



# AVALIAÇÃO PRIMÁRIA DOS COMPARTIMENTOS MORFOPEDOLÓGICOS EM RELAÇÃO ÀS EROSÕES LINEARES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TENENTE AMARAL, JACIARA- MT

---

Cleberon Ribeiro de Jesus  
*Universidade Federal de Mato Grosso*

Roberto Nunes Vianconi Souto  
*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso*

Ingrid Regina da Silva Santos  
*Universidade Federal de Goiás*

## Resumo

A Bacia Hidrográfica do rio Tenente Amaral, localizada em sua maior porção no município de Jaciara, MT, é afluente da margem direita do rio São Lourenço, um dos principais formadores do Pantanal Setentrional. Apresenta mais de 75% de sua área convertida para o uso agropecuarista, de modo que, há uma grande propensão a processos erosivos lineares, especificamente de voçorocamentos. Diante desse fato, o presente estudo teve como objetivo identificar os compartimentos morfopedológicos e seus prováveis sistemas pedológicos, de modo que possibilite suscitar prováveis topossequências para esses compartimentos. Para tanto, foram realizados levantamentos e compilações sistematizadas dos materiais cartográficos do meio físico da bacia, atentando-se para correções de escala e atualização de informações necessárias. Permitindo assim, subsidiar a aplicação da metodologia de compartimentação morfopedológica. Os resultados dessa metodologia para a área, apresentam-se em três compartimentos morfopedológicos (CPMs), sendo possível prever sistemas de distribuição espacial dos solos, que para o CMP 1 seria composto de unidades combinadas de LVw/LVd nos topos da vertente, e LVd no terço superior, LVA no terço médio, RQo, no terço inferior, e GX no vale. Enquanto no CMP 2, o sistema provável seria de um LVd no topo de vertente, com LVA no terço médio superior, e um consórcio de LA/RQo no terço médio inferior e base, e no fundo de vale, um GX. E no CPM 3 teríamos o Neossolo Regolítico e/ou Litólico, abaixo das escarpas, nas vertentes mais aplainadas a presença de Argissolo Vermelho-Amarelo, nos vales uma sucessão de Neossolo Flúvico e Gleissolo Háptico, com predominância provável do último.

**Palavras-chave:** Suscetibilidade; Vulnerabilidade; Risco; Dinâmica de vertente.

## PRIMARY EVALUATION OF MORPHO-PEDOLOGICAL COMPARTMENTS REGARDING THE LINEAR EROSION IN THE TENENTE AMARAL RIVER BASIN, JACIARA – MT

---

### Abstract

The watershed of the Tenente Amaral River, located for the most part in the municipality of Jaciara, MT, is a tributary on the right bank of the Sao Lourenço River, one of the main tributaries of the northern Pantanal. It presents more than 75% of the area converted to the agro-husbandry use, so that there is a great propensity to linear erosion processes, specifically gully process. Given this fact, this study aimed to identify the morphopedological compartments and their probable pedological systems, as well as raise likely toposquences for these compartments. For these systematic surveys and compilations were made of cartographic materials of the physical medium bowl, paying attention to scale corrections and update required information. Thus allowing subsidize the implementation of a morphopedological compartments methodology. The results of this methodology in the area are present in three morphopedological compartments (CPMs in Portuguese), and you can pre-speak spatial distribution systems soil, which for CMP 1 would LVw/ LVd (Dystrophic Red Latosol) the shed tops, and LVd in third top, LVA (Red-Yellow Latosol) in the middle third, RQo, in the lower third, and GX (gleysol) in the valley. While the CMP 2, the system likely would be a LVd at the top strand, with AVL in the upper middle third, and a consortium of LA/RQo in the lower and middle third base, and in the valley bottom, one GX. And would the CMP 3 Entisol and / or Litosol, below the cliffs, hillsides flatter the presence of red-yellow Ultisol, in a succession of valleys Fluvisol and Haplic Gleysol, with a probable prevalence of the latter.

**Keywords:** Geomorphology, Soils, Watershed, Toposequences.

### INTRODUÇÃO

A erosão dos solos foi e ainda é, um dos maiores problemas ambientais dos séculos XX e XXI, pois nessa delgada camada, os seres humanos assentam suas produções alimentares e residenciais, isto é, sua vida cotidiana, assim como, político-econômica, e as das trocas energéticas com o meio, através dos diversos ciclos biogeoquímicos (GALLARDO, 1998; CASTILLO, 2007; SILVA et al., 2010).

No esteio da compreensão dessa problemática mundial, Guerra (2010) estima que um percentual significativo de terras das superfícies emersas do planeta, aproximadamente 15% são impactadas por degradações, sendo os principais agentes causadores a água (chuvas) e os ventos. Contribuindo para esse mesmo

raciocínio a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação – FAO, por meio do Painel Técnico Intergovernamental sobre Solos – ITBS, estabeleceu um percentual de solos degradados a nível mundial para o ano base de 2014 de mais 33% de todas as terras emersas (FAO e ITPS, 2015).

Deste modo, é possível compreender que as ações de depauperamento dos solos causam, atualmente, inúmeros problemas sociais, econômicos e, principalmente ambientais (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2012).

