para produção de gramíneas e grãos.

Ribeiro, Galvanin e Paiva (2017) relacionam a mudança do uso da terra de pastagem para agricultura nas sub-bacias do Rio Bugres e Santana na BHPJ com a instalação de duas usinas, uma em Barra do Bugres e outra em Nova Olímpia, que juntas utilizam aproximadamente 97 mil hectares destinados ao plantio de cana-de-açúcar para a produção de açúcar e álcool.

A condição atual das sub-bacias do Rio Jauquara, Rio Pari e Córrego Salobra se deve à localização das mesmas, pois estão próximas do divisor topográfico da BHPJ, onde o relevo é mais dissecado com altitudes elevadas, o que dificulta o desenvolvimento de atividades agrícolas. Além disso, a sub-bacia do Córrego Salobra abriga a Estação Ecológica Serra das Araras, que é uma unidade de conservação que

proíbe a substituição da vegetação natural por usos antrópicos (BRASIL, 1982). Embora a sub-bacia do Rio Jauquara possua vegetação nativa atualmente maior área coberta por vegetação nativa, não houve sinais de recuperação e/ou regeneração natural da vegetação ao longo dos 20 anos, pois durante o período só ocorreu piora na composição e configuração da estrutura da paisagem na sub-bacia do Rio Jauquara.

A composição e configuração da estrutura da paisagem afetam a qualidade ambiental dos fragmentos e habitats, uma vez que restringem a permeabilidade da matriz e dos fluxos biológicos entre os fragmentos (GASCON et al., 1999; METZGER, 2006). Isso porque, segundo Forman e Gordon (1986), a fragmentação da vegetação natural pode levar à criação de fragmentos isolados, que quando imersos em uma matriz antropizada são influenciados por ela principalmente por meio do efeito de borda sobre o fragmento. Calegari et al. (2010) corroboram explicando que esse tipo de efeito pode provocar alterações no microclima, perda e/ou alteração da biodiversidade da fauna e flora e em matas ciliares, podendo ocasionar erosões e assoreamentos de canais fluviais.

O isolamento dos fragmentos imersos em uma matriz altamente antropizada influencia os ciclos ecossistêmicos do habitat o que, segundo Turner (1996), a persistência de muitas espécies em paisagens fragmentadas depende muito da qualidade da matriz, principalmente para o fluxo gênico e de recolonização de fragmentos isolados.

Exemplo disso, ocorreu no estudo de Santos-Filho, da Silva e Sanaiotti (2008), pois identificaram variações negativas na abundância e riqueza de pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) e de artrópodes em fragmentos de Florestas Estacionais Semidecíduais com formação Submontana no estado de Mato Grosso, imersos em uma matriz antropizada por pastagem.

A análise temporal das mudanças ocorridas na estrutura da paisagem da BHPJ, bem como de suas sub-bacias por período, permitiram identificar que, em virtude das mudanças de composição ocorridas por meio da substituição da vegetação nativa para pastagem e agricultura, contribuindo negativamente no estado de conservação da BHPJ entre 1997 a 2007, há indícios de que as alterações de configurações dos fragmentos foram melhores para a conservação que no período seguinte, 2007 a 2017 em algumas das sub-bacias.

Portanto, isso significa que houve uma mudança na tendência de conservação da área, provavelmente pela regulamentação da Lei Federal 12.651 de 08 de janeiro de 2012, cuja atribuiu medidas e órgãos responsáveis designados à gestão e políticas públicas com o intuito de garantir a conservação e preservação ambiental dos recursos naturais, principalmente pela constituição de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Legais (RL) (Brasil, 2012).

5. Conclusões

Verificou-se que remanescentes de vegetação foram convertidos para Pastagem ao longo dos 20 anos, principalmente entre os anos de 1997 a 2007. A substituição ocorrida facilitou os processos de fragmentação e isolamento da vegetação em algumas sub-bacias da BHPJ. Essa situação é preocupante, pois as áreas convertidas deixaram de exercer funções essenciais para a manutenção da qualidade ambiental dos recursos naturais da BHPJ e ainda podem influenciar na alteração do pulso de inundação do Pantanal mato-grossense.

