



## ANÁLISE AMBIENTAL DE UMA MICROBACIA TRIBUTÁRIA DO PANTANAL MATO-GROSSENSE: CONTRIBUIÇÃO AO MÉTODO VERAH E À GESTÃO AMBIENTAL

DOI: 10.19177/rgsa.v9e3202029-53

**Daniela Maimoni de Figueiredo<sup>1</sup>**  
**Renato Blat Migliorini<sup>2</sup>**  
**Fernando Ximenes de Tavares Salomão<sup>3</sup>**  
**Mirian Braga de Araújo<sup>4</sup>**

### RESUMO

Este estudo objetivou analisar as relações entre as características ambientais e as alterações resultantes das atividades antrópicas na microbacia do Córrego do Meio (município de Reserva do Cabaçal, MT). Esta microbacia é tributária do Rio Cabaçal, afluente do Rio Paraguai, principal formador da planície de inundação do Pantanal Mato-grossense. Adotamos o método VERAH para realizar a avaliação integrada da Vegetação, Erosão, Resíduos Sólidos, Água e Habitação, com ênfase aos temas erosão e água. O tema erosão foi ampliado com estudos de morfopedologia. Constatamos o empobrecimento do solo pelos processos erosivos, causados pelo manejo inadequado e pela supressão excessiva da vegetação (principalmente das APPs - nascentes e mata ciliar), que foram amplificadas pela fragilidade natural dos compartimentos morfopedológicos. Além disso, constatamos perda da biodiversidade, assoreamento e aporte de poluição difusa (sedimentos) ao córrego e redução de infiltração da água da chuva para abastecer os mananciais subterrâneos, que por sua vez abastecem as nascentes. A precariedade de infraestrutura dos serviços públicos foi evidenciada pelo destino inadequado dos resíduos líquidos (esgoto doméstico) e sólidos, ampliados pelo baixo nível escolar e socioeconômico da população. As alterações ambientais resultam do processo histórico de uso dos recursos naturais e se correlacionam com as desigualdades e injustiças socioambientais. Estas condições ocorrem em outras microbacias tributárias do Pantanal e são os principais impactos ambientais no planalto que afetam esta importante planície de inundação a serem considerados e correlacionados no planejamento e execução de ações de gestão ambiental.

**Palavras-chave:** Morfopedologia. Erosão. Qualidade da Água. Desmatamento.

<sup>1</sup> Graduada em Ciências Biológicas pela UFMT (1991), especialista em Biologia de Ambiente Inundáveis pela UFMT (1995), mestre em Ecologia e Conservação da Biodiversidade pela UFMT (1997) e doutora em Ecologia e Recursos Naturais/Limnologia pela UFSCar (2007). De 1995-1998 foi chefe da Divisão de Recursos Hídricos da Fund. Estadual de Meio Ambiente (MT, atual SEMA). Professora da UFMT-IB. <http://orcid.org/0000-0002-2229-0905>. E-mail: dani\_figueiredo@uol.com.br

<sup>2</sup> Geólogo pela Universidade de Fortaleza (1985), mestrado em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) pela Universidade de São Paulo (1994) e doutorado em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia) pela Universidade de São Paulo (2000). Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal de Mato Grosso E-mail: rena@ufmt.br

<sup>3</sup> Geólogo pela Universidade de São Paulo(1969), mestrado em Geologia Geral E de Aplicação pela Universidade de São Paulo(1984) e doutorado em Geografia (Geografia Física) pela Universidade de São Paulo(1994). Atualmente é Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso E-mail: ximenes.salomão@gmail.com

<sup>4</sup> Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Mato Grosso (2014). Graduada pela UFMT - Licenciatura em Química (2010) e professora contratada pela SEDUC - MT E-mail: mila.mba@gmail.com

## **ENVIRONMENTAL ANALYSIS OF THE MICROBASIN TRIBUTARY FROM THE PANTANAL FLOODPLAIN: A CONTRIBUTION TO THE *VERAH* METHOD AND TO THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

### **ABSTRACT**

This study aimed to analyze the relationship between environmental characteristics and changes resulting from human activities in the Córrego do Meio watershed (Reserva do Cabaçal, MT). This microbasin is a tributary of the Cabaçal River, a tributary of the Paraguay River, the main river of the Pantanal floodplain in Mato Grosso. We adopted the *VERAH* method to carry out the integrated assessment of Vegetation, Erosion, Solid Waste, Water and Housing, with an emphasis on erosion and water. The erosion theme was expanded with morphopedology studies. We verified the impoverishment of the soil by erosive processes, caused by inadequate management and by the excessive suppression of vegetation (mainly on headwater and riparian forest), which were amplified by the natural fragility of the morphopedological compartments. In addition, we have seen loss of biodiversity, silting and the spread of diffuse pollution (sediments) to the stream and reduced infiltration of rainwater to supply underground water sources, which in turn supply the streams. The precariousness of public services infrastructure was evidenced by the inadequate destination of liquid (domestic sewage) and solid waste, amplified by the low educational and socioeconomic level of the population. Environmental changes result from the historical process of using natural resources and are correlated with socio-environmental inequalities and injustices. These conditions occur in other tributary watersheds in the Pantanal and are the main environmental impacts on the plateau that affect this important floodplain to be considered and correlated in the planning and execution of environmental management actions.

**Keywords:** Morphopedology. Erosion. Water Quality. Deforestation.

## **1 INTRODUÇÃO**

O Pantanal é uma das maiores e mais importantes áreas úmidas tropicais do planeta, um frágil bioma localizado na depressão intercontinental no centro da América do Sul, cada vez mais reconhecido em publicações acadêmicas, documentos internacionais e políticas governamentais (IORIS, 2013; JUNK et al., 2011). Esta área úmida, localizada entre os estados brasileiros de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e partes da Bolívia e Paraguai, é uma importante reserva de

água doce, dominada por planícies de inundação sazonais que abrigam rica biodiversidade, tanto de espécies quanto de habitats e paisagens (PETERMANN, 2011; CUNHA; JUNK, 2011). O funcionamento do Pantanal, tem como principal fator controlador a variação anual do nível da água, onde a teoria do *pulso de inundação*, desenvolvida por Junk et al. (1989), explica este funcionamento. Esta variação depende principalmente dos rios que nascem na região dos planaltos, serras e depressões, que circundam a planície aluvial, que são as áreas mais densamente ocupadas pelas atividades antrópicas, com uso da terra predominantemente na atividade agropecuária e com a maior parte da população concentrada nas áreas urbanas.

Historicamente, essa ocupação ocorreu com escasso planejamento e gerenciamento ambiental, resultando em desmatamento, com fragmentação de habitats e perda da biodiversidade; em poluição da água, devido ao uso dos rios para a diluição de esgotos domésticos e industriais com tratamento incompleto das cidades e à poluição difusa provinda da atividade agropecuária; e em processos erosivos, causados pelo manejo inadequado do solo, como a retirada de matas ciliares, ocupação de encostas e de nascentes (FIGUEIREDO et al., 2018; SALLO et al., 2018; JUNK et al., 2012; MACHADO et al., 2011). Todos estes impactos levam à perda de serviços ecossistêmicos, ao aumento de conflitos socioambientais e colocam em risco a segurança hídrica.

As microbacias localizadas nas regiões de cabeceira no planalto desempenham um importante papel na manutenção da integridade ambiental dos rios maiores e na produção de água (segurança hídrica). A maioria dos estudos em microbacias foi efetuada em áreas predominantemente urbanas (ANDRADE et al., 2018; FERREIRA et al., 2017; RONDON LIMA, 2009; entre outros), representando uma lacuna na avaliação e no conhecimento integrado dos rios formadores do Pantanal. A alteração dos córregos de cabeceira (baixa ordem), que não são monitorados rotineiramente quanto à qualidade da água (DING et al., 2016), por exemplo, intensifica os problemas ambientais em larga escala por meio do declínio regional da qualidade da água, tendo em vista a relação dessas áreas com as áreas a jusante (FREEMAN, PRINGLE; JACKSON, 2007). Além disto, os córregos são ecossistemas mais vulneráveis às ações antrópicas, sujeitos à uma maior variabilidade hidroquímica (BLEICH et al., 2016).