O uso do solo adequado que tanto se almeja, ainda encontra-se utopicamente distante. Sendo que as práticas atuais utilizadas causam maior destruição e retirada da vegetação natural, provocando o surgimento de extensas áreas abertas, para maior intensificação de processos mecanizados. O que, via de regra, acarreta em curta escala de tempo aceleração dos processos destrutivos (erosões, salinização, acidificação, compactação e contaminação por agentes químicos e etc.). Associando-se a esses fatores, suas características físico-químicas, climática e à topográfica, propiciam cada vez mais degradação acelerada e praticamente irreversível (FAO e ITPS, 2015).

O problema mais acentuado em relação à degradação dos solos está assentado sobre os processos de erosão, especificamente os de ação hídrica. Como afirma Oliveira (2010), pois são derivados das rotas tomadas pelo fluxo de água na superfície e/ou subsuperfície terrestre, acionados por meio dos gotejamentos, causando assim, o efeito *splash erosion* (GUERRA, 2010). Corroborando com esse entendimento Bertoni e Lombardi Neto (2012, p. 45), afirmam que a erosão é, “causada por forças ativas, como: as características da chuva, a declividade e comprimento do declive do terreno e a capacidade que tem o solo de absorver água e a densidade da cobertura vegetal”.

De modo que o efeito gravimétrico e cinético da água no solo provoca o salpicamento de partículas que, por sua vez, obstruem os poros pela retirada de agregados, favorecendo selagem do solo (OLIVEIRA, 2010). Fator antecedente as pequenas concentrações de poças (*ponds*) nas imperfeições/depressões do terreno, que alinhadas a volumes relativos de água no solo pretéritos (umidade) acelera a formação do escoamento superficial – *runoff* (GUERRA, 2010).

Nesse sentido, Guerra e Botelho (2010, p. 197) explicitam essa problemática para o Planalto Central, onde seus solos “devem ser utilizados com muito cuidado, pois, apesar de apresentarem facilidade de mecanização, tem sido constatada a ocorrência de ravinas e voçorocas em diversas áreas”, relacionadas diretamente à “compactação provocada pela passagem das máquinas agrícolas”, e somando-se a isso o intenso pisoteio do gado.

As perdas concentradas e/ou descontroladas de solo por processos erosivos podem causar sérios problemas ambientais, resultando em impactos diretos nos mais diferentes ecossistemas (ROSA, 2001; CHAVES e GUERRA, 2006). Partindo da premissa que os estudos voltados aos processos erosivos e seus respectivos impactos no Brasil ainda são recentes, têm-se uma grande lacuna quando essa

escala se torna regional/local (de maior detalhamento), como é o caso no domínio do Cerrado, sistema que se caracteriza por uma elevada complexidade dos mais diversos fatores físicos e morfogenéticos (GUERRA e BOTELHO 2010; LAABS et al., 2000).

Esse panorama geral subsidia a compreensão que os problemas ambientais derivados principalmente dos processos erosivos no Estado de Mato Grosso necessitam de estudos mais aprofundados e específicos sob a temática, compreendendo toda a complexidade dos processos em si, e também da dinamicidade físico-geográfica do estado, que devido à sua extensão territorial e à carência de investimentos/recursos público-privados, dificultam e inviabilizam o aprofundamento desses estudos em nível de sistematização e espacialização (ROSS, 1995; 2014).

Desta forma, selecionou-se a Bacia Hidrográfica do rio Tenente Amaral (BHTA), localizada em sua maior parte no município de Jaciara- MT, como área de análise desta pesquisa, devido à sua característica socioeconômica e físico-ambiental, que expõe as disparidades entre o alto grau de produção e os inúmeros impactos ambientais sofridos, principalmente os relacionados aos eventos de erosão linear (ravinas e voçorocas) (HUNKE et al., 2015).

Portanto, o presente trabalho visa identificar os compartimentos morfopedológicos e seus respectivos sistemas pedológicos, que apresentam rotas de fluxos, com grau de intensidades elevadas, que estejam favorecendo os processos erosivos lineares, especificadamente os de voçorocamentos. E, assim, suscitar prováveis topossequências para esses compartimentos.

Para tanto, utilizou-se da análise morfopedológica, que se constitui em um procedimento metodológico eficaz para o entendimento do comportamento do meio físico diante da possibilidade de ocupação e uso antrópico, por funcionar como ferramenta capaz de contribuir para o uso racional de recursos naturais (LUZ, et al., 2015). Onde estruturalmente leva-se a identificação de compartimentos homogêneos, que de acordo com Castro e Salomão (2000), são produtos da interação entre substrato geológico, relevo e solos, incluindo, dependendo da aplicação, a vegetação, constituindo unidades têmporo-espaciais homogêneas e intrínsecas do meio físico, reconhecíveis em medias e grandes escalas.

