

THIZIANE HELEN LORENZON

**DINÂMICA DO USO DA TERRA E AS IMPLICAÇÕES NA COBERTURA
VEGETAL, NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL**

**TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL
2016**

THIZIANE HELEN LORENZON

**DINÂMICA DO USO DA TERRA E AS IMPLICAÇÕES NA COBERTURA
VEGETAL, NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL**

Dissertação 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. Sandra Mara Alves da Silva Neves.

**TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

L869d Lorenzon, Thiziane Helen.

Dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na qualidade da água e no solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil / Thiziane Helen Lorenzon; Dra. Sandra Mara Alves da Silva Neves – Tangará da Serra, 2016.

131f. il. (anexo CD-ROM)

Dissertação (Mestrado em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola da Universidade do Estado de Mato Grosso) – UNEMAT.

1. Gestão de recursos naturais. 2. Planejamento ambiental. 3. Qualidade de água. 4. Monitoramento ecotoxicológico. 5. Geotecnologias

I. Título.

CDU – 631.4:628.1(81)

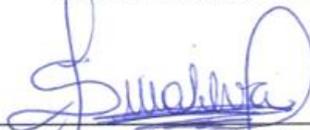
THIZIANE HELEN LORENZON

**DINÂMICA DO USO DA TERRA E AS IMPLICAÇÕES NA COBERTURA
VEGETAL, NA QUALIDADE DA ÁGUA E NO SOLO DA BACIA HIDROGRAFICA
DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL**

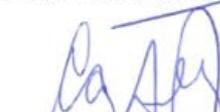
Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 24 de fevereiro de 2016.

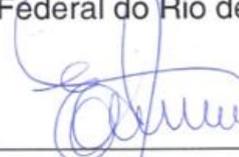
Banca Examinadora



Profa. DSc. Sandra Mara Alves da Silva Neves (Orientadora)
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT



Profa. DSc. Carla Bernadete Madureira Cruz (membro externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ



Profa. DSc. Edinéia Aparecida dos Santos Galvanin (membro interno)
Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

**TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico a João Luca, meu filho, meu amor, meu mestre maior, que me ensinou o sentido de todas as teorias, de todas as práticas, de todas as vidas.

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Luiz, parceiro intelectual e de vida, sem o qual o ato de respirar seria impossível para mim. Obrigada, meu amor, por tornar essa caminhada mais leve. Ao seu lado estou completa.

Aos meus pais, Gilmar e Mirna, que me ensinaram tudo o que sou. Obrigada pelos ensinamentos, orações, pela vida dedicada a mim. Amo-os incondicionalmente e os agradecerei toda a vida por serem os melhores pais que alguém poderia ter.

À minha família, por ser a base da minha vida, da minha fé e do meu caráter.

Aos meus avós Herculano Lorenzon, Ondelina Lorenzon (*in memorian*), Ênio Pilz (*in memorian*) e Ella Inês Pilz pelo exemplo, direção e afeto. Em especial, a minha avó Ella, matriarca incansável da família Pilz, pelos cuidados e mimos durante a redação de parte da dissertação.

À minha sogra, Dona Vera, pelo incentivo, refeições nem sempre possíveis, cafés e sua fé inabalável nos momentos difíceis.

Aos meus mestres de toda a vida, da alfabetização à graduação, absolutamente essenciais na construção de meu caráter, minha cidadania, minha ética e meu desejo mais profundo de fazer a diferença no mundo.

Aos meus mestres do PPGASP/UNEMAT que mudaram a minha vida com seus ensinamentos e experiências.

À professora Edinéia Galvanin, que dividiu seus conhecimentos em estatística e de vida, com um carinho inimaginável. Minha mais profunda admiração e afeto.

À Lucimeire Camacho, que tanto ajudou e foi compreensiva nessa longa caminhada de angústias e incertezas. Obrigada pelo carinho.

Ao Sr. Manoel, motorista/amigo/companheiro/lição de vida, um anjo enviado por Deus, sempre presente com um largo sorriso nos mais difíceis campos.

Aos colegas do Labgeo Unemat, sempre prontos a ajudar, especialmente ao amigo Jesã, que me socorreu dos maiores apuros cartográficos a qualquer hora, em qualquer momento, e a colega Miriam, pela colaboração, atenção e respeito.

À Paula e Romar, meus amigos queridos, que me acolheram em todas as viagens à Cáceres, fazendo a saudade do meu filho se abrandar com tanto carinho doado.

A doce Sophia, que me acompanhou em difíceis coletas de campo e sempre se mostrou otimista, fiel e ótima companhia. Meu carinho e gratidão.

Aos meus colegas de mestrado, os mais especiais que eu poderia ter. Vocês são inesquecíveis.

Aos meus amigos mestrandos Leandro e Patrik, pela força, carinho e puxões de orelha.

À minha prima-irmã-comadre Ana Letícia, grande incentivadora, motivadora, sempre pronta a me ajudar intelectual e afetivamente. Amo muito você.

À minha amiga de toda a vida, Carolina Dürr, que ensinou muito do que sou hoje e que é meu exemplo pelo seu amor, dedicação, força e vitalidade. Obrigada, amiga, por ser minha companheira de sempre.

À minha prima-irmã Chaiane que com seu amor, carinho e companheirismo me dá forças inesgotáveis para seguir a caminhada.

À Profa. Dra. Maria Helena Pereira Vieira, Gerente Executiva do Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul – IMASUL pela colaboração na operacionalização sobre o Índice de Conservação da Água e pelas contribuições na banca de qualificação.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso pela concessão da bolsa de mestrado.

Especialmente, a minha orientadora Professora Sandra, uma segunda mãe, pelo direcionamento, dedicação, amizade, companheirismo e exemplo de força e competência. Conviver com a senhora foi um dos presentes mais gratos de minha vida. Minha mais profunda gratidão, admiração e eterna devoção à senhora, exemplo de mestre e instrumento de conhecimento e amor à profissão.

EPÍGRAFE

“Julgue seu sucesso pelas coisas que você
teve que renunciar para conseguir”.

Dalai Lama

LISTA DE SIGLAS

Ap: Pecuária

APP: Área de Preservação Permanente

BAP: Bacia do Alto Paraguai

BDG: Banco de Dados Geográfico

BHC: Bacia hidrográfica do Cabaçal

CAR: Cadastro Ambiental Rural

CCA: Coeficiente de Conservação da Água

CCAb: Coeficiente de Conservação da Água da Bacia

CCAsb: Coeficiente de Conservação da Água da Sub-bacia

CMA: Concentração Máxima Admissível

CMC: Coeficiente de Mata Ciliar

Cn: Cana-de-açúcar

Conab: Companhia Nacional de Abastecimento

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

Diuron: 3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetiluréia

2,4-D: 2,4-diclorofenoxiacético

Fa: Floresta Aluvial

FAO: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

Fs: Floresta estacional decidual sub montana

GPS: Sistema de Posicionamento Global

ha: hectare

IBAMA: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICA: Índice de Conservação da Água

ILPF: Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

IMASUL: Instituto de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso do Sul

IMEA: Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária

INDEA: Instituto de Defesa Animal de Mato Grosso

INPE: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INTA: Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (Argentina)

IQA: Índice de Qualidade de Água

ITA: Índice de Transformação Antrópica

Iu: Influência urbana

Km: quilômetro

L: litro (unidade de medida)

mg L⁻¹: miligrama por litro (unidade de medida)

µg L⁻¹: micrograma por litro (unidade de medida)

MT: Mato Grosso (estado)

NTU: Nephelometric Turbidity Unit

OD: Oxigênio Dissolvido

OECD: Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OLI: Operational Land Imager

pH: Potencial Hidrogeniônico

PROBIO: Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira

PRODES: Projeto de Monitoramento de Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

Sa: Savana arborizada

Sd: Savana florestada

Sc: Silvicultura

SINDIVEG: Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal

SLAPR: Sistema de Licenciamento de Propriedades Rurais

TM: Thematic Mapper

Tp+Sa: Savana parque + Savana arborizada

USGS: Serviço de Levantamento Geológico

LISTA DE FIGURAS

Artigo I

- Figura 1 – Situação da bacia de estudo no contexto da região sudoeste mato-grossense de planejamento e dos seus municípios.25
- Figura 2 – Cobertura vegetal e usos da terra em cinco sub-bacias da bacia hidrográfica do Cabaçal em quatro décadas.29

Artigo II

- Figura 1. Situação da BHC no contexto da Bacia do Alto Paraguai e municipal, no estado de Mato Grosso.50
- Figura 2. Classes de uso da terra e cobertura vegetal da BHC do ano de 2013.55
- Figura 3. Espacialização dos Índices de Qualidade da Água por sub-bacia da BHC.57
- Figura 4. Condutividade elétrica nas estações de coleta de água na BHC.64
- Figura 5. Transparência nas estações de coleta de água na BHC.65

Artigo III

- Figura 1. Situação da BHC no contexto da Bacia do Alto Paraguai no estado de Mato Grosso e dos municípios de abrangência da unidade hidrográfica.76
- Figura 2. Usos da terra em APPs da bacia hidrográfica do Cabaçal/MT.80

Artigo IV

- Figura 1. Localização da área de estudo no contexto dos biomas encontrados no estado de Mato Grosso.101
- Figura 2. Cobertura vegetal, usos da terra e os tipos de solo encontrados na BHC.106

LISTA DE TABELAS

Artigo I

Tabela 1 – Pesos atribuídos às classes temáticas de cobertura vegetal e uso da terra.....	28
Tabela 2 – Cobertura vegetal e uso da terra nas unidades hidrográficas da BHC....	30
Tabela 3 – Classes temáticas de uso e cobertura vegetal da BHC e seus Índices de Transformação Antrópica.	37
Tabela 4 – ITA por sub-bacia da BHC e classificação dos estados de conservação da paisagem ao longo das décadas analisadas.....	37
Tabela 5 – Projeção do ITA a cada 20 anos até 2100 para a BHC em relação à equação de regressão.....	39

Artigo II

Tabela 1. Relação dos parâmetros do IQA e seus respectivos pesos.	53
Tabela 2. Classificação do IQA para o estado de Mato Grosso.	54
Tabela 3. Classificação de uso da terra e cobertura vegetal da BHC em 2013.	55

Artigo III

Tabela 1. Faixas dos valores e classificação do IQA para o estado de Mato Grosso.	79
Tabela 2. Classes temáticas mapeadas em APPs nas cinco sub-bacias da BHC....	81
Tabela 3. Índice de Conservação da Água das sub-bacias da BHC no período chuvoso.....	85
Tabela 4. Índice de Conservação da Água das sub-bacias da BHC no período seco.	87

Artigo IV

Tabela 1. Quantificação dos agroquímicos comercializados nas casas agropecuárias dos municípios da BHC no ano de 2014.	104
Tabela 2. Concentração dos agroquímicos em relação às classes de solo, cobertura vegetal e usos da terra da BHC.	107

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO GERAL	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ARTIGO 1: Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal, do uso da terra e da transformação antrópica da paisagem na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil.....	21
ARTIGO 2: Uso da terra na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil e seus desdobramentos na qualidade de suas águas	46
ARTIGO 3: Estado de conservação das áreas de preservação permanente e da água na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil.....	72
ARTIGO 4: Nível de Diuron e 2,4-D em sedimentos e nas águas da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	123
APÊNDICES.....	124

RESUMO

As ações antrópicas transformam as estruturas físico-químicas e biológicas das paisagens naturais em decorrência, principalmente, da supressão da cobertura vegetal, interferindo no ciclo hidrológico e na qualidade da água e do solo. Esse estudo objetivou investigar a dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, qualidade da água e do solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, no estado brasileiro de Mato Grosso. Os procedimentos metodológicos envolveram o processamento digital de imagem em Sistema de Informação Geográfica; quantificação do grau de antropização através do Índice de Transformação Antrópica; análises laboratoriais dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, cujos resultados foram utilizados nos Índices de Qualidade da Água (IQA) e Índice de Conservação da Água (ICA), e dois princípios ativos de agroquímicos em água e sedimentos. Como resultados foram identificadas dez classes de uso da terra e cobertura vegetal na bacia, com decréscimos da vegetação em toda a bacia em virtude da pecuária. Na bacia o Índice de Transformação Antrópica possibilitou classificar seu estado de conservação como regular. Entretanto, a projeção futura deste índice, no ano de 2100, a caracteriza como degradada, evidenciando a supressão dos remanescentes existentes dos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal. A partir dos resultados da qualidade das águas dos mananciais identificou-se um padrão, derivado da sazonalidade climática, em que verificaram-se os melhores valores de IQA na seca e os piores na cheia. Em geral, os IQAs mostraram-se com classificação Boa e Razoável, cujos parâmetros que mais influenciaram foram o OD, a DBO e a turbidez. Das 5 sub-bacias da área de estudo, todas apresentaram Índice de Conservação da Água classificados como Alto. Denota-se que o comprometimento da cobertura vegetal nas APPs da bacia e os valores do IQA influenciaram de maneira negativa os índices de conservação das coleções hídricas analisadas. A avaliação de dois princípios ativos de agroquímicos, amplamente aplicados nas atividades agropecuárias desenvolvidas na bacia, demonstra que não foi constatada a presença destes em sedimentos ou água em concentrações maiores do que as preconizadas na resolução Conama 357/2005 e agências ambientais europeias. Concluiu-se que se medidas de recuperação e práticas conservacionistas não forem adotadas o estado de conservação ambiental da bacia passará à degradada, segundo a projeção do ITA para o ano de 2100. A degradação dos ambientes naturais se dará às expensas dos ecossistemas, configurando perda da biodiversidade natural na unidade de pesquisa e conseqüente alteração na Bacia do Alto Paraguai, trazendo prejuízos à produção dos sistemas agrícolas vigentes. Ademais, ressalta-se a importância na continuidade do monitoramento das águas, sedimentos e solos da unidade ambiental e a efetividade de ações executadas por meio dos segmentos social e governamental para a manutenção da saúde ambiental da bacia hidrográfica do Cabaçal e de todo o sistema agroecológico nela envolvida.

Palavras-chave: gestão de recursos naturais. planejamento ambiental. qualidade de água. monitoramento ecotoxicológico. geotecnologias.

ABSTRACT

Human actions transform the physical and chemical structures and biological natural landscapes specially in consequence of the suppression of vegetation, interfering with the hydrological cycle and water and soil quality. The study developed in the Cabaçal river basin, region southwest of planning the Brazilian state of Mato Grosso, aimed to investigate the land use of hydrographic unit in the period of 29 years, analyzing the implications of water and soil quality. The methodological procedures involved the digital image processing in Geographic Information System; quantifying of the degree of anthropization through Anthropogenic Transformation Index; laboratory analysis of physical, chemical and microbiological parameters of the water, whose results of which were used in the Water Quality and Water Conservation Index Indices, and sediments. The results were identified as ten classes of land use and vegetation cover in the basin, with decreases of vegetation throughout the basin because of livestock. The Transformation Index Anthropic in the basin made it possible to classify its conservation status as regular. However, the future projection of this index, from the year 2100, characterizes it as degraded, showing removal of the existing remnants of the *Cerrado*, *Amazon* and *Pantanal*. From the results of water quality of water sources identified a pattern, derived from seasonality, where there have been the best WQI values in the dry season and the worst in full season. In general, the WQI shown with Good and Average rating and whose parameters most influenced were DO, BDO and turbidity. Of the five sub-basins of the study area all presented Water Conservation Index classified as High. It denotes that the commitment of the vegetation cover in the basin of permanent preservation areas and WQI values influenced negatively in conservation indices of basins analyzed. With regard to contamination of water and sediments of the study basin through the evaluation of two agrochemical active ingredients widely applied in agricultural activities, only the stages of collection and laboratory analyzes were performed, and the analysis and discussion will be presented in the defense the dissertation. It was concluded to date that recovery measures and conservation practices are not adopted the environmental conservation status in the basin will become degraded, according to the projection of the ATI, from the year of 2100. The degradation of natural environments will take place at the expense ecosystems by setting loss of natural biodiversity research unit and consequent amendment in the Upper Paraguay Basin, causing damages to production of existing agricultural systems.

Keywords: natural resources management. environmental planning. water quality. landscapes. geo-technologies.

INTRODUÇÃO GERAL

A degradação dos componentes naturais das paisagens tem feito com que a água torne-se uma grande preocupação mundial, afetando os preceitos socioeconômicos e ambientais, quando não gerida de maneira técnica e sem respeito aos aparatos legais instituídos pelos órgãos de gestão dos recursos hídricos.

A água é um bem finito fundamental e imprescindível para a existência e manutenção da vida na Terra. Embora três quartos da superfície do planeta sejam compostos por água, menos de 1% é doce e, deste total, 97% estão armazenados em fontes subterrâneas (BRASIL, 2005). O Brasil, com suas dimensões continentais, é detentor de cerca de 12% dos recursos hídricos do planeta (VARELLA NETO, 2008).

A quantidade e a qualidade das águas dos cursos hídricos, em condições naturais, dependem do clima e das características físicas e biológicas dos ecossistemas que a compõem (BARROS, 2008). As alterações da vegetação natural interferem nas propriedades do solo e refletem nos atributos da água dos rios, ou seja, a presença ou não de vegetação pode influenciar as características da água e o ciclo hidrológico em um manancial, o que é essencial para a sustentabilidade do ambiente (BALDINOT et al., 2009). Com o desmatamento das matas ciliares ocorre a perda de *habitats* e o desaparecimento de vários organismos aquáticos (SONODA, 2008), prejudicando a manutenção da biodiversidade.

Muito embora não seja o único agente responsável pela perda da qualidade da água e o comprometimento de seus recursos ambientais, o cenário agroeconômico, direta ou indiretamente, contribui para a degradação dos componentes naturais. Isto pode se dar por meio da poluição e contaminação dos corpos d'água, do solo e dos sedimentos por substâncias orgânicas ou inorgânicas, naturais ou sintéticas e, ainda por agentes biológicos. Para Garcia Neto e Nora (2012), os rios de Mato Grosso, sejam na bacia Amazônica, Platina ou Araguaia-Tocantins, vêm sofrendo forte degradação ambiental em função do modelo adotado como base da economia regional, o agronegócio.

O estado de Mato Grosso, essencialmente agrário, mantém suas bases amparadas no agronegócio. No território mato-grossense predominam as

monoculturas extensivas, principalmente a pecuária e a agricultura, cujo modelo agropecuário é de uso intensivo de capital e com moderno maquinário (PUHL, 2006).

Na perspectiva de possibilitar uma análise territorial e ecológica do espaço geográfico, a adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de análise e planejamento é fundamental e amplamente utilizada por melhor descrever as modificações das paisagens e da biodiversidade a elas atribuídas. O monitoramento de uma unidade hidrográfica é o primeiro importante passo para a elaboração de um banco de dados confiável e adequado que possa ser útil ao planejamento (TUNDISI et al., 2006) e a tomada de decisão.

Nesse âmbito, as bacias hidrográficas se configuram importantes ferramentas de planejamento ambiental por retratarem a realidade do uso da terra em toda sua extensão. O uso e a ocupação da terra, assim como a proteção dos mananciais, são elementos importantes a serem considerados na qualidade final da água das bacias (AUGUSTO et al., 2012). A dinâmica entre os corpos hídricos e a cobertura vegetal é fundamental para a manutenção dos componentes naturais existentes em um ecossistema.

Face a argumentação, infere-se que o uso de Geotecnologias têm o potencial de fornecer informações acuradas acerca das características geoambientais da bacia em estudo. Nascimento et al. (2005) sugerem que esse é um recurso importante para o monitoramento do desmatamento e do uso da terra.

A associação e a proposição de índices que relacionam qualidade de água, cobertura vegetal, uso da terra e monitoramento ecotoxicológico favorecem o manejo sustentável dos recursos naturais, uma vez que integram os sistemas ecológicos, tornando possível a preservação da biodiversidade e, por conseguinte, a manutenção dos múltiplos usos dos componentes naturais das paisagens.

O Índice de Transformação Antrópica (ITA) desenvolvido por Lèmechev (1982) e aplicado em estudos geoecológicos para mensurar o nível de carga antrópica sobre as paisagens (MATEO, 1991; GOUVEIA et al., 2013; RODRIGUES et al., 2015), fornecem resultados acerca do estado de conservação das áreas de vegetação nativa e daquelas decorrentes de usos da terra.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) tem sido usado para classificar a qualidade da água, sob o ponto de vista do uso público, podendo, quando obtido de

forma contínua e sequencial, demonstrar a tendência de evolução da qualidade ao longo do tempo, além de permitir a comparação entre as condições de qualidade de diferentes corpos d'água (HELLER; PÁDUA, 2006). O índice, obtido através do produtório ponderado dos nove parâmetros de qualidade de água avaliados (BRASIL, 2015) varia de zero a cem, quanto maior o seu valor, melhor sua qualidade.

Para tanto, através do uso de indicadores físicos e químicos é possível utilizar diversas variáveis voltadas à qualidade da água que relacionam as transformações ocorridas na bacia (BRAGA et al., 2005).

Nesse sentido, o monitoramento dos elementos tóxicos, dentre os quais os agroquímicos em sedimentos, solo e água são cruciais para o entendimento das implicações dos usos da terra na dinâmica ambiental.

A relação entre a dinâmica dos usos da terra, as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo (PEÑAHERRERA-COLINA et al., 2005) e as propriedades físico-químicas dos herbicidas (INOUE et al., 2004), agroquímicos largamente utilizados no manejo agrícola, são fundamentais para a mobilidade destes componentes no solo.

A bacia hidrográfica do Cabaçal, uma das subunidades da Bacia do Alto Paraguai (BAP) e essencialmente amparada economicamente nas atividades de pecuária e monoculturas, apresenta propriedades fitofisionômicas heterogêneas, demonstrando formações florestais características dos biomas Cerrado, Amazônia, Pantanal e áreas de transição explicadas em função das variações ambientais, especialmente os atributos do solo. A vegetação também pode afetar profundamente o ambiente ao seu redor (OYAMA; NOBRE, 2003), assim como a sua supressão.

Diante do exposto, o objetivo geral desta dissertação é investigar a dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na qualidade da água e do solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, no estado brasileiro de Mato Grosso, na perspectiva de que as informações geradas contribuam ao planejamento territorial dos municípios que possuem áreas na bacia, assim como na adoção de práticas conservacionistas para o desenvolvimento dos sistemas produtivos agrícolas.

Especificamente, foram definidos quatro objetivos específicos retratados nos artigos a seguir apresentados:

O primeiro artigo, formatado nas bases da Revista Environmental Management, sob o título “Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal, do uso da terra e da transformação antrópica da paisagem na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil” objetivou avaliar, na perspectiva espaço-temporal e por meio das geotecnologias, a cobertura vegetal, o uso da terra e a transformação antrópica da paisagem da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso. Para tanto, propôs-se a projeção do ITA quantificado, realizando sua projeção até o ano de 2100. É importante considerar a representatividade da bacia nos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal para que se fundamentem e propiciem intervenções capazes de um manejo adequado das dinâmicas socioambientais que influenciam na Bacia do Alto Paraguai.

O segundo artigo, baseado nas normas do periódico Biodiversity and Conservation, intitulado “Uso da terra na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil e seus desdobramentos na qualidade das águas de suas subunidades hidrográficas” teve como escopo analisar a qualidade da água dos cursos hídricos das subunidades da bacia hidrográfica do Cabaçal – Mato Grosso. Procedeu-se a classificação do uso da terra e aferição da qualidade da água na referida unidade de planejamento ambiental.

O terceiro artigo denominado “Estado de conservação das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e conservação da água na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso - Brasil”, redigido sob as normas da revista Environmental Earth Sciences, teve como intuito quantificar o nível de conservação da vegetação das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Cabaçal, no estado brasileiro de Mato Grosso. Realizou-se a modificação do Índice de Conservação Ambiental (ICA), na perspectiva de relacionar a vegetação legalmente exigida ao índice de qualidade da água da bacia.

Por fim, o quarto artigo, redigido sob as normas da Revista Brasileira de Ciências Ambientais e intitulado “Nível de Diuron e 2,4-D em sedimentos e nas águas da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso – Brasil” versa sobre a contaminação da água e dos sedimentos na bacia do estudo por meio da avaliação de dois princípios ativos de agroquímicos amplamente utilizados nas atividades agropecuárias realizadas na bacia. Teve como propósito avaliar a presença dos

agroquímicos 2,4-D e Diuron nos sedimentos e na água das unidades hidrográficas da bacia do Cabaçal, Mato Grosso.

Tem-se como perspectiva que os resultados e produtos gerados neste estudo contribuam na gestão compartilhada do uso da água na região sudoeste de planejamento do Estado, em que há carência de pesquisa sobre a temática, potencializando a tomada de decisão quanto ao uso racional da água e adoção de práticas conservacionistas para execução das atividades produtivas, que na região é baseada na agropecuária, cuja carência de água pode comprometer o desenvolvimento e, conseqüentemente, sua expansão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO, H. F.; MELO, C. H.; COSTA, A. M. O Contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1511-1522, 2012.
- BALDINOT, R.; OLIVEIRA, N. K.; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. O Papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Ambiência**, v. 4, n. 1, p. 131-139, 2009.
- BARROS, F. G. N.; AMIN, M. M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 4, n. 1, p. 75-108, 2008.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2005. 318 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos e Superintendência de Conservação de Água e Solo. **Caderno de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2005. 134 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Indicadores de qualidade da água**. 2015. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexQA.aspx>>. Acesso em: 02 Ago. 2015.
- GARCIA NETO, L. R.; NORA, J. D. Características Políticas e Naturais dos Recursos Hídricos no Estado de Mato Grosso. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 4, p. 692-702, 2012.
- GOUVEIA, R. G. L.; GALVANIN, E. A. S.; NEVES, S. M. A S. Aplicação do índice de transformação antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra - MT. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p. 1045-1054, 2013.
- HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, 2006. 859 p.
- LÉMECHEV, T. On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. **Journal of Hydrology**, v. 100, p. 357- 375, 1982.
- MATEO, J. **Geoecologia de los Paisajes**. Universidad Central de Caracas. Monografía, 1991, 222 p.
- NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO C. A. A. S.; SILVA, E. Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

MARENGO, A. J. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

OYAMA, M. D.; NOBRE, C. A. A new climate-vegetation equilibrium state for tropical South America. **Geophysical Researches Letters**, v. 30, n. 1, p. 51-55, 2003.

PUHL, V. J. De uma agricultura sustentada à sustentável. *In*: ALVES, A.; PUHL, J. I.; FANK, J. (Orgs.) **Caderno Mato Grosso sustentável e democrático**. Cuiabá: Defanti, 2006. p. 71-78.

ROGRIGUES, L. C. NEVES, S. M. S.; NEVES, R. J.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P. Dinâmica da antropização da paisagem das subbacias do rio Queima Pé, Mato Grosso, Brasil. **Revista Espacios**, v. 36, n. 10, p. 5-13, 2015.

SONODA, K. Conservação da mata e fauna aquática associada. Projeto de recuperação de matas. **Sistema Integrado de Gestão Ambiental**. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.sigam.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 19 ago. 2015.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ABE, D. S.; ROCHA, O; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. *In*: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. p. 203-240.

VARELLA NETO, P. L. Água: uso e gestão no século XXI: águas subterrâneas - reservas de oportunidades para o desenvolvimento social e econômico. **Geociências**, v. 27, n. 1, p. 135-136, 2008.

DINÂMICA ESPAÇO-TEMPORAL DA COBERTURA VEGETAL, DO USO DA TERRA E DA TRANSFORMAÇÃO ANTRÓPICA DA PAISAGEM NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL

[Environmental Management]

RESUMO

As paisagens vêm sofrendo transformações intrínsecas à forma do uso e emprego da terra, ocasionando cada vez mais a supressão florestal para a inserção das atividades agropecuárias. Este estudo objetivou avaliar, na perspectiva espaço-temporal e por meio das geotecnologias, a cobertura vegetal, o uso da terra e a transformação antrópica da paisagem da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso. As imagens foram georreferenciadas, classificadas e processadas no *software* Spring e as classes temáticas quantificadas e editadas no *software* Arcgis. O grau de antropização foi verificado através do Índice de Transformação Antrópica. Foram identificadas dez classes relativas aos usos da terra e a cobertura vegetal. Houve, no período de 29 anos, diminuição da cobertura vegetal em todas as sub-bacias da área de estudo para desenvolvimento da pecuária, cujo aumento foi de 237%. Na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal houve aumento de 56,77% desse uso, resultando no desflorestamento do bioma Amazônia e Cerrado. O Índice de Transformação Antrópica (ITA) mostrou que a supressão florestal aumenta gradativamente, classificando como regular o estado de conservação da paisagem da bacia. A Interbacia do rio Cabaçal, presente nos biomas Pantanal e Amazônia, apresentou aumento de 71,64% no grau de antropização. A projeção por regressão linear demonstrou que até o ano de 2080 o grau de antropização será regular. No ano de 2100 a projeção demonstra um ITA de 5,43 caracterizando a área da bacia como degradada, o que poderá acarretar a perda substancial do remanescente dos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal.

Palavras-chave: conservação ambiental. paisagens. desflorestamento.

**DYNAMIC SPACE-TIME OF COVER PLANT, LAND USE AND ANTHROPOGENIC
TRANSFORMATION OF LANDSCAPE IN THE CABAÇAL DRAINAGE BASIN,
MATO GROSSO STATE – BRAZIL**

ABSTRACT

The landscape has undergone intrinsic changes the shape of use of land use, causing increasing forest removal for the insertion of agricultural activities. This study aimed to evaluate in the space-time perspective and through the geotechnology, land cover, land use and anthropogenic transformation of the landscape of the Cabaçal drainage basin, Mato Grosso State. The images were georeferenced, classified and processed in Spring software and quantified classes and edited in Arcgis software. The degree of human disturbance was verified through the Anthropic Transformation Index. It could identify ten classes relating to land use and vegetation cover. There was, in the period of 29 years, reduced of vegetation cover in all sub-basins of the study area for livestock development, where the increase was 237%. In sub-basin of Cabaçal river an increase of 56.77% from its use resulting in the Amazon biome and Cerrado deforestation. The Anthropic Transformation Index has shown that forest removal increases gradually, classifying the landscape conservation status of the basin as a regular. The Interbacia Cabaçal river, present it the Pantanal and Amazon biomes, increased by 71.64% in the degree of human disturbance. The projection shows that by the year 2080 the situation of the degree of human disturbance is identified as regular. In the year 2100 the projection demonstrates ATI 5.43 featuring the basin area as degraded, which may result in substantial loss of the remaining of the *Cerrado*, Amazon and *Pantanal*.

Keywords: environmental conservation. landscapes. deforestation.

1. INTRODUÇÃO

O modelo econômico atual imposto pela necessidade de crescimento tem acarretado graves modificações nas paisagens naturais. A expansão da fronteira agrícola brasileira repercute de maneira crucial na modificação dos cenários ecológicos, ocasionando perdas das áreas recobertas de vegetação e consequente alteração dos *habitats*.

O processo de ocupação e consolidação ocorreu pelo avanço das fronteiras agrícolas incentivadas por políticas públicas que fomentaram a abertura de espaços, no estado de Mato Grosso, para as atividades agropecuárias (Mato Grosso, 2012). Greggio et al. (2009) ressaltam que esse evento resultou na degradação, fragmentação e esgotamento dos recursos florestais.

Nesse contexto, o estado de Mato Grosso vem passando por intensa modificação da vegetação natural em virtude da implantação e expansão das atividades agropecuárias e, por consequência, a degradação ambiental nesta unidade federativa o coloca como um dos Estados que mais sofreram com essa realidade.

Entre 1998 e 2008 foram desmatados no território mato-grossense mais de 135.000 km² (Mato Grosso 2009), constituindo uma das principais preocupações frente às causas de degradação ambiental do Estado. A substituição da vegetação nativa para inserção de pastagens visando a criação de gado e desenvolvimento da agricultura provoca intensos desmatamentos e queimadas, causando graves danos ambientais por todo o Brasil (Pessoa et al. 2013).

O conhecimento da dinâmica do uso da terra torna-se imprescindível para o gerenciamento adequado do espaço geográfico-ambiental. Segundo Flores et al. (2012) o diagnóstico das transformações da paisagem possibilita inferir tendências e cenários futuros.

O atual estado de supressão florestal brasileiro tem suscitado atenção de todos os segmentos, cuja falta de planejamento ambiental do agronegócio e de pequenas propriedades culminou na formulação de novas políticas ambientais voltadas para a conservação.