Dentre as diversas metodologias desenvolvidas para análise ambiental em microbacias, que incluam os diferentes fatores naturais e antrópicos e tenham uma abordagem sistêmica e integrada, destacamos o método VERAH, adotado neste estudo, que engloba cinco componentes socioambientais correlacionados entre si, V – Vegetação, E – Erosão, R – Resíduos Sólidos, A – Água e Assoreamento e H – Habitação (OLIVEIRA et. al., 2008). Este método é direcionado ao diagnóstico de bacias hidrográficas com o propósito de detectar problemas ambientais gerados pelo uso do solo (GUEDES, 2010), podendo ser adotado como ferramenta de gestão ambiental (FROÉS FILHO et al., 2015), de educação ambiental (NUNES et al., 2018) e/ou como método de investigação acadêmica.

Com a adoção desse método, o presente estudo objetivou efetuar uma análise ambiental integrada em pequena escala, em uma microbacia localizada no planalto, tributária da planície do Pantanal. A proposição deste estudo é contribuir com a aplicação de métodos com abordagem multidimensional que levem à compreensão sistêmica de uma microbacia com ocupação rural-urbana e, por conseguinte, contribua com a gestão ambiental.

## 2 ÁREA DE ESTUDO

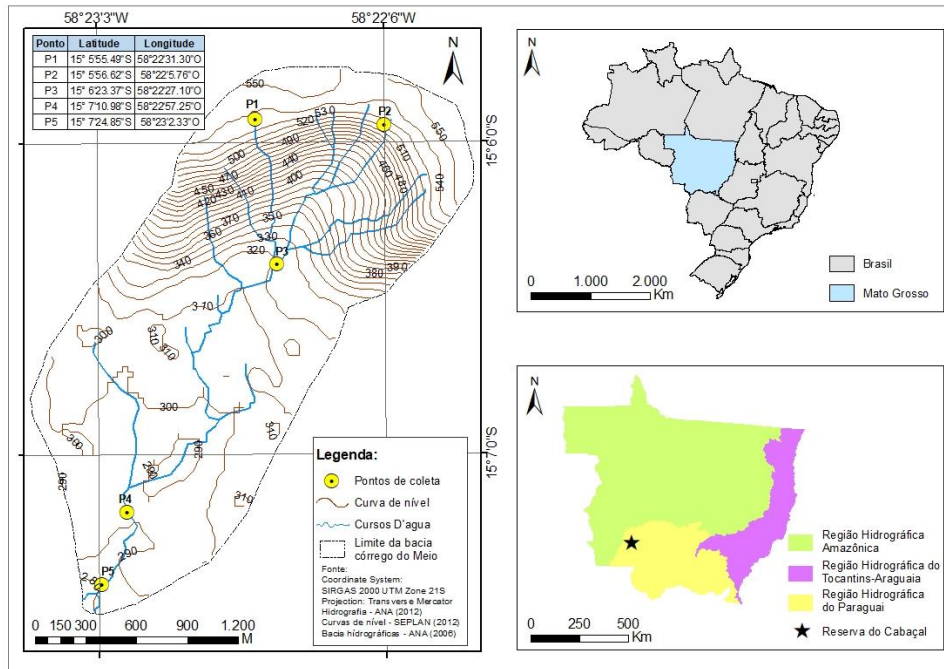


Este estudo foi desenvolvido na microbacia do Corrego do Meio, localizado no município de Reserva do Cabaçal (Mato Grosso). Esta microbacia foi selecionada por apresentar ocupação rural (maior parte) e urbana, estar localizada numa área frágil do ponto de vista de processos erosivos e por ser uma das microbacias com ocupação mais antiga e intensa da área de drenagem do Rio Cabaçal. Este rio é um importante afluente direto do Paraguai, principal rio da Região Hidrográfica do Paraguai, uma das três regiões que estão em território mato-grossense, dentre as 12 existentes no país (Figura 1).

Toda a área da microbacia está situada no município de Reserva do Cabaçal, sudoeste do Estado de Mato Grosso, distante a 412 km da capital do Estado, na latitude de 15°08'15" sul e longitude de 58°08'15". Este município possui população total de 2.578 habitantes (IBGE, 2010), com IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) médio de 0,68 (PNUD, 2000). A partir da década de 1960, a Bacia do Rio Cabaçal foi intensamente ocupada (pós indígena), sendo que, atualmente, predomina em sua área produtores que trabalham em regime de agricultura de

subsistência com pequenas plantações (milho, feijão, banana) e exploram a pecuária de leite e corte, além da suinocultura e avicultura (CURVO, 2008).

Figura 1: Mapa de localização do município de Reserva do Cabaçal e da microbacia do Córrego do Meio, com os pontos de coleta de água (P1-P5) e curvas de nível



Fonte: do autor.



O clima na área de estudo é do tipo Tropical Continental, Alternadamente Úmido e Seco, com temperatura média variando de 22,0 a 22,9°C, precipitação total anual entre 1.900 e 2.100 mm, com meses mais chuvosos de outubro a abril e mais secos de junho a setembro (TARIFA, 2011).

Na área ocorrem as seguintes fisionomias de vegetação: Cerrado (Savana), Campo Cerrado (Savana Arbórea Aberta ou arborizada), Campo Sujo (Savana Parque), Campo Limpo (Savana Gramíneo Lenhosa) e Cerradão (Savana Arbórea Densa ou florestada), matas (destacando as matas ciliares e as de galerias) e áreas desmatadas (BRASIL, 1982).

A microbacia apresenta duas unidades geomorfológicas, quais sejam: Planalto dos Parecis e Depressão do Alto Paraguai (BRASIL, 1982). O Planalto dos Parecis é sustentado por rochas cristalinas, vulcânicas e sedimentares Paleozoicas e Mesozoicas, contemplando duas subunidades geomorfológicas: a mais elevada, Chapada dos Parecis, englobando principalmente áreas pediplanadas, com amplas superfícies tabulares com altitude em torno de 600 m, e o Planalto Dissecado dos Parecis dominado por morros escarpados em posição topográfica inferior, variando



entre 200 m a 400 m de altitude (BRASIL, 1982). A Depressão do Alto Paraguai inicia-se na base da frente de escarpa do Planalto dos Parecis estendendo-se em direção ao Pantanal Mato-grossense, sendo dominado por colinas, morros e superfícies em rampa, onde se instalam o Rio Cabaçal e o perímetro urbano de Reserva do Cabaçal. Ocorrem cinco tipos de solos na área da microbacia, quais sejam: Cambissolo, Neossolo Regolítico, Argissolo, Plintossolo e Gleissolos (SILVA; PAEZANO JUNIOR, 2013).

### 3 METODOLOGIA

Os levantamentos em campo para aplicação do método VERAH foram efetuados em março-abril (chuva) e setembro (estiagem) de 2012, considerando a sazonalidade de chuvas na região e sua influência no componente Água. Destacamos que foi dada ênfase aos componentes Água e Erosão, sendo que este último foi ampliado e incluiu ainda a identificação e análise de unidades morfopedológicas da área de drenagem, considerando o contexto geomorfológico e o uso da terra desta microbacia. A seguir é apresentada a descrição detalhada da aplicação do método.

**Vegetação:** Efetuou-se o levantamento das espécies arbóreas e subarbóreas, bem como algumas arbustivas mais recorrentes e comuns nas duas épocas do ano, através de um “levantamento rápido” nos estratos de vegetação, com identificação das espécies de maior porte e mais frequentes, que se encontravam no entorno dos pontos de coleta de água, num raio aproximado de 20 metros. Em campo, foi identificada a maioria das espécies, sendo que para as demais foram coletadas folhas, flores e frutos, quando possível, para serem prensadas e posteriormente identificadas através do método comparativo no Herbário Central da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Uma minoria de indivíduos coletados (cerca de 10%) não foi identificada por ausência de partes reprodutivas ou frutos.