Sugere-se realizar estudos complementares que busquem avaliar a qualidade ambiental da paisagem, visando à interpretação das interações das unidades antropizadas com os ambientes naturais formadores de mosaicos heterogêneos que compõem a paisagem da BHPJ. Os resultados deste estudo podem auxiliar nas tomadas de decisão quanto à gestão adequada do uso e cobertura da terra e recursos hídricos, visando à manutenção dos ecossistemas naturais.

6. Referências Bibliográficas

AMORIM, R. R.; OLIVEIRA, R. C. As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 2, n. 20, p. 177-198, 2008.

BRASIL. Agência Nacional de Águas, 2018. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Nome do documento, 2018. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/baixar_documento.jsf>. Acesso em 27 jul. 2018.

Brasil. Decreto nº 87222 de 31 de maio de 1982. Cria as Estações Ecológicas do Seridó, Serra das Araras, Guaraqueçaba, Caracaraí e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 mai. 1996. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D87222.htm>. Acesso em 06 jan. 2019.

Brasil. Lei Federal 12.651 de 25 de maio de 2012. Proteção de vegetação nativa.

Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 mai. 2012. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 23 out. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro de Geografia. **Mapa de Biomas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Escala 1: 500.0000.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C.

Análise da Dinâmica de Fragmentos Florestais no Município de Carandaí, MG, para Fins de Restauração Florestal. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS U. M.; GARRIDO, J. C. P. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling.

Computers and Graphics, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

CUNHA, J. M. P. Dinâmica migratória e o processo de ocupação do Centro-Oeste brasileiro: o caso de Mato Grosso. **Revista brasileira de estudo de população**, v. 23, n.1, p. 87-107, 2006.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 10.3. Redlands, CA: Environmental Systems, 2007.

FENNER, W.; MOREIRA, P. S. P.; FERREIRA, F. S.; DALLACORT, R.; QUEIROZ, T. M.; BENTO, T. S. Análise do balanço hídrico mensal para regiões de transição de Cerrado-Floresta e Pantanal, Estado de Mato Grosso. **Revista Acta**, v. 3, n.1, p. 72-85, 2014.

Ferreira, J. C. V. **Mato Grosso de seus Municípios**. Cuiaba: Editora Burit. 2001. 660 p.

FORMAN, R. T. T.; GODROM, M. **Landscape ecology**. New York: John Willey. 1986. 619 p.

Gascon, C.; Lovejoy, T.; Bierregaard, R.O.; Malcolm, J.R.; Stouffer, P.C.;

Vasconcelos, H.L.; Laurance, W.F.; Zimmerman, B.; Tocher, M.; Borges, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, v. 91, n. 2, p. 223-229, 1999.

HARDT, E.; SANTOS, R. F.; SILVA, E. F. L. P. Evaluating the ecological effects of the social agent scenarios for a housing development in the Atlantic Forest.

Ecological Indicators, v. 36, n. 36, p. 120-130, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. p. 45-168

KRUSCHE, A. V.; BALLESTER, M. V. R.; VICTORIA, R. L.; BERNARDES, M. C.; LEITE, N. K.; HANADA, L.; VICTORIA, D. C.; TOLEDO, A. M.; OMETTO, J. P.; MOREIRA, M. Z.; GOMES, B. M.; BOLSON, M. A.; NETO, S. G.; BONELLI, N.; DEEGAN, L.; NEILL, C.; THOMAS, S.; AUFDENKAMPE, A. K.; RICHEY, J. E. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do Rio Ji-Paraná, Rondônia. **Revista Acta Amazônica**, v. 35, n. 2, p. 197-205, 2005.

LOURENZANI, W. L.; CALDAS, M. M. Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1980-1987, 2014.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, 1995. 122 p.