Para tanto, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão e planejamento é essencial para a conservação, caracterização e avaliação ambiental,

pela sua importância na manutenção da vida e fragilidade derivadas das ações antrópicas (Nascimento e Vilaça 2008). Nesse sentido, Tonello et. al. (2005) definem a bacia como a mais adequada unidade de planejamento para uso dos componentes naturais, pois têm seus limites imutáveis dentro do horizonte de planejamento humano, o que favorece o acompanhamento das alterações naturais introduzidas pelo homem, no que se refere ao uso e ocupação da terra.

Ainda nessa perspectiva, infere-se que o uso e ocupação inadequados do solo podem comprometer a integridade das bacias hidrográficas (Donatio et al. 2005).

A aplicação de geotecnologias tem o potencial de fornecer informações detalhadas acerca das características geoambientais da bacia de estudo, constituindo, segundo Nascimento et al. (2005), um recurso importante para monitorar o desmatamento e o uso da terra.

O índice de transformação antrópica (ITA), desenvolvido por Lémechev (1982) e aplicado em estudos geoecológicos para mensurar o nível de carga antrópica sobre as paisagens (Mateo 1991; Teixeira 2003; Gouveia et al. 2013; Rodrigues et al. 2015), fornecem resultados acerca do estado de conservação das áreas de vegetação nativa e daquelas decorrentes de usos da terra.

Neste sentido, este estudo objetivou avaliar a cobertura vegetal, o uso da terra e a transformação antrópica da paisagem na bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso, na perspectiva espaço-temporal e por meio das geotecnologias. Para tanto, propôs-se uma projeção do cenário até o ano de 2100 pela representatividade da bacia nos biomas Cerrado, Amazônia e Pantanal, para que se fundamentem e propiciem intervenções capazes de um manejo adequado das dinâmicas socioambientais que influenciam na Bacia do Alto Paraguai.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do Cabaçal, delimitada pelas latitudes $58^{\circ}28'33,925''W$ e $57^{\circ}46'9,678''W$ e longitudes $14^{\circ}55'24,498''S$ e $14^{\circ}53'24,383''S$, situada na região sudoeste de planejamento do estado de Mato

Grosso (Mato Grosso 2012), cuja extensão territorial de 5.655 km² está distribuída em 10 municípios (Figura 1).

Nos limites da bacia há presença de três biomas brasileiros: Amazônia (83,03%), Cerrado (12,22%) e Pantanal (4,75%).

A economia dos municípios contidos nessa unidade hidrográfica é baseada essencialmente na agropecuária.

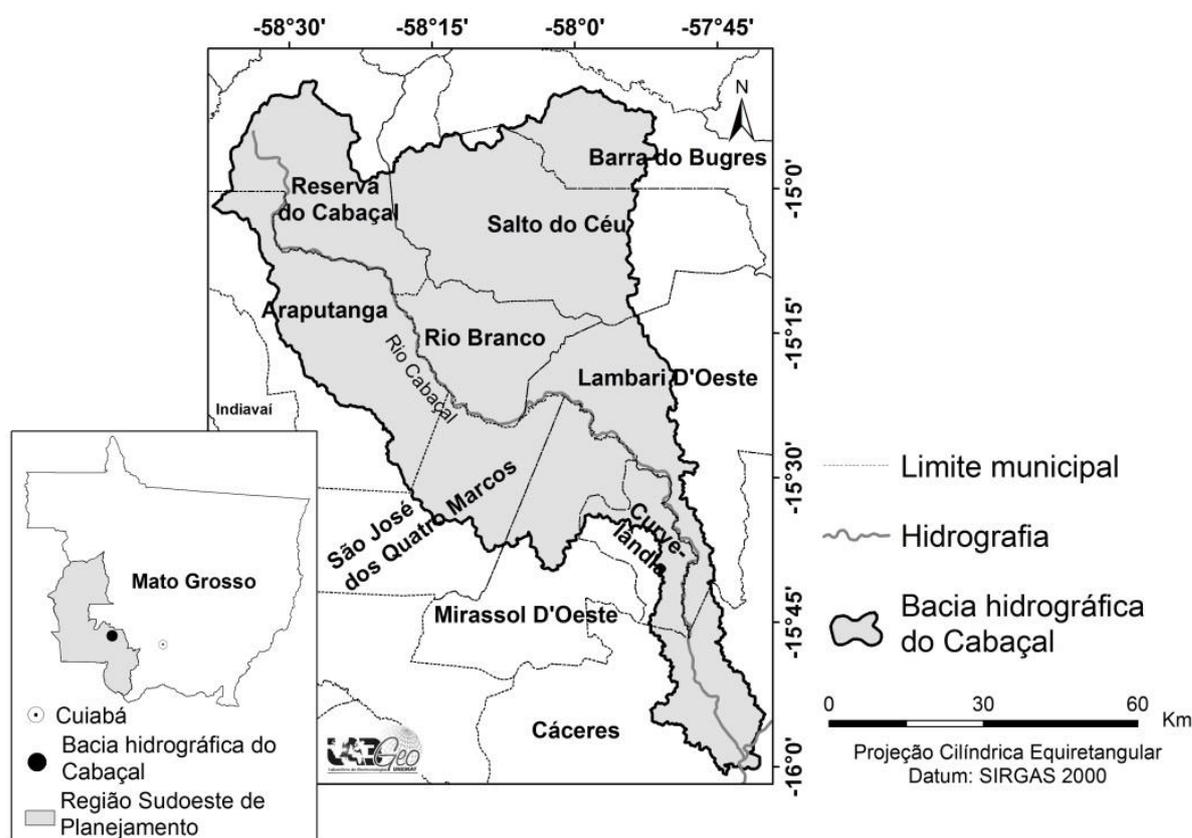


Figura 1 – Bacia de estudo no contexto da região sudoeste mato-grossense de planejamento e dos seus municípios.

O clima da região em que a BHC está inserida é o tropical úmido e tropical continental, alternadamente úmido e seco, tendo como principal característica a regularidade climática (Tarifa 2011).

Apresenta relevos dos tipos plano e suave ondulado, que ocorrem nas unidades geomorfológicas: Depressão do Alto Paraguai, Chapada dos Parecis, Planalto dos Parecis e Pantanaís Mato-grossenses (IBGE 2006).

A pedologia é composta em sua maior parte por Argissolos, seguidos por Latossolos Neossolos Quartzarênicos (Carvalho et al. 2014).

2.2. Procedimentos metodológicos

Para a elaboração dos mapas de cobertura vegetal e uso da terra foram utilizadas as imagens das órbitas/pontos 227/71, 228/70 e 228/71 do sensor *Thematic Mapper* (TM) a bordo do satélite Landsat 5, com resolução espacial de 30m e resolução radiométrica de 8 bits, obtidas no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (Câmara et al. 1996), relativas aos anos de 1984, 1993, 2003 e 2013. A escala definida foi a de 1:250.000.

Da mesma forma, utilizou-se a imagem do sensor *Operational Land Imager* (OLI), a bordo do satélite Landsat 8 para as imagens do ano de 2013, obtidas no catálogo de imagens do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS 2013), as imagens do Landsat 8 tem resolução radiométrica de 16 bits.

As datas das imagens foram 15/07/1984, 21/07/1993, 26/07/2003 e 14/07/2013, em período seco, devido a menor presença de nuvens, facilitando a classificação e a interpretação de imagens.

Criou-se um banco de dados geográfico (BDG) no *software* SPRING, versão 5.2.6, do INPE (Câmara et al. 1996), utilizando o sistema UTM, fuso 21S e Datum Sirgas 2000. No BDG fez-se a importação das imagens para execução do mosaico e seu recorte pela área de estudo (máscara).

Em seguida, realizou-se a segmentação, através do método crescimento de regiões, com similaridade 800 e área de pixel 1200 para as cenas do satélite Landsat 8, similaridade 10 e área de pixel 10 para as imagens do satélite Landsat 5, coleta de amostras/treinamento, classificação supervisionada (classificador *Bhattacharya*), com aceitação de 99,9% e edição matricial/vetorial.

A edição do mapeamento foi realizada no *software* ArcGis, versão 9.2 (Esri 2007), com sobreposição da composição colorida RGB das bandas 6, 5 e 4 do satélite Landsat 8 e 5, 4 e 3 para as imagens do satélite Landsat 5.

A definição da legenda das classes do mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi definida a partir de pesquisas no relatório técnico do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO)

(Brasil 2004) e no Manual Técnico de Vegetação e Uso da Terra (IBGE 2012), quais sejam: Fa: Floresta Aluvial; Fs: Floresta estacional decidual sub-montana; Sa: Savana arborizada; Sd: Savana florestada; Tp+Sa: Savana parque+savana arborizada; Ag: Agricultura; lu: Influência urbana; Ap: Pecuária; Sc: Silvicultura.

A validação dos mapas deu-se por meio de pontos de controle nos períodos secos e de chuvas nos anos de 2014 e 2015, cujas coordenadas foram registradas via Sistema de Posicionamento Global (GPS), fotografias e verificação em imagens de alta resolução espacial, disponíveis na internet, para os locais de difícil acesso.

A quantificação das classes de usos da terra e a cobertura vegetal foi realizada por sub-bacia no ArcGis da Esri, assim como a elaboração dos *layouts* dos mapas.

O Índice de Transformação Antrópica (ITA) foi determinado a partir das porcentagens de áreas das classes temáticas quantificadas nos mapas de uso da terra e cobertura vegetal de cada sub-bacia. No entanto, não foram quantificadas aquelas que ocupassem área com porcentagem menor que 1%. O cálculo do índice foi realizado usando a fórmula:

$$ITA = \sum (\% USO \times PESO) / 100 \quad (1)$$

em que:

ITA = Índice de Transformação Antrópica;

Uso = área em valores percentuais da classe de uso e cobertura;

Peso = peso dado aos diferentes tipos de uso e cobertura quanto ao grau de alteração antrópica - Varia de 1 a 10, em que 10 indicam as maiores pressões.

Os pesos podem ser obtidos por meio da técnica de Delphi, que preconiza o consenso de especialistas para determinação do índice. Contudo, neste estudo os pesos foram definidos pela equipe de pesquisa, em razão do conhecimento que detém a respeito da área da bacia em relação ao grau de antropização expressos na tabela 1, conforme sugerido por Mateo (1991) e pesquisas bibliográficas.

De acordo com o nível de transformação antrópica da bacia foram definidos os quartis para a classificação do estado de conservação da paisagem, em: pouco

degradada (0 – 2,5), regular (2,5 – 5), degradada (5 – 7,5) e muito degradada (7,5 – 10).

Tabela 1 – Pesos atribuídos às classes temáticas de cobertura vegetal e uso da terra.

Categorias	Classes	Pesos
Uso da terra	Agricultura	7
	Pecuária	5
	Floresta aluvial	1
Cobertura vegetal	Savana arborizada	3
	Savana florestada	1
	Savana parque e Savana arborizada	4

A análise de regressão linear foi realizada no intuito de prever as mudanças dos estados de conservação da paisagem da bacia ao longo do tempo. Conforme Guimarães (2008), este tipo de equação matemática tem como escopo explicar satisfatoriamente a relação entre uma variável resposta e uma ou duas variáveis explicativas, possibilitando fazer previsões de valores da variável de interesse, no caso desta pesquisa, da antropização da paisagem da bacia hidrográfica do Cabaçal.

Assim, procederam-se os cálculos das previsões para cada 20 anos utilizando os valores aferidos pelo ITA, até o ano de 2100, apresentando os possíveis estados da paisagem decorrentes da carga antrópica presente na bacia, caso não haja mudança na forma com que a sociedade utiliza e maneja a terra, bem como interferência de fenômenos naturais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os usos da terra referem-se às classes temáticas Agricultura, Influência urbana, Pecuária e Silvicultura que ocupavam, em 2013, quase 68% da extensão

territorial da bacia, sendo que desde a década de 90 estavam presentes em mais de 50% da área investigada (Figura 2 e Tabela 2).

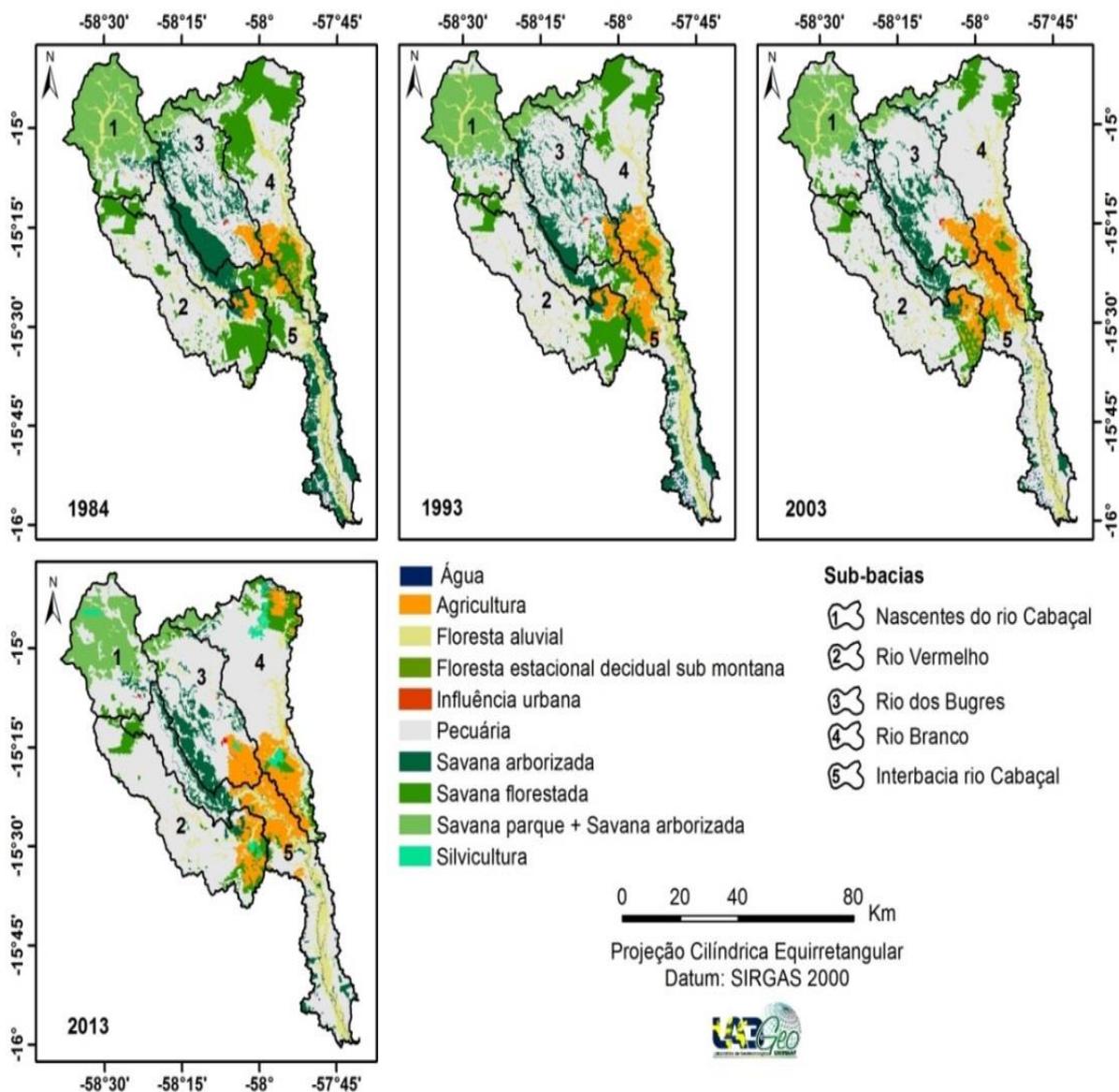


Figura 2 – Cobertura vegetal e uso da terra em cinco sub-bacias da bacia do Cabaçal em quatro datas.

O processo de antropização encontra-se distribuído ao longo de toda a bacia, sua ocupação acentua-se à medida que a expansão da atividade agropecuária é difundida ao longo dos anos (Tabela 2).

Tabela 2 – Cobertura vegetal e uso da terra nas unidades hidrográficas da BHC.

Sub-bacias (ha ⁻¹)	Classe ⁽¹⁾	Área (ha ⁻¹)				Dinâmica (%)
		1984	1993	2003	2013	
Nascentes do rio Cabaçal (82.931,51 ha)	Fa	6.427,90	5.840,55	5.006,09	535,99	-91,66
	Fs	-	-	-	-	-
	Sa	2.628,83	2.404,41	2.201,54	1.925,61	-26,75
	Sd	4.169,73	2.931,77	2.862,94	2.112,40	-49,33
	Sp+Sa	53.760,77	47.789,60	43.240,92	40.713,55	-24,26
	Ag	-	-	-	-	-
	Iu	66,30	73,20	78,71	94,05	41,85
	Ap	15.795,33	23.869,99	29.520,54	36.545,25	131,36
	Sc	-	-	-	985,48	-
	Água	82,66	21,80	20,57	18,99	-77,02
Rio Branco (88.667,08 ha)	Fa	1.664,09	1.647,44	1.423,87	869,14	-47,92
	Fs	-	-	-	-	-
	Sa	26.261,48	22.341,25	18.318,76	13.398,27	-48,98
	Sd	3.662,65	3.163,42	2.140,69	2.011,33	-45,09
	Sp+Sa	6.805,82	6.341,99	5.086,08	4.458,56	-34,48
	Ag	4.341,00	3.818,20	5.467,86	7.353,25	224,62
	Iu	201,34	282,26	346,02	365,78	81,67
	Ap	45.412,03	50.757,97	55.573,80	59.565,18	31,16
	Sc	-	-	-	407,88	-
	Água	318,69	314,56	310,00	237,69	-25,41
Rio dos Bugres (118.207,60 ha)	Fa	4.146,87	4.119,85	3.988,33	3.868,80	-6,70
	Fs	723,69	686,57	527,01	482,41	-33,34
	Sa	3.918,79	2.902,73	2.537,21	2.114,50	-45,27
	Sd	30.058,95	24.005,73	14.879,30	11.278,83	-62,47
	Sp+Sa	-	-	-	-	-
	Ag	3.216,52	4.836,83	9.243,21	10.631,24	230,51
	Iu	-	-	-	-	-
	Ap	76.100,34	81.614,64	87.006,44	88.872,89	16,78
	Sc	-	-	-	952,10	-
	Água	42,44	41,25	26,11	6,82	-83,93
Rio Vermelho (135.338,18 ha)	Fa	11.962,62	11.633,52	11.070,55	10.304,18	-13,86
	Fs	-	-	-	-	-

	Sa	1.979,28	1.871,07	1.815,07	1.395,49	-29,49
	Sd	49.054,38	29.935,19	19.375,67	15.434,54	-68,53
	Sp+Sa	6.889,16	6.175,13	4.475,13	4.248,58	-38,32
	Ag	8.882,38	15.475,69	17.759,51	21.348,58	140,34
	Iu	-	-	-	-	-
	Ap	56.302,24	70.054,20	80.653,17	77.503,19	37,65
	Sc	-	-	-	4.964,58	-
	Água	268,13	193,38	189,08	139,03	-48,14
	Fa	26.845,55	22.382,12	19.056,75	15.848,16	-40,96
	Fs	-	-	-	-	-
	Sa	25.952,47	19.946,14	14.903,87	10.725,99	-58,67
	Sd	16.931,37	10.540,96	8.139,97	6.352,74	-62,47
Interbacia do rio Cabaçal (141.676,85 ha)	Sp+Sa	30.740,77	21.289,74	20.220,96	14.786,99	-51,90
	Ag	3.037,65	12.755,94	13.800,93	16.680,35	449,10
	Iu	66,70	73,20	78,91	94,05	41,00
	Ap	34.958,53	51.678,88	62.621,84	74.166,96	112,15
	Sc	-	-	-	985,48	-
	Água	3.143,80	3.009,88	2.853,62	2.036,12	-35,23

⁽¹⁾ Fa: Floresta aluvial; Fs: Floresta estacional decidual sub-montana; Sa: Savana arborizada; Sd: Savana florestada; Sp+Sa: Savana parque com presença de Savana arborizada; Ag: Agricultura; Iu: Influência urbana; Ap: Pecuária; Sc: Silvicultura.

A vegetação natural da BHC, pertencente aos biomas Cerrado, Pantanal e Amazônia, tem sido suprimida gradualmente e substituída por gramíneas exóticas para formação das pastagens necessárias ao desenvolvimento da agropecuária, especialmente pelas atividades de criação de gado de corte e leiteiro e, nos últimos anos, pelo monocultivo de cana-de-açúcar. Os cultivos da cana-de-açúcar estão altamente adaptados às condições edafoclimáticas do estado de Mato Grosso (Fietz et al. 2008; Toledo et al. 2011).

A cobertura vegetal na BHC vem diminuindo ao longo das décadas analisadas (Tabela 2 e Figura 2), demonstrando que houve a supressão da cobertura vegetal natural para a inserção das classes pecuária e cana-de-açúcar, considerando que em 1984 as classes de cobertura vegetal ocupavam mais de 51% da bacia e decresceram para 30,44%.

A expressiva redução das fisionomias Savana Arborizada (campo cerrado, cerrado e cerrado aberto), Savana florestada (Cerradão), Savana parque + Savana arborizada (Cerrado e Cerrado aberto) e Floresta estacional decidual sub-montana está intimamente ligada ao desenvolvimento das atividades agropecuárias na bacia. Estudos de Abdon et al. (2007), no bioma Pantanal, demonstraram que a pastagem plantada é responsável por 98% das áreas que tiveram sua cobertura natural suprimida.

No mesmo contexto, estudos de Silva (2011) apontaram que até ano de 2008 o desmatamento na planície do Pantanal atingiu 12,14% da área, enquanto que no planalto havia atingido 58,90% e ressaltaram que se não houver efetivas intervenções de controle, a vegetação natural da região poderá ser suprimida até o ano de 2050.

Provavelmente, um dos grandes problemas da acentuada sedimentação dos rios do Pantanal seja o fato dos solos, com textura específica nessa área, serem largamente utilizados na atividade agropecuária considerando que o solo, com alto teor de areia, se desagrega com maior facilidade influenciando fortemente no processo erosivo (Azevedo e Monteiro 2006).

A pecuária foi a classe predominante encontrada nas cinco subunidades da BHC no período de investigação, que correspondia no ano de 1984 a 44,35% e em 2013 passou a ocupar 58,48%. Dentre as sub-bacias, a pecuária apresentou o maior aumento (56,77%) na unidade Nascentes do rio Cabaçal.

A pecuária é uma das principais categorias de atividades que causam desmatamento na Amazônia Legal brasileira (Margulis 2003; Moran 2006). Micol et al. (2008) destacam que a supressão do cerrado, em áreas voltadas ao agronegócio, ocorre na mesma medida que a conversão de áreas de pastagens em campos agrícolas no centro-norte do estado de Mato Grosso. Um deslocamento da pecuária para novas fronteiras no extremo norte e noroeste tem contribuindo para o incremento do desmatamento em novas regiões.

O estado de Mato Grosso é o maior produtor de gado do País (IMEA 2015). A ocupação da bacia, em sua maior parte, deve-se às áreas de pastagens. Avelino (2007) constatou que a partir da década de 80 a maior parte das áreas ocupadas pelas atividades agrícolas praticadas na BHC foram substituídas por áreas de pastagem, incentivadas especialmente pelo valor econômico agregado nessa prática

e as dificuldades financeiras atribuídas às demais atividades agrícolas, como cultivo de hortaliças, leguminosas e cítricos.

Entretanto, ainda que solos cultivados com pastagens sejam menos impactantes que solos desnudos ou com outros tipos de cultivo, infere-se que a atividade extensiva da pecuária pode diminuir a dinâmica ecológica, afetando diretamente o fluxo gênico entre fauna e flora devido à formação de ilhas florestais. Borges et al. (2004) salientam que os danos da fragmentação podem influenciar espécies em particular ou as comunidades de plantas, e ainda provocar a modificação ou mesmo a eliminação das relações ecológicas, originalmente entre as espécies vegetais, os polinizadores e os dispersores.

A introdução de pastagem em ambientes naturais pode influenciar diretamente na biota do solo. Trabalhos de monitoramento no bioma Pantanal apontam que há uma expansão desordenada das atividades agropecuárias na região do Pantanal (Brasil 2011) o que favorece a degradação dos ambientes naturais, bem como a intensificação da erosão laminar, do assoreamento e a contaminação dos rios com biocidas, perda da fauna, flora e da biodiversidade do Pantanal (Santos 2006).

A Agricultura, inexistente apenas na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal, na BHC, até o último ano analisado, aumentou mais de 65%, atribuindo-se principalmente às extensas áreas de cana-de-açúcar. A progressão da sua expansão ocorreu em direção à sub-bacia do rio dos Bugres, cujas áreas de cultivo são destinadas a produção de etanol numa destilaria situada no município de Mirassol D'Oeste e, no ano de 2013, aparecendo na sub-bacia do rio Vermelho, período de expansão das áreas de canavicultura do município de Barra do Bugres.

Áreas próximas ao município de Lambari D'Oeste, localizadas na sub-bacia do rio Branco, apresentam mais de 7.300 ha de área plantada, local onde encontra-se inserida uma destilaria.

A classe Agricultura, representada especialmente pela cana-de-açúcar, situada, sobretudo, na porção central da BHC, está presente em 4 das 5 sub-bacias da BHC.

Constitui uma alternativa econômica amplamente difundida na bacia de estudo desde a década de 80, e sua expansão favorecida pela instalação de destilarias em Lambari D'Oeste e Mirassol D'Oeste, assim como áreas de cultivo de

cana-de-açúcar localizadas na sub-bacia do rio Vermelho que abastecem uma usina sucroalcooleira de Barra do Bugres.

Dados disponibilizados pela Conab (2015) demonstram que a cana-de-açúcar é uma cultura firmada no País, produzindo na última safra (2014/15-2015/16) 634,8 milhões de toneladas, sendo que as regiões Sudeste e Centro-Oeste respondem por cerca de 84% da produção brasileira. O estado de Mato Grosso, ainda que não esteja entre os maiores produtores do País, concentra o cultivo de cana-de-açúcar para a produção de etanol, considerado o sexto maior produtor (Conab 2015).

Estudos de Aguiar et al. (2009), amparados em geotecnologias, ressaltaram que as classes de pecuária, agricultura, reflorestamento e floresta cederam área para expansão do cultivo da cana-de-açúcar nos anos safra 2007/08 e 2008/09, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Paraná, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, sendo que as classes agricultura e pastagem cederam 99,0% da área para expansão da cana-de-açúcar nesses estados analisados.

A Interbacia do rio Cabaçal possui áreas de canavicultura restritas a porção norte em razão da porção sul estar situada nos limites do bioma Pantanal. O Decreto nº 6.961/2009 (Brasil 2009), relativo ao zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar, determina normas para as operações de financiamento do setor sucroalcooleiro, define a exclusão da expansão da cultura em áreas de Pantanal, Amazônia e Bacia do Alto Paraguai, como argumentado por Neves et al. (2015).

O bioma Pantanal mantém 86,77% de sua cobertura vegetal nativa, a maior parte dos 11,54% do bioma alterados por ação antrópica é utilizada para a criação extensiva de gado em pastos plantados (10,92%) e apenas 0,26% são usados para lavoura (Brasil 2015).

De acordo com Moreira e Malavolta (2004) a produtividade dos ecossistemas naturais e de agroecossistemas introduzidos e raramente fertilizados dependem da reciclagem dos nutrientes minerais contidos na serapilheira das plantas e da matéria orgânica do solo.

Em estudo no Pantanal sul-mato-grossense Lorenzon e Machado Filho (2012) alertam para a importância da mesofauna edáfica contida na serapilheira, que consiste na principal via de reciclagem natural, podendo ser reconhecida como bioindicadora da qualidade de vida do solo, uma vez que promove a reintegração de

minerais e, por consequência, a fertilização, importante tanto para plantas nativas como para cultivadas.

A classe Silvicultura foi mapeada somente em 2013, correspondendo a 1,27% da área total da bacia e 3,67% da extensão territorial da sub-bacia do rio Vermelho. O avanço da cana-de-açúcar nesta subunidade ocorre principalmente para a porção nordeste. Esta classe temática está presente em todas as subunidades hidrográficas da bacia investigada, porém mostrou-se mais evidente na sub-bacia do rio Vermelho, reflexo também da expansão da cana-de-açúcar para a região nordeste dessa subunidade.

Com a obrigação legal de recuperação de áreas degradadas, atribuída ao avanço da agricultura, inicialmente apoiada pelo Sistema de Licenciamento Ambiental de Propriedades Rurais (SLAPR) em 2000 e incentivados pelo MT Legal em 2008, nota-se que somente a partir desse momento essa classe passou a ser mapeada na bacia, especialmente em áreas de canavicultura.

Em contrapartida, Azevedo e Saito (2013), em seus estudos acerca dos resultados de desmatamento no Estado até o ano de 2007, apoiados na política pública de implantação de licenciamento ambiental sinalizam para um aumento expressivo do desmatamento em grandes propriedades licenciadas.

A obrigatoriedade do Cadastro Ambiental Rural, instituído pela lei do código florestal, Lei nº. 12.651/2012 (Brasil 2012), possivelmente fomentará o aumento da classe Silvicultura sob a forma de reflorestamento a partir da data da última análise.

Ainda nessa vertente, o acordo firmado pelo Governo Federal na “Declaração Conjunta Brasil-Estados Unidos sobre Mudança do Clima”, o Brasil se compromete a restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de floresta até 2030 e combater o desmatamento ilegal (Brasil 2015).

Com base nesses preceitos, espera-se que com a legislação federal e os acordos oficiais firmados sejam sentidos maior reflexo dessa ação, especialmente em Mato Grosso, o qual, de acordo com Valdiones et al. (2015) aumentou em 45% a área desmatada entre os anos de 2014 e 2015.

Nota-se um declínio expressivo da vegetação nativa de toda BHC. A fisionomia floresta aluvial teve sua área reduzida na BHC ao longo dos 29 anos de análise aparecendo, porém, de maneira mais drástica, na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal.

Ainda nesta subunidade a redução de 30,16% da classe água foi percebida. Esta fisionomia vem sofrendo intensa pressão, especialmente na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal, o que causa preocupação, considerando que é responsável por grande parte das nascentes que contribui para a manutenção do bioma Pantanal, dependente do pulso de inundação para o estabelecimento de seu ciclo (Lorenzon et al. 2015).

O regime de inundações é o fator ecológico fundamental do bioma Pantanal, que determina os pulsos de seus principais processos bióticos e abióticos, e as composições específicas das unidades de paisagem (Adami et al. 2008).

A inundação do Pantanal depende das águas trazidas das cabeceiras dos rios do planalto da Bacia do Alto Paraguai (BAP), são essas águas que garantem a inundação periódica do Pantanal (Brasil 2011).

A disponibilidade hídrica se mostra altamente comprometida a partir da drástica redução da classe água na subunidade Nascentes do rio Cabaçal, representada pela diminuição da água contida nas represas, açudes, rios, córregos, baías e salinas, atribuindo esse impacto à supressão da floresta aluvial.

A Savana arborizada (Campo cerrado, Cerrado e Cerrado aberto), Savana florestada (Cerradão) e Savana parque com presença de Savana arborizada (cerrado e cerrado aberto) recobriam em 1983 44,14% da BHC, e em 2013 têm sua área reduzida a 22,29%.

Redução semelhante foi constatada na classe Floresta estacional decidual sub-montana que diminuiu mais de 33% da área ao longo do período investigado por esse estudo.

A classe influência urbana, ainda que pouco representativa na área da bacia, pois correspondia a 0,04%, quase dobrou em 29 anos, passando a totalizar 0,07. O aumento ocorreu no mesmo ritmo da inserção das atividades agropecuárias, especialmente com o crescimento dos municípios de Reserva do Cabaçal, Rio Branco, Salto do Céu e Lambari D'Oeste.

As classes Agricultura e Pecuária apresentaram-se com maior intensidade do que as demais, implicando nos maiores índices de antropização da paisagem da BHC, o que corrobora com a pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2010) que identificaram a abertura de novas áreas para pastagens ou culturas agrícolas no estado de Mato Grosso.

O ITA das classes temáticas de uso da terra e cobertura vegetal da BHC no ano de 2013 (Tabela 3) e, quando avaliado conjuntamente (Tabela 4), possibilitou classificar o estado de sua paisagem como regular (4,55).

Tabela 3 – Classes temáticas de uso e cobertura vegetal da BHC e seus Índices de Transformação Antrópica.