**Erosão:** Para a avaliação dos processos erosivos e movimentos de massa, foram identificados e caracterizados os compartimentos morfopedológicos, detalhamento que representa uma ampliação do método VERAH, uma vez que na proposição original consta a determinação do local, da área e dos tipos de erosão, sem mencionar os fatores naturais e antrópicos intervenientes e a identificação de unidades homogêneas com base nesses aspectos.

Com o auxílio do software ArcGis 10 e considerando a homogeneidade relativa dos terrenos com relação aos aspectos do meio físico, como declividade das vertentes, cobertura pedológica, características litológicas do substrato rochoso e a dinâmica do funcionamento hídrico. Efetuamos a delimitação cartográfica dos compartimentos morfopedológicos e sua interpretação, tendo em vista a determinação da suscetibilidade tanto à erosão laminar como linear (SALOMÃO, 2012). As vertentes da microbacia foram percorridas do topo para a base e identificados os tipos de solo, as características morfológicas de seus horizontes e a posição do nível freático. A investigação pedológica foi realizada com base na descrição de amostras coletadas por tradagem. As características morfológicas como coloração, textura, estrutura e porosidade foram identificadas e descritas. Também foram descritas as espessuras dos horizontes pedológicos e os tipos de solo presentes na área. Para tanto, utilizamos trado manual de um metro para a investigação do solo e um guia de tabela de cores de Munsell. O levantamento de campo foi complementado com a análise de imagens de satélite de alta resolução Google Earth, melhoradas e georeferenciadas com o uso do software ArcGis 10, permitindo também o mapeamento das ocorrências erosivas lineares. Todos estes aspectos permitiram a identificação das unidades morfopedológicas, conforme método de Salomão (2012), que resultaram em um mapa dessas unidades para a área de estudo. A hidrografia da microbacia e as curvas de nível, importantes para a construção desse mapa, bem como do mapa da área de estudo, foram baseados em ANA (2012) e SEPLAN (2012), adotando-se o sistema de coordenadas Sirgas200 UTM Zone 21S e sistema de projeção Transverse Mercator.

**Resíduos sólidos:** Com o propósito de identificar pontos propícios à contaminação dos corpos d'água e possíveis depósitos de resíduos sólidos na microbacia, toda a área foi observada *in loco* quanto a este aspecto, na época de chuva, principalmente, quando há maior aporte destes resíduos às drenagens. Em setembro, período de estiagem, foi aplicado de forma aleatória, um questionário do tipo estruturado nas residências localizadas na microbacia, juntamente com o questionário aplicado no tema Habitação, tanto na zona urbana quanto na zona rural, visando levantar dados a respeito do roteiro, transporte, frequência da coleta dos resíduos sólidos e a disposição final dos resíduos gerados pela população.

**Água:** Este componente foi avaliado quanto ao aspecto qualitativo e quantitativo. Para a avaliação da qualidade da água do Córrego do Meio, foram

amostradas cinco estações de coleta (P1 a P5), nas duas épocas do ano (chuva e estiagem) de 2012. A seguir uma descrição detalhada dos pontos (Figura 1): *Ponto 1*: Nascente do Córrego do Meio originada por voçoroca no alto da serra. Neste local registramos uma erosão que está em recuperação natural, tendo em vista o predomínio de vegetação secundária, porém na nascente há pouca vegetação e não há cerca de proteção, facilitando o acesso do gado. *Ponto 2*: Nascente da captação de água da cidade, foi originada por voçoroca localizada no alto da serra. Está protegida por mata ciliar e encontra-se cercada, impedindo acesso do gado. *Ponto 3*: Está localizado após a confluência destas duas nascentes. Encontra-se nos fundos de pequenas propriedades rurais, as quais possuem criação de suínos, bovinos e galinhas. O leito está desprotegido de mata ciliar e tem acesso ao gado, observamos bancos de areia dentro do córrego e as margens cobertas por vegetação rasteira de pastagem. *Ponto 4*: Está localizado no limite entre a zona rural e urbana. Observamos a existência de residências próximas a margem do Córrego do Meio. Não possui mata ciliar ao redor. *Ponto 5*: Está localizado à montante da foz do Córrego do Meio com o rio Cabaçal, onde observamos o leito desprotegido de mata ciliar e bastante assoreado, é nítida a mudança de coloração da água e o mal cheiro causado pelos efluentes da área urbana.



Foram avaliados os seguintes parâmetros, de acordo com os métodos de coleta, preservação das amostras e análises de água seguiram o definido por CETESB (2011) e AWWA/APHA (2012): cor verdadeira, turbidez, sólidos totais, dissolvidos e suspensos, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, fósforo total, ferro dissolvido, coliformes totais e *Escherichia coli*. Os resultados foram comparados com os padrões da Resolução Conama (Conselho Nacional de Meio Ambiente) nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005), para rios de classe 2, como é o caso do Córrego do Meio, exceto para condutividade e sólidos suspensos que não possuem padrão.

A avaliação quantitativa da vazão do córrego foi medida em duas estações de coleta (P4 e P5), cujo método adotado foi do tipo flutuador, em dois pontos (P4 e P5), obedecendo aos critérios propostos por Santos et al. (2001): trecho retilíneo, com margens bem definidas, leito regular e estável, e calha sem obstrução a montante.

**Habitação e perfil socioeconômico:** Para o levantamento das condições de habitação, foi necessário ampliar o levantamento de dados para outros aspectos



socioeconômicos correlacionados a esse tema. Para tanto, foi aplicado aleatoriamente 55 questionários estruturados, sendo 47 na zona urbana e 08 na zona rural, totalizando 171 moradores (um por residência).

#### 4 RESULTADOS

**Vegetação:** O estudo deste tema na microbacia do Córrego do Meio permitiu constatar que a vegetação original da área foi praticamente extinta, devido à ocupação rural e urbana. Na zona rural, a vegetação primária, em grande parte, foi substituída por pastagens para o gado, com o predomínio de cobertura vegetal rasteira e pequenos arbustos. Foi possível encontrar pequenos fragmentos dispersos de vegetação na área de pastagem, principalmente nas cabeceiras das drenagens, caracterizando matas de galeria modificadas, com espécies secundárias advindas da recuperação natural e da sucessão vegetal do banco de sementes do solo. Mais de 60% das 49 espécies arbóreas identificadas, pertencentes a 28 famílias taxonômicas, ocorrem preferencialmente ou se adaptam bem a solos arenosos, predominantes na microbacia, e são típicas ou podem ocorrer em vegetação secundária (em fase de recuperação), com destaque para *Cecropia pachystachya* (embaúba), *Mabea fistulifera* (mamoninha do mato), *Apeiba tibourbou* (pente de macaco), *Guazuma ulmifolia* (chico magro) e *Trema micrantha* (periquiteira). Dentre as espécies remanescentes da vegetação primária, destacam-se *Combretum leprosum* (carne de vaca), *Terminalia argentea* (capitão do mato) e *Machaerium stipitatum* (jacarandá).

**Erosão:** Como mencionado, este tema foi ampliado e aprofundado por meio da identificação de cinco compartimentos morfopedológicos, descritos a seguir (Figura 2).