METZGER, J. P. O que é ecologia da paisagem? **Biota Neotropica**, v. 1, n.1, 2001, p. 1- 9.

METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza e Conservação**, v. 4, n. 2, 2006, p.11-23.

MORAIS, R. P.; CARVALHO, T. M. Cobertura da terra e parâmetros da paisagem no município de Caracaraí-Roraima. **Revista Geografia Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 46-59, 2013.

NEVES, L. F. S.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J. Geotecnologias e métricas aplicadas na análise da paisagem da bacia do rio Aguapeí/MT, Brasil. **Revista Geo UERJ**, v. 2, n. 25, p. 397-418, 2014.

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

OLIVEIRA, P. P. A.; CORSI, M. Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos. **Circular técnica 38**. São Carlos, SP, 2005. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/15659/1/Circular38.pdf>
 Acesso em: 04 de janeiro de 2019.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D.; VENTURIERI, A. Métricas da Paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Revista Geografia**, v. 26, n. 1, p. 59-90, 2001.

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

PINTO, L. V. A.; FERREIRA, E.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C. Caracterização física da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG e uso conflitante da terra em suas áreas de preservação permanente. **Revista Cerne**, v. 11, n. 1, p. 46-61, 2005.

PIVELLO, V. R.; METZGER J. P. Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). **Revista Biota Neotropica**, n. 3, v. 7, p. 21-29, 2007.

QGIS Development Team. **QGIS 2.14.0 Essien**. Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project, 2016.

RIBEIRO, H. V.; GALVANIN, E. A. S.; PAIVA, M. M. Análise das pressões antrópicas na bacia Paraguai/Jauquara-Mato Grosso. **Revista Ciência e Natura**, v. 39, n. 2, p. 378-389, 2017.

ROMERO, A. C.; ISSII, T. M.; PEREIRA-SILVA, E. F. L.; HARDT, E. Effects of urban sprawl on forest conservation in a metropolitan water source área. **Revista Árvore**. v. 42, n. 1, p. 1-11, 2018.

ROSOLEN, V.; RESENDE, T. M.; BORGES, E. N.; FRARE, C. T.; MACHADO, H. A. Impactos da substituição da vegetação original do Cerrado brasileiro em sistemas agrícolas: alteração do carbono orgânico do solo e $\delta^{13}\text{C}$. **Boletín del Instituto de Geografía**, v. 1, n. 79, p. 39-47, 2012.

SANTOS-FILHO, M.; DA SILVA, D. J.; SANAIOTTI, T. M. Edge effects and andscape matrix use by a small mammal community in fragments of semideciduous submontane forest in Mato Grosso, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 703-710.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 943 p.

TURNER, I. M. Species loss in fragments of tropical rain forest: a review o the evidence. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, n. 2, 1996, p. 200-209.

WIENS, J. A. Is landscape sustainability a useful concept in a changing world?
Revista Landscape Ecology, v. 1, n. 28, p. 1047-1052, 2012.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara não é suscetível a ocorrências de enchentes, pois possui extensa área de drenagem e forma alongada.

As mudanças na estrutura da paisagem ocorridas na área de estudo comprometeram o estado de conservação dos remanescentes de vegetação ao longo dos últimos 20 anos.

O grau de isolamento e número de fragmentos aumentaram nas subbacias da BHPJ e esta condição é de extrema preocupação, pois caso esse cenário seja mantido, futuramente a Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara pode não ser mais capaz de manter a qualidade ambiental de seus cursos naturais, estabilidade de seus ecossistemas e sistema de drenagem, podendo atingir diretamente o equilíbrio do Pantanal mato-grossense.

As fitofisionomias dos biomas da área de estudo devem ser conservadas/preservadas, principalmente em Áreas de Preservação Permanente, pois áreas destinadas à preservação asseguram a manutenção da qualidade ambiental dos cursos naturais existentes na área de estudo.