Categorias	Classes (1)	Áreas (%)				ITA			
		1984	1993	2003	2013	1984	1993	2003	2013
Uso da terra	Ag	3,04	5,79	6,96	9,20	0,21	0,41	0,49	0,64
	Ap	44,35	50,48	59,24	58,48	2,22	2,52	2,96	2,92
Cobertura Vegetal	Fa	7,60	9,92	8,57	8,15	0,08	0,10	0,09	0,08
	Sa	13,40	9,43	7,62	7,21	0,40	0,28	0,23	0,22
	Sd	19,39	12,37	7,38	6,36	0,19	0,12	0,07	0,06
	Sp+Sa	11,35	11,09	9,42	8,72	0,45	0,44	0,38	0,35
Total do ITA na Bacia						3,55	3,87	4,22	4,27

(1) Ag: Agricultura; Ap: Pecuária; Fa: Floresta aluvial; Sa: Savana arborizada; Sd: Savana florestada; Sp+Sa: Savana parque com presença de Savana arborizada.

Tabela 4 – ITA por sub-bacia da BHC e classificação dos estados de conservação da paisagem ao longo das décadas analisadas.

Sub-bacia (1)	Área (há ⁻¹)	1984		1993		2003		2013	
		ITA	Estado (2)	ITA	Estado (2)	ITA	Estado (2)	ITA	Estado (2)
1	82.931,5	2,61	Reg	3,02	Reg	3,31	Reg	3,70	Reg
2	88.667,0	3,61	Reg	3,92	Reg	4,17	Reg	4,36	Reg
3	118.207,6	4,39	Reg	4,71	Reg	5,17	Deg	5,33	Deg
4	135.338,1	3,55	Reg	4,36	Reg	4,84	Reg	4,89	Reg
5	141.676,8	2,61	Reg	3,57	Reg	3,99	Reg	4,48	Reg
Total	566.821,22	3,35	Reg	3,92	Reg	4,30	Reg	4,55	Reg

(1) Nascentes do rio Cabaçal (1), Rio Branco (2), Rio dos Bugres (3), Rio Vermelho (4), Interbacia do rio Cabaçal (5); (2) Reg: Regular; Deg: Degradada

O índice evidenciou a evolução da degradação e/ou supressão da cobertura vegetal das paisagens da bacia, especialmente na Interbacia do rio Cabaçal, ainda

que não tenha expressado o maior índice, apresentou maior evolução do ITA, com um aumento de 71,64% de antropização (Tabela 4).

As áreas das paisagens definidas como regulares totalizaram 79,15% da bacia de estudo. A exceção foi a sub-bacia rio dos Bugres, cujo estado da paisagem caracteriza-se como degradada, correspondendo a 20,75% da área da BHC.

A antropização na Interbacia do rio Cabaçal, onde foram quantificados os maiores valores do ITA entre os anos de 1984 e 2013, deve-se à pastagem e cana-de-açúcar constituírem as classes que ocupam maior extensão de área na unidade. Esse resultado corrobora os encontrados por Rodrigues et al. (2015), identificando que o estado muito degradado, no ano de 2011 da bacia hidrográfica do Queima-Pé/MT, estava relacionando às áreas ocupadas por essas mesmas culturas.

A sub-bacia rio dos Bugres, detentora do maior valor do índice, confere a mais de 20% da área o *status* de degradada, o que configura uma preocupação à manutenção dos *habitats* dessa subunidade, tipicamente caracterizada como do bioma Amazônia.

Pode-se inferir que o avanço do desmatamento em florestas do bioma Amazônia se atribui ao fato de erro na interpretação do novo código florestal brasileiro em relação à Reserva Legal a ser mantida em cada bioma. Para Alencar et al. (2004) alguns proprietários de terras no Mato Grosso estão caracterizando parte da floresta em bioma amazônico, na região de transição com o Cerrado, como um “cerradão”, de forma que o limite de Reserva Legal, estabelecido por lei para uma propriedade situada no bioma Amazônia, de 80% caia para 35%, percentual determinado para as áreas que estão no bioma Cerrado.

Para Valentim e Andrade (2009) a integração intra e inter-regional dos mercados brasileiros, particularmente na Amazônia Legal, contribuíram para estimular o desmatamento de novas áreas, promovendo o avanço da fronteira agropecuária nos biomas Cerrado e Amazônia.

Segundo Carneiro Filho e Souza (2009), calcula-se que a criação de gado seja responsável por 80% do desmatamento na Amazônia, atividade que avança principalmente nos estados de Rondônia, Pará e Mato Grosso. O mesmo se vê no estudo de Ferreira et al. (2005), que relaciona o início do processo de desmatamento da Amazônia com a abertura oficial ou clandestina de estradas, que permitem a expansão humana e a ocupação irregular de terras à exploração

predatória de madeiras nobres para, posteriormente, converterem a floresta explorada em agricultura familiar e pastagens para a criação extensiva de gado, especialmente em grandes propriedades, sendo este o fator responsável por cerca de 80% das florestas desmatadas na Amazônia Legal.

A projeção do ITA demonstrou que até o ano de 2080 a situação do estado da paisagem em relação à antropização será regular. Contudo, no ano de 2100 o ITA atingirá o valor de 5,43 caracterizando o estado da paisagem da área da bacia como degradada, caso nada seja modificado, na perspectiva das ações humanas ou dos fenômenos naturais (Tabela 5).

Tabela 5 – Projeção do ITA a cada 20 anos até 2100 para a BHC em relação à equação de regressão linear.

Tempo	Função de Regressão	Projeção	Classificação
2020	$y = 0,025*(-47,07)$	3,43	Regular
2040	$y = 0,018*(-30,58)$	3,93	Regular
2060	$y = 0,018*(-30,58)$	4,43	Regular
2080	$y = 0,018*(-30,58)$	4,93	Regular
2100	$y = 0,018*(-30,58)$	5,43	Degradado

Corroborando com esse resultado, estudos de Ferreira et al. (2008) constataram que o estado de Mato Grosso contaria com menos de 23% de cobertura vegetal em 2020 e cerca de 10% em 2033, caso as taxas de desmatamento do período de 2003-2004 no Estado fossem mantidas sem medidas de conservação e recuperação.

Teixeira (2010), avaliando dados do Prodes relativos ao ano de 2009 (Brasil 2015), listou os 20 municípios mato-grossenses que apresentaram as maiores taxas de crescimento do desmatamento, no período de 2000-2008, dentre eles destaca-se Reserva do Cabaçal e Curvelândia, ambos situados nas sub-bacias Nascentes do rio Cabaçal e a Interbacia do rio Cabaçal respectivamente, subunidades da BHC.

Em contrapartida, dados do Prodes pertinentes aos anos de 2013 e 2014 (Brasil 2015) demonstram que nenhum dos municípios da unidade consta nesta lista, configurando um avanço frente ao combate do desmatamento na BHC, ainda que a projeção aponte para uma paisagem futura duramente antropizada.

4. CONCLUSÕES

Na bacia hidrográfica do Cabaçal os usos agropecuários, especialmente a pecuária e a cana-de-açúcar, constituem as principais atividades econômicas desenvolvidas. A pecuária foi o uso da terra de maior predominância em todas as subunidades hidrográficas ocupando a maior área na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal.

A Agricultura (cana-de-açúcar) encontra-se ausente apenas na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal, em virtude da pecuária constituir uma atividade consolidada na região. Entretanto, a área ocupada pela classe pecuária poderá sofrer declínio, em toda a bacia, devido ao fechamento de dois frigoríficos no ano de 2015 nos municípios de Mirassol D'Oeste e Pontes e Lacerda, ambos pertencentes à região sudoeste mato-grossense.

No ano de 2013 o estado da paisagem da BHC encontra-se classificado como regular, com predomínio de campos cultivados derivados da supressão da cobertura florestal e o uso de suas áreas para inserção de pastagem e cultivo da cana-de-açúcar.

A projeção do ITA evidenciou que se intervenções não forem executadas efetivamente, o estado da paisagem da bacia passará de regular para degradado no ano de 2100. A degradação dos ambientes naturais se dará às expensas dos ecossistemas, configurando perda da biodiversidade natural local e consequentes implicações ambientais para a porção da Bacia do Alto Paraguai situada a jusante da BHC.

Dessa forma, torna-se fundamental a aplicação de novos estudos da dinâmica do uso da terra na BHC a fim de que medidas de conservação e preservação sejam impostas e asseguradas para a manutenção e ampliação da cobertura vegetal da bacia estudada.

Sugere-se, em trabalhos posteriores, a aplicação de métodos mais sofisticados para a realização de previsão futura sobre o estado de antropização da paisagem, como os estudos da Cadeia de Markov para a predição de estágios porvindouros.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdon, M. M.; Silva, J. S. V.; Souza, I. M.; S.; Romon, V. T.; Rampazzo, J.; Ferrari, D. L. (2007) Desmatamento no bioma Pantanal até o ano 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. *Revista Brasileira de Cartografia*, 59:17-24.
- Adami, M.; Freitas, R. M.; Padovani, C. P.; Shimabukuro, Y. E.; Moreira, M. A. (2008) Estudo da dinâmica espaço-temporal do bioma Pantanal por meio de imagens Modis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 10:1371-1378.
- Aguiar, D. A.; Adamil, M.; Rudorff, B. F.; Sugawara, L. M.; Freitas, R. M. (2009) Avaliação da conversão do uso e ocupação do solo para cana-de-açúcar utilizando imagens de sensoriamento remoto. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 14, 2009, Natal. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009:5547-5554.
- Alencar, A.; Nepstad, D.; Mcgrath, D.; Moutinho, P.; Pacheco, P.; Diaz, M. D. C. V.; Soares Filho, B. (2004) Desmatamento na Amazônia: Indo além da “emergência crônica”. Manaus: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.
- Avelino, P. H. M. (2006) Análise geo-ambiental multitemporal para fins de planejamento ambiental: um exemplo aplicado à bacia hidrográfica do Rio Cabaçal, Mato Grosso, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 29:241-242.
- Azevedo, A. A.; Monteiro, J. L. G. (2006) Análise dos Impactos Ambientais da Atividade agropecuária no Cerrado e suas inter-relações com os recursos hídricos na região do Pantanal. Brasília: WWF. Azevedo, A. A.; Saito, C. H. (2013) O perfil dos desmatamentos em Mato Grosso, após implementação do licenciamento ambiental em propriedades rurais *Cerne*, 19:111-122.
- Borges, L. F. R.; Scolforo, J. R.; Oliveira, A. D. (2004). Inventário de fragmentos florestais nativos e propostas para seu manejo e o da paisagem *Cerne*, 10:22-38.
- Brasil. Companhia Nacional de Abastecimento (2015) Cana-de-açúcar – Safra 2014/2015. http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_04_13_08_49_3_3_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_15-16.pdf. Acesso em: 01 jun. 2015.
- Brasil (2009) Decreto nº 6.961, de 17 de setembro de 2009. Diário Oficial [da] União, Poder Legislativo, Brasília, DF, 17 de setembro de 2009. p. 1, seção 1. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6961.htm. Acesso em: 06 jun. 2015.
- Brasil (2015) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Programa de cálculo do desflorestamento na Amazônia (Prodes). São José dos Campos: INPE, 2015. <http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>. Acesso em: 22 jun. 2015
- Brasil (2008) Lei Complementar nº 343, de 24 de dezembro de 2008. Diário Oficial [da] Assembleia Legislativa do Estado de Mato Grosso, Poder Executivo, Cuiabá, 24 de dezembro de 2008, p. 1, seção 1. <http://app1.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/LeiComplEstadual.nsf/9733a1d3f5bb1>

ab384256710004d4754/53c375c601f136810425753d00718339?OpenDocument. Acesso em: 29 mai. 2015.

Brasil (2012) Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 28 de maio de 2012, p. 1, seção 1. <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-normaatualizada-pl.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2015.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2011) Monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite. Acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA. Centro de Sensoriamento Remoto – CSR/IBAMA. 2008-2009. Brasília: MMA http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatrio_tcnico_monitoramento_pantanal_2008_2009_72.pdf. Acesso em: 28 Mai. 2015.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2004). Relatório Probio-Pantanal <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/projeto/probiopantanal/downloads-1/documentos>. Acesso em: 15 mai. 2015.

Brasil. Ministério de Minas e Energia (2015) Declaração Conjunta Brasil - Estados Unidos sobre Mudança do Clima. Acordo de cooperação entre Brasil e Estados Unidos. Brasília: MME http://www.mme.gov.br/web/guest/area-de-imprensa/asset_publisher/AiNH1N2aVCzE/content/brasil-e-eua-anunciam-meta-de-20-de-fontes-renovaveis-nao-hidraulicas-na-matriz-eletrica. Acesso em: 02 jul. 2015.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (2015) Pantanal. Brasília: MMA. <http://www.mma.gov.br/biomas/pantanal>. Acesso em: 8 Jun. 2015.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J.; Mitsuo, F. (1996) Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers & Graphics*, 20:395-403.

Carneiro Filho, A.; Souza, O. B (2009). Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira. Instituto Socioambiental, São Paulo.

Carvalho, J. M.; Cuiabano, M. M.; Neves, R. J.; Serafim, M. E.; Neves, S. M. A. S.(2014) Conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Cabaçal – MT, Brasil. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 5, 2014, Campo Grande, Anais... São José dos Campos, INPE, pp. 166-176.

Conab. Companhia Nacional de Abastecimento (2015) Levantamentos de safra: cana-de-açúcar <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>. Acesso em: 3 abr. 2015.

Donatio, N. M. M.; Galbiatti, J. A.; de Paula, R. C. (2005) Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do córrego Rico, São Paulo, Brasil. *Engenharia Agrícola*, 25:115-125.

Esri (2007) ArcGIS Desktop: release 9.2. Redlands, CA, Environmental Systems Research Institute.

Ferreira, L. V.; Venticinque, E. Almeida, S. (2005) O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. Dossiê Amazônia Brasileira, 19 (53).
<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100010>. Acesso em: 22 mai. 2015.

Ferreira, D. A. C., Nogueira, S. P., Carneiro Filho, A., Soares-Filho, B. (2008) Mato Grosso até quando? *Ciência Hoje*, 42:26-31.

Fietz, C. R.; Comunello, E.; Cremon, C.; Dallacort, R. (2008) Estimativa da precipitação provável para o Estado de Mato Grosso. Embrapa Agropecuária Oeste. Dourados.

Flores, P. M.; Guimarães, R. F.; Carvalho Júnior, O. A.; Gomes, R. A. T. (2012) Análise multitemporal da expansão agrícola no município de Barreiras-Bahia (1988-2008). *Revista de Geografia Agrária*, 7: 1-19.

Gouveia, R. G. L.; Galvanin, E. A. S.; Neves, S. M. A S. (2013) Aplicação do Índice de Transformação Antrópica na análise multitemporal da bacia do córrego do Bezerro Vermelho em Tangará da Serra - MT. *Revista Árvore*, 37:1045-1054.

Greggio, T. C.; Pissarra, T. C. T.; Rodrigues, F. M. (2009) Avaliação dos fragmentos florestais do município de Jaboticabal-SP. *Revista Árvore*, 33:117-124.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2006) Mapa de Unidades de Relevo do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro
ftp://geofp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/relevo_2006.pdf. Acesso em: 5 abr. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro.

IMEA. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária. Bovinocultura.
<http://www.imea.com.br/noticias.php?id=738>. Acesso em: 3 abr. 2015.

Lémechev, T. (1982) On hydrological heterogeneity catchment morphology and catchment response. *Journal of Hydrology*, 100:357- 375.

Lorenzon, T. H.; Machado Filho, L. C. (2012) Levantamento da diversidade edáfica em serapilheira de mata ciliar da Bacia do Rio Paraguai no Pantanal sul-mato-grossense - Brasil. *Ecologic@*, 4:59-63.

Lorenzon, T. H.; Paiva, S. L. P.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; Nunes, E. S. (2015) Analysis of the conservation state from the Permanent protection areas at the springheads and of the water from Cabaçal river drainage basin, Mato Grosso State, Brazil. *Revista Geografia*, 40:159-175.

Mateo, J.(1991) *Geoecologia de los Paisajes*. Universidad Central de Caracas. Monografía, 1991.

Mato Grosso (Estado). Lei nº 9.619 de 04 de outubro de 2011. Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso. Poder Legislativo, Cuiabá, MT, 04 de outubro de 2011, p. 1.

<http://app1.sefaz.mt.gov.br/0325677500623408/7C7B6A9347C50F55032569140065EBBF/B0483C1E6782A4A784257BFA0045EE6B>. Acesso em: 22 mai. 2015.

Mato Grosso. Secretaria de Estado de Meio Ambiente (2009). Plano de Ação para preservação e controle do desmatamento e queimadas do estado de Mato Grosso (PPCDMT). SEMA, Cuiaba.

Mato grosso (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. In: Prado, J. G. B.; Bertchieli, R.; Oliveira, L. G. (2012) (Orgs). Plano de Longo Prazo de Mato Grosso. Cuiabá/MT: Central de Texto, 4:108. <http://www.seplan.mt.gov.br/mt20/mt20.htm>. Acesso em: 22 jun. 2015.

Margulis, S (2003). Causas do desmatamento da Amazônia brasileira. Banco Mundial, Brasília

Micol, L. A.; Börner, J. (2008) Redução das Emissões do Desmatamento e da Degradação (REDD): potencial de aplicação em Mato Grosso. Instituto Centro de Vida, Cuiabá.

Moran, E. F. (2006) Human strategies for coping with El Niño related drought in Amazônia. *Climatic Change*, 77:343-361.

Moreira, A; Malavolta, E. (2004) Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:1103-1110.

Nascimento. W. M.; Vilaça, M. G. (2008) Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento. *Associação dos Geógrafos Brasileiros*, 5:102-121.

Nascimento M. C.; Soares V. P.; Ribeiro C. A. A. S.; Silva E. (2005) Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*. 15:207-220.

Neves, S. M. A. S.; Nunes, M. C. M.; Neves, R. J.; Kreitlow, J. P.; Galvanin, E. A. S. (2015) Susceptibility of soil to hydric erosion and use conflicts in the microregion of Tangará da Serra, Mato Grosso, Brazil, *Environmental Earth Science*, 74:813-827. Pessoa, S. P. M.; Galvanin, E. A. S.; Kreitlow, J. P.; Neves, S. M. A. S.; Nunes, J. R. S.; Zago, B. W. (2013) Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na interbacia do rio Paraguai Médio-MT, Brasil. *Revista Árvore*, 37:119-128.

Rogrigues, L. C. Neves, S. M. S.; Neves, R. J.; Galvanin, E. A. S.; Kreitlow, J. P. (2015) Dinâmica da antropização da paisagem das subbacias do rio Queima Pé, Mato Grosso, Brasil. *Revista Espacios*, 36:5-13.

Rogrigues, L. C.; Pessoa, S. P. M.; Neves, R. J.; Neves, S. M. A. S.; Silva, J. S. V.; Kreitlow, J. P. (2012) Análise multitemporal e índice de transformação antrópica da bacia do rio Queima-Pé - Tangará da Serra/MT, Brasil. In: Simpósio de

Geotecnologias no Pantanal, 4, 2012, Bonito. Anais. INPE São José dos Campos, pp. 838-848

Santos, J. R. (2006) Avanços das pesquisas e aplicações de sensoriamento remoto no monitoramento da paisagem: contribuições aos estudos do Pantanal. In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 1, 2006, Campo Grande, Anais. Campos, INPE, São José dos, pp. 675-683.

Silva, G. B.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E. (2010) Áreas alteradas em função de atividades antrópicas no bioma Cerrado localizado no Estado do Mato Grosso (MT), até o ano de 2001: uma abordagem espaço-temporal. Revista Brasileira de Cartografia, 2:363-371.

Silva, J. S. V.; Abdon, M. M.; Neves, S. M. A. S.; Moraes, J. A. (2011) Evolution of deforestation in the brazilian Pantanal and surroundings in the timeframe 1976 – 2008. Revista Geografia, 36:35-55.

Tarifa, J. R. (2011) Mato Grosso – Clima: análise e representação cartográfica. Entrelinhas, Cuiabá

Teixeira, A. J. A. (2003) Classificação de bacias de drenagem com o suporte do Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – O caso da Baía de Guanabara. - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Teixeira, R. F. A. P. (2010) Amazônia Legal e o estado de Mato Grosso: dois ensaios sobre o processo de convergência espacial para o desmatamento. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Toledo, A. M. A. Sperotto, F. C. S.; Fontenelli, J. V.; Koetz, M.; Silveira, M. H. D. (2011) Determinação da aptidão edafoclimática da cana-de-açúcar no pólo regional de Rondonópolis – MT. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 7:381-399.

Tonello, K. C.; Dias, H. C. T.; Souza, A. L.; Ribeiro, C. A. A. S. R.; Leite, F.P. (2005) Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das Pombas, Guanhães, MG. Revista Árvore, 30: 849-857.

USGS. Geological Survey. Serviço de Levantamento Geológico Americano. (2013). <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em: 15 out. 2013.

Valentim, J. F. Andrade, C. M. S. (2009) Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia brasileira. Amazônia: Ciência & Desenvolvimento, 4: 9-32.

USO DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL E SEUS DESDOBRAMENTOS NA QUALIDADE DE SUAS ÁGUAS

[Biodiversity and Conservation Journal]

RESUMO

Objetivou-se analisar a qualidade da água dos cursos hídricos das subunidades da bacia hidrográfica do Cabaçal – Mato Grosso por meio da aplicação do Índice de Qualidade da Água em conjunto com a classificação do uso da terra e cobertura vegetal. As imagens do satélite Landsat 8 do ano de 2013 foram processadas no *software* SPRING, versão 5.2.6, por meio de elaboração do mapa temático de uso e cobertura da terra. As quantificações e elaboração do *layout* do mapa foram executadas no *software* ArcGis. Foram realizadas análises dos parâmetros físico-químicos da água em dois períodos sazonais, com posterior quantificação dos Índices de Qualidade da Água. No ano de 2013 a extensão de 70,83% da bacia encontrava-se ocupada pelas classes de uso da terra, com predominância da pecuária, que representava mais de 58% do total de atividades. A sub-bacia do rio dos Bugres ocupa a primeira posição em relação as transformações antrópicas, com quase 85% de sua área com usos da terra. As sete estações de coleta de água distribuídas nas cinco sub-bacias mostraram um padrão derivado da sazonalidade, em que os melhores valores de IQA ocorrem na seca. Predominaram IQAs com classificação Boa e Razoável, cujos parâmetros que mais influenciaram foram o OD, a DBO e a turbidez. Concluiu-se que os usos da terra, no período de estudo, impactaram parcialmente a qualidade da água, considerando que apenas duas subunidades, tanto no período seco quanto no úmido, apresentaram valores de IQAs classificados como regular.

Palavras-chave: recursos hídricos. conservação ambiental. dinâmica dos usos da terra. geotecnologias.

LAND USE IN THE CABAÇAL DRAINAGE BASIN, MATO GROSSO STATE – BRAZIL AND ITS CONSEQUENCES ON THEIR WATER QUALITY

ABSTRACT

This study aimed to analyze the water quality of the water resources of the subunits of the Cabaçal drainage basin - Mato Grosso through the application of the Water Quality Index in conjunction with the classification of land use and vegetation cover. The satellite Landsat 8 images from the year 2013 were processed in the SPRING software, version 5.2.6, through elaboration of thematic map of land use and land cover. The quantification and preparation of map layout were performed in ArcGIS software. Analysis of physical-chemical parameters of water were carried out in two seasonal periods, with subsequent measurement of water quality indices. In 2013 the extent of 70.83% of the basin is occupied by the use of classes of land, especially livestock, which represented more than 58% of total activities. The sub-basin of the river of the Indians occupies the first position in relation to anthropogenic changes, with almost 85% of its area with land use. The 7 water sampling stations distributed in 5 sub-basins showed a pattern derived from seasonality, where the best AQI values occur in the dry. Predominated SEQI with Good and Reasonable classification, whose parameters that most influenced were the OD, the BOD and turbidity. It was concluded that the land uses in the study period partially impacted water quality, considering that only two subunits, both in the dry season, as in the damp, had SEQI values classified as regular.

Keywords: water resources. environmental conservation. dynamics of land use. geo-technologies.

1. INTRODUÇÃO

A água é um componente natural essencial à manutenção da vida humana, animal e ao desenvolvimento das atividades antrópicas. No desenvolvimento sustentável, a água é inegavelmente o principal insumo socioeconômico a ser considerado (Oliveira et al. 2007).

O Brasil é um país dotado de grande diversidade climática, geomorfológica e biológica, apresentando uma rede hidrológica que responde por 53% da produção de águas doces do continente sul-americano e 12% do total mundial (Rebouças 2002).

Os corpos hídricos estão em constante estado de dinâmica natural podendo sofrer interferência das atividades humanas (Singh et al. 2007). De acordo com Scare (2003) apesar do processo de modificação do ambiente não ocorrer de forma linear, a escassez tem significativa influência na velocidade de mudança do ambiente e no seu grau de complexidade.

A deterioração da qualidade da água pode ser causada pelos despejos inadequados de resíduos urbanos e industriais e pelo uso inapropriado da terra. O crescimento desordenado da população, aliado a exigência cada vez mais de alimentos, culminou na necessidade de desenvolvimento agroindustrial.

Nesses preceitos, a efetiva gestão dos recursos hídricos é o instrumento que pode assegurar água para as necessidades ambientais e sociais, ao mesmo tempo em que aloca esses recursos a partir de critérios que considerem os aspectos econômicos (OECD 2012).

A Lei n. 9.433/97 (Brasil 1997) preconiza que a água é um bem de domínio público, mas um recurso natural limitado, devendo ser priorizada ao consumo humano ou dessedentação de animais em caso de escassez. Sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades, considerando a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

De acordo com o exposto, Porto e Porto (2008) salientam que essa legislação prevê, como diretriz geral de ação, a gestão integrada como instrumento para viabilizar sua implantação nos planos de recursos hídricos, o enquadramento

dos corpos de água em classes segundo os usos preponderantes, outorga o direito de uso, a cobrança pelo uso da água, o sistema de informação sobre recursos hídricos e a compensação aos municípios.

Segundo Machado et al. (2010) é fundamental que se implementem medidas no sentido de melhorar a qualidade da água, contribuindo para a elaboração dos Planos de Gestão da Região Hidrográfica. Bueno et al. (2005) asseguram que o tipo de vegetação sugere distintas condutas nos atributos do solo e da água, de modo que a remoção das florestas têm causado aumento substancial dos processos que levam à degradação de áreas com prejuízos à hidrologia e à biodiversidade.

Muitos trabalhos voltados à caracterização e qualidade da água são realizados (Tucci 2002; Pontes et al. 2012), para potencializar seu uso de acordo com a classe e a manutenção da dinâmica dos biomas onde as coleções hídricas estão inseridas. Para Molozzi et al. (2006) os parâmetros de qualidade da água são ferramentas muito importantes e fundamentais na avaliação dos impactos causados por atividades humanas sobre o meio ambiente.

Nessa ótica, o Índice de Qualidade da Água é uma ferramenta amplamente utilizada para a verificação da natureza física, química e biológica da água, em relação à qualidade natural (de referência), efeitos das ações humanas e usos esperados, a fim de detectar e explicar as tendências e o estabelecimento da relação causa-efeito (Brasil 2006).

Para tanto, o estudo objetiva analisar a qualidade da água dos cursos hídricos das subunidades da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso. A avaliação da qualidade da água dessa unidade de planejamento ambiental por meio da aplicação do Índice de Qualidade da Água em conjunto com a classificação do uso da terra é primordial, visto que é detentora das principais nascentes formadoras do Pantanal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A pesquisa foi realizada nas latitudes 58°28'33,925"W e 57°46'9,678"W e longitudes 14°55'24,498"S e 14°53'24,383"S, na bacia hidrográfica do Cabaçal, uma

das unidades da Bacia do Alto Paraguai (BAP) na qual encontra-se o bioma Pantanal, na porção situada no estado de Mato Grosso.

Totaliza uma área territorial de 5.655 km², englobando dez municípios (Figura 1), que abrigam uma população de 201.587 habitantes (IBGE 2015) e economia baseada na agropecuária, especialmente com atividades de pecuária de corte e leiteira.

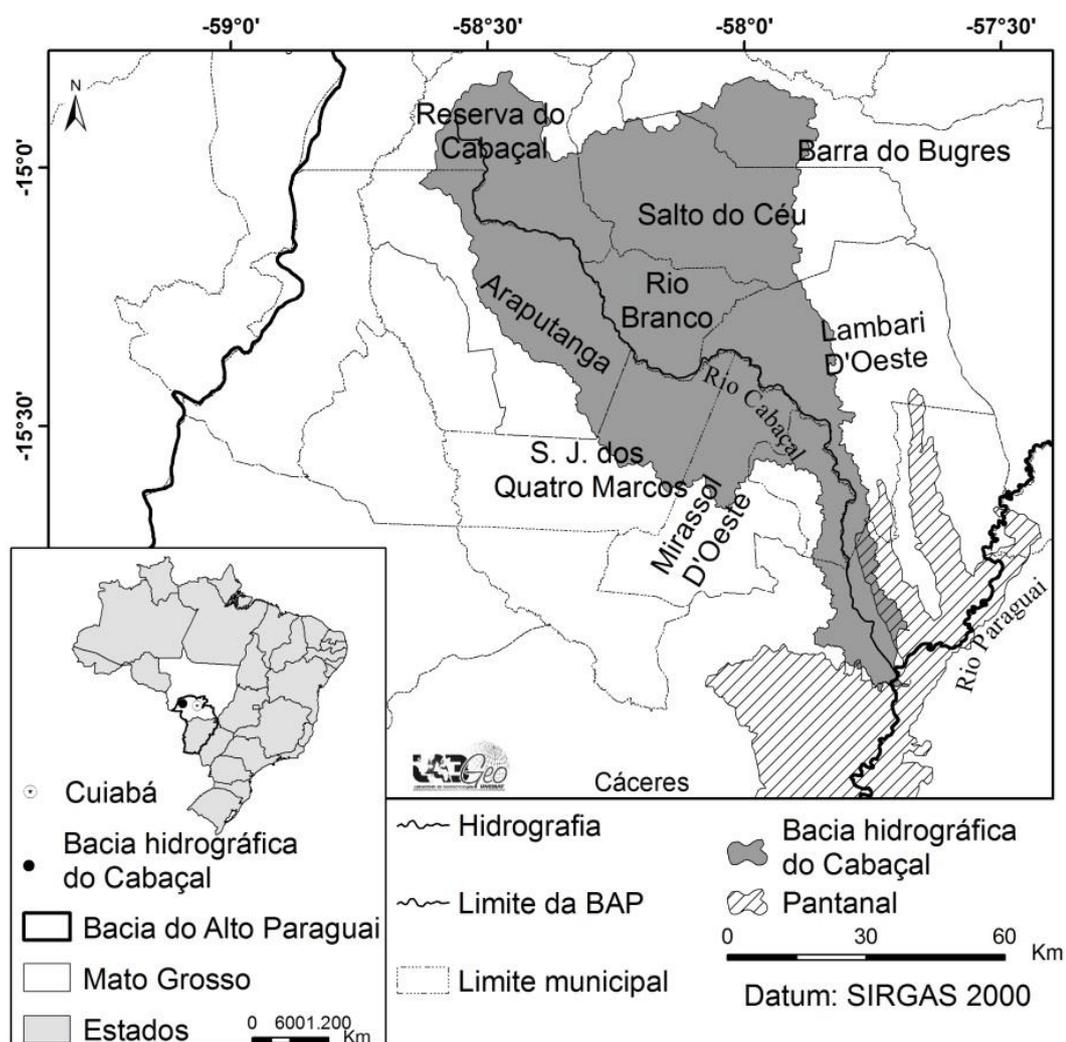


Figura 1. Situação da BHC no contexto da Bacia do Alto Paraguai e municipal, no estado de Mato Grosso.

O rio Cabaçal, afluente do rio Paraguai, é o principal curso d'água da BHC, com extensão de 303,43 km. Suas nascentes encontram-se localizadas na Chapada dos Parecis, tendo como principais afluentes os rios: Branco (103,67 km), Vermelho

(103,62 km) e Bugres (79,81 km). Somando seus afluentes de primeira e segunda ordens têm-se 886,49 km de malha hídrica na área de influência da bacia.

De acordo com Tarifa (2011) o clima regional é classificado como Tropical continental apresentando regularidade climática: alternadamente úmido e seco.

2.1. Procedimentos metodológicos

As imagens de cobertura vegetal e uso da terra da bacia foram obtidas a partir de três cenas do satélite Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* (OLI) das órbitas/ponto 227/71, 228/70 e 228/71, do ano de 2013 (14/07/2013) disponibilizadas gratuitamente no sítio do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS 2013), com resolução espacial de 30 metros.

Elaborou-se um banco de dados geográfico (BDG) no *software* SPRING, versão 5.2.6, do INPE por meio do sistema UTM, fuso 21S e Datum Sirgas 2000.