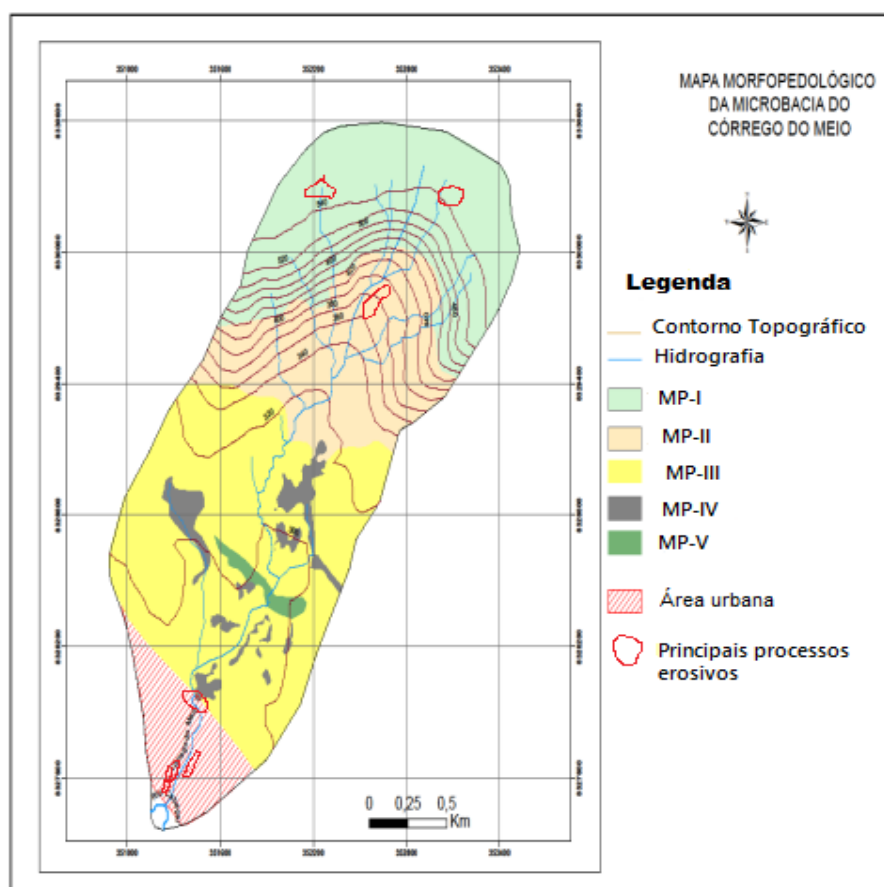
**Compartimento Morfopedológico MP-I- Borda de Chapada e Encostas Escarpadas com Neossolo Quartzarênico e Cambissolo:** Encontra-se em cotas mais elevadas, que variam entre 440 a 540 m, abrangendo formas escarpadas de relevo. Inicia-se, a montante, na borda da chapada do Planalto dos Parecis, numa faixa do terreno em transição para a escarpa, dirigindo-se a jusante, para porções mais rebaixadas do relevo. Em sua porção superior, na borda da chapada, nota-se a evolução do terreno com caimento em direção a escarpa e presença de camada de sedimentos essencialmente arenosos provenientes da intemperização de arenitos pertencentes à Formação Utiariti. Esta cobertura de sedimentos arenosos associa-

se também a processos de deposição coluvionar da porção superior da escarpa, dominada por rocha de composição granítica que se encontra em contato subjacente à Formação Utiariti. Estas condições são potencialmente favoráveis a processos erosivos, de movimentos de massa e de surgências do aquífero freático na forma de nascentes, que dão sustentação a manifestação de cursos d'água em talwegues que se dirigem ao curso principal do Córrego do Meio. Nessa porção superior, as águas de chuvas se infiltram com maior facilidade na camada arenosa constituída por Neossolo Quartzarênico, abastecendo o aquífero freático que provavelmente se encontra em contato com o substrato rochoso. Trata-se, portanto, de um solo bastante erodível, especialmente por não apresentar coesão entre as partículas arenosas. Pequenos escoamentos superficiais das águas da chuva promovem erosões tanto laminar como linear nas formas de sulcos e ravinas, que ao se aprofundarem podem interceptar o aquífero freático ativando fenômenos de *piping* e dando origem a voçorocas de difícil controle. Abaixo da borda da chapada nota-se presença de ruptura positiva de declive da vertente com aumento de inclinação, tornando a encosta escarpada com afloramentos rochosos de natureza granítica e solos pouco profundos (Cambissolos). Nessas condições, as águas de chuva infiltram apenas no horizonte superficial, tendendo ao escoamento e com alta suscetibilidade a erosão laminar e linear por sulcos e ravinas, que por descalçamento da encosta permite a instalação de movimentos de massa, especialmente por quedas de blocos.

**Compartimento Morfopedológico MP-II- Superfície em Rampa com Neossolo Regolítico:** Encontra-se na base da escarpa do Planalto do Parecis a partir de ruptura negativa de declive, com configuração topográfica de rampa pouco declivosa (inferior a 6%), em cotas altimétricas entre 340 e 440 m e cobertura pedológica pouco profunda constituída por Neossolo Regolítico. Este solo, de textura areno-argilosa, apresenta horizonte superficial rico em matéria orgânica sobreposto a profundidade em torno de 50 cm a horizonte argilo-arenoso resultante da alteração intempérica de rocha granítica contendo grande quantidade de seixos e fragmentos de rocha. As águas de chuva infiltram no horizonte superficial retendo-se em subsuperfície e dando origem a aquífero suspenso durante o período chuvoso do ano, que, ao se manifestar na superfície do terreno, origina nascentes intermitentes. Trata-se de setor do terreno muito sensível a processos erosivos lineares e a movimentos de massa, por apresentar tendências à concentração do escoamento

superficial das águas de chuva provenientes da escarpa, e escoamento em subsuperfície promovido pelo aquífero freático, sendo assim, muito susceptíveis a ravinas e voçorocas. Porções desmatadas deste compartimento morfopedológico favorecem a instalação de ravinas, que, ao aprofundarem e interceptar o aquífero freático favorecem o desenvolvimento de fenômenos de *piping* e instalação de voçorocas instabilizando as encostas a processos de movimentos de massa.

Figura 2: Delimitação dos cinco Compartimentos Morfopedológicos (MP) e localização dos principais processos erosivos identificados na microbacia do Córrego do Meio, município de Reserva do Cabaçal-MT



Fonte: próprio autor.

**Compartimento Morfopedológico MP-III- Colinas com Argissolo:** Encontra-se em área da Depressão do Alto Paraguai, constituída por terreno dominado por colinas e superfícies em rampas, em cotas altimétricas entre 300 e 340 m, com predomínio de Argissolo, apresentando horizonte superficial arenoso e, em subsuperfície, horizonte de textura argilosa e pouco porosa de coloração vermelho amarelada. Foi possível encontrar nesse compartimento afloramentos do

substrato geológico, constituído por rocha de composição granítica. As águas de chuva infiltram-se com relativa facilidade no horizonte superficial arenoso e com dificuldade no horizonte superficial argiloso e pouco poroso. Dessa forma, em chuvas prolongadas com a saturação do horizonte superficial se observam escoamentos superficiais promovendo erosão laminar, com moderada susceptibilidade a erosão linear por sulcos e ravinas, não sendo, entretanto, susceptível a voçorocas por não apresentar aquífero freático no solo.

**Compartimento Morfopedológico MP-IV- Superfície Aplainada com Plintossolo:** Ocorre em de superfície aplainada com declividade inferior a 3%, em cotas altimétricas entre 320 e 330 m. O substrato geológico constituído por granito é recoberto por solo pouco profundo (Plintossolo), de textura areno-argiloso até a profundidade de 50 cm, e entre 50 a 100 cm, apresenta textura argilosa de coloração marrom amarelado, com a ocorrência de plintita, que é uma formação constituída da mistura de material de argila, pobre em carbono orgânico e rica em ferro ou ferro e alumínio, com grãos de quartzo, que se forma devido à segregação do ferro. A baixa declividade e a permeabilidade reduzida em subsuperfície torna este compartimento morfopedológico com baixa susceptibilidade a erosão, mas favorável a alagamentos durante o período chuvoso do ano, e a processos de assoreamento verificados ao longo do leito e margens do Córrego do Meio.

**Compartimento Morfopedológico MP-V- Terrenos Alagadiços com Gleissolo:** Este compartimento encontra-se em uma área de terrenos alagadiços, em cotas altimétricas, entre 290 e 300 m, situando-se na parte central da microbacia do Córrego do Meio. O substrato geológico não foi identificado devido à ausência de afloramentos e espessa camada de sedimentos provenientes de assoreamento, com nível d'água aflorante durante boa parte do ano. Sua cobertura pedogenética é o Gleissolo, sendo caracterizado como solo de coloração cinza, característico de áreas saturadas em água. Esse compartimento morfopedológico não apresenta susceptibilidade à erosão, porém como no compartimento IV, é onde o ocorre o depósito de assoreamento proveniente dos processos erosivos que se manifestam a montante, depositando na parte mais baixa do terreno no trajeto do Córrego do Meio até o rio Cabaçal, onde ele deságua.