Os compartimentos morfopedológicos apresentam fisionomias que podem ser reconhecidas e delimitadas em função do modelado do relevo, das estruturas litológicas e pedológicas, os quais apresentam uma consonância histórico-evolutiva, onde o uso e ocupação podem induzir e mesmo promover mudanças no seu funcionamento e fisionomia (VASCONCELOS, 1998). Cada compartimento morfopedológico apresenta vertentes com formas, declividade, cobertura pedológica, substrato geológico e conseqüentemente, funcionamento hídrico específico, constituindo os sistemas pedológicos (RODRIGUES, 2011).

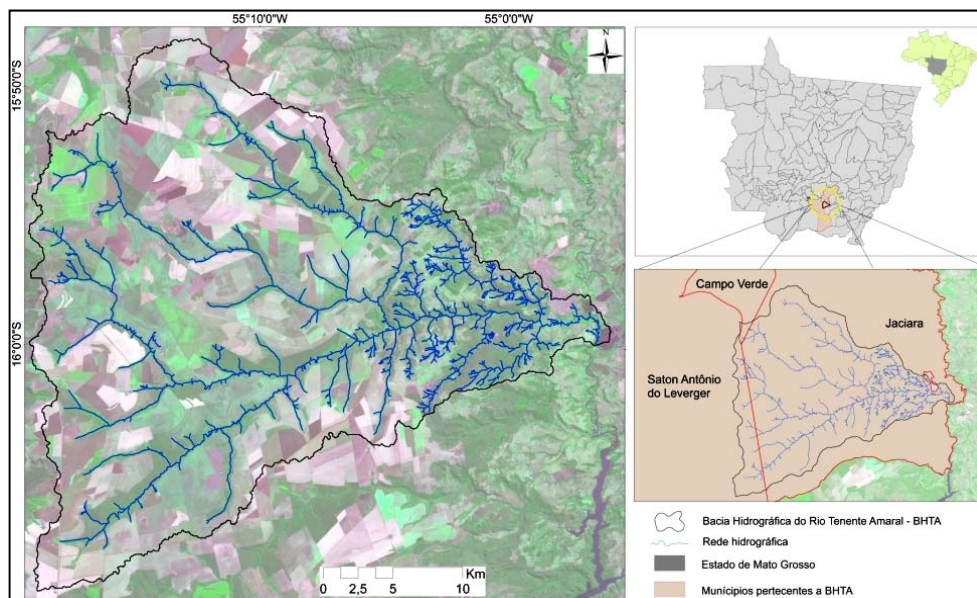
Os compartimentos podem ser identificados e representados facilmente em escalas de 1: 100.000 ou maiores, o que seria ideal para delimitação dos sistemas e

compreensão do funcionamento hídrico, em superfície e em subsuperfície de forma a planejar o melhor uso e ocupação dos solos (SALOMÃO, 1994). Assim, os compartimentos morfopedológicos se traduzem em produtos de síntese das relações naturais produzidas por seus fatores de formação e de evolução (CASTRO e SALOMÃO, 2000; RIBEIRO e SALOMÃO, 2003).

## Materiais e Métodos

### Área de estudo

A bacia do rio Tenente Amaral está localizada na porção sul do estado de Mato Grosso, cerca de 130 km de Cuiabá. Ela apresenta uma área de aproximadamente 859 km<sup>2</sup> (Figura 1). Sua maior parcela territorial, em torno de 89,3% está situada no município de Jaciara, MT, com porções do seu setor de cabeceiras nas áreas dos municípios de Campo Verde e Santo Antônio de Leverger, 0,55% e 10,2% respectivamente (JESUZ et al., 2013).



**Figura 1.** Área de estudo, Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral/BHTA – MT  
Fonte: INPE - LANDSAT 8 – OLI, cena: 226/071 – 21/09/2015.

De acordo com Tarifa (2011), a BHTA apresenta sua área sob influência da terceira macrounidade climática, isto é, a de Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco das Chapadas, Planaltos e Depressões de Mato Grosso, com médias pluviométricas anuais de 1.650 – 2.100 mm. Enquanto, a fitofisionomia predominante, segundo Brasil (1982), era do Cerrado, com predominância de três grandes grupos tipológicos: Formações Savânicas, Formações Florestadas e Vegetações Secundárias (VASCONCELOS 1998).