A importação das imagens, nas bandas 4, 5 e 6 para execução do mosaico e seu recorte pela área de estudo deu-se no BDG. Efetuou-se a segmentação através do método crescimento de regiões, com similaridade 800 e área de pixel 1200, coleta de amostras/treinamento, classificação supervisionada (classificador *Bhattacharrya*), com aceitação de 99,9%, e edição matricial/vetorial. O mapeamento temático foi editado no *software* ArcGis, versão 9.2 (Esri, 2007).

Na classificação supervisionada das imagens da BHC foram identificadas dez classes (Floresta aluvial, Floresta estacional decidual sub-montana, Savana arborizada, Savana florestada, Savana parque+Savana arborizada, Cana-de-açúcar, Influência urbana, Pecuária e Silvicultura) para elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal, a partir de consultas ao relatório do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO (Brasil 2007) e no Manual Técnico de Vegetação e Uso da Terra (IBGE 2012).

Gerado o mapeamento, foram realizados trabalhos de campo durante os períodos seco e úmido dos anos de 2014 e 2015 para a validação do mapa. Nos locais visitados foram marcadas as coordenadas geográficas com auxílio do Sistema de Posicionamento Global (GPS), realizados registros fotográficos e, para os locais de difícil acesso, utilizaram-se imagens de alta resolução espacial disponíveis na internet (Google Earth).

A bacia de estudo foi dividida em cinco unidades hidrográficas, de modo a determinar as estações de coleta, que contemplaram os exutórios de cada unidade hidrográfica, utilizando-se assim o princípio sistêmico. Somente em uma sub-bacia, em razão da presença de uma destilaria de álcool, foram demarcadas três estações de coleta, assim distribuídas: uma estação antes da usina, uma após e outra na foz do rio principal. No total foram constituídos sete estações de amostragem de água.

Os parâmetros do índice de qualidade de água (IQA) são os apresentados na Resolução Conama 357/05 (Brasil 2005), quais sejam: Oxigênio Dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, Potencial hidrogeniônico (pH), Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Nitratos, Fosfatos, Turbidez, Sólidos totais e Temperatura da água.

As coletas de amostras de água para determinação dos constituintes do IQA obedeceram às normas de coleta e preservação da Cetesb (2011), sendo realizadas em quatro campanhas, duas no período chuvoso (outubro a março) e duas no seco (abril a setembro), buscando contemplar ao máximo as eventuais variações sazonais. Na cheia, devido à impossibilidade de acesso por via terrestre a uma estação, fez-se uso de barco a motor.

As coletas foram do tipo simples, de superfície, tomadas entre 0,20 a 0,30 m de profundidade, evitando-se os locais estagnados ou próximos às margens. Os frascos, previamente identificados e contemplando informações relevantes a data e horário da coleta, foram mergulhados com sua boca aberta no sentido contrário à correnteza, desprezando uma pequena porção da amostra e deixando um espaço vazio o suficiente para que se permitisse a homogeneização da amostra.

Frascos esterilizados de 500 mL foram utilizados na coleta de amostra para realização de análise de coliformes termotolerantes. Para determinação dos demais parâmetros foram utilizados frascos de 500 mL, preenchidos com material do corpo de água. Para a análise dos parâmetros Nitrogênio total e Fósforo total foram adicionadas 10 gotas de Ácido Sulfúrico 50% no frasco esterilizado de vidro.

As amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo, à temperatura de 4°C, promovendo seu resfriamento do momento da coleta até sua condução ao laboratório de análises, em um intervalo máximo de 24 horas.

As medições de temperatura do ar, temperatura da água e os parâmetros condutividade, potencial hidrogeniônico, Oxigênio Dissolvido e saturação do oxigênio

foram feitas *in loco*, no momento da coleta, por meio de sonda limnológica (modelo medidor multiparâmetro digital hq40d).

As medições de transparência da água foram feitas *in situ* por meio de disco de *Secchi*.

As análises laboratoriais da água foram realizadas em laboratório credenciado e licenciado, seguindo as metodologias descritas em APHA (2005). Foram analisados os seguintes constituintes: DBO₅, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduos totais e turbidez.

Para cada parâmetro necessário a obtenção do Índice de Qualidade de Água (IQA) foram verificados os valores correspondentes a cada parâmetro nas curvas médias da variação da qualidade da água em função das suas respectivas concentrações (Brasil 2015).

A cada parâmetro atribuiu-se seu respectivo peso (w) (Brasil 2015), fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (Tabela 1).

Tabela 1. Relação dos parâmetros do IQA e seus respectivos pesos.

Parâmetros de IQA	Pesos IQA (w)
Temperatura d'água	0,10
Potencial hidrogeniônico – pH	0,12
Oxigênio dissolvido	0,17
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO ₅ , 20)	0,10
Coliformes fecais	0,15
Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: Brasil (2015).

O cálculo do IQA foi realizado pelo produtório ponderado dos parâmetros de qualidade de água, conforme a fórmula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i} \quad (1)$$

em que:

IQA: Índice de qualidade da água;

q_i : qualidade do i -ésimo parâmetro obtido da respectiva curva média de variações de qualidade de cada parâmetro;

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro (número entre 0 e 1).

Assim definido, o IQA reflete a interferência do uso da terra, bem como de esgotos sanitários, materiais orgânicos, nutrientes e sólidos (Carvalho et al. 2004).

Os valores do IQA variam de 0 a 100, e sua classificação foi a definida pela Agência Nacional das Águas para o estado de Mato Grosso (Brasil 2015) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação do IQA para o estado de Mato Grosso.

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

Fonte: Brasil (2015).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento e a quantificação dos usos da terra e cobertura vegetal do ano de 2013 da BHC (Figura 2 e Tabela 3) possibilitaram o conhecimento dos tipos de atividades produtivas desenvolvidas, assim como da distribuição e localização dos fragmentos vegetais.

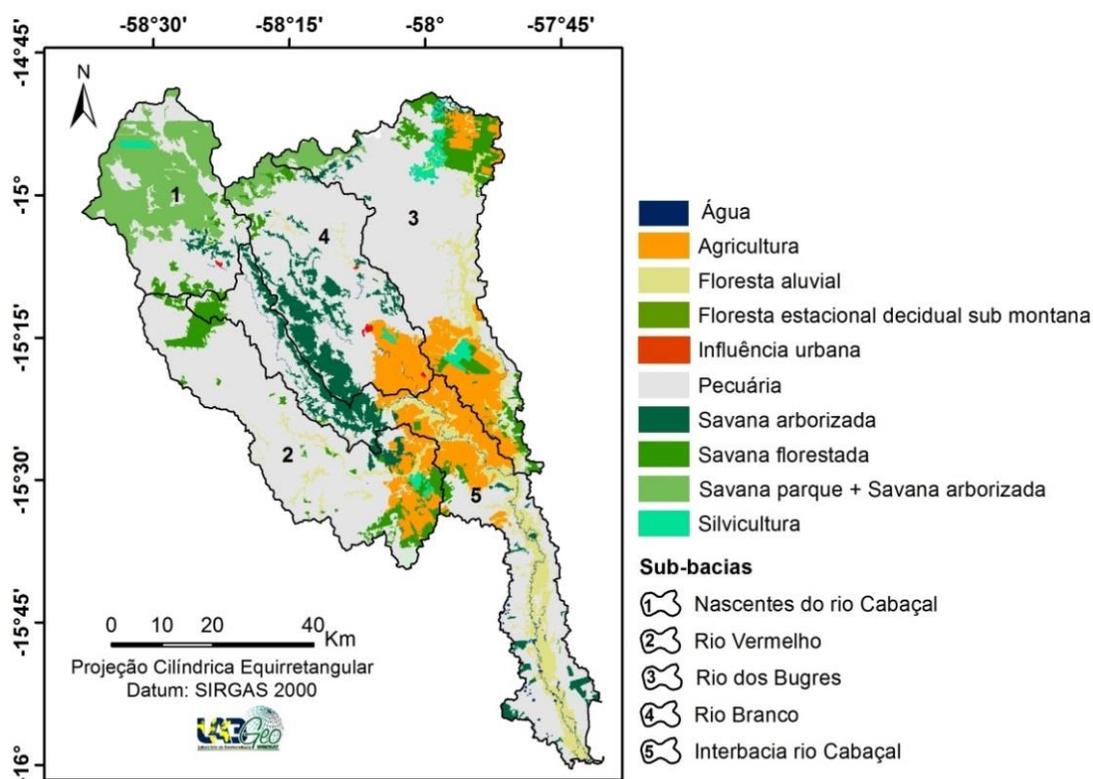


Figura 2. Classes de uso da terra e cobertura vegetal da BHC do ano de 2013.

Tabela 3. Classificação de uso da terra e cobertura vegetal da BHC em 2013.

Sub-bacias da unidade hidrográfica do Cabaçal (ha)					
Classes (1)	Nascentes do rio Cabaçal (82.931,5)	Rio Branco (88.667,0)	Rio dos Bugres (118.207,6)	Rio Vermelho (135.338,1)	Interbacia do rio Cabaçal (141.676,8)
Fa	535,99	869,14	3.868,80	10.304,18	15.848,16
Fs	-	-	482,41	-	-
As	1.925,61	13.398,27	2.114,50	1.395,49	10.725,99
Sd	2.112,40	2.011,33	11.278,83	15.434,54	6.352,74
Tp+Sa	40.713,55	4.458,56	-	4.248,58	14.786,99
Ag	-	7.353,25	10.631,24	21.348,58	16.680,35
Iu	94,05	365,78	-	-	94,05
Ap	36.545,25	59.565,18	88.872,89	77.503,19	74.166,96
Sc	985,48	407,88	952,10	4.964,58	985,48
Água	18,99	237,69	6,82	139,03	2.036,12

(1) Classes: Fa: Floresta aluvial; Fs: Floresta estacional decidual sub-montana; Sa: Savana arborizada; Sd: Savana florestada; Sp+Sa: Savana parque com presença de

Savana arborizada; Ag: Agricultura; lu: Influência urbana; Ap: Pecuária; Sc: Silvicultura.

Essas informações são relevantes para a interpretação dos resultados dos parâmetros de qualidade da água mensurados em dois períodos sazonais e por subunidade hidrográfica, possibilitando a constatação de que na BHC o uso da terra e a sazonalidade climática interferem na qualidade de suas águas.

A BHC encontra-se ocupada em 70,83% de sua área pelas classes de uso da terra, com predominância da pecuária, que representa mais de 58% do total das atividades produtivas.

No contexto das sub-bacias, a do rio dos Bugres ocupa a primeira posição em relação ao uso da terra, com quase 85% de sua área utilizada para o desenvolvimento da pecuária, cana-de-açúcar e silvicultura. Em seguida, observaram-se as subunidades Rio Vermelho e Rio Branco, ambas com 76% de suas extensões ocupadas por usos; a Interbacia do rio Cabaçal com 64,88% e a sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal com 45,40%. O menor percentual desta unidade é devido ao relevo movimentado.

A qualidade da água dos rios da BHC atende a Classe 2 conforme a resolução 357/05 (Brasil 2005), podendo ser utilizada para o consumo humano após tratamento, e em atividades agrícolas.

Verificou-se que há interferência da sazonalidade climática, pois os resultados das análises das águas coletadas no período seco apresentaram melhores valores de IQA, com classificação predominantemente Boa, enquanto as águas coletadas no período chuvoso mostraram-se classificadas, em sua maioria, como Razoável (Figura 3).

Ainda que se esperem melhores resultados no período úmido em razão da maior vazão dos rios e volume d'água para diluir os poluentes, possivelmente a formação geológica da bacia, constituída pelas formações Complexo Xingu, Formação Vale da Promissão, Aluviões Atuais e Formação Pantanal (Mato Grosso 2015), possa influenciar a retenção de poluentes e sedimentos que não chegam ao rio principal de cada sub-bacia. A estrutura rochosa dessas formações caracteriza-se pelo baixo poder de infiltração, permeabilidade e drenagem de sedimentos (Marostega 2012).

Ademais, pode-se argumentar que a existência de rios primários intermitentes, que desaparecem no período seco, impossibilite o aporte de sedimentos e poluentes ao rio principal das subunidades, denotando resultados mais ideais nos constituintes. Bonnet et al. (2008), estudando as relações entre qualidade de água e uso do solo em uma bacia hidrográfica de Goiás, perceberam inferência semelhante ao apontar que mais de 62% dos resultados das coletas estavam aquém do legalmente requerido, especialmente no período chuvoso, atribuindo essa característica ao maior aporte de sedimentos intensificados durante as chuvas, associadas ao início e fim da estação chuvosa.

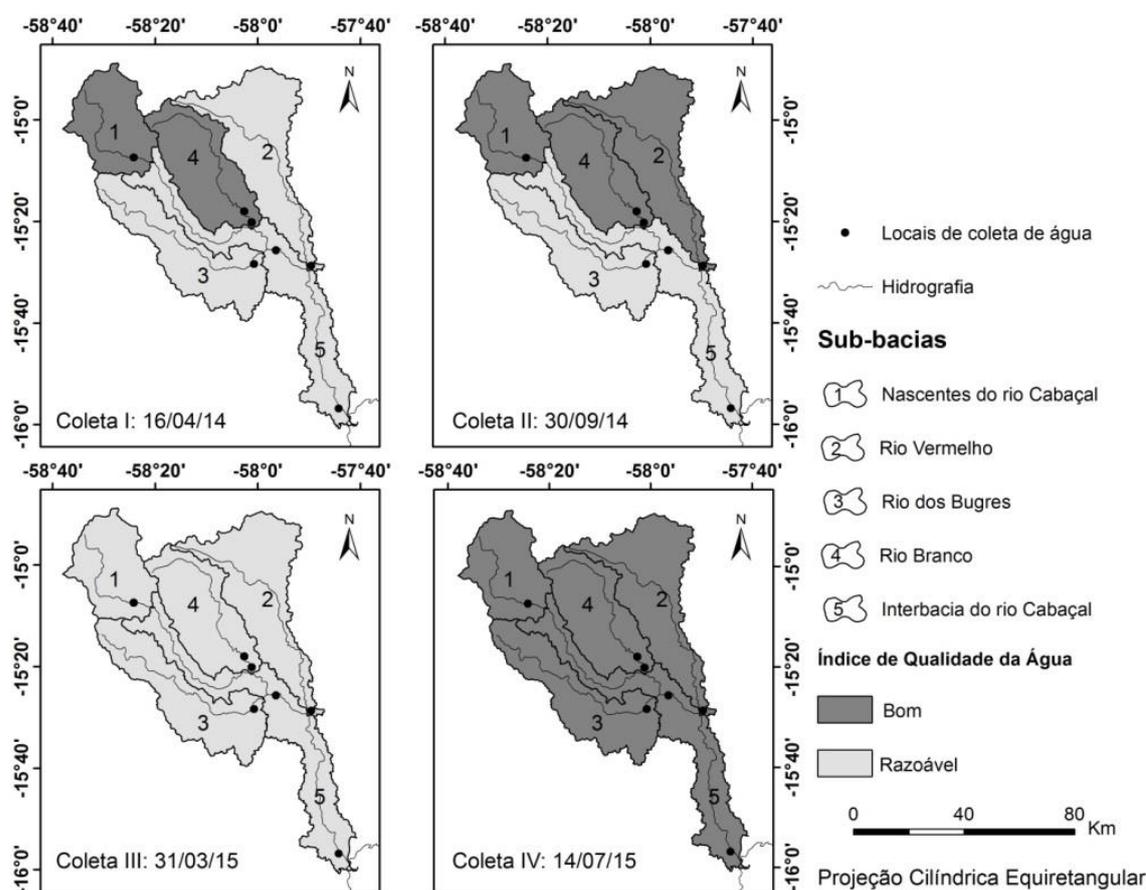


Figura 3. Espacialização dos Índices de Qualidade da Água por sub-bacia da BHC.

As mais altas temperaturas da água foram registradas na terceira campanha de coleta em toda a bacia, no período úmido, porém não mostrou interferência direta em qualquer parâmetro. A ausência de mata ciliar na maioria dos pontos analisados influencia diretamente a temperatura da água. A presença de mata ciliar na sub-

bacia confere maior proteção contra o aquecimento da água, devido à menor exposição dos corpos d'água à luz solar direta (Alvarenga et al. 2012).

A concentração de nitratos de toda a BHC mostrou-se dentro dos limites considerados aceitáveis. Nos corpos d'água o nitrogênio pode ocorrer nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. A presença de baixas concentrações de nitrato pode indicar o nitrogênio presente na forma orgânica ou amoniacal (Pontes et al. 2012). Altas concentrações de nitratos sugerem contaminação de rios por despejos industriais e domésticos. De acordo com a Agência Nacional de Águas (Brasil 2015), em áreas agrícolas o escoamento da água das chuvas em solos que receberam fertilizantes também é uma fonte de nitrogênio, o que se confirma na área de estudo, essencialmente agrícola.

Ainda que se esperasse um aumento substancial de fosfatos nas águas analisadas, por considerar que o escoamento de áreas urbanas, agrícolas ou de matas possa contribuir para o aumento da concentração em cursos d'água (Xavier 2005), esse fato foi parcialmente confirmado, uma vez que mantiveram níveis ligeiramente acima do aceitável em todas as campanhas.

Contudo, não deve ser analisado como uma desqualificação das águas, mas um alerta ao aporte de substâncias que causam o seu aumento. Percebe-se um aumento desse parâmetro no período úmido. A drenagem pluvial de áreas agrícolas e urbanas é uma fonte significativa de fósforo para os corpos d'água (Brasil 2015). O fósforo e o nitrogênio são essenciais à cadeia alimentar aquática, entretanto, quando esses elementos aparecem em excesso podem causar a eutrofização das águas. Os problemas advindos do aumento das concentrações desses constituintes se refletem na proliferação de algas, no efeito tóxico da amônia aos peixes e *déficits* de oxigênio consumido nos processos de degradação destes nutrientes (Lima 2001).

O pH mostrou-se dentro dos valores permitidos conforme legislação, que estabelece o padrão de 6 à 9 como o ideal para não comprometer as espécies aquáticas. As áreas em que há a retirada da mata ciliar mostram maiores variações de pH. Para Von Sperling (2007) fatores naturais como a dissolução de rochas e a fotossíntese, ou fatores antrópicos como os esgotos domésticos e industriais afetam o pH. No entanto, infere-se que as atividades antrópicas desenvolvidas na BHC não estão interferindo diretamente nos níveis de pH dos corpos hídricos.

O oxigênio dissolvido e a turbidez foram os parâmetros que mais interferiram na qualidade das águas dos mananciais de toda a BHC. Mendes et al. (2004), em estudos realizados no Rio Miranda, Rio Aquidauana e Rio Formoso, também sub-bacias da BAP, verificaram que o oxigênio dissolvido estava em desacordo aos padrões de sua classe e ocasionou a queda do valor de IQA nos pontos monitorados.

A avaliação da qualidade da água na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal apresentou, na primeira e terceira campanhas, relacionadas ao período chuvoso, IQAs de 73,16 e 68,97. Essa queda do índice pode ser atribuída à falta de regularidade no manejo da pastagem que, com a precipitação, formam sulcos erosivos no solo, aumentando o escoamento de partículas de sedimentos, fato confirmado pelo valor da turbidez encontrado de 39,4 NTU.

O escoamento da água sobre a camada superficial do solo, durante os eventos pluviais, é a principal fonte difusa de poluição nos mananciais hídricos (Vasco et al. 2011). Fraga e Salcedo (2004) destacaram que os processos erosivos observados em seu estudo são decorrentes da alta pressão de pastejo que essas áreas são submetidas, o que deixa o solo exposto e vulnerável aos tipos de erosão.

A ausência de mata ciliar também foi um fator que contribuiu para a oscilação sazonal do índice, pois servem de barreira natural para conter sólidos e poluentes. Primack e Rodrigues (2011) reforçam que, apesar dos benefícios generalizados associados à vegetação que margeia corpos d'água, a eficiência na captura de sedimentos e nutrientes difere-se de acordo com as suas características estruturais e ecológicas. O período seco apresentou-se constante em relação à classificação da qualidade dessa subunidade que se manteve Boa, com parâmetros dentro dos limites estabelecidos pela Resolução Conama n°. 357/2005 (Brasil 2005).

Os IQAs da sub-bacia do rio Branco analisados na época chuvosa mostraram-se abaixo dos índices encontrados em comparação com a temporada de ausência de chuva. Esse resultado pode ser explicado pelo período de colheita de cana-de-açúcar que coincidiu com as coletas de água realizadas a 200 m de uma área de cultivo da cultura. O tráfego de máquinas durante a atividade de colheita mecanizada nas áreas de canavicultura provocou um aumento no processo erosivo, o que pode ser evidenciado pelo valor dos sólidos totais ($76,66 \text{ mg L}^{-1}$) encontrado na campanha III, período chuvoso.

Essa inferência alinha-se aos preceitos de Freitas et al. (2012) que relatam os mais severos impactos na abertura irregular de estradas íngremes para o escoamento da produção agrícola, onde o tráfego de caminhões e máquinas colhedoras compactam o solo.

Esses fatores, em conjunto com os sulcos erosivos provocados pela chuva, ocasionam o aumento de sedimentos, turbidez e condutividade elétrica, conforme estudos realizados por Lima e Zakia (2006). Essa estação amostral é de suma importância para a repercussão do impacto ambiental causado pelo cultivo de cana-de-açúcar em grau que é figurada como um ponto de monitoramento da destilaria inserida nessa sub-bacia.

A Interbacia do rio Cabaçal, que compreende as estações de coleta 3, 4 e 7, apresentou IQAs peculiares aos apresentados nas demais estações de coleta. A estação 3, posta em área anterior à destilaria presente na subunidade, teve seus IQAs com classificação “Boa” em três das quatro coletas. Exceção foi vista na campanha III do período chuvoso, que passou ao *status* de Razoável, com IQA de 66,98, e atribui-se à turbidez encontrada, ainda que nos limites aceitáveis, contribuiu para a queda do índice. Esse fator, combinado com a elevação dos sólidos totais, ocasionou o declínio do IQA, e na campanha IV (período seco) voltou a um IQA com classificação Boa.

A estação apresenta solo caracterizado como Luvissole, indicando alta atividade da argila, com susceptibilidade à processos erosivos (Embrapa 2015). A argila combinada à estação chuvosa podem ter atribuído esses altos valores associados aos sólidos totais e à turbidez. Sabe-se que as argilas apresentam alta instabilidade e, quando removida a cobertura do solo argiloso, intensificam o processo erosivo (Ferreira 2007) e, por conseguinte, o carreamento de partículas sedimentáveis.

Ainda nessa sub-bacia, a estação 4, localizada após a usina de álcool, apresentou o pior valor de IQA na campanha III. De maneira semelhante, a turbidez foi o parâmetro que se mostrou mais elevado e resultou na queda do índice. Nessa estação ocorre atividade de dragagem de areia para comercialização e, portanto, pode ter apresentado turbidez aumentada por estar em momento de alta produção. Segundo Porto e Teixeira (2002) dentre os impactos ambientais causados pela atividade de dragagem de areia está a alteração da qualidade da água, o que

acarreta aumento na turbidez e na concentração de nutrientes e compostos químicos (que podem ser tóxicos).

Vale salientar que, ainda que a primeira campanha tenha apresentado uma DBO de 6 mg L^{-1} , acima do valor máximo permitido pela Resolução Conama 357/05 (Brasil 2005), o IQA alcançou um valor de 72,7. Essa variável possui um peso atribuído de menor interferência e, como o valor encontrado foi muito próximo ao aceitável não interferiu substancialmente no índice.

A estação 7, localizada na foz do rio Cabaçal, apresentou uma classificação Razoável para as três primeiras campanhas. É de se esperar que em períodos de seca o fluxo das águas dos corpos hídricos seja mais lento e dificulte as trocas gasosas com a atmosfera. Contudo, curiosamente os menores valores de OD que comprometeram a qualidade da água nessa estação foram encontrados nas campanhas do período chuvoso.

Esse resultado vai de encontro com o estudo do Instituto de Meio Ambiente do Mato Grosso do Sul (IMASUL 2013), que relacionou o baixo valor de oxigênio dissolvido ao menor índice pluviométrico e menor vazão dos rios monitorados. Todavia, esse resultado corrobora com Vercellino e Bicudo (2006) que verificaram a interferência sazonal sobre a biomassa, diversidade e estrutura específica da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical, a mesma queda de OD em período chuvoso.

A estação 7 é o ponto de exutório do rio Cabaçal e, por conseguinte, reflete o efeito de toda a bacia. Essa subunidade apresenta mais de 12% de sua área relacionada à atividade de canavicultura e o efeito da chuva não foi refletido na melhoria dos níveis de OD, possivelmente em virtude do deflúvio superficial que pode ter carregado para a coluna d'água os resíduos da vinhaça, causando depleção na concentração de OD. A ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição de oxigênio dissolvido na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

Essa inferência revela que podem ter ocorrido dosagens mal calculadas de aplicação de vinhaça. A partir de 2005 a Cetesb (2006) passou a determinar a dosagem máxima de vinhaça aplicada no tratamento de solos agrícolas em culturas de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. Todavia, essa determinação passou a ser seguida como uma orientação aplicada em todo o País. Mais recentemente, a

Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA/MT) instituiu um roteiro normativo que visa a elaboração de um projeto com fins de tratamento e destinação final de efluentes orgânicos de origem industrial através de fertirrigação, configurando um avanço para o controle do descarte desse resíduo.

Nessa mesma estação de coleta verificaram-se estruturas sanitárias inadequadas, o que pode estar ocasionar aporte do esgoto doméstico no manancial. Alberto e Ribeiro Filho (2012) advertiram que a diminuição dos valores de concentração de OD é um indicativo da presença de esgoto doméstico. Preceitos análogos foram apontados por Carvalho et al. (2000) afirmando que o excesso de matéria orgânica na água ocasiona a diminuição do teor de OD e que, no processo de decomposição no ambiente aquático há consumo de oxigênio.

Porém, o corpo hídrico evidencia sua capacidade de autodepuração, o que pode ser confirmado pelos valores, em geral, adequados de DBO. Relatórios de monitoramento realizados pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente da qualidade das águas da bacia do rio Cuiabá, de 2003 a 2004 (Mato Grosso 2005), e da Região Hidrográfica do Paraguai, de 2010 a 2011 (Mato Grosso 2012), demonstraram valores semelhantes de OD na região do Pantanal esclarecido como um fenômeno denominado *dequada*, característico pela queda no teor de OD no rio pelo aporte de matéria orgânica no período das chuvas no Pantanal (Gonçalves et al. 2015).

Nesse sentido, o OD poderia significar poluição das águas, porém as baixas concentrações nas águas de regiões pantaneiras, como é o caso da foz do rio Cabaçal, é um fato natural que não interfere no equilíbrio do ecossistema da região, como confirmado em estudos desenvolvidos por Figueiredo e Salomão (2009).

A estação de coleta 5, localizada na sub-bacia do rio dos Bugres, demonstrou IQAs classificados como “Boa” somente nas coletas do período seco. Em se tratando do período chuvoso, a primeira campanha demonstrou níveis de coliformes totais muito próximos do limite máximo aceitável em legislação e baixos valores de OD na campanha III, também no período chuvoso. A caracterização da área como pastagem evidencia esses níveis. Mais de 72% da área da sub-bacia está relacionada à atividade pecuária. No ponto de coleta, pôde-se perceber uma diminuição de mata ciliar claramente causada pelo livre acesso de gado.

O local serve para dessedentação animal observando presença de excretas bovinos, o que poderia explicar os valores de coliformes e OD encontrados. Devido

ao período de cheia os resíduos dispostos às margens de rios são facilmente lixiviados causando a depleção do oxigênio e impossibilitando a água para o uso potável. Cruz (2003) em estudo na Bacia do rio Uberada, área de cerrado, percebeu processos erosivos ocasionados pelo pisoteio do gado, o que causa o aumento do escoamento superficial da água e o transporte de sedimentos e fezes de animais que contaminam as águas dos córregos.

Os IQAs da estação 6, encontrados nas três primeiras campanhas receberam classificação “Razoável”, apenas a última campanha (período seco) foi qualificada como “Boa”. Segundo a Resolução CONAMA (Brasil 2005) para águas doces de classe 2, o oxigênio dissolvido não deve ser inferior a 5 mg L^{-1} . Naquelas com qualidade inferior, os parâmetros de OD ficaram abaixo do exigido pela legislação e foram os principais responsáveis pela queda do índice. Esse resultado sugere que, embora não haja lançamento direto de esgoto no rio, as estruturas sanitárias próximas à estação podem estar interferindo diretamente nesse constituinte, visto que são inadequadas. O local apresenta-se ocupado por atividade de suinocultura e avicultura, ainda que de pequeno porte, encontram-se muito próximas à margem do corpo hídrico.

No entanto, de acordo com a OECD (Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento) (2003), existem poucos dados disponíveis para determinar a específica contribuição da suinocultura para a poluição das águas. Segundo Palhares e Jacob (2002) os resíduos suínos que promovem o maior impacto nos recursos hídricos são os dejetos, constituídos basicamente por fezes, urina, restos de ração e água. Mesmo que a DBO esteja no limite aceitável por legislação (5 mg L^{-1}), de acordo com Palhares e Calijuri (2007), a poluição orgânica da água, originada da suinocultura, causa um rápido crescimento de microrganismos, resultando em uma elevada demanda bioquímica de oxigênio.

A turbidez também interferiu negativamente no baixo valor de IQA (55,86) encontrado na campanha III, alcançando níveis de 96,5 NTU, embora muito próximo do limite máximo aceitável (100 NTU), mostra-se dentro da faixa padrão para a classe 2, segundo a resolução 357/05 do Conama (Brasil 2005). A turbidez, quando em altas concentrações, reduz a fotossíntese da vegetação submersa e das algas, afetando diretamente a produtividade de peixes e conservação de ecossistemas aquáticos. Assim a turbidez pode influenciar as comunidades aquáticas, além de

afetar adversamente os usos doméstico, industrial e recreativo da água (Cetesb 2015).

A inclusão do parâmetro condutividade elétrica constituiu-se um elemento de caracterização da qualidade da água de suma importância para a relação do manejo dos usos da terra com os níveis dos parâmetros encontrados e identificados na bacia (Figura 4).

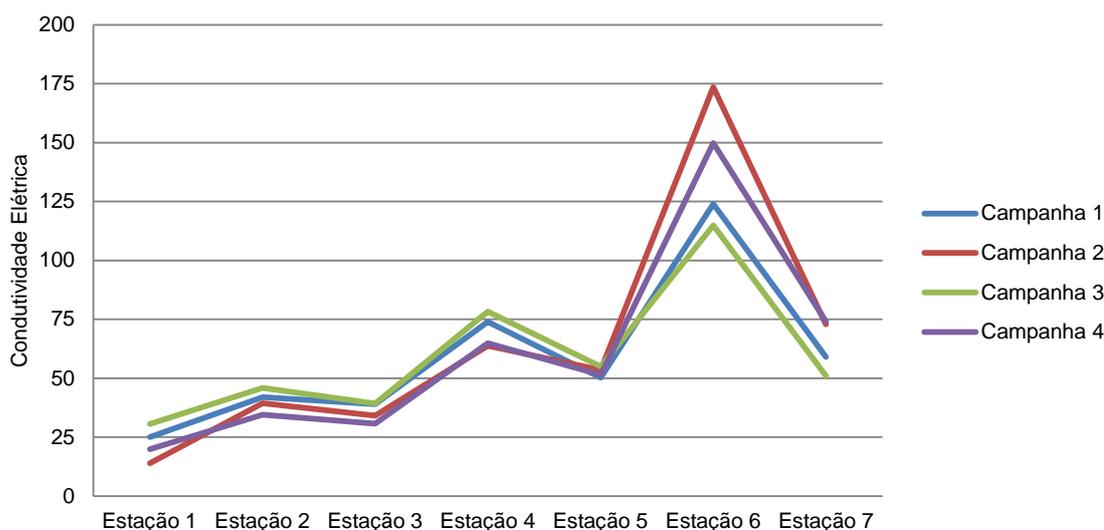


Figura 4. Condutividade elétrica nas estações de coleta de água na BHC.

A condutividade elétrica variou de 13,87 a 173,57 $\mu\text{S cm}^{-1}$ em toda a bacia. Curiosamente, essa variação foi encontrada na campanha II, período seco, o que vai de encontro ao estudo de Carvalho et al. (2000) que encontrou maiores índices no período mais úmido, todavia corrobora Barbosa et al. (2006) que percebeu aumento significativo desse parâmetro na seca e atribuiu a presença de sais dissolvidos na água de origem alóctone ou autóctone.