**Ocorrência de Processos Erosivos:** Dentre os tipos de erosão, foram encontradas na microbacia do Córrego do Meio voçorocas que ocorrem nas áreas

de borda de chapada (MP-I), sulcos e ravinas na frente de escarpa (MP-I e MP-II), e no compartimento MP-III situado na Depressão do Alto Paraguai. Ao longo do curso d'água deste córrego e em suas margens observam-se ocorrências generalizadas de processos erosivos e assoreamento, formados principalmente pelo aporte de sedimentos advindos de montante. A nascente principal do Córrego do Meio situa-se numa cabeceira localizada na borda da chapada em transição para a frente de escarpa, local muito sensível a processos erosivos. Nesse local foi observada a manifestação de uma voçoroca causada pela remoção de parte da mata ciliar e avanço de pastagem. A voçoroca foi isolada com cerca de arame farpado impedindo o acesso do gado que favoreceu o desenvolvimento de espécies vegetais secundárias contendo o avanço erosivo.

**Água:** Nos resultados da qualidade da água, apresentados na Figura 3, demonstram que o pH oscilou entre neutro a ligeiramente ácido, variando de 4,73 em P<sub>1</sub> a 6,95 em P<sub>5</sub>, ambos na época de chuva. Os pontos P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> apresentaram valores abaixo do padrão da legislação (< 6,0) nas duas épocas do ano. Os resultados de cor foram menores do valor máximo da Resolução Conama 357 (75 mgPt.L<sup>-1</sup>). No período chuvoso houve aumentos em todos os pontos de coleta, com maiores resultados em P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub>. A turbidez apresentou nesses dois pontos os maiores resultados na estiagem, acima do padrão do Conama (100 UNT). A oxigenação da água esteve de acordo com a legislação ( $\geq 5,0$  mg. L<sup>-1</sup>) em todas as amostragens. Os valores de nitrogênio amoniacal, em sua maioria, foram menores do que o limite da legislação 2 (3,7 mg. L<sup>-1</sup>), exceto os pontos P<sub>3</sub> e P<sub>5</sub> na estiagem. A concentração de ferro dissolvido aumentou da nascente à foz do córrego, apresentando o menor valor no período chuvoso e maior na estiagem, acima do limite da legislação em P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub> (> 0,3 mg.L<sup>-1</sup>). Em março, época de chuva, não foi detectada concentração de fósforo acima de 0,010 mg.L<sup>-1</sup> (limite Conama) em P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, porém nos pontos P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub> a concentração ultrapassou esse limite, devido ao uso da água na diluição de esgoto e ao escoamento da área urbana. Na estiagem, todos os resultados de fósforo estiveram acima deste limite, com aumento gradativo de montante para jusante, devido às atividades agropecuárias (criação animal-gado), e também pela redução do volume de água nessa época do ano, favorecendo a concentração desse nutriente. Os sólidos dissolvidos apresentaram maiores valores no período chuvoso, com destaque nos pontos P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub> e P<sub>5</sub>, devido ao aporte dos resíduos da área urbana. Os maiores resultados na estiagem também foram

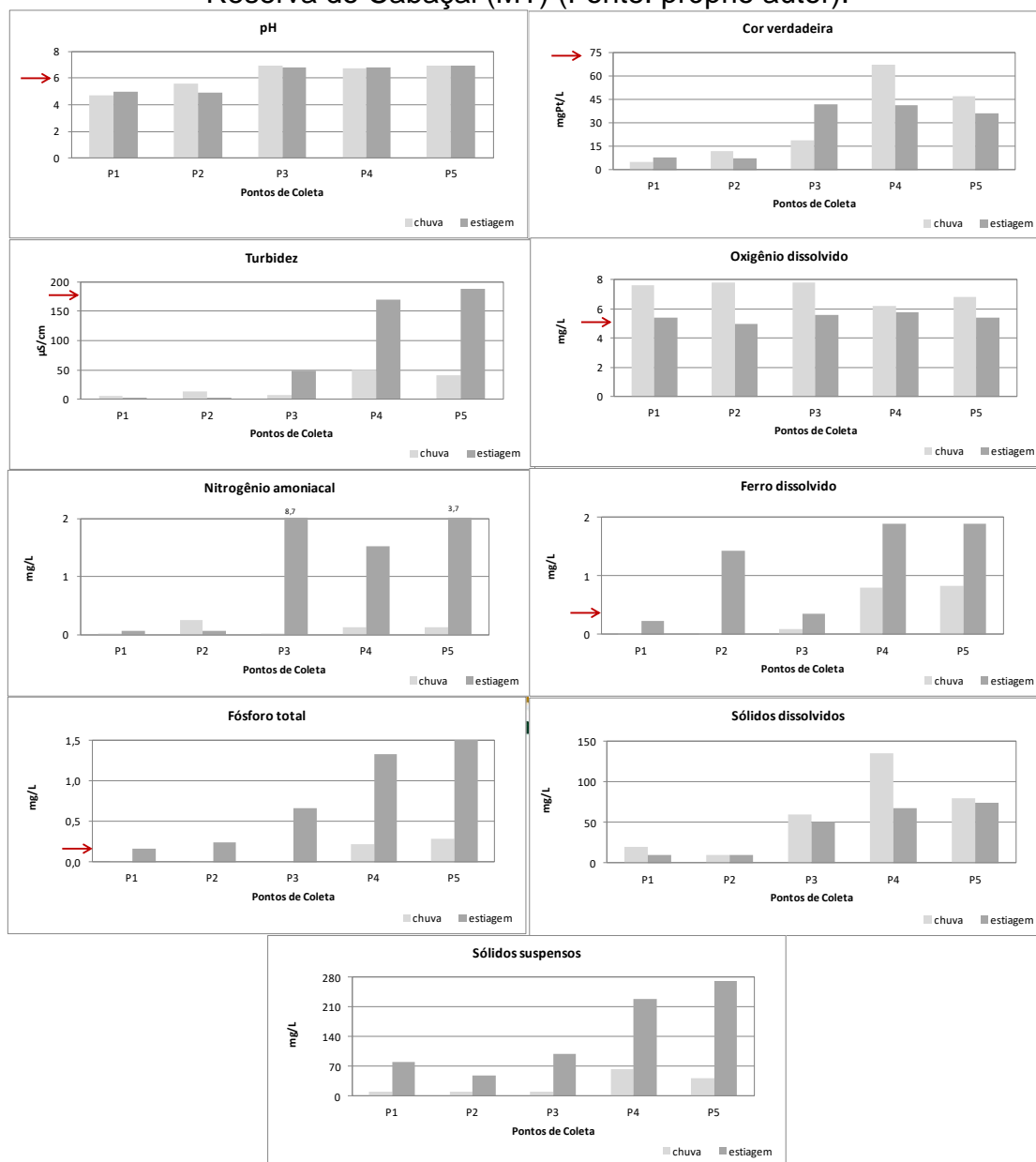


observados nesses pontos de coleta, pelo constante lançamento de efluentes. Os resultados foram menores do que o limite máximo da legislação ( $500 \text{ mg.L}^{-1}$ ), com menores concentrações nos pontos  $P_1$  e  $P_2$ , tanto na época de chuva quanto na estiagem, demonstrando a importância das matas ciliares como filtros naturais do escoamento no entorno da nascente. Os sólidos suspensos apresentaram um aumento gradativo de montante para jusante, devido ao transporte de partículas de sedimentos ao longo do córrego, principalmente nos pontos  $P_4$  e  $P_5$ , onde uma parte está sedimentada, como observado *in loco* pelos bancos de areia nas margens do córrego próximos a esses locais.

Quanto aos resultados das análises microbiológicas, nas duas épocas do ano a densidade de coliformes totais foi maior do que  $4.838 \text{ NMP.100mL}^{-1}$  entre  $P_3$  e  $P_5$  e nos pontos  $P_1$  e  $P_2$  oscilou entre 240 e  $3.110 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ . Já os valores de *E. coli* variaram de 2 a  $455 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ , menor do que o limite estabelecido pelo Conama 357/05 ( $1000 \text{ NMP.100mL}^{-1}$ ). A expressiva ocorrência de bactérias coliformes totais indica a predominância de micro-organismos de vida livre da água e do solo que atuam no processo de decomposição da matéria orgânica, oriundas das áreas de pastagem, matas ciliares, efluentes urbanos, principalmente na época de chuva, quando o escoamento superficial transporta estas bactérias ao córrego. Já as *E. coli*, mesmo apresentando resultados expressivos e indicadores de contaminação fecal, pois apresentaram maiores resultados entre  $P_3$  e  $P_5$ , mantiveram-se dentro do limite da legislação.