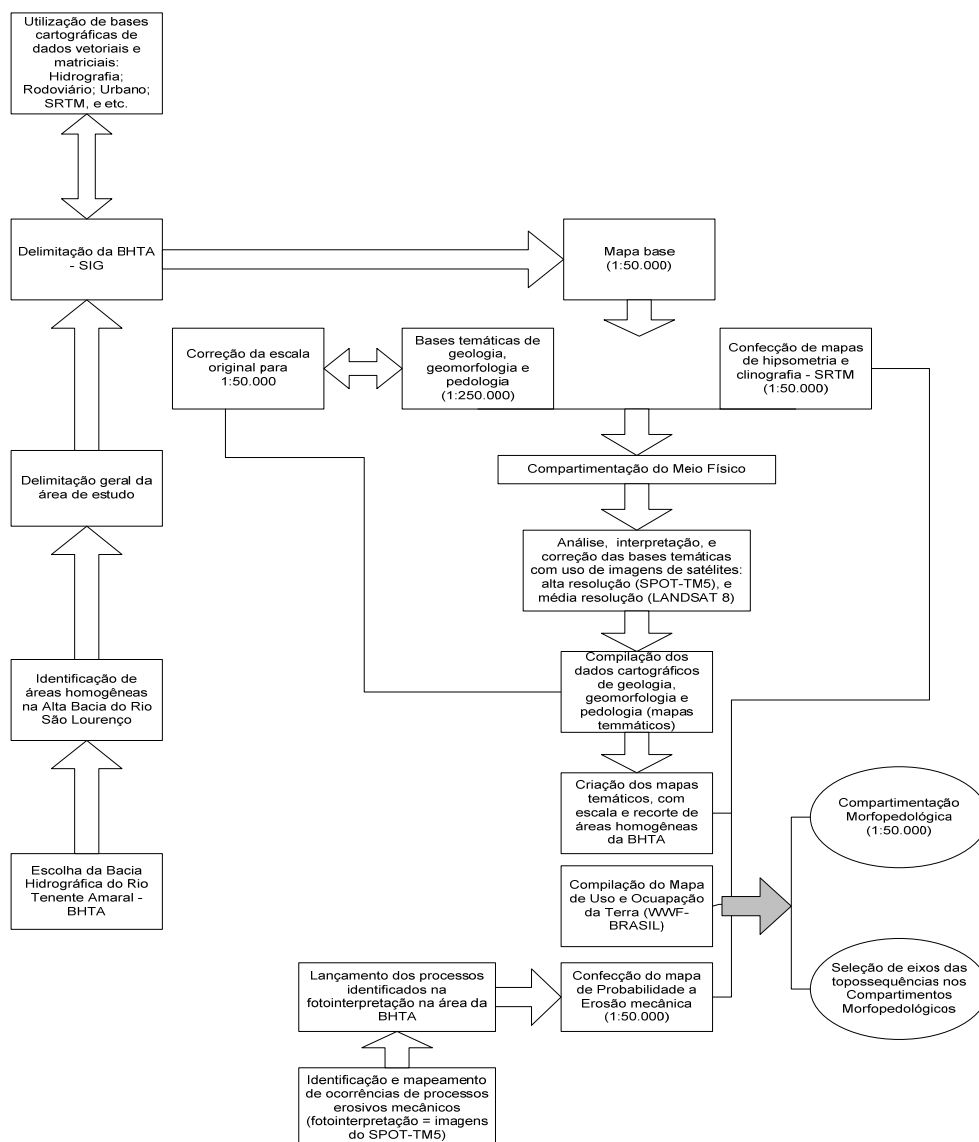
De acordo com Camargo (2011), a bacia hidrográfica do rio Tenente Amaral encontra-se especificamente sobre três Unidades Litoestratigráficas: Formação Furnas, Grupo Rio Ivaí, e as Superfícies Paleogênica Peneplanizada com Latossolização. As unidades pedológicas incidentes na área são constituídas principalmente por Latossolo Vermelho, Latossolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Quartzarênico (antigas Areias Quartzosas) e Argissolo Vermelho-Amarelo (antigos Podzólicos) (EMBRAPA, 2006; VASCONCELOS, 1998).

O uso da terra na área segue uma distribuição espacial, onde à pecuária bovina extensiva ocupa as porções sul, sudeste e nordeste, representando em torno de 33% do total da área da bacia. Nas porções sul, sudoeste, norte e noroeste, apresentam um predomínio de atividades agrícolas, como o milho, cana-de-açúcar, algodão e a soja entre outras, representando uma área de 42% da bacia do Tenente Amaral. Fato potencializado principalmente pela morfologia do relevo, que tende a ser plana a levemente ondulada, facilitando o uso intenso dos maquinários no manejo agrícola (JESUZ e CABRAL, 2016).

Em virtude da característica representativa dessa situação de uso e ocupação da terra, e as consequências desse modo econômico de produção na aceleração dos processos erosivos a Bacia Hidrográfica do rio Tenente Amaral. Esta apresenta toda uma realidade físico-biótica e econômica de um rico laboratório de trabalho. Portanto, a problemática das erosões lineares, que estão presentes em praticamente toda sua área, possibilita diversas abordagens de compreensão se os processos morfodinâmicos estão ligados ao uso e manejo do solo, por meio de uma análise em nível de bacia com emprego da compartimentação morfopedológica.

#### **Procedimentos técnico-operacionais**

Tendo em vista a identificação dos compartimentos morfopedológicos e seus possíveis sistemas pedológicos na área de estudo em questão, procurou-se estabelecer uma sistematização dos procedimentos técnico-operacionais que, subsidiassem uma análise mais clara (Figura 2).



**Figura 2.** Modelo esquemático sequencial dos procedimentos da Compartimentação Morfopedológica na BHTA.

Fonte: Autores.