A sub-bacia do rio Vermelho, que apresenta 21.348,58 ha de área de canavicultura apresentou os maiores valores em todas as campanhas e pôde-se perceber uma relação com os baixos valores de OD mensurados nessa unidade. Toledo e Nicolella (2002), em estudos de monitoramento de água em área com predominância agrícola, especialmente monocultura de cana-de-açúcar, também identificaram relação negativa entre a condutividade e o OD.

Em compensação, a sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal apresentou os menores valores de condutividade. Essa subunidade é a que possui maior cobertura

vegetal conservada (54,60%) e predominância de pecuária, em se tratando de uso da terra. Percebe-se estreita relação entre as baixas quantidades de fosfatos e nitratos com os menores valores de condutividade elétrica. Esse fator pode ser explicado pela pouca utilização de adubos e fertilizantes à base destes compostos em pastagens, o que é contrário ao manejo atribuído à canavieira. Além disso, a vinhaça está atribuída ao aumento da condutividade servindo como indicador da presença desse subproduto em solos e águas superficiais e subterrâneas (Cruz et al. 2008). A aplicação inadequada de vinhaça contribui para o incremento dos elementos químicos no solo, principalmente potássio e sódio que influenciam o aumento da condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (Brito et al. 2005), podendo ser carregados para a água.

A transparência da água demonstrou interferência da sazonalidade nos resultados das campanhas amostrais (Figura 5). Como era de se esperar, os valores de transparência foram maiores nas estações chuvosas, corroborando com Souza e Nunes (2008) que perceberam a mesma tendência com estudos em reservatório de água na bacia do rio Queima Pé/MT.

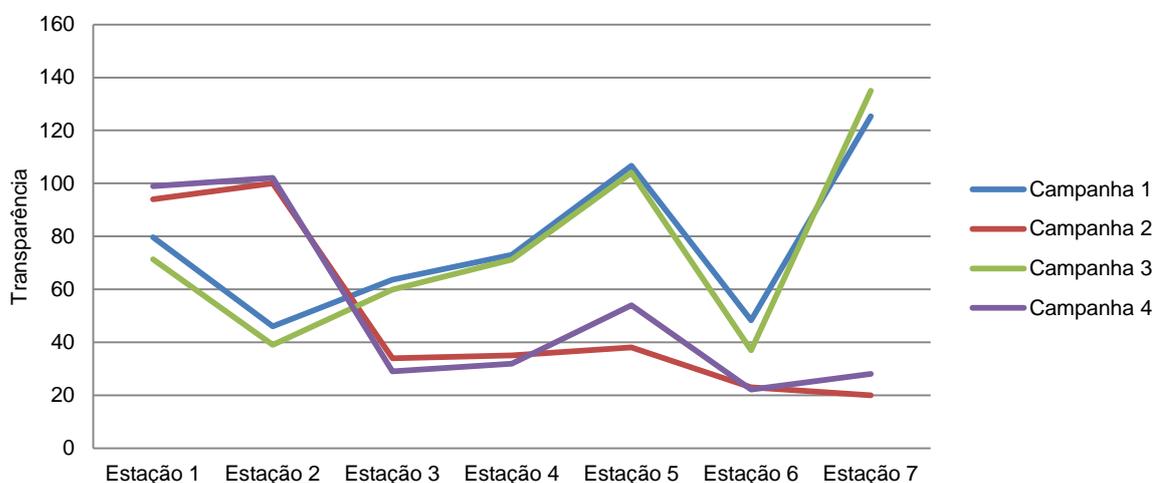


Figura 5. Transparência nas estações de coleta de água na BHC.

Em geral constatou-se uma relação de maiores valores de turbidez e sólidos totais com transparência baixa nas sub-bacias Interbacia do rio Cabaçal (Estação 7), rio Vermelho, rio dos Bugres, rio Branco e Interbacia do rio Cabaçal. Usualmente, elevados valores de sólidos em suspensão indicam altas concentrações de matéria orgânica, inorgânica e nutrientes. Esses altos valores resultaram em alta turbidez e

baixa transparência da água, capaz de afetar o metabolismo do ecossistema e reduzir a qualidade da água no reservatório (Wetzel 2001). Cunha et al. (2013) perceberam o mesmo resultado em estudo de monitoramento de qualidade da água no rio Cuiabá.

4. CONCLUSÃO

A qualidade da água da BHC encontra-se classificada como Boa e Razoável, percebendo-se padrões de sazonalidade em sua qualificação e estreita relação com os usos da terra. Os processos erosivos em áreas de pastagem, o carreamento de sedimentos, poluentes e subprodutos da canavicultura e as estruturas sanitárias inadequadas foram os principais impactos atribuídos às atividades agropecuárias da bacia. Além disso, puderam-se inferir peculiaridades nos constituintes da água quanto à atividade de dragagem de areia, suinocultura e avicultura presentes nas subunidades.

Os parâmetros físico-químicos Turbidez e Oxigênio Dissolvido foram os que apresentaram as maiores oscilações e influenciaram na determinação do IQA nas cinco sub-bacias estudadas. Da mesma maneira, a condutividade elétrica da água mostrou íntima ligação em sua variação com os usos da terra e a cobertura vegetal.

As coleções hídricas são sensíveis às influências antrópicas do uso da terra e da cobertura vegetal. Dessa forma, bacias com uso predominantemente agrícola devem ser manejadas a partir do planejamento conservacionista sem limitar o potencial da malha hídrica para as atividades e processos do desenvolvimento socioeconômico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberto, A.; Ribeiro Filho, B. G. R. (2012). Influência do despejo de esgoto doméstico nas características limnológicas do rio Camandocaia, bacia hidrográfica do rio Piracicaba, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 34:173-179.

Alvarenga, L. A.; Martins, M. P. P.; Cuartas, L. A.; Pentead, V. A.; Andrade, A. (2012). Estudo da qualidade e quantidade da água em microbacia, afluente do rio Paraíba do Sul – São Paulo, após ações de preservação ambiental. *Revista Ambiente & Água*, 7:228-240.

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

Barbosa, J. E. L.; Andrade, R. S.; Lins, R. P.; Diniz, C. R. (2006). Diagnóstico do estado trófico e aspectos limnológicos de sistemas aquáticos da Bacia Hidrográfica do Rio Taperoá, trópico semi-árido brasileiro. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (2015). Indicadores de qualidade da água <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndexeQA.aspx>. Acesso em: 02 ago. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (2005). Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos e Superintendência de Conservação de Água e Solo. *Caderno de Recursos Hídricos*. Brasília: ANA.

Brasil. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 08 de janeiro de 1997, p. 1, seção 1*. http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9433.htm. Acesso em: 09 jun. 2015.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. *Relatório Probio-Pantanal (2007)*. <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/projeto/probiopantanal/download-1/documentos>. Acesso em: 15 mai. 2013.

Brasil. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial [da] União. Poder Executivo, Brasília, 17 de março de 2005. pp. 58-63*. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 02. Ago. 2015.

Brito, F. L.; Rolim, M. M.; Pedrosa, E. M. R. (2005) Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9:52-56.

Bueno, L. F.; Galbiatti, J. A.; Borges, M. J. (2005) Monitoramento de variáveis de qualidade da água do Horto Ouro Verde - Conchal – SP. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, 25:742-748.

Carvalho, A. R. C.; Schittler, F. H. M.; Tornisielo, V. L. (2000) Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23:618-622.

Carvalho, C. de F.; Ferreira, A. L.; Stapelfeldt, F. (2004) Qualidade das águas do ribeirão Ubá - MG. *Rem: Rev. Escola de Minas, Ouro Preto*, 57:165-172.

Cetesb. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2011). *Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos*. São Paulo. http://www.clean.com.br/downloads/Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf. Acesso em: 03 ago. 2015.

Cetesb. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2015). Variáveis de Qualidade da Água. São Paulo, SP. <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>. Acesso em: 03 ago. 2015.

Cetesb. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (2006) Vinhaça: Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. Norma P4.231, 2006. São Paulo, SP, 6 p. http://www.ana.gov.br/SalaImprensa/doc_oficina/Vinha%C3%A7a.pdf. Acesso em: 25 ago. 2015.

Cruz, B. S. Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberaba-MG (2003). 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Cruz, J. I.; Portugal, R. S.; Hern'andez, L.; Eliz, V. R.; Fachin, S. J. S.; Ustra, A. T. Borges, W. R. (2008) Detecção de contaminação de solo por vinhaça através de análise de dados de eletrorresistividade. *Revista Brasileira de Geofísica*, 26:481-492.

Cunha, R. W. Garcia JR., M. D. N.; Albertoni, E. F.; Palma-Silva, C. (2013) Qualidade de água de uma lagoa rasa em meio rural no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17:770-779.

Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos Tropicais. http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_12_2212200611541.html. Acesso em: 5 abr. 2015.

Esri (2007) ArcGis Desktop: release 9.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Ferreira, L. V.; Venticinque, E. Almeida, S. (2005) O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Dossiê Amazônia Brasileira*, 19 (53). <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000100010>. Acesso em: 22 mai. 2015.

Fraga, V. S.; Salcedo, I. H. (2004) Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsystems farming. *Soil Science Society of America Journal*, 68:215-224.

Ferreira, S. L. S. (2007) Diagnóstico socioambiental da bacia do ribeirão dos Padilhas – Curitiba. *Rev. RA'EGA*, 31:129-138.

Figueiredo, D. M.; Salomão, F. X. T. (2009) Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental. *Entrelinhas: EdUFMT*, Cuiabá.

Freire, W. J.; Cortez, L. A. B. (2012) Vinhaça de cana-de-açúcar. *Agropecuária*, Guaíba.

Freitas Jr., G.; Marson, A. A.; Solera, D. A.G. (2012) Os Eucaliptos no Vale do Paraíba Paulista: aspectos geográficos e históricos. *Revista Geonorte*, 1:221-237.

Gonçalves, P. E. R. S.; Oliveira, A. P.; Cruz, I. F.; Zeilhofer, P. Dores, E. F. G. C. (2015) Distribuição espacial de metais potencialmente tóxicos em água superficial

nas bacias dos rios Cuiabá e São Lourenço – MT. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 20:157-168.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@.
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=51&search=mato-grosso>. Acesso em: 25 ago. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) Manual técnico da vegetação brasileira. IBGE, Rio de Janeiro.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa de Unidades de Relevo do Brasil: segunda edição. IBGE, Rio de Janeiro.
ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/relevo_2006.pdf. Acesso em: 25 ago. 2015.

IMASUL. Instituto de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso do Sul. Relatório de Qualidade das águas superficiais do estado do Mato Grosso do Sul. IMASUL, Campo Grande.

Lima, E. B. N. R. (2001) Modelagem integrada para gestão da qualidade da água na Bacia do rio Cuiabá. 186 p. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos). Programa de Engenharia Civil - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

Lima, W. P.; Zakia, M. J. B. (2006) O papel do ecossistema ripário. In: Lima, W.P.; Zakia, M.J.B. (Org.). As florestas plantadas e a água: Implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento. RiMa, São Carlos. pp. 77-87.

Ludovice, M. T. F.; Roston, D. M.; Teixeira Filho, J. (2003) Efeito da faixa filtro na retenção de atrazina em escoamento superficial. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 7:323-328.

Machado, A.; Silva, M.; Valentim, H. (2010) Contributo para a avaliação do estado das massas de água na região norte. Revista Recursos Hídricos, 31 (1): 57-63.

Marostega, J. B. Características físicas, ocupação territorial, atividades econômicas e indicadores hidrológicos da bacia hidrográfica do rio Jauru- MT. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais – UNEMAT, Cáceres, MT, 2012.

Mato Grosso. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (2014) Superintendência de Geoinformação e Monitoramento Ambiental. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Região Hidrográfica do Paraguai – 2010-2011. SEMA/MT, SGMA, Cuiabá.

Mato Grosso. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (2014) Superintendência de Recursos Hídricos. Relatório de Monitoramento da Qualidade da Água da Bacia do Rio Cuiabá – 2003-2004. SEMA/MT; SGMA, Cuiabá.

Mendes, C. A. B.; Grehs, S. A.; Pereira, M. C. B.; Barreto, S. R.; Becker, M.; Lange, M. B. R.; Dias, F. A. (2004) Bacia hidrográfica do rio Miranda: estado da arte. UCDB, Campo Grande.

Molozzi, J.; Pinheiro, A.; Silva, M. R. (2006) Qualidade da água em diferentes estados de desenvolvimento do arroz irrigado. Pesquisa agropecuária brasileira, 41:1393-1398.

Oecd. Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico – “OECD Environmental Indicators; Development, Measurement and Use – Reference Paper”, 2003. www.oecd.org/env/. Acesso em: 10 ago. 2015.

Oliveira, L. H; Ilha, M. S. O.; Gonçalves, O. M.; Ywashima, L.; Reis, R. P. A. R. (2007) Levantamento do estado da arte: água. Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. Projeto Finep, São Paulo.

Palhares, J.C.P.; Jacob, A.D. (2002) Impacto ambiental da suinocultura e da avicultura nos recursos hídricos. In: Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia de Produção de Rações, 2002, Campinas. Anais, CBNA, Campinas, pp. 31-44.

Palhares, J. C. P. Calijuri, M. C. (2007) Caracterização dos afluentes e efluentes suinícolas em sistemas de crescimento/terminação e qualificação de seu impacto ambiental. Ciência Rural, 37:502-509.

Pinto-Coelho, R. M. Brighenti, L. S.; Bezerra-Neto, J. F.; Moraes, C. A.; Gonzaga, A. V. (2010) Effects of sampling effort on the estimation of spatial gradients in a tropical reservoir impacted by an oil refinery. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, 40:126-133.

Pontes, P. P.; Marques, A. R.; Marques, G. F. (2012) Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na microbacia do Córrego Banguelo, Contagem. *Revista Ambiente e Água*, 7:183-194.

Porto, M. F. A.; Porto, R. L. (2008) Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, 22:43-60.

Porto, M. M.; Teixeira, S. G. (2002) Portos e o desenvolvimento. Lex Editora, São Paulo.

Primack, R. B.; Rodrigues, E. (2001) *Biologia da conservação*. Vida, Londrina.

Rebouças, A. C. (2002) Água doce no mundo e no Brasil. In: *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Escrituras, São Paulo, pp. 01-37.

Rodrigues, L. C.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J.; Galvanin, E. A. S.; Kreitlow, J. P. (2015) Dinâmica da antropização da paisagem das subbacias do rio Queima Pé, Mato Grosso, Brasil. *Espacios*. 36:5-13.

Scare, R. F. (2003) *A Escassez de água e mudança institucional: análise da regulação dos recursos hídricos no Brasil*. USP, São Paulo.

Singh R.P., G. Dhania, A. Sharma, Jaiwal, P.K. (2007) Biotechnological approach to improve phytoremediation efficiency for environmental contaminants. *Environmental Bioremediation Technologies*, 1:223-258.

Souza, H. M. L.; Nunes, J. R. S. (2008) Avaliação dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos do Córrego Figueira. *Engenharia Ambiental*, 5:110-124.

Tarifa, J.R. (2012) Mato Grosso – Clima: análise e representação cartográfica. Entrelinhas, Cuiabá.

Toledo, L. G.; Nicolella, G. (2002) Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, 59:181-186.

Tucci, C. E. M. (2002) Gerenciamento da drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 7:5-27.

Usgs. Geological Survey (2013) Serviço de Levantamento Geológico Americano. <http://landsat.usgs.gov>. Acesso em: 15 out. 2013.

Vasco, A. N.; Britto, F. B.; Pereira, A. P. S.; Mélo Júnior, A. V. M.; Garcia, C. A. B.; Nogueira, L. C. (2011) Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, *Revista Ambiente e Água, Sergipe*, 6:118-130.

Vercellino, I.S.; Bicudo, D.C. (2006) Sucessão da comunidade de algas perifíticas em reservatório oligotrófico tropical, São Paulo, Brasil: comparação entre período seco e chuvoso. *Revista Brasileira de Botânica*, 29:363-377.

Von Sperling, M. (2007) Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais.

Wetzel, R. G. (2001) *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3. ed. Saunders, San Diego.

Xavier, C. F. (2005) Avaliação da influência do uso e ocupação do solo e de características geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da região metropolitana de Curitiba – Paraná. Universidade Federal do Paraná.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DA ÁGUA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL

[Journal Environmental Earth Sciences]

RESUMO

O comprometimento dos recursos naturais pelo mau uso da terra reflete-se na qualidade dos corpos hídricos e na conservação da cobertura florestal. Objetivou-se quantificar o nível de conservação da vegetação das Áreas de Preservação Permanente da Bacia hidrográfica do Cabaçal, no estado brasileiro de Mato Grosso. Os procedimentos metodológicos foram constituídos por processamento digital de imagem em Sistema de Informação Geográfica e análises físico-químicas da água. Adotou-se quantificação dos índices de qualidade e de conservação da água. As áreas com cobertura vegetal nas áreas de preservação da bacia correspondem a 53,16%, enquanto as atividades agropecuárias a 43,86%, atendendo o estabelecido pela Lei Complementar 432/2010 de Mato Grosso. Das 5 sub-bacias da BHC todas apresentaram Índice de Conservação da Água classificados como Alto. No entanto, as sub-bacias do rio Branco e rio dos Bugres foram as mais comprometidas, evidenciando menos de 50% de sua área conservada. A Interbacia do rio Cabaçal apresentou melhor índice de conservação devido aos mais altos valores de IQA e por possuir quase 55% de suas Áreas de Preservação Permanente conservadas. Houve influência da sazonalidade nos resultados que mostraram-se melhores no período seco. Concluiu-se que o comprometimento da cobertura vegetal nas APPs das sub-bacias da bacia hidrográfica do Cabaçal e os valores do índice de qualidade da água influenciaram de maneira negativa os valores dos índices de conservação das coleções hídricas analisadas.

Palavras-chave: planejamento ambiental. indicador de conservação. qualidade de água. cobertura florestal.

**CONSERVATION STATUS OF PERMANENT PRESERVATION AREAS AND
WATER IN THE CABAÇAL DRAINAGE BASIN, MATO GROSSO STATE –
BRAZIL**

ABSTRACT

The impairment of natural resources for the misuse land use is reflected in the quality of water bodies and conservation of forest cover. This study aimed to quantify the level of conservation of vegetation in permanent preservation areas of the watershed of Cabaçal river drainage basin in the Brazilian state of Mato Grosso. The methodological procedures consisted of digital image processing in Geographic Information System and physical-chemical analysis of water. It was adopted quantification of levels of water quality and water conservation. The areas with vegetation cover in areas of preservation of the basin corresponding to 53.16% while the agricultural activities to 43.86%, meeting the established by Complementary Law 432/2010. Five of the BHC sub-basins had Water Conservation Index classified as High. However, the Branco river and Bugres river sub-basins were the most affected, showing less than 50% of its conservation area. The Interbacia Cabaçal river presented the best retention rate from the highest IQA values and own almost 55% of its Permanent Preservation Areas preserved. There was influence of seasonality in the results, which showed up best in the dry season. It was concluded that the commitment of the vegetation cover in PPA of the Cabaçal drainage basin sub-basins and values of water quality index influenced negatively on the values of conservation indices of basins analyzed.

Keywords: environmental planning. conservation indicator. water quality. forest cover.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de recursos ambientais atribuída ao desenvolvimento de processos em zonas urbanas e áreas para produção de alimentos tornou-se uma preocupação alarmante frente às questões ambientalmente relevantes. Silva et al. (2007) inferem nesse sentido que o grau de impacto da remoção da floresta nativa está relacionado ao manejo do sistema produtivo e das práticas agrícolas, ocasionando intensas transformações do uso da terra.

Estudos sobre o uso da terra e a cobertura vegetal, de modo geral, visam mapear as formações vegetais e os diferentes tipos de uso de uma localidade num determinado momento possibilitando, por comparações entre mapas de diferentes datas, realizar a avaliação das modificações da paisagem, sejam derivadas de ações antrópicas ou de fenômenos naturais. Segundo Silva et al. (2014) para essa avaliação pode ser utilizado o recorte espacial de bacia hidrográfica, de unidade geomorfológica, geológica ou pedológica, município, região, entre outras.

As pesquisas ambientais se beneficiam de utilizar o recorte de bacia hidrográfica por possibilitarem “... uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída” (Guerra e Cunha 1996). Tundisi (2003) acrescenta ainda que o monitoramento de uma unidade hidrográfica é o primeiro importante passo para a elaboração de um banco de dados confiável e adequado que possa ser útil ao planejamento e a tomada de decisão.

O uso conservacionista dos recursos hidrológicos demanda investigações para apontar áreas críticas à preservação de ecossistemas aquáticos (Artaxo 2007) e, por conseguinte, a manutenção do *habitat* natural de toda biodiversidade.

Nesse sentido, os indicadores ambientais surgiram com a preocupação cada vez mais presente com os aspectos ambientais ligados ao desenvolvimento econômico-social, de forma a se mostrarem acessíveis ao entendimento da sociedade e eficientes a sua aplicabilidade. Por esse motivo, os indicadores tornaram-se fundamentais no processo decisório das políticas públicas e no acompanhamento de seus efeitos (Cetesb 2011).

O equilíbrio ecológico da malha hídrica depende que fatores e parâmetros estejam enquadrados satisfatoriamente de maneira que assegurem a saúde e o

bem-estar humano sem que sejam afetados pela deterioração da qualidade de suas águas, conforme determina a Resolução Conama 357/2005 (Brasil 2005).

Nesse aspecto, a utilização de índices que tenham uma aplicação relevante é extremamente importante para refletir a realidade de uma unidade ambiental, visto que aspectos ambientais não devem ser restritos a uma visão minimalista, mas generalizada ao contexto ecossistêmico e da biodiversidade.

O Programa Mato-grossense de Regularização Ambiental, o MT Legal, instituído em Mato Grosso pela Lei Complementar nº 343/2008 (Mato Grosso 2008) trouxe uma série de benefícios aos proprietários rurais para regularização de sua propriedade, uma vez que garante a conversão de multas em Áreas de Preservação Permanente (APPs) sob serviços de recuperação ambiental.

Essa legislação ambiental, dentre os benefícios legais e de conservação das APPs, criou, em 2009, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) incorporado a partir de 2012 ao cenário nacional através da publicação do Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012). No tocante à conservação ambiental, este apresenta-se como uma inovação na intervenção aos litígios de terra e no desmatamento desenfreado no Estado garantindo a atuação legal em prol da conservação ambiental.

No monitoramento das APPs as geotecnologias proporcionam um reconhecimento apropriado das características geoambientais que potencializam o gerenciamento dos recursos naturais e facilitam a avaliação histórica do desmatamento (Martins; Silva 2007). No contexto ambiental, as tecnologias espaciais têm sido amplamente utilizadas para mapeamento e análise das APPs devido aos conflitos de uso da terra que implicam na conservação da vegetação e qualidade da água (Nascimento et al. 2005; Soares et al. 2007; Oliveira et al., 2008; Gripp Junior et al. 2010).

Partindo desse pressuposto, objetivou-se quantificar o nível de conservação da vegetação das Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Cabaçal, no estado brasileiro de Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A execução do estudo deu-se na área delimitada pelas latitudes $58^{\circ}28'33,925''W$ e $57^{\circ}46'9,678''W$ e longitudes $14^{\circ}55'24,498''S$ e $14^{\circ}53'24,383''S$, na bacia hidrográfica do Cabaçal (BHC), uma das subunidades da Bacia do Alto Paraguai (BAP), na porção situada no estado de Mato Grosso (Figura 1).

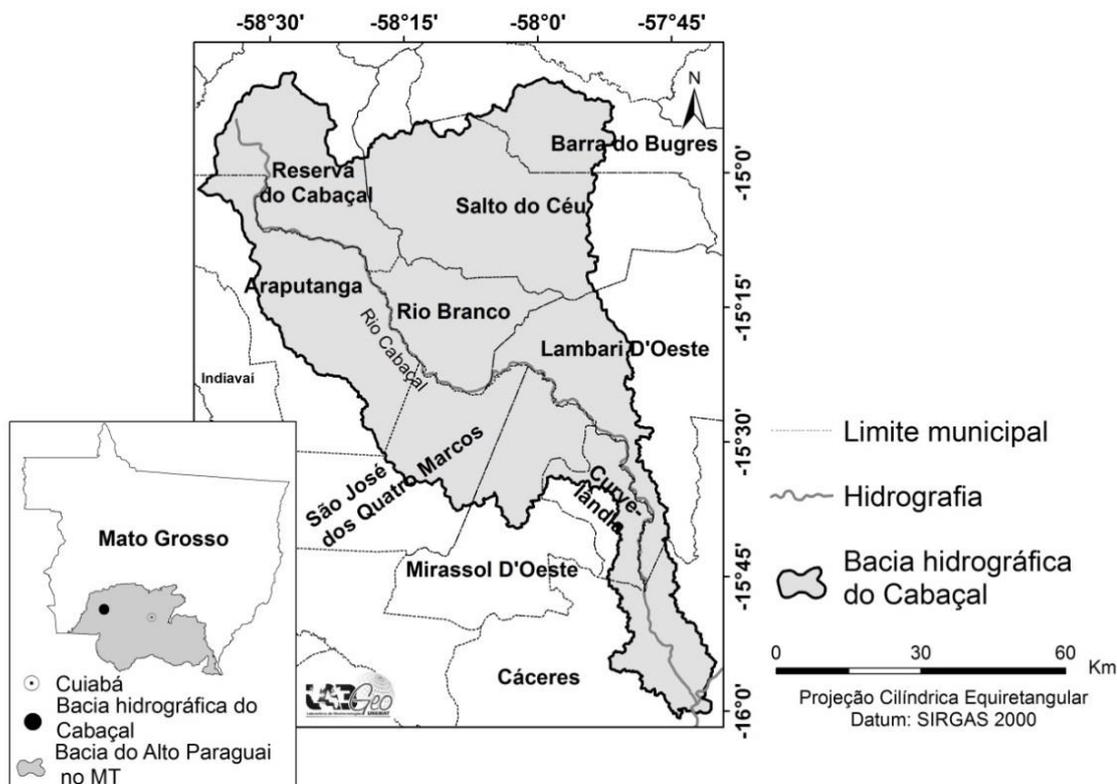


Figura 1. Situação da BHC no contexto da Bacia do Alto Paraguai no estado de Mato Grosso e dos municípios de abrangência da unidade hidrográfica.

Apresenta extensão territorial de 5.655 km² distribuída em três biomas brasileiros: Amazônia (83,03%), Cerrado (12,22%) e Pantanal (4,75%).

Abrange 10 municípios pertencentes à região sudoeste mato-grossense de planejamento (Mato Grosso 2012), cuja população totaliza 201.587 habitantes (IBGE 2015).

Apresenta relevos dos tipos plano e suave ondulado, que ocorrem nas unidades geomorfológicas: Depressão do Alto Paraguai, Chapada dos Parecis, Planalto dos Parecis e Pantanaís Mato-grossenses (IBGE 2006).

O clima da região em que BHC está inserida é o Tropical úmido e Tropical continental, com principal característica a regularidade climática (Tarifa 2011).

2.2. Procedimentos metodológicos

A elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal foi realizada a partir da interpretação visual de 18 cenas do satélite *Rapideye*, ano base 2014, escala de 1:50.000, com resolução espacial de 5 metros, obtidas no geocatálogo do Ministério do Meio Ambiente.

Para delimitação das larguras das matas ciliares optou-se pela adoção dos critérios definidos na Lei Complementar nº 412/2010 (Mato Grosso 2010). Ainda que o Código Florestal Brasileiro - Lei nº 12.651/2012 (Brasil 2012) seja a legislação mais atual vigente referente à largura das APPs, não foi possível adotá-la pela falta de um banco de dados espaciais que forneça informações textuais e cartográficas dos módulos fiscais das propriedades. Assim, utilizaram-se os parâmetros relativos às APPs de cada sub-bacia baseado na largura média de seus cursos (30, 50 e 100 metros) sendo definidos os *buffers* com o auxílio do *software* ArcGis, versão 9.2, por meio do recurso *Buffer* localizado na caixa de ferramentas *Analyst Tools*, onde os canais fluviais foram colocados por ordem de largura e de sub-bacia. Em seguida, foram inseridas as larguras de cada canal gerando, como produto, os *buffers* das APPs.

O processamento das imagens foi realizado no SIG Spring, versão 5.2.7 do INPE (Câmara et al. 1996). O banco de dados geográfico foi criado adotando-se o sistema de coordenadas UTM, Datum Sirgas 2000.

As imagens foram importadas e recortadas pelo arquivo vetorial da área de estudo, não sendo realizado o procedimento de mosaico no Spring devido às limitações encontradas com o tamanho final da imagem que ultrapassaria o limite máximo da extensão *.tif*.

As cenas foram segmentadas com o método de crescimento de regiões com a adoção de similaridade 700 e área pixel 700. O parâmetro similaridade aponta o valor mínimo que existe entre um pixel e uma região contígua a este, visto que este valor definirá se o pixel em análise será agrupado em uma classe formada ou se a partir dele será criada uma nova classe (Vasconcelos e Novo 2004).

Realizada a segmentação, procedeu-se a classificação, processo composto por duas etapas: treinamento, em que são considerados os elementos textura, cor, padrão, forma e localização para obtenção de amostras espectrais das fisionomias

vegetais e dos tipos de uso (Silva et al. 2011); e classificação propriamente dita, utilizando o método supervisionado e o classificador *Bhattacharya*, com limiar de aceitação de 99,9%.

Os arquivos vetoriais de uso da terra e cobertura vegetal gerados no Spring foram exportados e, importados para o SIG ArcGIS, versão 9.2 (Esri 2007) para serem realizados os procedimentos de mosaicagem, edição (pós-classificação), quantificação das classes de cobertura vegetal e uso da terra e geração do *layout* do mapa.

O Índice de Conservação da Água (ICA) adotado nesse estudo foi derivado da modificação da metodologia desenvolvida no estado de Mato Grosso do Sul (ICA/MS) para avaliação do grau de conservação da água (Vieira et al. 2013) em relação ao cálculo dos coeficientes.

Foram efetuadas quatro campanhas de coleta de água nos anos de 2014 e 2015, duas realizadas no período chuvoso e duas no período seco. Apenas em uma das sub-bacias há três estações de coletas de água devido à existência de uma usina de cana-de-açúcar, cuja primeira está situada antes da usina, a segunda após a usina e a terceira no exutório da sub-bacia. Porém, para o cálculo do índice foram consideradas somente as análises de água da estação localizada no exutório.

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

$$CCA = (IQA/100 + CMC)/2 \quad (1)$$

onde:

CCA = Coeficiente de Conservação da Água;

IQA= Índice de Qualidade da água;

CMC= Coeficiente de Mata Ciliar; sendo que: 1, se $SMC_{ex} > SMC_{leg}$ ou $SMC_{ex}/SMC_{leg} = 1$ (SMC_{ex} = Superfície de Mata Ciliar existente; SMC_{leg} = Superfície de Mata Ciliar especificada na Legislação).

Nos casos em que o CMC não se enquadra na situação anterior apresentada, aplicam-se os quartis em que os coeficientes foram definidos, considerando a subdivisão da largura mínima das APPs exigida pela Lei

Complementar 412/210, conforme segue: Péssimo – 0 (0 – 25); Regular – 0,5 (25 – 50); Bom – 0,75 (50 – 75); Ótimo – 1 (75 – 100).

A classificação do IQA adotada foi a definida pela Agência Nacional das Águas (Brasil 2015) para o estado de Mato Grosso (Tabela 1).

Tabela 1. Faixas dos valores e classificação do IQA para o estado de Mato Grosso.

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

Fonte: Brasil (2015).

De posse desses valores, passou-se à execução do cálculo para cada sub-bacia (CCAsb), divididos pelo valor do coeficiente da bacia (CCAb), gerado pelo somatório dos coeficientes da bacia. Os valores aferidos por essa operação matemática refletem o estado de conservação da água de cada subunidade hidrográfica da BHC, pois as estações de coleta de água foram situadas nos exutórios.

$$ICA = (CCAsb / CCAb) * 100 \quad (2)$$

onde:

ICA = Índice de Conservação da Água;

CCAsb=Coeficiente de Conservação da Água da sub-bacia;

CCAb=Coeficiente de Conservação da Água da bacia calculada para todas as sub-bacias da bacia.

Os valores de ICA obtidos para cada uma das sub-bacias foram ranqueados, obedecendo-se a escala de 1ª a 5ª colocação, pois neste caso na BHC há cinco

sub-bacias, e classificadas nos seguintes intervalos: 0-5 (Baixo), 5-10 (médio) e >10 (Alto).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas cinco subunidades da bacia hidrográfica do Cabaçal foram identificadas cinco classes nas APPs, sendo três de uso da terra, uma denominada vegetação, em que foram agrupados todos os tipos de fitofisionomias, e uma referente à água (Figura 2).