Com relação à vazão (quantitativo), no período chuvoso o resultado no Córrego do Meio foi de  $P_4= 0,114 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  e  $P_5=0,209 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ . Já na estiagem, a vazão foi de  $P_4= 0,038 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$  e  $P_5= 0,041 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ . Na estiagem houve uma redução significativa no volume do córrego, três vezes menor em  $P_4$ , com consequente redução do fator de diluição da água.

Figura 3. Variação espacial e temporal da qualidade da água do Córrego do Meio, Reserva do Cabaçal (MT) (Fonte: próprio autor).



Fonte: próprio autor.

Legenda: → Limite máximo permitido pela Resolução Conama nº 357 para rios de classe 2; para o oxigênio, 5,0 mg.L<sup>-1</sup> é o limite mínimo; para nitrogênio amoniacal e sólidos dissolvidos, o limite é muito elevado para a escala do gráfico e não foi indicado.

**Resíduos sólidos, habitação e perfil socioeconômico:** A renda mensal dos entrevistados indicou que o maior percentual é de 1 a 3 salários mínimos e nenhum acima de seis salários. 38% dos entrevistados possui ensino fundamental e 26%

ensino médio, 19% é analfabeto e os demais tem nível superior ou não estão em idade escolar. Dos entrevistados, 45% é natural de outros Estados, principalmente de Minas Gerais (32%). Quanto às condições de infraestrutura que o município proporciona aos moradores, observamos que a maioria é atendida pelos serviços públicos de coleta de lixo (87%), três vezes na semana, sendo que os 13% que não são atendidos estão localizados na área rural. No entanto, 80% dos entrevistados nessa área reutilizam vidros e restos de resíduos orgânicos, neste caso dos animais de criação. O município não possui sistema de coleta seletiva desses resíduos, porém quando perguntados sobre este serviço, os moradores afirmam sua existência, uma vez que há separação de alguns materiais recicláveis no local de disposição do lixo (“lixão”). Por outro lado, 83% afirmou que gostaria que existisse o serviço de coleta seletiva de lixo na cidade. A maioria das residências na área urbana utiliza a distribuição de água da rede pública (89%). Já na área rural, devido à dificuldade de acesso, das oito residências avaliadas, seis utilizam as nascentes próximas como fonte de abastecimento. Com relação ao tratamento de esgoto, não existe rede pública de esgotamento sanitário no município, sendo que a maioria (78%) utiliza fossas sépticas, algumas precárias, uma vez que no período de chuva, as fossas não costumam encher e nem transbordar, exceto nas residências próximas as margens do córrego, conforme relato dos moradores.



## 5 DISCUSSÃO

O modelo de ocupação e de uso dos recursos naturais adotado na microbacia do Córrego do Meio se repete em outras microbacias e em maior escala nas bacias tributárias do Pantanal (OLIVEIRA et al., 2002; QUERNER ET AL., 2005; LIMA; LIMA, 2009; GOMES-SILVA, 2015; CUIABANO et al., 2017; SOUZA et al., 2018; SALLO et al., 2018; FIGUEIREDO et al., 2018), causando alterações e conflitos socioambientais (SILVA; SATO, 2012) que, em sinergia, estão refletindo localmente e na planície de inundação. Nos últimos 40 anos, o cerrado original, nas partes altas que circundam o Pantanal, tem sido substituído principalmente por pastagens. Na conversão de áreas naturais para o uso antrópico, o uso para pastagem é o principal uso da terra identificado, sendo 12% na planície e 44% no planalto (WWF, 2015). Mirandola (2006) considera que as principais alterações ambientais no município de Reserva do Cabaçal provêm da perda da vegetação natural de cerrado e florestas.

Segundo este autor, na década de 1980, o total de cerrado nesta bacia era de 2.050,7125 km<sup>2</sup>, o que representava 33,94% de sua área. Em 2001-2005 as áreas de cerrado foram reduzidas para 22,65%, devido principalmente ao aumento à pecuária, que em 1984 era de 903.708 cabeças de gado e em 2003 aumentou para 2.152.981 cabeças. Mesmo com o aumento desta atividade na bacia, o município de Reserva do Cabaçal apresenta indicadores socioeconômicos baixos, como demonstrado pela baixa renda e escolaridade dos moradores no presente estudo e corroborado com o diagnóstico que compõe o Plano Municipal de Saneamento (PMSB Reserva do Cabaçal, 2014), indicando concentração de renda e desigualdade.

O aumento do desmatamento para a pecuária é agravado pela suscetibilidade à erosão dos solos, como observado na microbacia do Córrego do Meio, bem como na microbacia vizinha (CUIABANO et al., 2017). Na análise do componente Erosão nesta microbacia, constatou-se que a identificação e descrição dos cinco compartimentos morfopedológicos se mostraram essenciais para a interpretação dos processos naturais da dinâmica superficial e para a avaliação das alterações ambientais (SALOMÃO et al., 2009) e integração com os demais temas, particularmente com os temas vegetação (desmatamento) e água (qualidade). Isso ficou evidenciado com a ocorrência dos processos erosivos nos compartimentos naturalmente mais susceptíveis, que ocorrem na borda de chapada e frente de escarpa, aliado à ocorrência de espécies vegetais típicas de solos arenosos e de ambientes alterados pela intensa ocupação pela agropecuária, especialmente no MPI nos Neossolos Quartzarênicos, similar ao constatado por (CUIABANO et al., 2017). Estes autores observaram em uma microbacia, também afluente do Rio Cabaçal, que este compartimento é extremamente suscetível à erosão, não só pela declividade, como principalmente, pela composição arenosa e por estarem submetidos a atividades antrópicas inadequadas a sua capacidade de uso.

Na área urbana, as erosões laminares observadas entre os compartimentos MPIII e MPIV, são causadas principalmente pelo desmatamento e compactação do solo, falta de obras de infraestrutura urbana, como por exemplo, as redes de coleta de águas pluviais, bem como pela ocupação de áreas de risco e/ou indevidas para a construção civil, consequências de falhas no planejamento urbano (FRÓES FILHO et al., 2015). Estes aspectos, aliados às condições morfopedológicas naturais, indicam inadequação ao tipo de ocupação do solo urbano, por apresentar maior teor

de argila, por isso o excesso de água que não infiltra escoam superficialmente, provocando essas erosões (CUIABANO et al., 2017) e eventos de enchentes urbanas próximas ao córrego.

De maneira geral, os serviços públicos de coleta de resíduos sólidos no município de Reserva do Cabaçal são oferecidos de forma satisfatória para a maioria dos moradores da área urbana. Isso conflita com a ocorrência de grande quantidade de resíduos sólidos nas margens e dentro do leito do Córrego do Meio nessa área. É provável que as precárias condições econômicas e de escolaridade dos moradores sejam fatores que influenciam na disposição inadequada de lixo, pois se relacionam com o acesso ao conhecimento das consequências ambientais e à saúde que isso pode acarretar. Por outro lado, a precariedade de infraestrutura dos serviços públicos foi evidenciada quanto ao lançamento dos efluentes domésticos no Córrego do Meio, uma vez que não há sistema de coleta e tratamento de esgoto no município. A existência de residências em áreas de risco, a ocorrência de fossas sépticas rudimentares e o lançamento direto de efluentes no córrego, além da precariedade do sistema de drenagem das águas pluviais, são fatores que contribuem para a poluição dos mananciais superficiais e subterrâneos, ao carrear juntamente com água das chuvas ou favorecer a infiltração no solo dos dejetos humanos e de animais (PMSB Reserva do Cabaçal, 2014), causando a degradação da qualidade da água.