Para o trabalho técnico de sensoriamento remoto e geoprocessamento, foram necessários alguns componentes, desde o Sistema de Informação Geográfica - SIGs usado, que no caso foi o ArcGIS 10.2 (ESRI), banco de dados da Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação do Estado de Mato Grosso - SEPLAN-MT (<http://www.seplan.mt.gov.br>), que oferece os dados físicos do Estado de Mato Grosso, em escala de 1:250.000, e dados matriciais colhidos do Modelo Digital de Elevação da Terra com resolução espacial reamostrada para 30m (SRTM/TOPODATA/INPE).

Em um primeiro momento foi realizado a escolha da área objeto desse estudo, de modo que a mesma apresentasse características próprias de homogeneidade em

relação às demais (proximidade espacial), no contexto da Alta Bacia Hidrográfica do Rio São Lourenço. A Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral – BHTA preencheu tais requisitos e esta foi delimitada por técnicas de sensoriamento remoto, utilizando-se de ferramentas do pacote do SIG – ArcGIS 10.2 (ESRI).

Com a delimitação cartográfica da BHTA, iniciou-se o processo de compilação e elaboração de materiais cartográficos, que foram base para a confecção dos mapas de localização da área (Figura 1). Ao mesmo tempo em que os mapas de litoestratigrafia, geomorfologia (morfoesculturas) e solos, foi realizada uma compilação a partir da base de dados vetoriais da SEPLAN (2007), inicialmente em escala de 1:250.000 (*Datum* SAD 69).

Assim, para padronizar as informações cartográficas dessas bases digitais, elas foram readequadas, objetivando ampliação do detalhamento dos objetos, assim como de re-projeção para o sistema *Datum* SIRGAS 2000 respeitando a normativa legal do IBGE, produzindo como material final de escala de 1:50.000.

Em outro momento foram produzidos os mapas de hipsometria e clinografia, derivados do Modelo Numérico do Terreno, que por sua vez, foram elaborados a partir da extração de valores e processamentos no SIG ArcGIS 10.2 (ESRI) (VALERIANO e ROSSETTI, 2011). As bases hipsométricas e clinográficas passaram por uma definição de classes automáticas onde se criou 8 classes de altitude e 6 classes de declive respectivamente. Enquanto isso, a base de uso e ocupação da terra (UOT), foi compilado dos estudos desenvolvidos pela WWF-Brasil, para a Bacia do Alto Paraguai, no ano de 2014, a qual foi atualizada para o ano base de 2015, com auxílio de sobreposição da base com imagens do LANDSAT 8.

No transcorrer da padronização das bases cartográficas, e de modo a preencher o objetivo do trabalho foram mapeados os processos erosivos mecânicos (voçorocamentos), por meio de interpretação das imagens de satélite do SPOT-TM5 de alta resolução (10m), e auxílio das imagens do LANDSAT 8 (30m). Assim foi confeccionado o mapa de ocorrências dos processos erosivos mecânicos, especificamente os de voçorocamento. Esse mapa-base da espacialização dos processos erosivos na área da BHTA foi utilizado na construção do mapa de probabilidade a erosão, por meio da aplicação de uma Regressão Logística, expressa na equação a seguir:

$$g(P_i) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_i x_i \quad (1)$$

sendo,  $g(P_i)$  = função de ligação;  $P_i$  = probabilidade de resposta para o  $i$ -ésimo fator (ou co-variante);  $\beta_i$  = coeficientes;  $x_i$  = variáveis independentes.

O resultado desses procedimentos de padronização e reorganização das bases cartográficas foi à estruturação da compartimentação morfopedológica onde se estabelecem as bases das iniciais da pesquisa. O procedimento básico utilizado foi direcionado para a compartimentação do meio físico, levando-se em conta as



características do substrato geológico, do relevo e dos solos potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de erosões lineares, primordialmente de voçorocas.

Dessa forma, as características da área foram analisadas de forma conjunta, relacionando a cobertura pedológica, formas e feições do relevo, funcionamento hídrico, uso e manejo, e os processos erosivos pré-mapeados. A metodologia adotada para a compartimentação morfopedológica baseou-se nos conceitos e roteiros simplificado proposto por Castro e Salomão (2000).