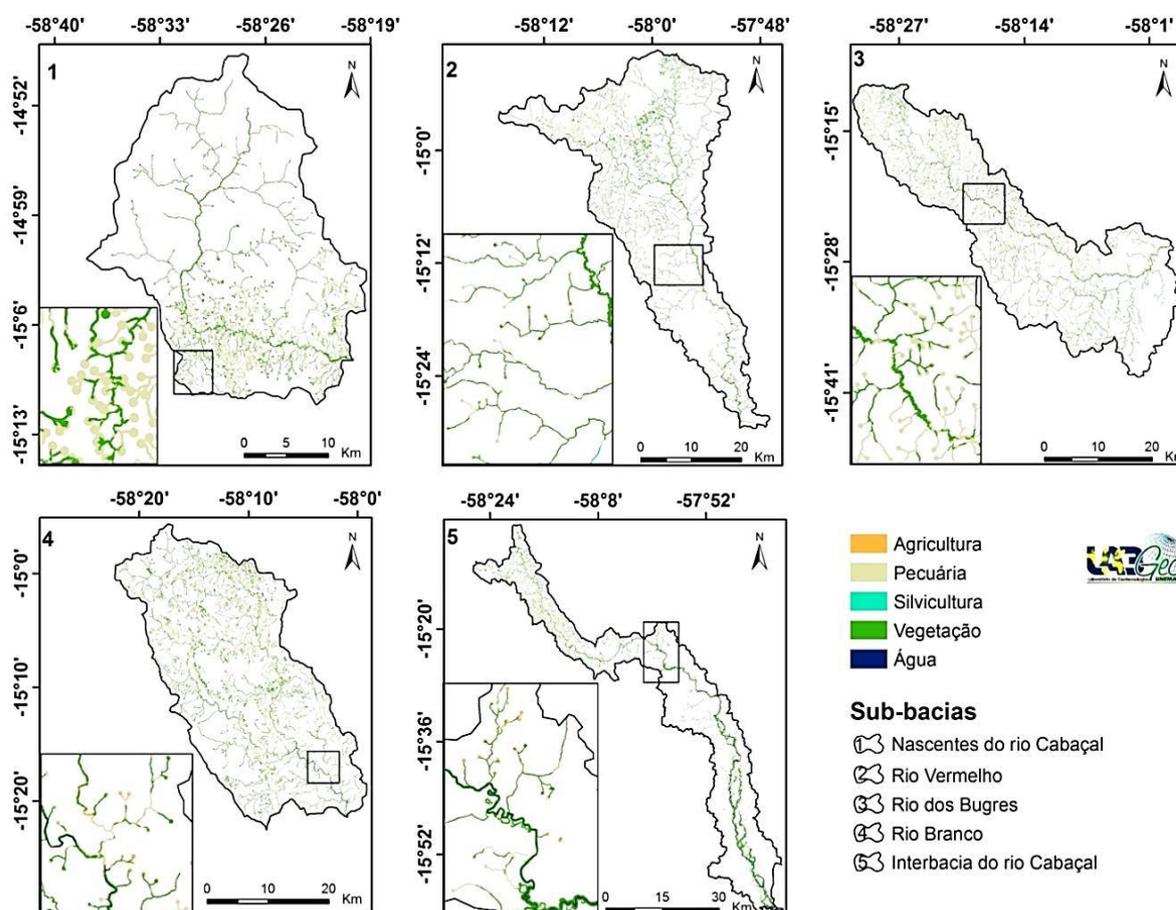


Figura 2. Usos da terra em APPs de rios e nascentes da bacia hidrográfica do Cabaçal/MT.

Este resultado demonstra que apesar da ausência de atendimento à lei em sua totalidade, uma vez que não são permitidos usos da terra nas APPs, a vegetação ciliar está presente no entorno da maioria dos canais fluviais da BHC (Tabela 2).

Tabela 2. Classes temáticas mapeadas em APPs nas cinco sub-bacias da BHC.

Classe	APPs nas sub-bacias (Km ²)				
	Nascentes do rio Cabaçal ⁽¹⁾	Interbacia do rio Cabaçal ⁽²⁾	Rio Branco ⁽³⁾	Rio Vermelho ⁽⁴⁾	Rio dos Bugres ⁽⁵⁾
Água	0,00	18,09	0,75	0,80	0,00
Pecuária	33,35	48,26	73,00	51,80	79,60
Vegetação	40,69	109,98	67,14	75,30	57,75
Silvicultura	0,001	0,00	0,13	0,26	0,40
Agricultura	0,00	1,30	0,61	0,59	0,15
Total	74,04	177,64	141,63	128,75	137,90

A Interbacia do rio Cabaçal apresenta-se como a mais conservada em relação ao uso em APPs, com 61,92% de vegetação natural recobrando a área. As subunidades do rio Vermelho e Nascentes do rio Cabaçal apresentaram, respectivamente, 58,48% e 54,95% de suas APPs com a vegetação natural mantida. As sub-bacias do rio Branco (47,41%) e do rio dos Bugres (41,88%) exibiram menos da metade de suas APPs recobertas por vegetação.

A presença de cobertura vegetal é essencial para que ocorra equilíbrio ambiental de todo o ecossistema, que favorece a implementação da qualidade física do solo uma vez que possibilita melhoria na agregação e elevação da resistência a erosão hídrica (Silva et al. 2006).

Em todas as APPs das subunidades da BHC a classe pecuária é a que ocupa maior percentual de área. Pessoa et al. (2013), Grossi (2006) e Serigatto (2006) nos estudos desenvolvidos no estado de Mato Grosso, respectivamente na Interbacia do Rio Paraguai Médio, bacia do rio Queima Pé e bacia do rio Sepotuba constataram áreas de preservação permanente ocupadas por pastagens.

Verificou-se na sub-bacia do rio dos Bugres a maior ocorrência da pecuária, apresentando 57,73% de suas APPs ocupadas por pastagens, o que constitui um problema devido à degradação de seus solos. Neves et al. (2011) demonstram que a crescente ocupação da região sudoeste do estado de Mato Grosso, onde encontra-se inserida a BHC, tem acarretado o desflorestamento de grande parte da vegetação natural para a exploração agropecuária, sem o adequado uso e manejo

do solo, originando áreas de alta fragilidade ambiental e suscetibilidade à erosão hídrica. Os estudos de Macedo (2009) apontam que mais da metade das áreas com pastagens cultivadas do Brasil apresentam algum estágio de degradação, como reflexo do manejo inadequado e com baixos índices zootécnicos.

A compactação do solo ocasionada pelo pisoteio animal é responsável pela extinção das APPs, especialmente em nascentes, o que corrobora com estudos desenvolvidos na bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara-MT, uma das subunidades da BAP, em que Casarin et al. (2008) verificaram que as matas ciliares ao longo dos rios mostravam-se degradadas devido ao uso da terra, especialmente por pastagens cultivadas.

No entanto, ressalta-se que a carga animal, quando manejada adequadamente, ocasiona poucas alterações nos atributos físicos e não causam qualquer dano às culturas em sucessão ao pastejo em safras sem a ocorrência de períodos de estiagem (Silva et al. 2000; Albuquerque et al. 2001; Cassol 2003; Flores et al. 2007).

A classe agricultura, neste caso referente somente às culturas de cana-de-açúcar e soja, ocupou 0,44% das APPs da BHC, com pequena presença em quatro das suas cinco subunidades, sendo inexistente apenas na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal.

Harris et al. (2006) identificou que até o ano de 2004 cerca de 44% da vegetação original da Bacia do Alto Paraguai foi completamente suprimida, em que, dos 87 municípios incluídos na BAP, 59 apresentaram mais da metade de seus respectivos territórios com a cobertura vegetal suprimida; 22 desmataram áreas maiores que 80% e 19 tiveram áreas de vegetação original suprimidas superiores a 90% de seus respectivos territórios para inserção da agricultura.

A área ocupada pela monocultura da cana-de-açúcar é superior a da soja na BHC constituindo uma atividade que mostra-se em crescimento na região sudoeste de Mato Grosso. O aumento das áreas destinadas a essas culturas revelam uma preocupação devido a maior utilização de produtos químicos e de subprodutos que, se não aplicados de maneira controlada, tornam-se vilões ambientais.

Armas et al. (2007) identificaram nos estudos com o cultivo de cana-de-açúcar no estado de São Paulo que muitos dos produtos empregados apresentam níveis toxicológicos elevados, com grande tendência de atingirem os corpos

hídricos. Pesquisas de Leite et al. (2011), mostraram que a produtividade agrícola da cana-de-açúcar apresentou aumento expressivo no País decorrente de novas variedades, manejo adequado do solo, uso de resíduos agroindustriais, aplicação racional de adubos e corretivos e expansão da safra.

Nessa vertente, um dos subprodutos da cana amplamente utilizado é a vinhaça, caracterizada como efluente de destilarias com alto poder poluente e valor fertilizante, sendo extremamente favorável no uso agrícola em se tratando do aumento da matéria orgânica no solo (Barros 2010) e serve como fonte de nutrientes às plantas (Zolin et al. 2011).

Silva et al. (2007) apontam como benefício a alta capacidade de troca catiônica relacionada a esse subproduto, porém fazem ressalvas quanto à aplicação sem critérios técnicos, por se tratar de uma água residuária, rica em potássio que pode aumentar a probabilidade de lixiviação de íons de forma a contaminar as águas subterrâneas quando em concentrações elevadas.

Meurer et al. (2000) destacam a preocupação com alguns componentes da vinhaça atuarem como contaminantes de águas superficiais e subterrâneas, como o fosfato e o nitrato, respectivamente. Em se tratando de nitratos presentes na vinhaça, Resende et al. (2002) demonstram que esses elementos apresentam riscos para a saúde da população humana e animal.

Entretanto, cabe ressaltar que aplicações com o devido controle técnico de dosagem demonstram que a vinhaça não interfere na qualidade dos mananciais subterrâneos. A norma P4. 231 (Cetesb 2006) descreve procedimentos adequados a serem adotados para uma correta aplicação de vinhaça no solo, no estado de São Paulo, tornando-se base para projetos seguros de fertirrigação em áreas de canavicultura em todo o Brasil.

A silvicultura na BHC constitui uma alternativa econômica promissora, sendo relativa à exploração de Eucalipto, Teca, Pau de balsa e Seringa. Está presente em APPs de quatro das cinco sub-bacias, com exceção da Interbacia do rio Cabaçal. Sua maior ocorrência é na unidade hidrográfica do rio dos Bugres.

Um fato importante observado é que alguns imóveis rurais vêm investindo em atividades silvícolas como opção econômica secundária. Nessa perspectiva, os sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) tem sido uma alternativa de introdução de componentes florestais em interação com os sistemas agrícolas e

a pecuária. A presença do componente florestal no sistema de ILPF contribui para melhorar o microclima, o bem-estar animal, a conservação do solo e da água, a regularização do ciclo hidrológico, a biodiversidade, o sequestro de carbono, além de promover aumento na deposição de serapilheira no solo, incrementando a disponibilidade hídrica, de nutrientes e a diversidade de micro e mesorganismos do solo (Sperotto e Zimmermann 2015). Além disso, as espécies florestais leguminosas contribuem efetivamente na fixação de nitrogênio no solo e reciclagem de nutrientes, umas das principais preocupações com os solos direcionados exclusivamente para o cultivo de gramíneas de pastagem.

A água apresenta-se extremamente reduzida nas APPs da bacia, aparecendo somente nas sub-bacias Interbacia do rio Cabaçal (10,18%), Rio Branco (0,53%) e Rio Vermelho (0,62%). Os baixos valores de água justificam-se pela data das imagens do mapeamento, do período seco, cujos cursos hídricos de primeira e segunda ordens têm sua largura alteradas e também os rios principais de cada sub-bacia são recobertos pela vegetação.

Ambas as situações implicam no não mapeamento do corpo d'água, o que corrobora com Vieira et al. (2013) manifestando em seus resultados que o baixo desempenho da classe água deve-se à presença de vegetação ao longo dos rios e a pequena largura da rede de drenagem no período seco.

Nesse contexto, de posse de todas as informações obtidas por meio do mapeamento da BHC, pôde-se identificar que as larguras médias dos rios principais que dão nome às sub-bacias definidas foram: rio Cabaçal – 52,33 m; rio dos Bugres – 49,33 m; rio Vermelho – 52 m; e rio Branco – 53,33 m. Os demais cursos d'água apresentam largura média igual ou inferior a 10 metros.

Os Índices de Conservação da Água (ICA) demonstraram que a relação entre a qualidade dos mananciais e a preservação das APPs da BHC encontra-se mantido, em geral, de maneira satisfatória.

Os ICAs relativos ao período chuvoso (Tabela 3) revelam que as águas de todas as sub-bacias apresentam relação de sua qualidade (aferida pelo IQA) com o estado de conservação da mata ciliar que, em geral, encontra-se em consonância com o previsto em legislação, pois 3 das 5 sub-bacias apresentaram CMC de 0,75 o que confere um estado de mata ciliar classificado como Bom.

Tabela 3. Índice de Conservação da Água das sub-bacias da BHC no período chuvoso.

Data	Sub-bacia ⁽¹⁾	IQA	Classe IQA ⁽²⁾	Estado da APP ⁽³⁾	CMC	CCAsb	ICA	Classe	Ranque
16/04/14	1	73,16	B1	B2	0,75	0,7408	22,2452	Alto	1º
	2	60,64	R1	B2	0,75	0,6782	20,3654	Alto	3º
	3	67,56	R1	R2	0,50	0,5878	17,6509	Alto	5º
	4	73,89	R1	R2	0,50	0,6195	18,6013	Alto	4º
	5	65,78	R1	B2	0,75	0,7039	21,1372	Alto	2º
CCAb 3,3302									
31/03/15	1	68,97	R1	B2	0,75	0,7199	22,5020	Alto	1º
	2	55,86	R1	B2	0,75	0,6543	20,4529	Alto	3º
	3	63,87	R1	R2	0,50	0,5694	17,7975	Alto	5º
	4	66,05	R1	R2	0,50	0,5803	18,1382	Alto	4º
	5	60,06	R1	B2	0,75	0,6753	21,1094	Alto	2º
CCAb 3,3302									

⁽¹⁾ 1: Nascentes do rio Cabaçal, 2: Rio Vermelho, 3: Rio dos Bugres, 4: Rio Branco e 5: Interbacia do rio Cabaçal; ⁽²⁾ B1: Boa; R1: Razoável; ⁽³⁾ B2: Bom; R2: Regular.

Em ambas as campanhas do período chuvoso o ranqueamento permaneceu o mesmo, dado especialmente pela semelhança no valor de CCAb, apesar das diferenças de valores de IQA. Ainda que a classificação das sub-bacias Nascentes do rio Cabaçal e rio Branco tenham passado de Boa para Razoável, os índices não interferiram nessa posição do ranque.

A posição das sub-bacias permaneceu imutável em ambas as campanhas do período chuvoso especialmente pelos valores associados ao ICA. Nota-se que os IQAs classificados como Razoável mostraram-se muito próximos da faixa de mudança para a classificação Boa, o que interferiu substancialmente para o ranqueamento das sub-bacias nas duas campanhas.

As sub-bacias rio Branco (4) e rio dos Bugres (3), ranqueadas como as últimas colocadas, foram as únicas que apresentaram largura de APP inferior a 50%, qualificadas com estado de mata ciliar Razoável, o que demanda ação de recuperação.

Ferreira e Dias (2004) asseveraram que a presença de mata ciliar reduz significativamente a possibilidade de contaminação dos cursos d'água por sedimentos conduzidos pelo escoamento superficial da água no terreno. Soares (2009) reitera o papel decisivo da mata ciliar para a manutenção e capacidade de resiliência às pressões das atividades econômicas desenvolvidas no entorno dos mananciais.

A sub-bacia do rio Vermelho (2) apresentou os piores IQAs em ambas as campanhas do período seco, podendo estar associado aos níveis de OD e DBO. Os baixos valores de OD encontrados, inferior a 4 mg L^{-1} , corroboram com esse resultado e com estudos de Vanzela (2004), que encontrou diferenças entre os parâmetros analisados nos períodos seco e úmido, especialmente na concentração de oxigênio que tende a ser baixa no período chuvoso.

As baixas concentrações encontradas de oxigênio dissolvido podem ser atribuídas aos altos valores de coliformes fecais existentes na água, fato que pode estar relacionado ao aporte de esgoto doméstico. Alberto e Ribeiro Filho (2012) atribuíram a presença de esgoto doméstico à diminuição dos valores de concentração de OD.

Ao mesmo tempo, os altos níveis de DBO podem ser em razão da falta de adequação de estrutura sanitária nessa sub-bacia. Preceitos análogos foram apontados por Carvalho et al. (2000) afirmando que o excesso de matéria orgânica na água ocasiona a diminuição do teor de OD e que, no processo de decomposição, no ambiente aquático, há consumo de oxigênio. Entretanto, apesar dos baixos valores de IQA, a sub-bacia do rio Vermelho teve sua colocação alavancada no ranque para a terceira posição em razão do CMC que qualificou o estado de mata ciliar como Bom.

De maneira oposta, a bacia do rio Branco (4) obteve os IQAs dentre os mais altos do período chuvoso, embora tenha sido classificada como a última colocada, em virtude da degradação da vegetação ciliar dos corpos hídricos (47,41%), apresentando-se em desacordo à legislação ambiental adotada como referência nesta pesquisa.

A sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal (1), que detém o maior número de nascentes das sub-bacias da BHC, e a Interbacia do rio Cabaçal (5), que abrange a foz do rio Cabaçal, apresentaram a primeira e segunda colocação, respectivamente,

em razão da largura das APPs ser maior que a definida na legislação, e conferiu a ambas o CMC de 0,75.

As cinco sub-bacias da BHC analisadas no período úmido tiveram seus ICAs aferidos como Alto, assim como foi encontrado no estado de Mato Grosso do Sul por Viera et al. (2013), que verificaram o ICA de todos os municípios sul-mato-grossenses classificado como Alto.

No período seco os ICAs obtiveram patamar Alto de classificação (Tabela 4).

Tabela 4. Índice de Conservação da Água das sub-bacias da BHC no período seco.

Data	Sub-bacia ⁽¹⁾	IQA	Classes IQA ⁽²⁾	Estado da APP ⁽³⁾	CMC	CCAsb	ICA	Classe	Ranque
30/09/14	1	75,18	B1	B2	0,75	0,7509	21,7788	Alto	1º
	2	68,94	R1	B2	0,75	0,7197	20,8739	Alto	2º
	3	76,78	B1	R2	0,50	0,6339	18,3854	Alto	4º
	4	75,4	B1	R2	0,50	0,6270	18,1852	Alto	5º
	5	68,27	R1	B2	0,75	0,7164	20,7767	Alto	3º
CCAb 3,4479									
14/07/15	1	75,95	B1	B2	0,75	0,7548	21,6565	Alto	1º
	2	74,57	B1	B2	0,75	0,7479	21,4585	Alto	2º
	3	75,32	B1	R2	0,50	0,6266	17,9794	Alto	4º
	4	72,98	B1	R2	0,50	0,6149	17,6437	Alto	5º
	5	73,2	B1	B2	0,75	0,7410	21,2619	Alto	3º
CCAb 3,4851									

⁽¹⁾ 1: Nascentes do rio Cabaçal, 2: Rio Vermelho, 3: Rio dos Bugres, 4: Rio Branco e 5: Interbacia do rio Cabaçal; ⁽²⁾ B1: Boa; R1: Razoável; ⁽³⁾ B2: Bom; R2: Regular.

A sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal (1) manteve-se como a primeira colocada no ranqueamento do ICA, classificado como Alto ao passo que o IQA teve sua classificação aferida como Boa, de acordo com as faixas atribuídas ao estado do Mato Grosso (Brasil 2015).

A sub-bacia do rio Vermelho (2) passou a ocupar a segunda posição no período seco favorecida pela elevação do IQA, que passou a apresentar melhores níveis de OD, DBO e turbidez em relação ao apresentado no período úmido. Os níveis mais baixos de DBO sugerem ser atribuídos à diluição promovida pelo

período chuvoso, enquanto esperava-se que os níveis de OD aumentassem em proporção inversa a da DBO, como apontado por Benetti (2005) relatando que altos índices de DBO podem gerar a diminuição e até a eliminação do oxigênio presente nas águas refletindo alterações substanciais no ecossistema.

Ainda nessa vertente, houve uma diminuição substancial do parâmetro turbidez em relação ao período úmido, uma vez que esse constituinte, em conjunto com os níveis de sólidos totais está associado ao grau de vegetação natural existente, considerando que os sólidos em suspensão provem do carreamento de solos pelas águas pluviais, devido a processos erosivos e desmatamentos na área da bacia (Vieira 2008).

A Interbacia do rio Cabaçal (5) ocupou a terceira posição, mesmo que apresentando o maior percentual de cobertura florestal de todas as sub-bacias (61,92%) e ter exibido uma melhora em relação aos valores de IQA do período chuvoso, destaca-se que todas as subunidades obtiveram o mesmo progresso nos índices. Apesar dos valores de IQA não serem os mais elevados, o estado de conservação da mata ciliar de seus corpos hídricos apresentam-se em conformidade com os preceitos legais. Segundo Jardim (2010) as matas ciliares possuem um alto poder de absorção e adsorção, servindo como filtros das lâminas de água que correm das partes mais altas em direção aos cursos d'água.

As sub-bacias do rio Branco (4) e rio dos Bugres (3) tiveram sua posição invertida em relação ao período chuvoso. A primeira mostrou-se com a pior posição, com interferência direta do estado de conservação das APPs de seus cursos d'água que apresentaram cerca de 47% de conservação. Piasentin et al. (2009), relataram que as alterações na paisagem e na vegetação, de forma associada, interferem no balanço hidrológico e nos processos que controlam a qualidade da água, sendo que os efeitos das atividades antrópicas em pequena escala são relevantes para toda a bacia hidrográfica.

Nota-se que houve influência da sazonalidade no ranqueamento das sub-bacias que mostraram-se, em geral, com melhor classificação de IQA no período chuvoso, o que corrobora com o apontado por Malheiros et al. (2012) que perceberam clara interferência estacional na qualidade da água em sua pesquisa em Campo Verde, Mato Grosso.

O Coeficiente de Conservação da Água da bacia do rio Cabaçal (CCAb) foi maior no período seco, justificado pelo menor volume de constituintes carreados do solo sem cobertura florestal adequada. Este desfecho corrobora os preceitos de Silva et al. (2008) que afirmam que o uso da terra, juntamente com o regime de precipitação, parecem ser os principais fatores que determinam a qualidade da água, neste sentido De Souza e Oliveira (2014) evidenciam o grande problema da devastação das matas ciliares que tem acarretado diferentes tipos de impacto no Rio Vermelho, em Mato Grosso.

4. CONCLUSÕES

Constatou-se que a cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente da bacia hidrográfica do Cabaçal está em desacordo com o estabelecido na Lei Complementar 432/2010, o que compromete a conservação da água nessa unidade hidrográfica.

As APPs da sub-bacia Interbacia do rio Cabaçal apresentam-se como as mais conservadas das cinco unidades da BHC, mas a pecuária ocupa espaços nas matas ciliares, enquanto que as APPs da sub-bacia do rio dos Bugres revelaram-se as menos conservadas, devido à pecuária ocupar maior área do que a vegetação natural.

O Índice de Conservação da Água para as cinco subunidades hidrográficas da BHC demonstra que tanto no período chuvoso quanto no seco o pior estado foi registrado nas sub-bacias rio Branco e rio dos Bugres, únicas subunidades que apresentam menos de 50% de suas APPs conservadas. Em contrapartida, a melhor situação foi obtida pela sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal com índices elevados de IQA nos dois períodos e conservação das APPs superior a 54%.

Os resultados desse estudo mostraram-se como indicador no tocante a conservação de bacias hidrográficas, constituindo uma ferramenta de base para estudos futuros.

Para tanto, conclui-se que a aplicação de um índice que avalie o estado de conservação das áreas de preservação permanente associado ao índice de qualidade de água é uma alternativa que faz refletir a relação das atividades

humanas junto ao ambiente como fonte de recursos frente às decisões de planejamento ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alberto, A.; Ribeiro Filho, B. G. (2012) Influência do despejo de esgoto doméstico nas características limnológicas do rio Camandocaia, bacia hidrográfica do rio Piracicaba, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum*, 34:173-179.

Albuquerque, J. A.; Sangoi, L.; Ender, M. (2001) Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 25:717-723.

Armas, E. D.; Monteiro, R. T. R.; Antunes, P. M.; Santos, M. A. P. F.; Camargo, P. B. (2007) Diagnóstico espaço-temporal da ocorrência de herbicidas nas águas superficiais e sedimentos do rio Corumbataí e principais afluentes. *Revista Química Nova*, 30:1119-1127.

Artaxo, P. (2007) Opportunities for research in global changes in the field of chemistry. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 18:01-5.

Avelino, P. H. M. (2006) Análise ambiental com uso de geotecnologias da bacia hidrográfica do rio Cabaçal - MT – Brasil (1984 a 2005). *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas*, 1:05-29.

Benetti, A. (2005) O meio ambiente e os recursos hídricos. In: Tucci, C. E. M. (Org.) *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2. ed. UFRGS/ABRH, Porto Alegre, pp. 651-658.

Barros, R. P.; Viégas, P. R. A.; Silva, T. L.; Souza, R. M.; Barbosa, L.; Viégas, R. A.; Barretto, M. C. V.; Melo, A. S. (2010) Alterações em atributos químicos do solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 40:341-346.

Brasil. Agência Nacional de Águas. Indicadores de qualidade da água (2015) <http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>. Acesso em: 25 fev. 2015.

Brasil. Decreto n.º 7.830, de 17 de outubro de 2012. *Diário Oficial [da] União. Poder Executivo*. Brasília, DF, 17 de outubro de 2012. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm. Acesso em 25 jan. 2015.

Brasil. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. *Diário Oficial [da] União. Poder Executivo*, Brasília, 17 de março de 2005. p. 58-63. <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2015.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Relatório Probio-Pantanal, <http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/projeto/probiopantanal/downloads-1/documentos>. Acesso em: 15 jul. 2015.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J.; Ir, F. M. (1996) Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, 20:395-403.

Carvalho, A. R.; Schlitter, F. M.; Tornisielo, V. L. (2000) Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água. *Química Nova*, 23:618-622.

Casarin, R.; Neves, S. M. A. S.; Neves, R. J. (2008) Uso da terra e qualidade da água da Bacia hidrográfica Paraguai/Jauquara-MT. *Revista Geográfica Acadêmica*, 2:33-42.

Cassol, L.C. (2003). Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Norma Técnica P4.231. Vinhaça – Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. 15 f. 2015. http://www.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/11/2013/11/P4.231_Vinha%C3%A7a_Crit%C3%A9rios-e-procedimentos-para-aplica%C3%A7%C3%A3o-no-solo-agr%C3%ADcola-3%C2%AA-Ed-2%C2%AA-VERS%C3%83O.pdf. Acesso em 20 jul. 2015.

Cetesb. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Programa de Monitoramento. 2015. <http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/programa-de-monitoramento/>. Acesso em: 12 jul. 2015.

Corbi, J. J.; Strixino, S. T.; Santos, A.; Del Grande, M. (2006) Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de-açúcar. *Química Nova*, São Paulo, 29:61-65.

De Souza, A. V. V.; Oliveira, S. M. L. (2014) Análise da qualidade da água do rio Vermelho em Mato Grosso no período de cheia no ano de 2014. *Biodiversidade*, 13:115-126.

Esri (2007) ArcGIS Desktop: release 9.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Ferreira, D. A. C.; Dias, H. C. T. (2004) Situação atual da mata ciliar do ribeirão São Bartolomeu em Viçosa, MG. *Revista Árvore*, 28:617-623.

Flores, J. P. C.; Anghinoni, I.; Cassol, I. C.; Carvalho, P. C. F.; Leite, J. G. B.; Fraga, T. I. (2007) Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 31:771-780.

- Gripp Junior, J.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Souza, A. L.; Gleriani, J. M. (2010) Aplicação da geotecnologia no estudo de cadastro técnico rural e no mapeamento de áreas de preservação permanente e reservas legais. *Revista Ceres*, 57:459-468.
- Grossi, C. H. Diagnóstico e monitoramento ambiental da microbacia hidrográfica do Rio Queima-PÉ, MT. 2006. 122 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
- Guerra, a. J. T.; Cunha, S. B. (1996). (Orgs.). *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Harris, M. B.; Arcângelo, C.; Pinto, E. C. T.; Camargo, G., Ramos-Neto, M. B.; Silva, S. M. (2006) Estimativa da perda de cobertura vegetal original na Bacia do Alto Paraguai e Pantanal brasileiro: ameaças e perspectivas. *Natureza & Conservação*, 4:50-66.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@.
<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=51&search=matogrosso> . Acesso em: 08 fev. 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012). *Manual técnico da vegetação brasileira*. IBGE, Rio de Janeiro.
- Jardim, P. B. (2010) Qualidade de água de nascentes como reflexo do manejo do uso e ocupação do solo e conservação da mata ciliar, no município de Ouro Branco, MG. Universidade Federal de Ouro Preto.
- Leite, G. H. P.; Crusciol, C. A. C.; Silva, M. A. (2011) Desenvolvimento e produtividade da cana-de-açúcar após aplicação de reguladores vegetais em meio de safra. *Semina: Ciências Agrárias*, 32:129-138.
- Macedo, M. C. M. (2009) Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:133-146.
- Malheiros, C. H.; Hardoim, E. L.; Lima, Z. M.; Amorim, R. S. S. (2012) Qualidade da água de uma represa localizada em área agrícola (Campo Verde, MT, Brasil). *Revista Ambiente e Água*, 7:246-262.
- Martins, M. H. B.; Silva, S. F. (2007) Uso de Imagens dos satélites CBERS-2 e Landsat V para mapeamento do Desflorestamento no Município de Ipixuna/AM: uma proposta metodológica para a Fiscalização Ambiental na região Amazônica. In: *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 13, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, pp. 4021-4028.
- Mato Grosso. Lei Complementar 343, de 24 de dezembro de 2008. *Diário Oficial [da] União. Poder Executivo*. Cuiabá, MT, 24 de dezembro de 2008.
<http://app1.sefaz.mt.gov.br/sistema/legislacao/LeiCompEstadual.nsf/9733a1d3f5bb1ab384256710004d4754/53c375c601f136810425753d00718339?OpenDocument>. Acesso em: 28 jan. 2015.

Mato Grosso. Lei Complementar 412, de 13 de dezembro de 2010. Diário Oficial [da] União. Poder Executivo. Cuiabá, MT, 13 de dezembro de 2010.
<http://app1.sefaz.mt.gov.br/0425762E005567C5/250A3B130089C1CC042572ED0051D0A1/F4313BB8E89EFC33842577F90040F773>. Acesso em 20 fev. 2015.

Mato Grosso (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Plano de Longo Prazo de Mato Grosso: macro-objetivos, metas globais, eixos estratégicos e linhas estruturantes. In: Prado, J. G. B.; Bertchiel, R.; Oliveira, L. G. (Orgs). Plano de Longo Prazo de Mato Grosso. Cuiabá/MT: Central de Texto, v. 4, 2012. 108p. <http://www.seplan.mt.gov.br/mt20/mt20.htm>. Acesso em: 22 fev. 2015.

Mato Grosso do Sul. Instituto de Meio Ambiente de Estado do Mato Grosso do Sul (2013). Relatório de Qualidade das águas superficiais do estado do Mato Grosso do Sul. IMASUL, Campo Grande.

Meurer, E. J.; Bissani, C. A.; Selbach, P. A. (2000) Poluentes do solo e do ambiente. In: Meurer, E. J. (ed.). Fundamentos de química do solo. Genesis, Porto Alegre, pp. 151-168.

Nascimento, M. C.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Silva, E. (2005) Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo. *Ciência Florestal*, 15:207-220.

Neves, S. M. A. S.; Nunes, M. C. M. Neves, R. J. Soares, E. R. C. (2011) Estimativa da perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Jauru/MT. *Sociedade & Natureza*, 23:423-434.

Oliveira, F. S.; Soares, V. P.; Pezzopane, J. E. M.; Gleriani, J. M.; Lima G. S.; Silva E.; Ribeiro, C. A. A. S.; Oliveira, M. A. S. (2008) Identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente no entorno do Parque Nacional do Caparaó, estado de Minas Gerais. *Revista Árvore*, 32:899-908.