Com relação ao tema Água, as atividades antrópicas na Região Hidrográfica do Paraguai e em suas bacias tributárias têm alterado a qualidade da água dos rios, devido ao incremento na concentração de substâncias orgânicas e inorgânicas, que aportam de forma difusa (escoamento das áreas agrícolas) ou pontual (lançamento de esgoto) aos rios do Pantanal provindos da região dos planaltos (FIGUEIREDO et al., 2012), como também constatado, em menor escala, na microbacia do Córrego do Meio. Observamos piora na qualidade da água neste córrego de montante para jusante, como indicado pela maioria dos parâmetros físicos e químicos monitorados. Dos nove parâmetros avaliados, cinco apresentaram algum resultado que violou os padrões da legislação para corpos d'água da classe 2, a qual pertence o Córrego do Meio, como consequência dessas ações antrópicas, exceto o pH e ao ferro dissolvido. A leve acidez da água, abaixo do limite mínimo da legislação, e o aumento na concentração de ferro na época da estiagem, estão relacionados principalmente às condições naturais do solo e rochas nas nascentes, pobres em



cátions e ricos deste metal, como são os Cambissolo e Plintossolo (MOREIRA; VASCONCELOS, 2007). As alterações na qualidade da água foram mais expressivas nos pontos da área urbana e, para alguns parâmetros, mais evidentes na estiagem, quando o fator de diluição da água é menor (turbidez, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos, ferro e fósforo). Para outros parâmetros, foi maior na época de chuva, quando o fator de diluição aumenta, mas também aumenta a entrada de sedimento, matéria orgânica e inorgânica e outros resíduos no córrego com o escoamento da água chuva nas áreas urbana e rural da microbacia (cor e sólidos dissolvidos).

A concentração de oxigênio dissolvido, que esteve sempre acima do padrão mínimo, mesmo considerando a entrada de efluentes domésticos da área urbana, deve-se às condições do leito do rio, com corredeiras que favorecem a aeração da água pelo fluxo em ambas as épocas do ano.

Em termos quantitativos, a vazão do Córrego do Meio foi nitidamente sazonal e controlada pelas chuvas anuais na região, uma vez que a vazão na época de chuva foi três vezes maior do que na estiagem. Este fator interfere na capacidade de diluição do córrego e na alteração da qualidade da água. Apesar de não existirem dados anteriores ao presente trabalho, no Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Reserva do Cabaçal (2014), consta que é muito provável que a vazão do córrego tenha sido reduzida nos últimos anos. Esta alteração é resultante da relação de causa-efeito de retirada da vegetação da microbacia, principalmente no entorno das nascentes (áreas de preservação permanente-APPs), que leva a redução da infiltração da água no solo, menos água para abastecer as nascentes e assoreamento do leito com os sedimentos produzidos nas áreas erodidas, como observado *in loco*.

## 6 CONCLUSÃO

A análise ambiental integrada da microbacia do Córrego do Meio, com a aplicação do método VERAH adaptado, demonstrou que na área rural o empobrecimento do solo pelos processos erosivos, causados pelo manejo inadequado e pela supressão excessiva da vegetação (principalmente das APPs - nascentes e mata ciliar), foram amplificados pela fragilidade natural dos compartimentos morfopedológicos. Além disso, constatou-se perda da

biodiversidade, assoreamento e aporte de poluição difusa (sedimentos) ao córrego e redução de infiltração da água da chuva para abastecer os mananciais subterrâneos, que por sua vez abastecem as nascentes. Na área urbana, a ocupação das APPs (mata ciliar) e o uso do córrego para despejo de resíduos sólidos e diluição de esgoto causam poluição da água que, juntamente com os aportes de montante da área rural, amplificam a poluição e o assoreamento do córrego, colocando em risco a segurança hídrica do município. Estes problemas, que estão correlacionados à precária condição econômica e educacional da população, são consequências do modelo histórico insustentável de ocupação e uso dos recursos naturais da região, que se repete em outras microbacias e em maior escala nas áreas de drenagem dos principais rios formadores do Pantanal.

Estes resultados indicaram que o método VERAH é adequado para ser usado como ferramenta de análise ambiental integrada, desde que adaptado a cada contexto socioambiental. Esta adaptação implica em ênfase e/ou ampliação de um ou mais temas, como desenvolvido neste trabalho, que deu ênfase aos temas Erosão e Água. Os resultados contribuem ainda como referência em estudos acadêmicos e como contribuição ao planejamento e à gestão ambiental, incluindo ações de recuperação, conservação e educação ambiental no município de Reserva do Cabaçal, que devem sempre considerar as intrínsecas e complexas relações entre ambiente e sociedade e a conexão com a planície de inundação do Pantanal.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos ao CNPq, pelo apoio financeiro e à bolsa de mestrado da última autora (Edital MCT/CNPq/FNDCT/FAPs/MEC/CAPES/PROCENTRO-OESTE Nº 031/2010) e a CAPES-PNPD pela bolsa de pós-doutorado da primeira autora.

## REFERÊNCIAS

ALKMIM, J.K.; GOMES, L.A.; DIAS, F.A. Avaliação da qualidade ambiental urbana da bacia do Ribeirão do Lipa através de indicadores, Cuiabá. **Sociedade & Natureza**, v. 23, nº 1, p.127-147, 2011.

ANDRADE, C.S.; DORES, E.F.G.C.; RONDON LIMA, E.B.N.; FIGUEIREDO, D.M. Qualidade da água na nascente e na foz de córregos urbanos de Cuiabá. In: In: FIGUEIREDO, D.M.; DORES, E.F.G.C.; LIMA, Z. **Bacia do Rio Cuiabá - uma abordagem socioambiental**. Cuiabá: EdUFMT, 2018.194-247 p.

AWWA-APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22 th Edition. 2012.

BLEICH, M.E.; MORTATI, A.F.; ANDRE, T.; PIEDADE, M.T.F. Structural Dynamics of pristine headwater streams from southern Brazilian Amazon. **River Research Applications**. 32: 473-482, 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD 21 Cuiabá: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Levantamento dos Recursos Naturais. Rio de Janeiro. v. 26, p.129-165 e p.216-220, 1982.



BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 14 ago. 2018.

CALHEIROS, D.F.; OLIVEIRA, M.D. & PADOVANI, C.R. Hydro-ecological Process and Anthropogenic Impacts on the Ecosystem Services of the Pantanal Wetland. In: IORIS, A.A.R. (coordenador) **Tropical Wetland Management**. England: Ashgate, p. 29-58, 2012.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidas**. São Paulo: Brasília: ANA, 326p., 2011.

CUIABANO, M.N.; Sandra Mara Alves da Silva NEVES, S.M.A.S.; NUNES, M.C.M.; SERAFIM, M.E.; NEVES, R.J. Vulnerabilidade Ambiental à Erosão Hídrica na Sub-Bacia do Córrego do Guanabara/ Reserva do Cabaçal-MT Brasil. **Geociências**, v. 36, n. 1, p. 138-153, 2017.

CUNHA, C.N. & JUNK, W.J. A preliminary classification of habitats of the Pantanal of Mato Grosso and Mato Grosso do Sul, and its relation to national and international wetland classification systems. In: JUNK, W.J.; SILVA, C.J.; CUNHA, C.N.; WANTZEN, K.M. (Coordinators), **The Pantanal. Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland**. Sofia: Pensoft, p. 127-142, 2011.

CURVO, G.A.G. **Caracterização Física por meio de abordagem morfopedológica da sub bacia do Córrego Dracena na Bacia do Alto Paraguai, município de Reserva do Cabaçal – MT**. Cáceres, 2008. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Universidade do Estado de Mato Grosso.

FERREIRA, A.R.; CASTILHO JUNIOR, M.; SOUZA, M.M.F. Análise dos impactos ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguai – Cáceres/MT: Risco Ecológico para o Pantanal Matogrossense. In I Congresso Nacional de Geografia Física. Campinas, 2017 **Anais [...]** Campinas, SP: Inst. De Geociências, 2017. 395-405 p.

FIGUEIREDO, D.M.; DORES, E.F.G.C.; PAZ, A.R. SOUZA, C.F. Availability, Uses and Management of Water in the Brazilian Pantanal. In: IORIS, A.A.R. (coordenador), **Tropical Wetland Management**. England: Ashgate, p. 59-98, 2012.