Sugere-se que sejam realizados estudos que avaliem a qualidade ambiental de fragmentos florestais, recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e a formação de corredores ecológicos, visando a qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara.

APÊNDICE

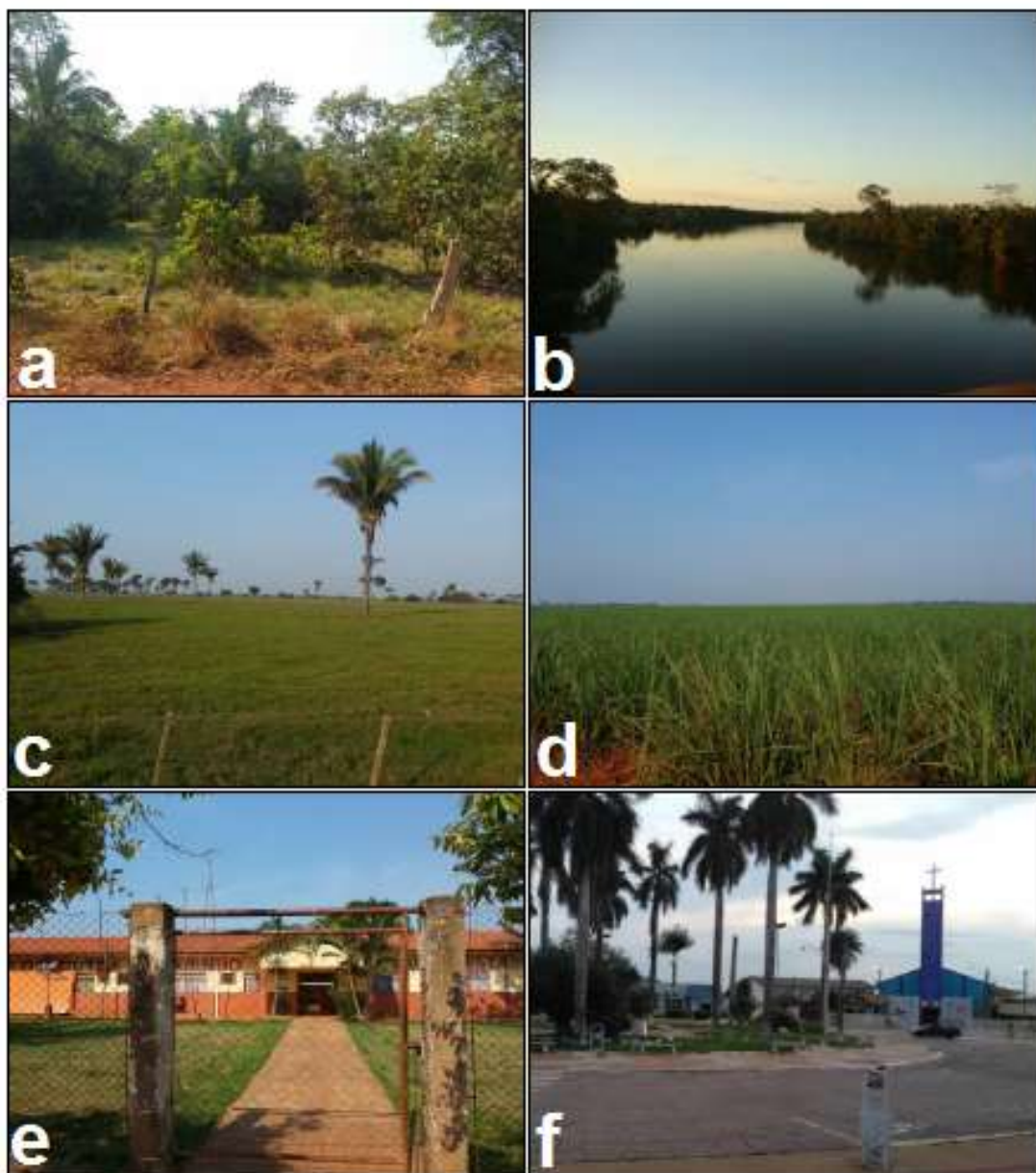


Figura 1. Tipos de uso e cobertura da terra presentes na região da Bacia Hidrográfica do Paraguai/Jauquara, Mato Grosso, Brasil. A classe Vegetação Natural está representada na figura pela letra “a”; a classe Corpos d’água “b”; a classe Pastagem “c”, a classe de Agricultura “d”, e as classes Usos Antrópicos e Mancha Urbana estão representadas pelas letras “e” e “f”, respectivamente.

APÊNDICE

Quadro 1: Porcentagem da Paisagem (PLAND) por subbacia da Bacia Hidrográfica Paraguai/Jauquara nos anos de 1997, 2007 e 2017.

Sub-bacias	Porcentagem da Paisagem (PLAND) (%)						Ano
	Vegetação	Pastagem	Agricultura	Corpos d'água	Outros Usos	Mancha Urbana	
Rio Branco	48,81	36,24	14,62	0,10	0,01	0,21	1997
	40,53	39,44	19,64	0,11	0,04	0,24	2007
	37,71	41,77	20,04	0,16	0,06	0,26	2017
Redução/Aumento	-11,10	+5,53	+5,42	+0,06	+0,05	+0,05	
Rio dos Bugres	37,75	33,56	28,08	0,22	0,10	0,30	1997
	33,66	25,83	39,99	0,12	0,05	0,35	2007
	31,64	23,01	44,79	0,12	0,08	0,36	2017