Pessoa, S. P. M., Galvanin, E. A. S.; Kreitlow, J. P; S.; Neves, S. M. A. S., Nunes, J. R. S.; Zago, B. W. (2013) Análise espaço-temporal da cobertura vegetal e uso da terra na Interbacia do Rio Paraguai Médio-MT, Brasil. *Revista Árvore*, 37:119-128.

Piasentin, A. M.; Semensatto Júnior, D. L.; Saad, A. R. Monteiro Júnior, A. J.; Raczka, M. F. (2009) Índice de Qualidade da Água (IQA) do reservatório Tanque Grande, Guarulhos (SP): Análise sazonal e efeitos do uso e ocupação do solo. *Geociências*, 28:305-317.

Resende, M.; Curi, N.; Rezende, S. B.; Corrêa, G. F. (2002). *Pedologia: base para distinção de ambientes*. 4. ed. NEPUT, Viçosa.

Serigatto, E. M. (2006) Delimitação automática das Áreas de Preservação Permanente e identificação dos conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Sepotuba. Universidade Federal de Viçosa.

Silva, A. E.; Angelis, C. F.; Machado, L. A. T., Waichaman, A. V. (2008) Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amazonica*, 38:733-742.

Silva, J. S. V.; Neves, S. M. A. S.; Vendrusculo, L. G. (2014) Caracterização ambiental da Unidade de Planejamento e Gerenciamento do rio Amambaí. *Revista GeoPantanal*, 9:21-35.

Silva, J. S. V.; Pott, A.; Abdon, M. M.; Pott, V. J.; Santos, K. R. (2011) GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra do Estado de Mato Grosso do Sul. Embrapa, Campinas.

Silva, M. A. S.; Griebeler, N. P.; Borges, L. C. (2007) Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 1:108-114.

Silva, M.B. da; Kliemann, H.J.; Silveira, P.M.; Lanna, A.C. (2007) Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42:1755-1761.

Silva, M. A. S.; Nori, P. G.; Borges, L. C. (2006) Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11:108–114.

Silva, R. A.; Pires, E. V. R.; Izippato, F. J.; Mirandola, P. H. (2012) Geoprocessamento aplicado à análise do uso e ocupação da terra e as de nascentes no rio Indaiá Grande – Chapadão do Sul/Cassilândia/Inocência (MS). *Revista Geonorte*, 2:1497-1508.

Silva, V. R.; Reinert, D.; Reichert, J. M. (2000) Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 24:191-199.

Soares, J. C. O. (2009) Estudo de nascentes: subsídio à políticas de gestão da sub-bacia hidrográfica do córrego Caeté no sudoeste do Estado de Mato Grosso – Brasil. Universidade do Estado de Mato Grosso.

Soares, V. P.; Ribeiro C. A. A. S.; Gleriani, J. M. (2007) Utilização de sistemas de informações geográficas no mapeamento de áreas de preservação permanente (APP), para fins de restauração florestal. *Revista Ação Ambiental*, 36:14-16.

Sperotto, F. Q.; Zimmermann, I. Expansão da Base Florestal no Rio Grande do Sul: algumas reflexões sobre o crescimento da silvicultura. In: *Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional*, 4, 2008. Santa Cruz do Sul. Anais... Santa Cruz do Sul, 2008, 1:1-14.

Tundisi, J. G. (2003) Água no século XXI: enfrentando a escassez. RiMa, São Carlos.

Vanzela, L. S. (2004). Qualidade de água para a irrigação na microbacia do córrego Três Barras no município de Marinópolis, SP. Universidade Estadual Paulista.

Vasconcelos, C. H.; Novo, E. M. L. M. (2004) Mapeamento do uso e cobertura da terra a partir da segmentação e classificação de imagens – fração solo, sombra e vegetação derivadas do modelo linear de mistura aplicado a dados do sensor TM/Landsat5, na região do reservatório de Tucuruí – PA. *Acta Amazonica*, 34:487-493.

Vieira, M. H. P.; Silva, M. C. A.; Pereira, L. L.; Ferreira, L. M. (2013) Índice de Conservação da Água do Estado do MS. In: Congresso Brasileiro de Limnologia, 14, Bonito, 2013. *Anais... Congresso Brasileiro de Limnologia*. Bonito: Associação Brasileira de Limnologia – ABL, pp. 1-5.

Vieira, V. F. (2008) Estimativa de perdas de solo por erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica. *Revista Geografia*, 17:73-81.

Zolin, C. A.; Paulino, J.; Bertanha, A.; Freitas, P. S. L.; Folegatti, M. V. (2011) Estudo exploratório do uso da vinhaça ao longo do tempo. I. Características do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15:22-28.

NÍVEL DE DIURON E 2,4-D EM SEDIMENTOS E NAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CABAÇAL, MATO GROSSO – BRASIL

[Revista Brasileira de Ciências Ambientais]

RESUMO

A utilização de herbicidas pode trazer risco de contaminação às águas subterrâneas e superficiais. Assim o estudo objetivou avaliar a presença dos agroquímicos 2,4-D e Diuron nos sedimentos e na água das unidades hidrográficas da bacia do Cabaçal, Mato Grosso. As imagens do satélite Landsat 8 que recobrem a bacia foram georreferenciadas, classificadas e processadas no Spring e as classes temáticas quantificadas e editadas no *software* ArcGis. O arquivo vetorial de solos foi unido ao de cobertura vegetal e uso da terra, visando a identificação das fitofisionomias por tipo de solo. Realizou-se uma coleta de sedimentos e quatro de água. Foram identificados seis tipos de solos recobertos por quatro tipos de usos da terra e formações vegetais. Não foram constatados agroquímicos nos sedimentos e nas águas em concentração superior a determinada pela legislação brasileira e por órgãos ambientais europeus. Ressalta-se a necessidade de contínuo monitoramento das unidades hidrográficas da bacia de estudo, face sua importância no fluxo de inundação do bioma Pantanal.

Palavras-chave: agroquímicos. solos. usos da terra. herbicidas. contaminação hídrica. conservação ambiental.

LEVEL OF DIURON AND 2,4-D IN SEDIMENT AND WATER IN THE CABAÇAL DRAINAGE BASIN, MATO GROSSO STATE – BRAZIL

ABSTRACT

The use of herbicides can bring risk of contamination to groundwater and surface water. The study aimed to evaluate the presence of 2,4-D and Diuron in sediment and water in the hydrographic units of the Cabaçal drainage basin. The Landsat 8 images of the basin were georeferenced, classified and processed in Spring and quantified and edited in software ArcGis. The vector file of soils was added to the use of classes of land and vegetation cover for the identification of vegetation types on soil type. There were one collect water and four campaigns to water. It was identified six soil classes occupied by four classes of land use and vegetation cover. It was not identify agrochemicals in sediments and water in higher concentration than determined by Brazilian law and European environmental agencies. It emphasizes the need for continuous monitoring of river basin units of study, given its importance in the Pantanal flood flow.

Keywords: agrochemicals. soil. land uses. herbicides. water contamination. environmental conservation.

1. INTRODUÇÃO

A intensificação da produção agrícola em resposta a crescente demanda de alimentos acarretam transformações ambientais, como o desmatamento, a contaminação do ar, do solo e da água, derivados de práticas não conservacionistas.

A supressão da cobertura vegetal para a inserção da cultura e as diferentes formas de manejo agrícola são ponto de partida para desencadear o impacto ambiental. Segundo Primel et al. (2005) no cultivo de qualquer sistema agrícola um dos maiores impactos ambientais é a técnica de aplicação dos defensivos agrícolas.

A via de dispersão dos agroquímicos aos corpos hídricos, último destino possível da cadeia de contaminação, é advinda do escoamento superficial e da drenagem. A alta mobilidade dos agroquímicos pode causar danos à outras vegetações, potencialmente, contaminar recursos hídricos (REGITANO et al., 2002).

O Decreto nº 4.074/2002 (BRASIL, 2002), que regulamenta a Lei nº 7.802/1989 (BRASIL, 1989), define os agrotóxicos como produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos destinados ao uso nos setores de produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos.

O alto potencial de deslocamento no perfil do solo (lixiviação), a elevada persistência no solo, a baixa a moderada solubilidade em água e adsorção moderada à matéria orgânica presente nos coloides do solo atribuídos aos herbicidas (ALMEIDA et al., 2006) fazem destes potenciais contaminantes das águas subterrâneas e superficiais.

A dinâmica dos usos da terra, as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo (PEÑAHERRERA-COLINA et al., 2005) e as propriedades físico-químicas dos herbicidas (INOUE et al., 2004) são cruciais para a mobilidade destes componentes no solo.

Segundo Rocha et al. (2003), a dinâmica e o destino dos herbicidas no ambiente são influenciados, principalmente, pela sorção às partículas, a qual

determina a disponibilidade de suas moléculas na solução do solo, ocorrendo, geralmente, relação inversa entre a sorção e o potencial de lixiviação desses compostos. Outros processos, assim como a dessorção, também influenciam o destino e o movimento dos herbicidas (VIVIAN et al., 2007).

O estado de Mato Grosso é essencialmente agrícola e amparado economicamente no agronegócio. Figura-se como o maior produtor de gado do País (IMEA, 2015) e o sexto maior produtor de cana-de-açúcar (BRASIL, 2015).

A moderna agricultura que busca constante elevação de produtividade e maximização dos lucros emprega uma carga expressiva de agroquímicos, dentre os quais se encontram os agrotóxicos, principalmente os herbicidas (GRÜTZMACHER et al., 2008).

Dentre os principais agrotóxicos empregados nas práticas agropecuárias estão os herbicidas utilizados no controle de plantas daninhas, apontados como um dos grandes responsáveis pela contaminação dos mananciais, pois, segundo Ueta et al. (2010), cerca de 0,1% dos agroquímicos utilizados no campo atingem o alvo, enquanto que o restante da aplicação tem potencial para se mover no ambiente.

O Diuron (3-(3,4-diclorofenil)-1,1-dimetiluréia) amplamente utilizado em pastagens e outras culturas, como a cana-de-açúcar, é um herbicida sistêmico, pertencente ao grupo dos derivados da ureia e seu mecanismo de ação age no fotossistema II, interrompendo o processo de fotossíntese (MENDES, 2013).

É considerado um herbicida pouco móvel e de baixa solubilidade em água, sendo absorvido pela solução do solo, pelo sistema radicular das plantas, rapidamente conduzido aos caules e folhas pelo sistema transpiratório, que se desloca principalmente através do xilema (BLEWETT et al., 2005).

O 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético), de utilização para controle de invasoras dicotiledôneas anuais em diversos cultivos, como a canavicultura, pertence à classe toxicológica I, considerado extremamente tóxico. É potencialmente móvel no solo, mas rapidamente absorvido pelas plantas e degradado pelos microrganismos, o que minimiza a lixiviação deste herbicida, apesar de apresentar persistência no campo de 10 - 30 dias (RODRIGUES; ALMEIDA, 2005).

Estudos de monitoramento do comportamento dos agroquímicos na bacia hidrográfica do Cabaçal, detentora das principais nascentes formadoras do bioma Pantanal (SANTOS, 2011; LORENZON et al., 2015), são incipientes, mas relevantes

para o entendimento das implicações ambientais decorrentes da prática agrícola e seus efeitos sobre os recursos naturais.

Para tanto, o estudo objetivou avaliar a presença dos agroquímicos 2,4-D e Diuron nos sedimentos e nas águas das unidades hidrográficas da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Cabaçal (BHC), sob as coordenadas geográficas latitudes $58^{\circ}28'33,925''W$ e $57^{\circ}46'9,678''W$ e longitudes $14^{\circ}55'24,498''S$ e $14^{\circ}53'24,383''S$, uma das unidades da Bacia do Alto Paraguai (BAP), que totaliza 566.821,22 ha.

O rio Cabaçal, o principal curso d'água da área de estudo, mede 303 km de extensão e constitui um dos principais afluentes do rio Paraguai na porção mato-grossense.

A rede de drenagem da bacia totaliza 1.186 corpos hídricos, dos quais 630 caracterizam-se por serem intermitentes e 556 perenes (BRASIL, 2005).

O clima regional é caracterizado pela regularidade climática, alternadamente quente e úmido, classificado como tropical úmido e tropical continental (TARIFA, 2011).

A dimensão territorial da unidade hidrográfica é ocupada essencialmente por pecuária (leiteira e de corte) e monocultura de cana-de-açúcar.

A pedologia é composta em sua maior parte por Argissolos, seguidos por Latossolos e Neossolos Quartzarênicos (Carvalho et al. 2014).

Na bacia investigada há presença de três biomas brasileiros: Amazônia (83,03%), Cerrado (12,22%), e Pantanal (4,75%), conforme pode ser observado na figura 1.

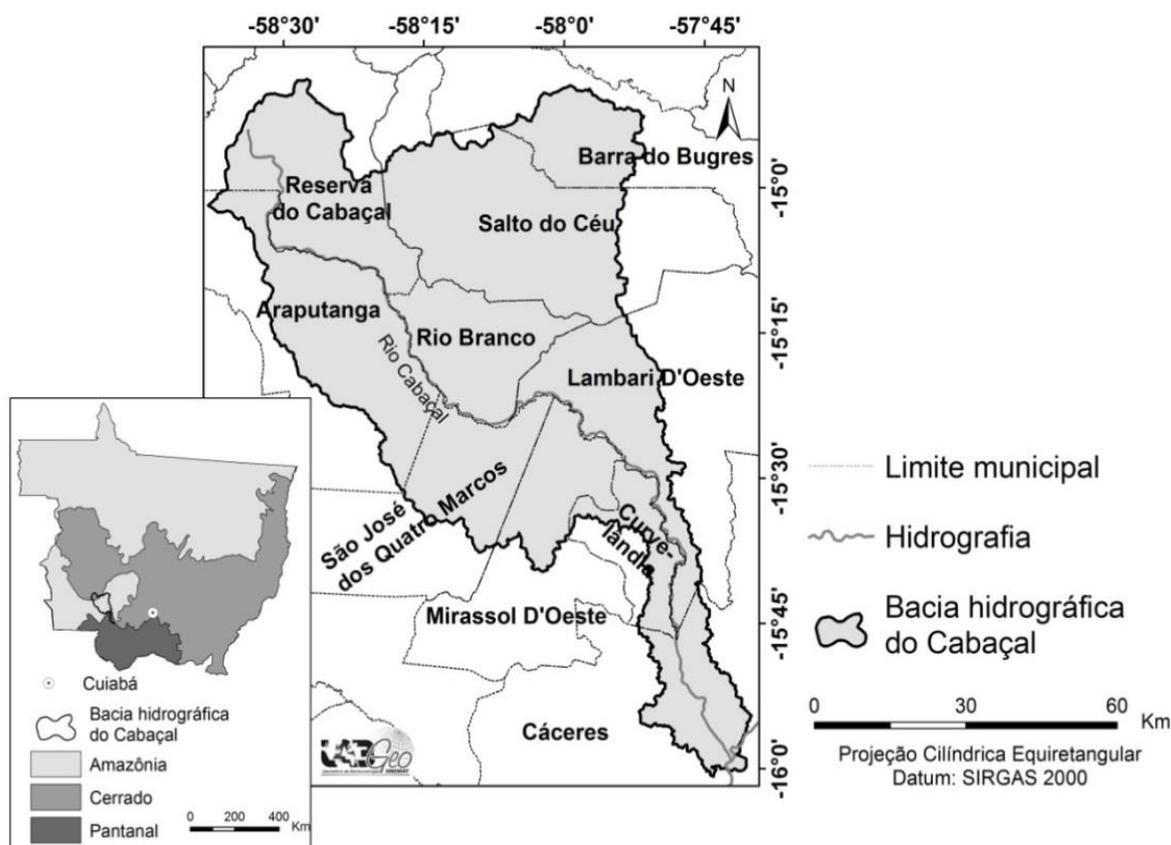


Figura 1. Localização da área de estudo no contexto dos biomas encontrados no estado de Mato Grosso.

2.2. Procedimentos metodológicos

Para a elaboração do mapa de cobertura vegetal e uso da terra foram utilizadas as três cenas do satélite Landsat 8, sensor *Operational Land Imager* (OLI), resoluções radiométrica de 16 bits e espacial de 30 metros, das órbitas/pontos 227/71, 228/70 e 228/71, datadas de 14/07/2013, disponibilizadas gratuitamente no sítio do Serviço de Levantamento Geológico Americano (USGS, 2013) e definida escala de 1:250.000.

Um banco de dados geográfico (BDG) foi implementado no SPRING, versão 5.2.6, do INPE (CÂMARA et al., 1996), utilizando o sistema métrico (UTM), fuso 21 Sul e Datum Sirgas 2000. Sequencialmente, as bandas 4, 5 e 6 foram importadas para execução do mosaico e recorte pela máscara da área de estudo.

Realizou-se a segmentação adotando-se o método crescimento de regiões, com similaridade 800 e área de pixel 1200, coleta de amostras/treinamento,

classificação supervisionada (classificador *Bhattacharrya*), com aceitação de 99,9%, e conversão matriz-vetor. A edição do mapa foi realizada no ArcGis, versão 9.2 (ESRI, 2007).

Na classificação supervisionada das imagens, cinco classes temáticas foram determinadas: Água, Vegetação, Pecuária, Agricultura e Silvicultura, a partir de consulta bibliográfica ao relatório do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO (BRASIL, 2007) e no manual técnico de vegetação e uso da terra (IBGE, 2012).

Para validação do mapa gerado foram realizados quatro trabalhos de campo em 2014 e 2015 durante período seco e úmido e, nestes, registros fotográficos e obtenção das coordenadas geográficas por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) dos locais de observação.

O arquivo vetorial dos tipos de solos presentes na bacia foi obtido junto a Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso (MATO GROSSO, 2002), com escala de 1:250.000. Este foi recortado pela máscara da área de estudo por meio da ferramenta *Clip*, disponível no ArcGIS, versão 9.2 (ESRI, 2007). As nomenclaturas das classes de solo foram atualizadas para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo, de primeiro nível categórico (EMBRAPA, 2009).

O arquivo vetorial de solo da área da bacia foi unido ao de cobertura vegetal e uso da terra, por meio da ferramenta *Intersect* no ArcGIS, possibilitando conhecer dos tipos de formação vegetal ou formas de uso da terra que ocorrem sobre cada tipo de solo da área de pesquisa.

A determinação dos herbicidas para a investigação deu-se através de pesquisa de campo, um levantamento nas casas veterinárias nos dez municípios contidos na bacia, por meio de questionário estruturado fechado. Apesar da existência de um órgão fiscalizador que regulamenta a comercialização de agrotóxicos no estado de Mato Grosso, desde o ano de 2009 não há inserção de informações de cada município no banco de dados, impossibilitando o uso nesse estudo.

As estações de coleta de sedimentos e água estão localizadas nos exutórios de rios principais de cada sub-bacia, por melhor refletirem as características geoambientais de cada subunidade. Desta forma, são sete pontos de coleta nas cinco sub-bacias da BHC, e em uma delas há duas estações estrategicamente

posicionadas, antes e depois de uma destilaria de álcool, além da situada no exutório.

Realizou-se uma campanha de coleta de sedimentos através da tomada de uma amostra por estação, no período chuvoso do ano de 2015, concomitante à aplicação de herbicidas. De acordo com Correia e Kronka Jr (2010) o controle químico de plantas daninhas é mais eficaz quando realizado durante a estação chuvosa, pois a água disponível no solo e o intenso desenvolvimento das plantas daninhas favorecem a absorção dos herbicidas.

As amostras de sedimentos foram coletadas por amostrador de mandíbula do tipo *Van veen* com área de 0,045 m², depositadas em frascos plásticos previamente identificados e acomodadas em caixa de isopor.

As análises laboratoriais foram executadas em um período máximo de 24 horas da primeira coleta em laboratório licenciado e credenciado, seguindo a técnica analítica HPLC (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência), aplicadas aos ensaios de agroquímicos a qual, segundo Alves et al. (2006), é uma técnica analítica multicomponente para avaliação de múltiplos compostos, dentre os quais ressaltam-se os agroquímicos. De acordo com Tonhi et al. (2002) a técnica é eficiente por sua adaptabilidade para determinações quantitativas com boa sensibilidade, havendo a possibilidade de separar espécies não voláteis e termicamente instáveis, com destaque para suas aplicações em determinações ambientais.

As coletas de água para análise dos agroquímicos foram realizadas em quatro campanhas, duas em 2014 e duas em 2015, contemplando em ambos os anos o período seco e chuvoso. A execução da coleta foi de acordo com as normas técnicas de coleta, preservação e transporte de amostras da CETESB (SÃO PAULO, 2011).

A Resolução Conama nº 357/2005 (BRASIL, 2005) que estabelece os limites máximos de contaminantes em águas determina a concentração máxima de 4,0 µg L⁻¹ para o 2,4-D. No entanto, essa resolução e a Portaria nº 518 /2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004) não contemplam a maioria dos pesticidas em uso atualmente, como o Diuron. Contudo, adotou-se o estabelecido nos países da Comunidade Europeia que considera a Concentração Máxima Admissível (CMA) de um pesticida individual na água potável de 0,1 mg L⁻¹, sem, no entanto, ultrapassar 0,5 mg L⁻¹, considerando a soma de todos os pesticidas (FILIZOLA et al., 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram quantificados 364.723 litros de 2,4-D e 18.876 litros de Diuron comercializados nos municípios com extensões territoriais contidas na bacia de estudo, no ano de 2014 (Tabela 1).

Tabela 1. Quantificação dos herbicidas comercializados nas casas agropecuárias dos municípios da BHC no ano de 2014.

Sub-bacia	Área (ha)	Distribuição de área dos municípios nas sub-bacias	Município contribuinte do herbicida	Princípio ativo (L)*	
				2,4-D	Diuron
Nascentes do rio Cabaçal	82.164,12	Araputanga (24,66%) e Reserva do Cabaçal (75,34%)	Araputanga, Reserva do Cabaçal	6097 / 1000	1236 / 125
Rio Branco	102.937,15	Lambari D'Oeste (0,95%), Reserva do Cabaçal (8,41%), Rio Branco (35,62%) e Salto do Céu (55,02%)	Lambari D'Oeste, Reserva do Cabaçal, Rio Branco e Salto do Céu	0 / 1000 / 500 / 25000	0 / 1000 / 0 / 0
Rio dos Bugres	118.478,50	Araputanga (42,29%), Curvelândia (0,50%), Lambari D'Oeste (0,08%), Mirassol D'Oeste (24,41%) e São José dos Quatro Marcos (32,72%)	Araputanga, Curvelândia, Lambari D'Oeste, Mirassol D'Oeste e São José dos Quatro Marcos	6097 / 0 / 0 / 73600 / 66746	1236 / 0 / 0 / 625 / 2465

Rio Vermelho	135.633,37	Barra do Bugres (26,28%), Lambari D'Oeste (21,73%), Rio Branco (1,51%) e Salto do Céu (50,48%)	Barra do Bugres, Lambari D'Oeste, Rio Branco e Salto do Céu	22500 / 0 / 500 / 25000	14000 / 0 / 0 / 0
		Interbacia do rio Cabaçal	131.940,89	Araputanga (10,13%), Cáceres (22,72%), Curvelândia (14,96%), Lambari D'Oeste (21,56%), Mirassol D'Oeste (6,27%), São José dos Quatro Marcos (5,39%), Reserva do Cabaçal (2,99%) e Rio Branco (15,97%)	Araputanga, Cáceres, Curvelândia, Lambari D'Oeste, Mirassol D'Oeste, São José dos Quatro Marcos, Reserva do Cabaçal e Rio Branco

* Quantidade por município.

Caires e Díaz Castro (2002) identificaram que o estado de Mato Grosso já ocupava o primeiro lugar no ranking nacional de consumo de agrotóxicos, no ano de 2001, quando o Instituto de Defesa Agropecuária do estado de Mato Grosso (INDEA) realizava o controle dos registros de vendas, entradas, saídas e devolução de embalagens no seu sistema.

Os municípios contribuintes dos herbicidas investigados demonstram que Cáceres, com área territorial restrita à Interbacia do rio Cabaçal (Foz) respondeu por 46,41% do 2,4-D comercializado na bacia em 2014, seguido por Mirassol D'Oeste, com 20,18% e São José dos Quatro Marcos por 18,30%, ambos com extensões territoriais nas subunidades rio dos Bugres e Interbacia do rio Cabaçal, respectivamente, ocupados em sua maioria pela classe Pecuária.

O 2,4-D está entre os herbicidas mais utilizados em pastagens cultivadas no Brasil, absorvido pelas folhas, raiz e caule. Esse tipo de herbicida combate plantas daninhas dicotiledôneas herbáceas e semi-arbustivas em torno de 20 a 40 dias após emergência, em pleno crescimento vegetativo (MARCHI et al., 2008).

O município de Barra do Bugres, ainda que mantendo extensas áreas de canavicultura, apresenta-se amplamente ocupado por pastagens (CASARIN et al., 2008; PESSOA et al., 2013), fato que justifica a maior quantidade de Diuron encontrada nesse município (74,17%).

O Diuron representa 95% das aplicações de herbicidas nas culturas de cana-de-açúcar e é extremamente popular entre os pecuaristas para controle de dicotiledôneas em pastagens (ROCHA et al., 2003).

Na bacia hidrográfica do Cabaçal foram identificadas seis classes de solo: Argissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos e Cambissolos.

Ainda, determinaram-se cinco classes temáticas de usos da terra e cobertura vegetal, a saber: Água, Agricultura, Pecuária, Silvicultura e Vegetação (Figura 2).

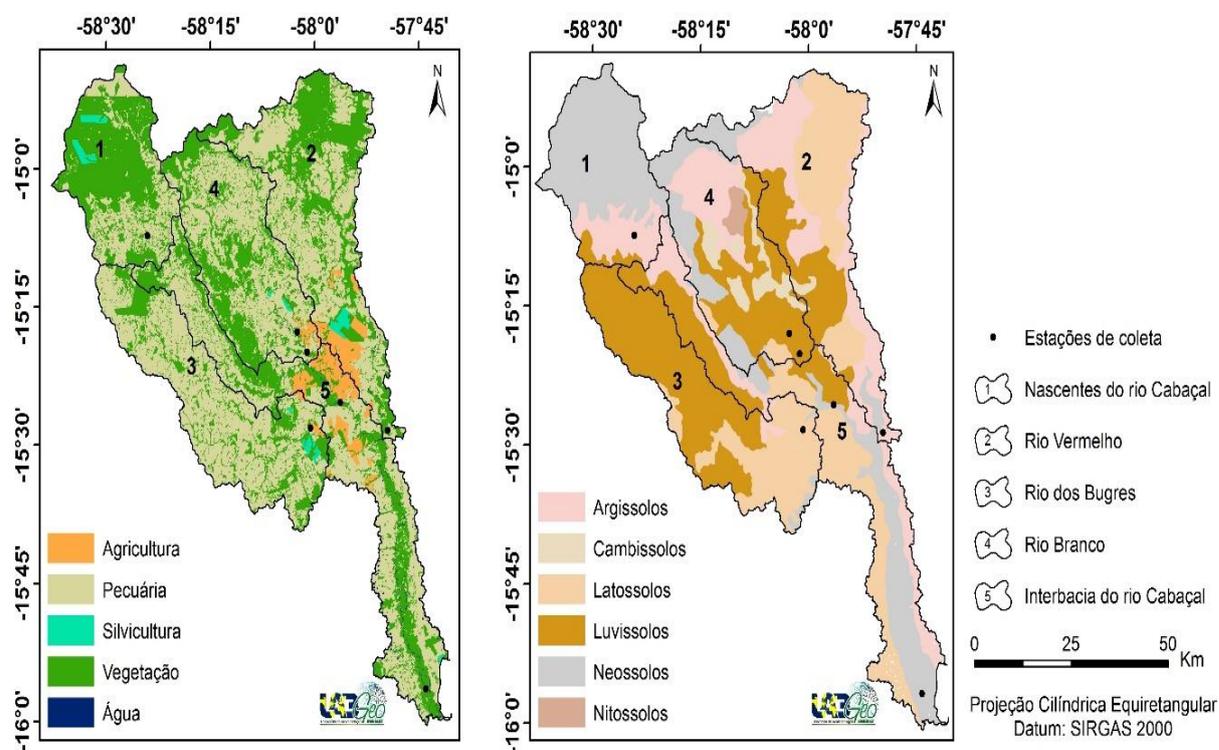


Figura 2. Cobertura vegetal, usos da terra e os tipos de solo encontrados na BHC.

Os usos antrópicos nas classes de solo das cinco subunidades da BHC demonstram que estes encontram-se, em sua maioria, ocupados pela pecuária e agricultura com conseqüente supressão vegetal.

Porém, nas sete estações de coleta de sedimentos das sub-bacias da BHC verificou-se ausência de sua contaminação pelos princípios ativos analisados utilizados nessas atividades econômicas na bacia.

Tanto o 2,4-D quanto o Diuron apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis pela legislação brasileira ou pelas agências ambientais europeias, de modo que em nenhuma estação a amostra excedeu os $0,001 \mu\text{g L}^{-1}$ (Tabela 2).

Tabela 2. Concentração dos herbicidas em relação às classes de solo, cobertura vegetal e usos da terra da BHC.

Sub-bacia	Solo das sub-bacias	(ha)	Cobertura vegetal e uso da terra por tipo de solo da sub-bacia (%)	2,4 -D ($\mu\text{g L}^{-1}$)	Diuron ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Nascentes do rio Cabaçal (82.164,12 ha)	Argissolo	17.648,93	Pecuária (14,87) e Vegetação (6,61)	<0,001	<0,001
	Luvissolo	4.131,65	Pecuária (2,62) e Vegetação (2,40)		
	Neossolo	60.383,54	Pecuária (17,18), Silvicultura (2,66) e Vegetação (53,66)		
Rio Branco (102.937,15 ha)	Argissolo	23.103,58	Pecuária (14,98) e Vegetação (7,46)	<0,001	<0,001
	Cambissolo	13.709,50	Pecuária (7,96), Vegetação (5,25) e Silvicultura (0,11)		
	Latossolo	3.585,67	Pecuária (2,14), Vegetação (1,34)		

	Luvissolo	35.248,15	Água (0,08), Pecuária (19,10), Vegetação (13,07), Silvicultura (0,26) e Agricultura		
	Neossolo	23.171,86	Pecuária (8,23) e Vegetação (14,28)		
	Nitossolo	4.118,39	Pecuária (3,43) e Vegetação (0,57)		
	Latossolo	41.521,28	Pecuária (24,00), Vegetação (10,65), Silvicultura (1,11) e Agricultura (0,81)		
Rio dos Bugres (118.478,50 ha)	Argissolo	1.903,16	Pecuária (0,71) e Vegetação (0,97)	<0,001	<0,001
	Neossolo	2.424,74	Pecuária (0,71), Vegetação (1,42)		
	Luvissolo	72.629,33	Pecuária (45,90) e Vegetação (13,72)		
	Cambissolo	1.487,84	Pecuária (0,82) e Vegetação (0,28)		
	Latossolo	49.850,42	Pecuária (13,94), Vegetação (18,73), Silvicultura (0,58) e Agricultura (3,50)		
Rio Vermelho (135.633,37 ha)	Argissolo	44.049,21	Água (0,05), Pecuária (17,20), Vegetação (14,33) e Agricultura (0,90)	<0,001	<0,001
	Neossolo	10.975,21	Água (0,04), Pecuária (3,69), Vegetação (4,36)		
	Luvissolo	29.270,69	Pecuária (14,07), Vegetação (5,14), Silvicultura (0,65) e Agricultura (1,72)		

Interbacia do rio Cabaçal (131.940,89 ha)	Argissolo	26.369,06	Água (0,06), Pecuária (12,11), Vegetação (7,23), Silvicultura (0,12) e Agricultura	<0,001	<0,001
	Latossolo	41.608,71	Água (0,20), Pecuária (20,59), Vegetação (6,20) e Agricultura (4,54)		
	Luvissolo	24.374,46	Água (0,02), Pecuária (8,05), Vegetação (6,66) e Agricultura (3,74)		
	Neossolo	39.588,66	Água (0,80), Pecuária (11,19), Vegetação (17,97) e Agricultura (0,05)		

Na sub-bacia Nascentes do rio Cabaçal há o predomínio de Neossolos, em 73,49% da sua extensão e o uso da Pecuária em 34,67%. De acordo com Sartori et al. (2005) estes solos caracterizam-se por apresentarem alta permeabilidade e suscetibilidade à erosão.