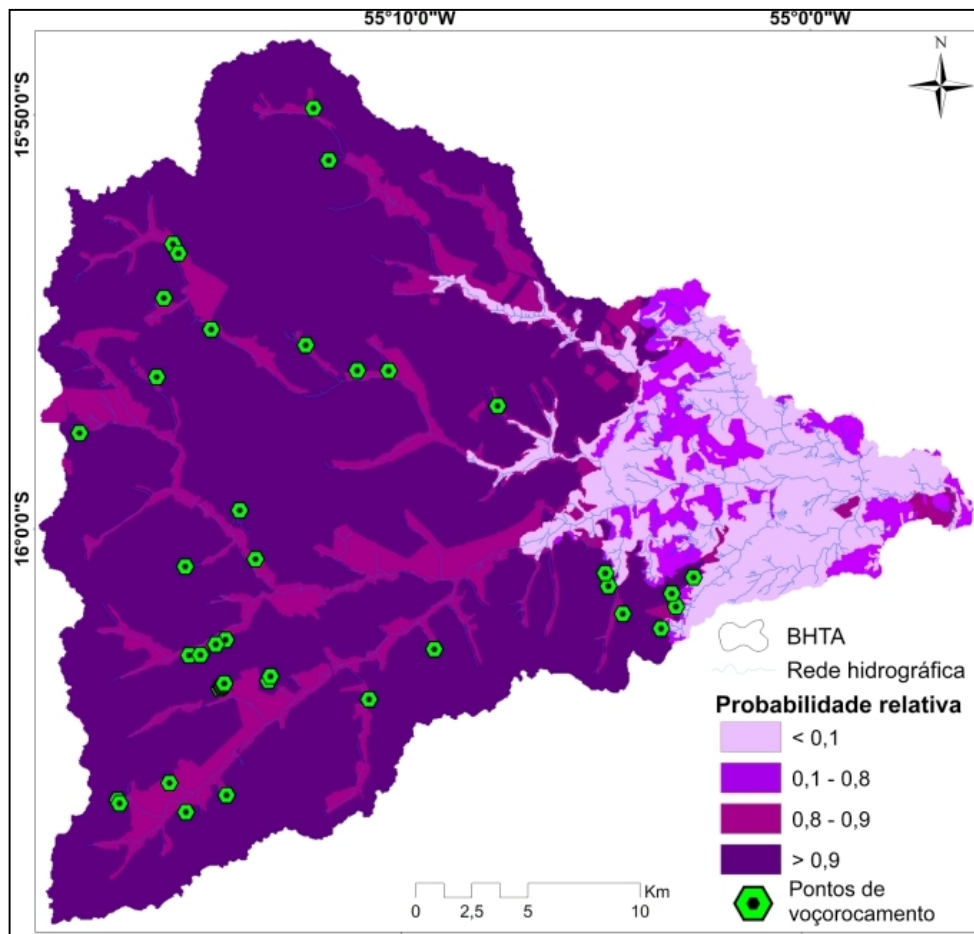
Nesse contexto, iniciou-se um terceiro momento, a escolha de dois compartimentos (CMP 1 e CMP 2), onde se poderá aplicar as topossequências, de modo a priorizar a elucidação do objetivo central do trabalho. A escolha desses dois compartimentos seguiu os critérios essenciais da presença de focos erosivos do tipo voçoroca, em relação à probabilidade de acontecimentos destas, assim como, do comportamento estrutural hídrico, visivelmente diferente nessas duas parcelas da BHTA.

A espacialização das topossequências nos seus respectivos compartimentos morfopedológicos seguiu critérios relacionados à sua representatividade mediante as características do meio físico de cada compartimento, especificamente do modelado do terreno, e do grau de abrangência das vertentes (metragem do topo ao fundo de vale), que estão ligados diretamente com o grau dos interflúvios, e conseqüentemente agem sobre os prováveis sistemas de sucessão lateral de solos nos compartimentos morfopedológicos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na interpretação das imagens SPOT-TM5, foram catalogadas 39 voçorocas com áreas entre 0,22 a 6,77 ha e uma média de 1,47 ha, com maior distribuição nos setores NW, SW, SE da bacia, indicando possivelmente uma associação entre os processos erosivos e a rede de drenagem, que vinculados ao UOT, mostram o surgimento de focos erosivos em cabeceiras de drenagem onde se intensiva a produção agropecuária.

De modo que o processo de interpretação foi base para a construção do mapa de probabilidade de ocorrência desse fenômeno erosivo para a área (Figura 3), que apresenta um intervalo de 0 a 1, onde 0 significa fraca relação e 1 alta relação.



**Figura 3.** Modelo espacial da probabilidade relativa de voçorocamento, com disposição geográfica dos focos de voçorocas para a BHTA.