FIGUEIREDO, D.M.; DORES, E.F.G.C.; FANTIN-CRUZ, I.; FIGUEIREDO, S.B.; ZEILHOFER, P.; OLIVEIRA, M.D.; GOMES-SILVA, P.A.J.; CASONATTO, A.E. Histórico da qualidade da água dos principais rios em 22 anos de monitoramento. In: FIGUEIREDO, D.M.; DORES, E.F.G.C.; LIMA, Z. **Bacia do Rio Cuiabá - uma abordagem socioambiental**. Cuiabá: EdUFMT, 2018.130-193 p.

FRÓES FILHO, A.S.; COSTA, J.R.; ZIMMER, J.R.; CASTRO, P. Aplicação do método “VERAH” para a determinação da suscetibilidade a erosões na microbacia do córrego Tereza Botas, Poconé, Mato Grosso. **Geociências**, v. 34, n. 2, p. 286-301, 2015.

GIRARD, P. Hydrological of surface and ground waters in the Pantanal floodplains. In: JUNK, W.J.; SILVA, C.J.; CUNHA, C.N. & WANTZEN, K.M. (Coordinators). **The Pantanal. Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland**. Sofia: Pensoft, p. 103-126, 2011.

GOMES-SILVA, P.A.J. **Limnologia e qualidade da água da bacia do rio Coxipó (MT): Subsídios à gestão dos recursos hídricos**. 2015. 101 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT, 2015.

GUEDES, R.C.M. **Avaliação do Método de Educação Ambiental VERAH**. Guarulhos, 2010. 109p. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, Universidade de Guarulhos.

HAMILTON, S.K.; SIPPEL, S.J.; CALHEIROS, D.F. & MELACCK, JM. An anoxic event and other biochemical effects of the Pantanal wetland on the Paraguay River. **Limnology and Oceanography**, v. 4, p. 257-272, 1997.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_dou/MT2010.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/MT2010.pdf). Acesso em: 15 de novembro de 2014.

IORIS, A.A.R. Rethinking Brazil's Pantanal Wetland: Beyond Narrow Development and Conservation Debates. **Journal of Environment and Development**, 22(3), 239-260. 2013.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS; R.E. **The Flood Pulse Concept in River-Floodplain-Systems**. Canadian Special Publications for Fisheries and Aquatic Sciences, v. 106, p. 110-127, 1989.

JUNK, W.J.; NUNES DA CUNHA, C.; DA SILVA, C.J.; WANTZZEN, K.M. The Pantanal: A large South American wetland and its position in limnological theory. In: **The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a tlarge neotropical seasonal wetland**. Sofia-Moscou: Pensoft, p. 23-46, 2011.

LIMA, E.B.N.R.; LIMA, J.B. Qualidade da água das principais sub bacias urbanas do município de Cuiabá. In: FIGUEIREDO, D. M. & SALOMÃO, F. X. T. (Coordenadores). **Bacia do rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental**. Cuiabá: Entrelinhas-EdUFMT, p.140-145, 2009.

MACHADO, R.B.; HARRIS, M.B.; SILVA, S.M.; RAMOS NETO, M.B. Human impacts and environmental problems in the Brazilian Pantanal. In: **The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a tlarge neotropical seasonal wetland**. Sofia-Moscou: Pensoft, p. 719-740, 2011.

MIRANDOLA - AVELINO, P.H. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal para fins de Planejamento Ambiental: Um exemplo aplicado à Bacia Hidrográfica do Rio Cabaçal Mato Grosso - Brasil**. 2006, 317 fls. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

MOREIRA, L.C.M.; VASCONCELOS, T.N.N. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá: Seplan-MT-Entrelinhas, 2007.

NUNES, S. S.; CAMARGO, J. C.; FIGUEIREDO, D. M. Aplicação de um método de pesquisa-ação em uma microbacia urbana como instrumento de educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental** (online), 13(1): 22-42, 2018.

OLIVEIRA, M.D.; CALHEIROS, D.F.; SANTOS, M.B.F.; COSTA, M.S.; BARBOSA, D.S. **Qualidade da água em corpos d'água urbanos das cidades de Corumbá e**



**Ladário e no rio Paraguai, MS.** 2002. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/mobile/publicacoes/-/publicacao/810740/qualidade-da-agua-em-corpos-dagua-urbanos-das-cidades-de-corumba-e-ladario-e-no-rio-paraguai-ms>. Acesso em 06 de junho de 2017.

OLIVEIRA, A.M.S.; ANDRADE, M.R.M.; QUEIROZ, W. **Diagnóstico Ambiental de Microbacia Urbana. Método VERAH.** Guarulhos: Laboratório de Geoprocessamento, Universidade Guarulhos, 16p., 2008.

PETERMANN, P. The birds of the Pantanal. In: **The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland.** Sofia-Moscou: Pensoft, p. 523-564, 2011.

PMSB-Plano Municipal de Saneamento. Reserva do Cabaçal (MT). Lambari D' Oeste: Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Econômico, Social, Ambiental e Turístico do "Complexo Nascentes do Pantanal, vol. 1, 2014. 437 p.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/IDH/DH.aspx>. Acesso em: 20 de fevereiro de 2016.

QUERNER, E.; JONKER, R.; PADOVANI, C.; SORIANO, B.; GALDINO, S. Impact of climate change and agricultural developments in the Taquari River basin, Brazil. **IAHS-AISH Publication.** Issue 295, 2005, Pages 19-25.



RONDON LIMA, E.B.N.; LIMA, J.B. Qualidade da água dos principais sub-bacias urbanas do município de Cuiabá. In: FIGUEIREDO, D.M., SALOMÃO, F.X.T. **Bacia do Rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental.** Entrelinhas: Ed. UFMT, p. 140-145, 2009.

SALLO, K.F.A.P.; EXAVIER, R.; VÁSQUEZ, S.I.J.M.; SOUTO, R.N.V.; ZEILHOFER, P. Mudanças do uso e cobertura da terra. In: FIGUEIREDO, D.M.; DORES, E.F.G.C.; LIMA, Z. **Bacia do Rio Cuiabá-uma abordagem socioambiental** (Orgs.) Cuiabá: EdUFMT, p-73-98, 2018.

SALOMÃO, F.X.T.; BARROS, L.T.L.P.; CAVALHEIROS, E.S.S. Unidades de Paisagem. In: FIGUEIREDO, D. M. & SALOMÃO, F. X. T. (Orgs.). **Bacia do rio Cuiabá: uma abordagem socioambiental.** Cuiabá: Entrelinhas-EdUFMT, p.154-160, 2009.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A.T., SILVA, A.S., BOTELHO, R.G. M. (Coordenadores). **Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

SANTOS, I.; FILL, H.D.A.; SAGAI, M.R.B.; BUBA, H.; KISHI, R.T.; MARONE, E.; LAUTERT, L.F. **Hidrometria Aplicada**. Curitiba: IATEC, V.1, 372p., 2001.

SILVA, M.J.; SATO, M.T. Territórios em tensão: o mapeamento dos conflitos socioambientais do Estado de Mato Grosso - Brasil. **Ambiente & sociedade** 15(1): 1-22. 2012.

SILVA, L.N.G.; PAEZANO JUNIOR, S.J. **Caracterização Morfopedológica voltada ao conhecimento dos processos erosivos em Reserva do Cabaçal – MT**. Monografia de Graduação do Curso de Geologia da UFMT, 61p, 2013.

SOUZA, A.V.V.; LOVERDE-OLIVEIRA, S.M.; ALVES, G.B.M. Mapeamento dos usos do solo na Área de Proteção Permanente do Rio Vermelho (MT) e seus reflexos sobre a qualidade da água. **Geografia** (Londrina) v. 27. n. 1. pp. 67 – 82, abril/2018.

TARIFA, J.R. Clima. In: CAMARGO, L. (org.). **Atlas de Mato Grosso-abordagem sócio-econômica-ecológica**. Cuiabá: SEPLAN/SEMA/Entrelinhas, 2011, pp 52-56.