Deste percentual, mais da metade estão recobertos por vegetação natural (Tabela 2) que constitui uma proteção ao ambiente, evita o processo de *runoff* do herbicida, uma das razões pela qual pode-se atribuir a ausência dos agroquímicos em sedimentos. A remoção da vegetação aumentam as taxas de erosão do solo nesses locais e influenciam outros processos de produção de sedimentos, tais como movimentos de massa e erosão no canal, aumentando drasticamente a quantidade de sedimentos que chegam aos corpos hídricos (TAYLOR et al., 2008).

Apesar disso, 10.373,89 ha dessa classe de solo é coberta por pastagens (Tabela 2), o que inspira cuidados, pois Bortoluzzi (2006) alerta para a transferência de moléculas de herbicidas dos ecossistemas terrestres para os aquáticos como uma constante, sobretudo em áreas agrícolas, devido ao uso de elevadas quantidades e de diferentes tipos de princípios ativos por área e às altas taxas de erosão do solo.

Segundo Inoue et al. (2006) a sorção de Diuron foi considerada alta em todas as amostras de solos estudados em uma litosequencia no Sul do Brasil, não importando as características químicas das amostras, o carbono orgânico do solo e as quantidades de argila as propriedades foram as que mais influenciaram a sorção

do herbicida. Contudo, não foi encontrada concentração superior à máxima permitida de Diuron nos sedimentos em nenhuma classe de solo presente nas subunidades da BHC, arenosa ou argilosa, o que corrobora com os estudos de Garcia et al. (2012) constatando que a lixiviação dos herbicidas Diuron foi baixa, e não tem relação clara com as diferentes texturas e simulações de precipitação utilizadas.

Em contrapartida, Santos et al. (2013), estudando as classes Latossolos, Nitossolos, Cambissolos, Gleissolos, Neossolos e Argissolos no estado do Paraná, determinaram altos índices de escoamento superficial, especialmente naqueles com maior textura de argila. O mesmo foi apontado por Caracciolo et al. (2005) que advertem para a evidência de que a concentração de Diuron aumenta com a profundidade, mostrando que se move principalmente pelo transporte nos macroporos sem grandes interações com o solo. Cerdeira et al. (2005) argumentam que o Diuron pode ultrapassar 1,0 m de profundidade, embora em estudo de lixiviação de herbicidas em solo de textura argilosa na região de Tangará da Serra/MT, situada BAP como é o caso da área de estudo, Inoue et al. (2008) constataram que o Diuron não passou da camada de 0 a 5 cm, mesmo com 100 mm de precipitação.

Ocorrem na sub-bacia do rio Branco todas as classes de solos presentes na BHC, dentre as quais destacam-se os Luvisolos, presentes em 34,24% da área. A classe pecuária, implantada em mais da metade da área desse tipo de solo, ocupa 6.732,40 ha. Em se tratando dos Luvisolos, geralmente por apresentarem maior produção de sedimentos e reduzida capacidade de infiltração de água, o risco de contaminação é baixo, em razão da menor carga presente nos sedimentos gerados (MELLO, 2006).

Por outro lado, os Cambissolos, presentes em 13,32% da subunidade, caracterizados por serem extremamente rasos e constituídos por elevadas quantidades de argila e silte, fazem com que sua permeabilidade seja bastante reduzida, conferindo uma preocupação quando da aplicação de herbicidas nessa classe de solo. A acentuada pobreza química e associação a relevos movimentados tornam esse sistema muito instável e altamente favorável à erosão, tanto a laminar, quanto em sulcos (EMBRAPA, 2009).

Ainda que apresente restrições ao uso agrícola, este tipo de solo, presente em 14,31% da área da BHC, apresenta 61,18% do uso atribuído às pastagens. Apesar disso, em se tratando da contaminação de águas subterrâneas, as classes que possuem textura argilosa, como os Cambissolos, conferem menor risco, uma vez que a velocidade da infiltração de fluidos é menor nesses solos (SÃO PAULO, 2015).

O Nitossolo cuja erodibilidade é moderada com alta porosidade, que lhe confere boa drenagem interna, está presente em apenas 4% da subunidade do rio Branco, no entanto 85,17% é utilizado para Pecuária. Em estudos de qualidade do solo em Nitossolos, Albuquerque (2001) e Paulino et al. (2013) demonstram que a macroporosidade, essencial ao desenvolvimento dos vegetais, diminui com o aumento da densidade do solo ocupado por pastagem em comparação à mata nativa. Fincatto et al. (2014), ao avaliarem diferentes sistemas de plantios em Nitossolos, identificaram que o uso da terra aumenta a densidade e reduz a porosidade do solo se equiparado à vegetação natural, o que favorece o escoamento superficial que conduz os sedimentos e, a consequente contaminação de mananciais.

Salomão et al. (2009) discorreram que os Nitossolos e Cambissolos por serem solos pouco profundos e porosos, com horizonte sub-superficiais pouco permeáveis, tendem à diminuição da infiltração de água da chuva, permitindo o escoamento sub-superficial dos agroquímicos, configurando uma ameaça aos corpos hídricos.

Diferentemente das demais subunidades da BHC a vegetação recobre 62,67% dos solos desta sub-bacia.

A subunidade do rio dos Bugres encontra-se ocupada em 61,30% por Luvisolos, em 33.336,86 ha deste é desenvolvida a atividade pecuária. Nesse sentido, atenção especial deve ser conferida quanto à possibilidade de contaminação dos mananciais por meio do herbicida avaliado, o Diuron, pois, segundo Brito et al. (2012) o tempo de meia-vida na água Diuron foi bastante elevado, comparados com outros princípios ativos, ou seja, este critério pode ajudar a prever o tempo de permanência e o provável risco de contaminação dos lençóis freáticos subterrâneos antes mesmo da aplicação do herbicida.

No geral, nesta sub-bacia a atividade pecuária ocupa 71,32%, implantada em todos os tipos de solo.

Ressalta-se, ainda, a preocupação quanto aos remanescentes florestais que nessa subunidade totalizam 26,76%, haja vista sua importância na retenção de componentes tóxicos potencialmente contaminantes aos corpos hídricos da sub-bacia rio dos Bugres.

Na sub-bacia do rio Vermelho o Latossolo ocupa 36,75%, a Pecuária 6.949,15 ha, a agricultura 1.744,76 ha (especialmente a monocultura de cana-de-açúcar) e a vegetação 9.336,98 ha (Tabela 2). Devido a grande profundidade, boa porosidade e alta permeabilidade (FONTES et al., 2001) esses solos apresentam uma menor perda de nutrientes (SOUZA et al., 2003), pois as argilas das paredes dos macroporos podem ser enriquecidas por elementos minerais retidos pelas cargas positivas presentes nessas argilas, quando da passagem da água por esses espaços (KLEINMAN et al., 2003).

Os Argissolos, presentes em 32,48% da área dessa subunidade, apresentam 7.576,46 ha de pastagens e 6.312,25 ha de vegetação. Face ao fato, gera-se uma preocupação quanto ao risco de contaminação dos compartimentos ambientais (sedimentos, solo e água) por meio dos herbicidas avaliados. A argila de alta atividade presente nos Argissolos faz com que a diferença textural dificulte a infiltração de água no solo tornando-o suscetível à erosão (EMBRAPA, 2009). A capacidade de infiltração e a estabilidade do solo são as características físicas mais expressivas e intimamente relacionadas à erodibilidade (BRADY e WEIL, 2002).

Além disso os Argissolos, caracterizados pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentam acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. São considerados de baixa fertilidade, com teores elevados de alumínio, o que afeta o desenvolvimento de raízes (EMBRAPA, 2009), requerendo maior intervenção técnica de correção do solo para o avanço das culturas.

De modo geral, a Pecuária está presente em 49,72% da sub-bacia do rio Vermelho e encontrada em todos os tipos de solo desta subunidade ambiental.

Predomina na Interbacia do rio Cabaçal o Latossolo (31,53%), cujas pastagens estão presentes em 8.567,23 ha e a agricultura em 1.889,04 ha, apesar da manutenção de 1.889,04 ha de vegetação (efetivamente matas ciliares). Assim,

Bertol (2005) define que a capacidade de reter nutrientes é particularmente acentuada nos solos argilosos, principalmente os originários do basalto e altamente intemperizados como o Latossolos, com capacidade de reter os ânions e cátions presentes em solução na água que venham a percolar no perfil do solo e, desse modo, a água da chuva deixa de ser o agente da erosão hídrica e de poluição dos mananciais de água e passa a ser estocada no solo.

A pecuária implantada em 4.429,97 ha da classe Neossolos, que pode ser encontrada em 30,01% da sub-bacia. Sabe-se que são solos pouco indicados para práticas agrícolas devido a forte suscetibilidade aos processos erosivos (EMBRAPA, 2009), uma vez que são constituídos por material mineral ou orgânico pouco espesso com pequena expressão dos processos pedogenéticos. E estes em consequência da baixa intensidade de atuação, que não conduziram, ainda, as modificações expressivas do material originário, pela sua resistência ao intemperismo ou composição química, e do relevo, que podem impedir ou limitar a evolução desses solos (EMBRAPA, 2015). Talvez devido a este fato a agricultura ocorra em 19,79 ha desta classe de solo na unidade em tela.

Nesse sentido, configura-se uma preocupação o emprego de sistemas não conservacionistas nessa classe de solo pela possibilidade de sua contaminação e do carreamento de substâncias aos corpos hídricos. Tal fato aparece se os corretivos e fertilizantes forem aplicados em superfície e não incorporados ao solo, principalmente se ocorrerem enxurradas dias após a aplicação dos produtos, acarretando em um problema crítico para a qualidade das águas superficiais (THOMPSON et al., 2001).

Presente em todas as subunidades, a Silvicultura é desenvolvida em cinco classes de solos da BHC: Argissolos, Luvisolos, Cambissolos, Latossolos e Neossolos. De acordo com a Resolução nº 94/2003 (BRASIL, 2003) do Ministério da Saúde é autorizada a utilização do Diuron na manutenção de aceiros de florestas e de reflorestamentos (Silvicultura). Nesse sentido, ressalta-se a importância do adequado manejo do solo e aplicação de herbicidas eventualmente utilizados nessa cobertura de terra, uma vez que apresentam erodibilidade considerada moderada a alta (EMBRAPA, 2009).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2015) prevê que o uso da terra para as principais safras em 2024 (oleaginosas,

grãos brutos, arroz, trigo, cana-de-açúcar e algodão), deva alcançar 69,4 milhões de hectares no Brasil, constituindo 20% a mais que a área média usada durante os três anos de 2012-14. Configurando uma taxa de crescimento de 1,5% ao ano, impulsionado, dentre outros fatores pelo aumento de 37% da terra destinada à produção de cana-de-açúcar e como consequência, o aumento na utilização de agroquímicos potencialmente tóxicos e uma possível contaminação de corpos hídricos.

As amostras das estações de coleta na BHC revelaram que os agroquímicos analisados não foram encontrados nos corpos hídricos em concentração maior do que o tolerável ($<0,001 \mu\text{g L}^{-1}$), além de não contaminar os sedimentos. Possivelmente porque no sistema ambiental da bacia hidrográfica, a água (subterrânea ou superficial) é a última componente a ser contaminada devido a sua localização (ocupa posições de menores cotas altimétricas). A percolação dos agroquímicos no solo constitui-se um processo lento (retenção). Contudo, Britto et al. (2012) classificaram o Diuron como um dos mais propensos à contaminação da água superficial.

Entre os anos de 2014 e 2015 1.309 produtos agrotóxicos foram cadastrados pelo Instituto de Defesa Animal de Mato Grosso (INDEA) (MATO GROSSO, 2015) para serem comercializados no Estado, dentre eles o 2,4-D e o Diuron, sob diferentes nomes comerciais e formulações laboratoriais.

As vias de entrada dos pesticidas no ambiente aquático e mobilização do solo ocorrem através da aplicação intencional, deriva e escoamento superficial de áreas com aplicações (FURTADO et al., 2007). Dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG, 2015) demonstram que Mato Grosso lidera o consumo de agrotóxicos no País.

Mesmo que em menor proporção, a Agricultura é uma prática cada vez mais difundida na bacia, com uma área de 16.890 ha ocupada com a cana-de-açúcar. Atribuído a sua baixa solubilidade, o 2,4-D, em estudos de Primel et al. (2005) apresentou baixo potencial de poluição de águas superficiais e, praticamente inexistente em águas subterrâneas, o que corrobora com os resultados apresentados nesse estudo.

O Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (ARGENTINA, 2015), aponta em seus estudos que os agroquímicos amplamente utilizados para controle

de plantas daninhas, dentre os quais o 2,4-D, estão afetando o solo até o esgotamento, advertindo que a presença de pesticidas em diferentes matrizes ambientais indica a diminuição da capacidade do solo para funcionar como reator (transformar, filtrar e depurar substâncias), considerando que, ao prejudicar o solo, também estaria causando impactos no ar e na água.

Os agrotóxicos investigados configuram risco para o ambiente, no caso da área de estudo, afetaria o bioma brasileiro Pantanal e colocaria em risco a saúde de 201.587 habitantes (IBGE, 2015) que vivem nos dez municípios da bacia e utilizam as suas águas para consumo, lazer e atividades produtivas, a exemplo da agricultura familiar desenvolvida na região sudoeste mato-grossense em que a bacia está localizada.

Constatou-se que não houve interferência da precipitação nos resultados, considerando que na região a sazonalidade climática é marcada por períodos de seca e chuva bem definidos, ou seja, nas quatro campanhas, independente do período sazonal, as concentrações de agroquímicos permaneceram abaixo do limite adotado como referência nesse estudo. Para o ano corrente, o Sindiveg (2015) não estima aumento na comercialização de agroquímicos haja vista as condições climáticas adversas, seca em algumas regiões e excesso de chuva em outras, atraso no plantio da cultura da soja e aumento da área de pastagem.

4. CONCLUSÕES

Na bacia hidrográfica do Cabaçal foram identificadas seis classes de solo ocupadas, em sua maior parte, pela pecuária e agricultura.

Os herbicidas 2,4-D e Diuron são amplamente utilizados na bacia de estudo, contudo, não foi constatada a presença destes em sedimentos ou água em concentrações maiores do que as preconizadas na resolução Conama 357/2005 e agências ambientais europeias.

Salienta-se a importância da seleção e aplicação apropriada de agroquímicos, o manejo adequado da terra e a manutenção de mata ciliar dos corpos hídricos da bacia, devido à relevância dessa unidade ambiental, detentora de inúmeras nascentes formadoras do bioma Pantanal.

Os resultados deste estudo evidenciam que não houve contaminação dos sedimentos e das águas na BHC nos anos de 2014 e 2015. Entretanto, o desenvolvimento das atividades agrícolas descomprometidas com a conservação ambiental pode acarretar danos aos componentes ambientais desse sistema.

Face ao exposto, sugere-se a avaliação da presença de agroquímicos nas classes de solo, pois, dependendo das suas características físico-químicas pode haver retenção do agroquímico sem que tenha atingido os corpos hídricos devido ao lento processo de percolação do herbicida; a execução de estudos com coleta da água após eventos chuvosos, considerando que a vazão dos corpos hídricos da BHC favorece a rápida dissolução dos agroquímicos transportados por escoamento superficial; e a continuidade do monitoramento dos sedimentos e das águas desta unidade hidrográfica, de forma que estes e outros compostos potencialmente contaminantes e tóxicos possam ser avaliados e, quando necessárias, ações efetuadas por parte dos segmentos social e governamental para a manutenção da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Cabaçal, subunidade da Bacia do Alto Paraguai, que abriga o bioma brasileiro Pantanal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura de milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 25, n. 1, p. 717-723, 2001.

ALMEIDA, S. D. B.; COSTA, E.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L.; SPADOTTO, C.; MATALLO, M. B. Sorção de Triazinas em Solos Tropicais. I. Pré seleção para recomendação de uso na região de Ubatuba, São Paulo, Brasil. In: Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental, 4., 2006, Cáceres. **Anais... Medioambiente en Iberoamerica - Visión desde la Física y la Química en los albores del siglo XXI**, v. 2, p. 17-24, 2006.

ALVES, S. T.; DIAS, R. C. E.; BENASSI, M. T. Metodologia para análise simultânea de ácido nicotínico, trigonelina, ácido clorogênico e cafeína em café torrado por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1164-1168, 2006.

ARGENTINA. Ministério da Agroindústria. **Los Plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente**. Argentina: INTA, 2015. 73 p.

BERTOL, O. J. **Contaminação da água de escoamento superficial e da água percolada pelo efeito de adubação mineral e adubação orgânica em sistema de**

semeadura direta. 2005. 209 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BLEWETT, T. C.; ROBERTS, D. W.; BRINTON, W. F. Phytotoxicity factors and herbicide contamination in relation to compost quality management practices. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 20, n. 2, p. 67-72, 2005.

BORTOLUZZI, E. C. Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 4, p. 881-887, 2006.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 13 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 960 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos e Superintendência de Conservação de Água e Solo. **Caderno de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2005. 134 p.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de Janeiro de 2002. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, 4 de Janeiro de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=515>>. Acesso em: 1 set. 2015.

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de Julho de 1989. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, 11 de Julho de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm>. Acesso em: 1 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução-RE nº 94, de 21 de Maio de 2003. **Ingrediente D-25 Diuron**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/areas/coges/legislacao/2003/RDC_119_2003.pdf>. Acesso em: 22 set. 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, 17 de março de 2005. p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 02 Ago. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Probio-Pantanal**, 2004. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_publicacao/14_publicacao24072009102504.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2015.

BRITO, F. B.; VASCO, A. N.; PEREIRA, A. P. S.; MELLO JR, A. V.; NOGUEIRA, L. C. Herbicidas no alto rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 390-398, 2012.

BRITTO, F. B.; VASCO, A. N.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JR, A. V.; NOGUEIRA, L. C. Herbicidas no alto Rio Poxim, Sergipe e os riscos de contaminação dos recursos hídricos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 2, p. 390-398, 2012.

CAIRES, S. M.; DÍAZ CASTRO, J. G. Levantamento dos agrotóxicos usados por produtores rurais do município de Alta Floresta – Mato Grosso. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2002.

CARACCILO, A. B., GIULIANO, G., GRENNI, P., GUZZELLA, L., POZZONI, F., BOTTONIC, P., FAVAC, L., CROBEC, A., ORRU, M. & FUNARIC, E. Degradation and leaching of the herbicides metolachlor and diuron: a case study in an area of Northern Italy. **Environmental Pollution**, v. 134, n. 3, p. 525–534, 2005.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J.; MITSUO, F. Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, 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 Geográfica Acadêmica**, v. 2, n. 1, p. 33-42, 2008.

CERDEIRA, A. L.; DORNELAS-DESOUZA, M.; BOLONHEZI, D.; QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; LIGO, M. A. V.; PESSOA, M. C. P. Y.; SMITH, S. Effects of sugar cane mechanical harvesting followed by no-tillage crop systems on leaching of triazine herbicides in Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 75, n. 4, p. 805-812, 2005.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Guia Nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 2011. Disponível em: <http://www.clean.com.br/downloads/Guia_Nacional_de_Coleta_e_Preservacao_de_Amostras_.pdf>. Acesso em: 1 set. 2015.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamentos de safra: cana-de-açúcar**, 2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>>. Acesso em: 3 set. 2015.

CORREIA, N. M.; KRONKA JR, B. Eficácia de herbicidas aplicados nas épocas seca e úmida para o controle de *Euphorbia heterophylla* na cultura da cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 28, n. 4, p. 853-863, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2009. 412 p.

EMBRAPA. Embrapa Informática Agropecuária. **Solos Tropicais**. Campinas/SP, 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000gn230xho02wx5ok0liq1mqxhk6vk7.html>. Acesso em: 12 set. 2015.

ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 9.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2007.

FAO. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Agricultura Brasileira: perspectivas e desafios**. 2015. 54 p. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/download/PA20142015CB.pdf>>. Acesso em: 3 out. 2015.

FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L.; SANS, L. M. A.; GOMES, M. A. F.; FERREIRA, C. J. A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 659-667, 2002.

FINCATTO, D.; ROSA, D. P.; TORTELLI, G. M.; CONTE, D.; SANTOS, F. S. Propriedades físicas de um nitossolo vermelho sob diferentes usos. Reunião Sul-Brasileira de Ciência do Solo – Fatos e Mitos em Ciência do Solo, 10, Pelotas, 2014. **Anais...** Pelotas, RS: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2014. p. 14-19.

FONTES, M. P. F.; CAMARGO, O. A.; SPOSITO, G. Eletroquímica das partículas coloidais e sua relação com a mineralogia de solos altamente intemperizados. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 5, p. 627-646, 2001.

FURTADO, I. M. A.; AMARAL, L. A.; PEREIRA, R.; FREGONESI, B. M. Dinâmica da contaminação por Diuron na bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal, SP. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17, São Paulo, 2007. **Anais...** Pelotas, RS: Sociedade Brasileira de Recursos Hídricos, 2007. p. 1-15.

GARCIA, D. B.; ALVES, S. N. R.; CASON, J. B.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Lixiviação de diuron, hexazinone e sulfometuron-methyl em formulação comercial e isoladamente em dois solos contrastantes. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 11, n. 2, p. 222-230, 2012.

GRÜTZMACHER, D. D.; GRÜTZMACHER, A. D.; AGOSTINETO, A. E. L.; ROMAN, R.; PEIXOTO, S. C.; ZANELLA, R. Monitoramento de agrotóxicos em mananciais hídricos no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 6, p. 632-637, 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@**. <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/uf.php?lang=&coduf=51&search=matogrosso>. Acesso em: 08 fev. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

IMEA. Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária, 2015. **Bovinocultura**. Disponível: <<http://www.imea.com.br/noticias.php?id=738>>. Acesso em: 3 set. 2015.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA, R. S.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; CONSTANTIN, J.; TORNISIELO, V. L. Sorption kinetics of atrazine and diuron in soils from southern Brazil. **Journal of Environmental Science and Health Part B** –

Pesticides Food Contaminants and Agricultural Wastes, v. 39, n. 4, p. 589- 601, 2004.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR, R. S.; CONSTANTIN, J.; ALONSO, D. G.; SANTANA, D. C. Lixiviação e degradação de diuron em dois solos de textura contrastante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 5, p. 631-638, 2008.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JR, R. S.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; CONSTANTIN, J.; TORNISIELO, V. L. Sorption-desorption of atrazine and diuron in soils from Southern Brazil. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 41, n. 5, p. 605-621, 2006.

KLEINMAN, P. J. A.; BRIAN, A. N.; SHARPLEY, A. N.; McDOWELL, R. W. Using soil phosphorus profile data to assess phosphorus leaching potential in manured soil. **Soli Scientific Society of America Journal**, v. 67, n. 1, p. 215-224, 2003.

LORENZON, T. H.; PAIVA, S. L. P.; NEVES, S. M. A. S.; NEVES, R. J.; NUNES, E. S. Analysis of the conservation state from the Permanent protection areas at the springheads and of the water from Cabaçal river drainage basin, Mato Grosso State, Brazil. **Revista Geografia**, v. 40, Número Especial, p. 159-175, 2015.

MARCHI, G.; MARCHI, E.D.S.; GUIMARÃES, T. G. **Herbicidas: mecanismos de ação e uso**. Planaltina/DF: EMBRAPA Cerrado, 2008. 207 p.

MATALLO, M. B. Aspectos do comportamento dos herbicidas diuron e tebutiuron em solos das áreas de recarga do Aquífero Guarani no Estado de São Paulo. In: GOMES, M. A. F. **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: Implicações para água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 131-148.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 96p.

MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Planejamento do Estado de Mato Grosso. **Mapas de solos do Estado de Mato Grosso**. Diagnóstico Socioeconômico Ecológico do Estado de Mato Grosso, 2002. Disponível em: <<http://www.seplan.mt.gov.br/~seplandownloads/index.php/component/jdownloads/viewdownload/1390-mapas-tematicos-1500-pdf/2562-a001-mapa-de-solos-do-estado-de-mato-grosso?Itemid=>>>. Acesso em: 10 Set. 2015.

MELLO, N. A. Relação entre a fração mineral do solo e qualidade de sedimento - o solo como fonte de sedimentos. In: POLETO, C.; MERTEN, G. H. (Org.). **Qualidade dos sedimentos**. Porto Alegre: **ABRH**, 2006. p. 38-82.

MENDES, K. F.; GOULART, B. F.; POSSAMAI, A. C. S.; INOUE, M. H.; MATOS, A. K. A.; TSCHOPE, M. C. Lixiviação de hexazinone e da mistura hexazinone + diuron em colunas de solos com texturas distintas. **Revista Agro@ambiente on-line**, v. 7, n. 2, p. 218-224, 2013.

PAULINO, P. S.; MAFRA, A. L.; RIGO, A. Z.; BARETTA, D. Atributos físicos como indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo no Estado de Santa Catarina. Congresso Brasileiro de Agroecologia, 8, 2013. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, RS: Associação Brasileira de Agroecologia, 2013. p. 10-15.

PAIVA, R. G.; GONÇALVES JR, F. A.; SANTOS, R. M. Análise multitemporal do município de São Miguel do Iguaçu/PR – Brasil: análise dos aspectos gerais da paisagem rural. **Revista Geográfica de América Central**, v. 1, Número especial, p. 1-10, 2011.

PEÑAHERRERA-COLINA, L. A.; SOUZA, I. F. D.; GUILHERME, L. R. G.; BUENO FILHO, J. S. D. S. Persistência biológica de ametryn, diuron e oxyfluorfen no solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 980-987, 2005.

PESSOA, S. P. M.; GALVANIN, E. A. S.; KREITLOW, J. P.; S.; 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.

PRIMEL, E. G.; ZANELLA, R.; KURZ, M. H. S.; GONÇALVES, F. F.; MACHADO, S. O.; MARCHEZAN, E. Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento. **Química Nova**, v. 28, n. 4, p. 605-609, 2005.

REGITANO, J. B.; PRATA, F.; DIAS, N. N. P.; LAVORENTI, A.; TORNISELO, V. L. Sorção-dessorção do fungicida clorotalonil em solos com diferentes teores de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, p. 267-274, 2002.

ROCHA, W. S. D.; ALLEONI, L. R. F.; REGITANO, J. B. Energia livre da sorção de Imazaquin em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, n. 2, p. 239-246, 2003.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 3 ed. Londrina: IAPAR, 2005. 591 p.

SALOMÃO, F. X. T.; LAET, A. J. B.; SIQUEIRA, A. J. B.; RODRIGUES, S. P.; ESTEVAM, L. Compartimentação morfopedológica aplicada ao gerenciamento ambiental de áreas degradadas por garimpo no Alto Rio Paraguai. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2, Corumbá, 2009. **Anais...** Corumbá: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2009, p. 603-612.

SANTOS, E. L. F. **Educação ambiental nas nascentes do Pantanal no município de Reserva do Cabaçal/MT**. 2011. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de pós-graduação stricto sensu em Ciências Ambientais. Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres/MT, 2011.

SANTOS, M. L.; MORAIS, E. S.; SILVEIRA, H.; ALVES, F. C. Estudo do escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Ivaí, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 14, n. 3, p. 259-267, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. **Solos**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/2012/01/modulo_solo.pdf>. Acesso em 21 Set. 2015.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 05-18, 2005.

SINDIVEG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal. Balanço de Agrotóxicos Comercializados no Brasil em 2014, 2015. Disponível em: <http://www.sindiveg.org.br/docs/balanco_2014.pdf>. Acesso em: 15 set. 2015.

SOUZA, M. A. P.; MOTA, A. C.; DIONISIO, J. A.; FOULER, R. B.; BLEY JR., C. J. Potencialidade, aspectos ambientais e riscos associados a disposição final de esterco suíno líquido em terras das regiões Oeste e Sudoeste do Estado do Paraná. In: nome do autor ou da Instituição. **Manual do assistente técnico - Projeto de controle de contaminação ambiental decorrente da suinocultura no estado do Paraná**. Paraná: FUNPAR. 2003, 70p.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso - Clima**: análise e representação cartográfica. Cuiabá: Entrelinhas, 2011. 102 p.

TAYLOR K. G.; OWENS, P. N.; BATALLA, R. J.; GARCIA, C. Sediment and contaminant sources and transfers in river basins. **Sustainable Management of Sediment Resources**, v. 4, n. 1, p. 83-135, 2008.

THOMPSON, A. L.; GHIDEY, F.; REDMI, T. P. Raindrop energy effects on chemical and sediment transport. **Transactions of the ASAE**, v. 44, n. 4, p. 835-841, 2001.

TONHI, E.; KENNETH, E. C.; JARDIM, I. C. S. F.; COLLINS, C. H. Fases estacionárias para cromatografia líquida de alta eficiência em fase reversa (clae-fr) baseadas em superfícies de óxidos inorgânicos funcionalizados. **Química Nova**, v. 25, n. 4, p. 616-623, 2002.

UETA, J.; SHUHAMA, I. K.; CERDEIRA, A. L. Biodegradação de herbicidas e biorremediação: microrganismos degradadores de atrazina provenientes de solos da Região do Aquífero Guarani. **Revista Plantio Direto**, v. 24, n. 1, p. 25-30, 2010.

USGS. **Geological Survey**, 2013. Disponível em: <<http://landsat.usgs.gov>>. Acesso em: 15 out. 2013.

VIVIAN, R.; QUEIROZ, M. E. L. R.; JAKELAITIS, A.; GUIMARÃES, A. A.; REIS, M. R.; CARNEIRO, P. M.; SILVA, A. A. Persistência e lixiviação de ametryn e trifloxysulfuron-sodium em solo cultivado com cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 111-124, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do Cabaçal, nos dez municípios em que está inserida, encontra-se antropizada apresentando decréscimo da cobertura vegetal e aumento das atividades agropecuárias. Como consequência, houve perda da qualidade das águas na unidade e o comprometimento do estado de conservação ambiental. Os agroquímicos utilizados nas atividades agropecuárias praticadas na bacia, em seis diferentes classes de solo, não foram encontrados nos sedimentos e nas águas coletados nas estações das unidades hidrográficas em concentração acima do permitido pela legislação.

Ao longo de 29 anos a avaliação da série histórica de uso da terra e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Cabaçal demonstrou que o grau de antropização encontra-se moderado. Na bacia de estudo predominam paisagens de campos cultivados com supressão drástica da cobertura florestal para o desenvolvimento da pecuária e agricultura, principalmente cana-de-açúcar.

No período de estudo a qualidade da água da BHC foi classificada como Boa e Razoável, com influência da sazonalidade em sua qualificação e estreita relação com os usos da terra (pecuária e canavicultura). Os parâmetros físico-químicos turbidez e oxigênio dissolvido foram os constituintes que tiveram as maiores oscilações e influenciaram na determinação do IQA nas cinco sub-bacias da BHC. As coleções hídricas são sensíveis às influências antrópicas que ocorrem no uso e na cobertura da terra.

O Índice de Conservação da Água demonstrou que, tanto no período chuvoso quanto no seco, o pior estado foi verificado nas sub-bacias rio Branco e rio dos Bugres, as únicas subunidades que apresentam menos de 50% de suas APPs conservadas.

Os agroquímicos avaliados, 2,4-D e Diuron, apesar de utilizados nas atividades agropecuárias perpetradas nas subunidades da BHC, não foram constatados em sedimentos ou água em concentrações maiores do que as preconizadas na resolução Conama 357/2005 e agências ambientais europeias, a despeito da classe de solo que abriga os usos da terra relacionados à pecuária e canavicultura.

APÊNDICES



Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus Universitário de Cáceres – MT
Programa Pós-Graduação Stricto Sensu em Ambiente e
Sistemas de Produção Agrícola- PPGASP
Laboratório de Geotecnologias – LABGEO



Apêndice 1

**“Dinâmica do uso da terra e as implicações na cobertura vegetal, na
 qualidade da água e no solo da bacia hidrográfica do Cabaçal, Mato Grosso –
 Brasil”**

CAAE: 45416215.3.0000.5166

Mestranda: Thiziane Helen Lorenzon

Orientadora: Profa. DSc. Sandra Mara Alves da Silva Neves

Questionário

01. O estabelecimento vende defensivos agrícolas à base de Diuron e 2,4-D?

Não Sim

02. Os defensivos são comercializados através de receituário agrônômico?

Não Sim

03. Quem fornece o receituário:

Empaer Técnicos da Prefeitura

Técnico particular Técnicos da agropecuária

04. A casa agropecuária comercializa equipamentos para pulverização? Quais?

Costais Barra Canhão Outro

05. Quem regula a dosagem dos defensivos agrícolas e dos equipamentos de Proteção Individual (EPI's)?

Agricultores Tratoristas terceirizados Técnicos da Agropecuária

06. Os produtores rurais tem conhecimento da NR 31?

Não Sim Não Sabe

07. Ocorre a aquisição de EPI's?