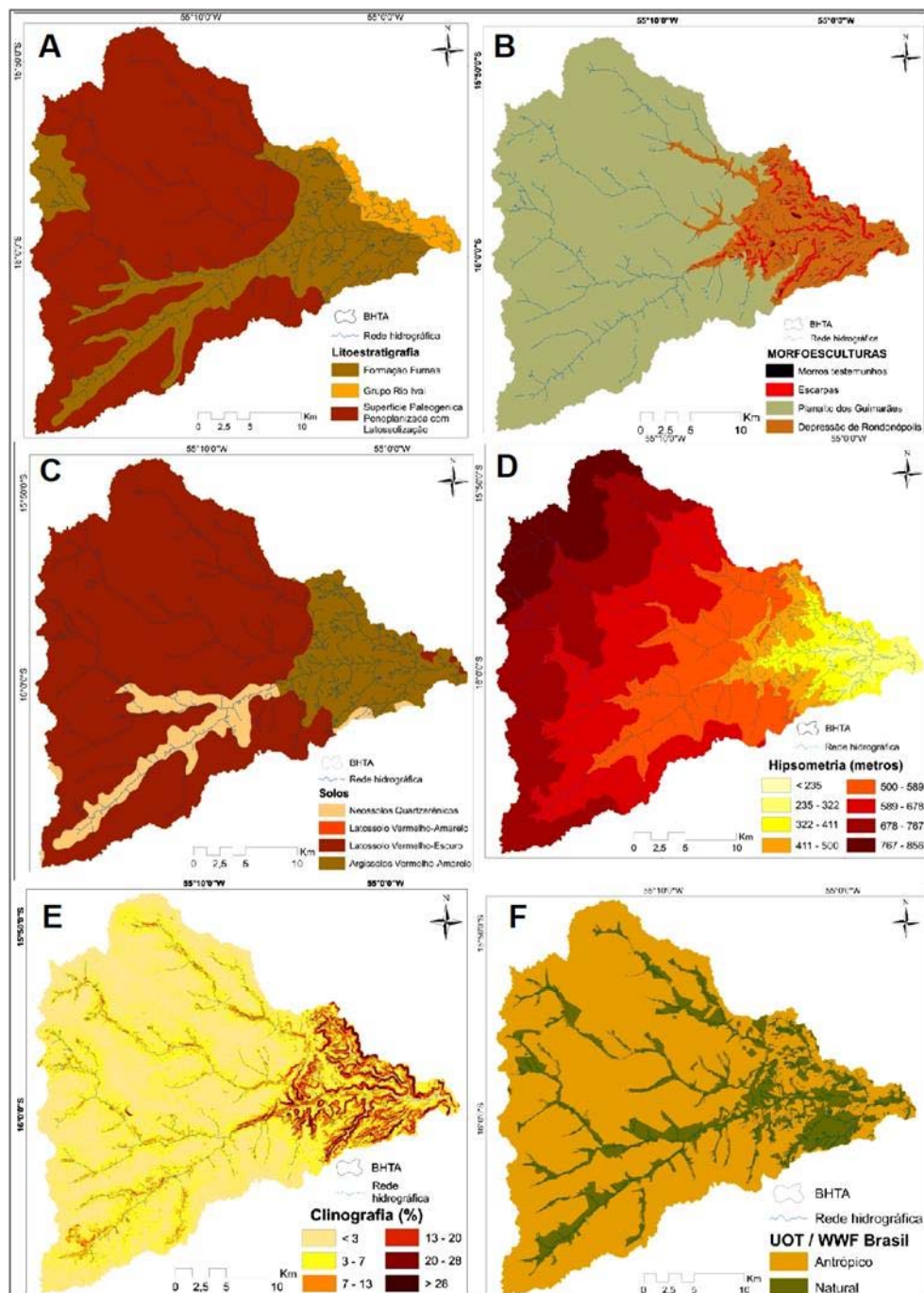
Fonte: Adaptado de: JESUZ et al., 2013.

A Figura 3 revela que as maiores probabilidades de voçorocamentos ocorrem na região mais a montante dos cursos d'água, morfoesculturalmente no Planalto (roxo escuro), em áreas próximas à rede hidrográfica espacialmente de primeira ordem, com clinografia baixa (< 3% a 7%), e hipsometria elevada (acima dos 500m).

As probabilidades de voçorocamentos nestas mesmas áreas são, entretanto, fortemente reduzidas em áreas com a vegetação natural preservada (roxo claro). Na parte baixa (morfoescultura da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis) da bacia, nas formações paleozóicas sobre as quais se desenvolvem principalmente solos rasos, probabilidades de ocorrência de voçorocas diminuem fortemente, em sua maior parte sendo menores que 0,1% (lilás claro), e manchas com probabilidade entre 0,1 a 0,8% seguindo a topografia (violeta), especificamente nas linhas de escarpas.

Dessa forma, pode-se afirmar que os processos erosivos do tipo voçorocas especializam com delineamentos acima de 0,2 ha, em média a cada 20 km<sup>2</sup>, principalmente na área do Planalto, com declividade média de 4,2% (JESUZ, et al.,

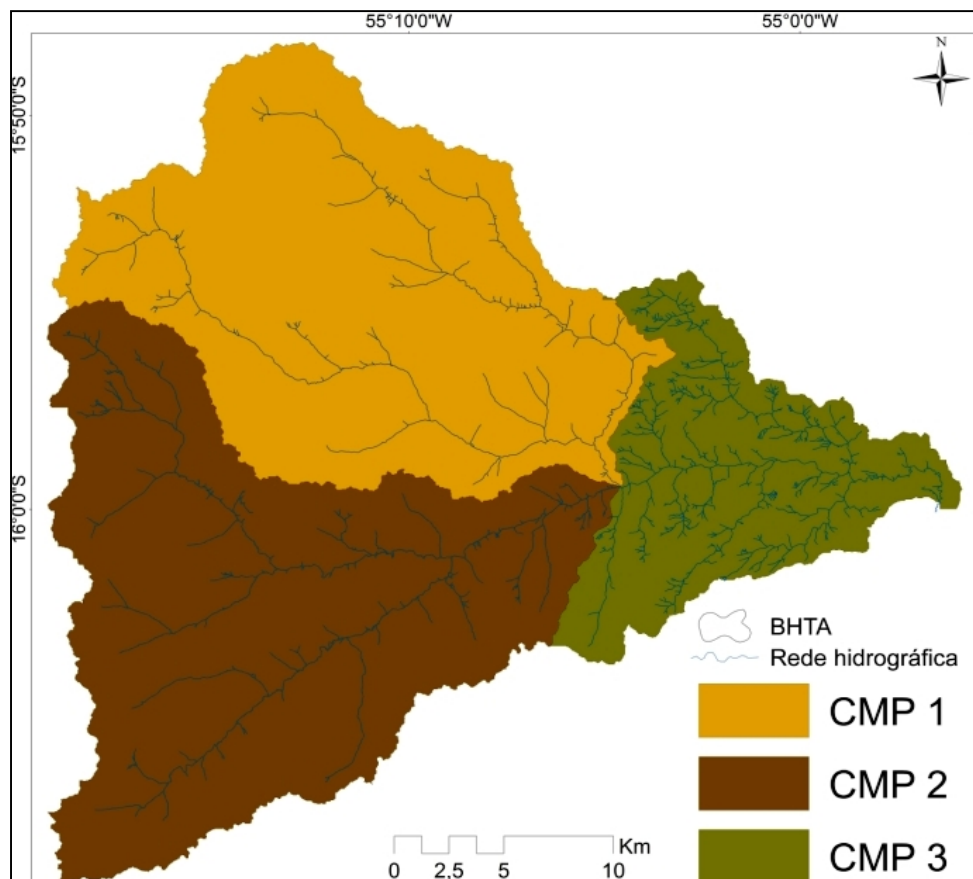
2013). Os mapas-base corrigidos e re-projetados utilizados na segmentação espacial dos compartimentos morfopedológicos, são observados na Figura 4.