Redução/Aumento	-6,11	-10,55	+16,71	-0,10	-0,02	+0,06	
Córrego Cachoerinha	81,02	16,00	2,86	0,08	0,01	0,03	1997
	64,49	34,48	0,93	0,07	NA	0,03	2007
	64,16	34,64	1,07	0,09	NA	0,03	2017
Redução/Aumento	-16,86	+18,64	-1,79	+0,01	Igual	Igual	
Rio Diamantino	69,11	13,38	16,11	0,13	0,95	0,32	1997
	61,55	25,23	12,37	0,09	0,39	0,35	2007
	55,01	26,97	17,08	0,13	0,45	0,36	2017
Redução/Aumento	-14,10	+13,59	+0,97	Igual	-0,50	+0,04	
Rio Jauquara	88,37	8,75	2,80	0,08	NA	NA	1997
	81,78	17,28	0,88	0,05	NA	NA	2007
	79,57	18,66	1,66	0,11	NA	NA	2017
Redução/Aumento	-8,80	+9,91	-1,14	+0,03	Igual	Igual	
Interbacia do Paraguai Médio	72,66	24,84	1,25	1,24	NA	0,02	1997
	59,66	37,96	1,36	1,00	0,01	0,02	2007
	58,06	39,63	1,24	1,03	0,01	0,02	2017
Redução/Aumento	-14,60	+14,79	-0,01	-0,21	Igual	Igual	
Rio Pari	80,99	17,04	1,93	0,04	NA	NA	1997
	73,97	24,71	1,25	0,03	0,02	0,02	2007
	69,43	29,84	0,67	0,03	0,01	0,02	2017
Redução/Aumento	-11,56	+12,80	-1,26	-0,01	-0,01	Igual	
Córrego Salobra	78,28	21,44	0,01	0,26	NA	NA	1997
	67,52	32,06	0,19	0,20	0,01	NA	2007
	67,74	32,05	0,01	0,19	0,01	NA	2017
Redução/Aumento	-10,54	+10,61	Igual	-0,07	Igual	Igual	
Rio Santana	48,23	42,52	7,22	0,19	1,37	0,46	1997
	48,14	40,50	10,20	0,18	0,61	0,37	2007
	45,22	36,33	17,32	0,23	0,44	0,46	2017
Redução/Aumento	-3,01	-6,19	+10,1	+0,04	-0,93	Igual	