**Figura 4.** Mapas-bases da BHTA: a) Litoestratigrafia; b) Geomorfologia; c) Solos; d) Hipsometria; e) Clinografia; e) f) UOT.

Fonte: Adaptados de JESUZ, 2014 e WWF, 2014.

Por meio da análise criada a partir dos mapas-bases do meio físico da BHTA, foi elaborado o mapa dos compartimentos morfopedológicos. Que para a referida bacia, são representados por três complexos, indicados pela simbologia "CMP" seguidos de um número índice (Figura 5).



**Figura 5.** Compartimentos morfopedológicos da BHTA.

Fonte: Autores.

O Compartimento Morfopedológico 1 (CMP 1), têm sua área preferencialmente localizada nas porções noroeste, norte, e centro-norte da BHTA, ocupando em torno de 39,7% de sua área total, situa-se em sua maior porção na morfoescultura do Planalto dos Guimarães, com formas de relevo de vertentes amplas a muito amplas, convexas, em média com topos de mais 4 km<sup>2</sup>, apresentando também uma densidade de drenagem de 0,44km/km<sup>2</sup>, sendo mais baixa que nos outros compartimentos (Figura 6).

A classe hipsométrica dominante corresponde as de maiores elevações, com elevações máximas de mais de 860 m, e mínimos em torno de 320 m, significando uma amplitude de mais de 500 m, em uma distância longitudinal retilínea de 35 km. Enquanto, as classes clinográficas encontradas no compartimento morfopedológicos e comportam espacialmente entre um intervalo de < 3% a valores máximos próximos a 26%, na porção leste do compartimento, onde se encontra a morfoescultura da Depressão Interplanáltica de Rondonópolis, com

formas do relevo mais movimentadas, especificamente de escarpas e morros testemunhos.



**Figura 6.** Paisagem de colinas amplas a muito amplas no Compartimento Morfopedológico 1

Fonte: Autores.

O modelado do relevo, associado à litologia preferencialmente da Superfície Paleogênica Peneplanizada de Latossolização (representa mais de 53% do CMP), podem estar diretamente relacionados aos sistemas pedológicos prováveis desse compartimento, que apresentam nos topos o Latossolo Vermelho, consorciamento entre o Ácrico e o Distrófico, no terço superior da vertente o Latossolo Vermelho distrófico, com mudança para o Latossolo Vermelho-Amarelo no terço médio inferior da vertente, com presença de Neossolos Quartzarênicos Órticos no sopé da vertente, e na planície de inundação, Gleissolos Háplicos.

Essas propriedades físico-bióticas (geomorfopedológicas e fito-fisionômicas) propiciam condições necessárias ao processo de apropriação dessa paisagem, iniciaram-se pela supressão e conversão do Cerrado, para monoculturas de soja, milho, algodão, e principalmente a cana de açúcar, que juntos representam 44% dos 75% de áreas convertidas para uso agrícola da bacia, sendo o restante utilizado com pastagem cultivada.

O Compartimento Morfopedológico 2 (CMP 2), ocupa mais de 42,5% da área total da BHTA, situado nas porções centro-sul, sudoeste, e sul da mesma. Sua densidade de drenagem é mais elevada, de 0,53km/km<sup>2</sup>. Seu padrão de drenagem de sentido SW-NE, se apresenta muito similar aos padrões brasileiros, indicando uma estrutura de forma ortogonal dos afluentes em referência aos cursos principais –

Cachoeirinha e Saia Branca – possivelmente decorrente de um domínio litoestrutural mais forte (Figura 7).



**Figura 7.** Paisagem das colinas amplas a médias no Compartimento Morfopedológico 02.

Fonte: Autores.

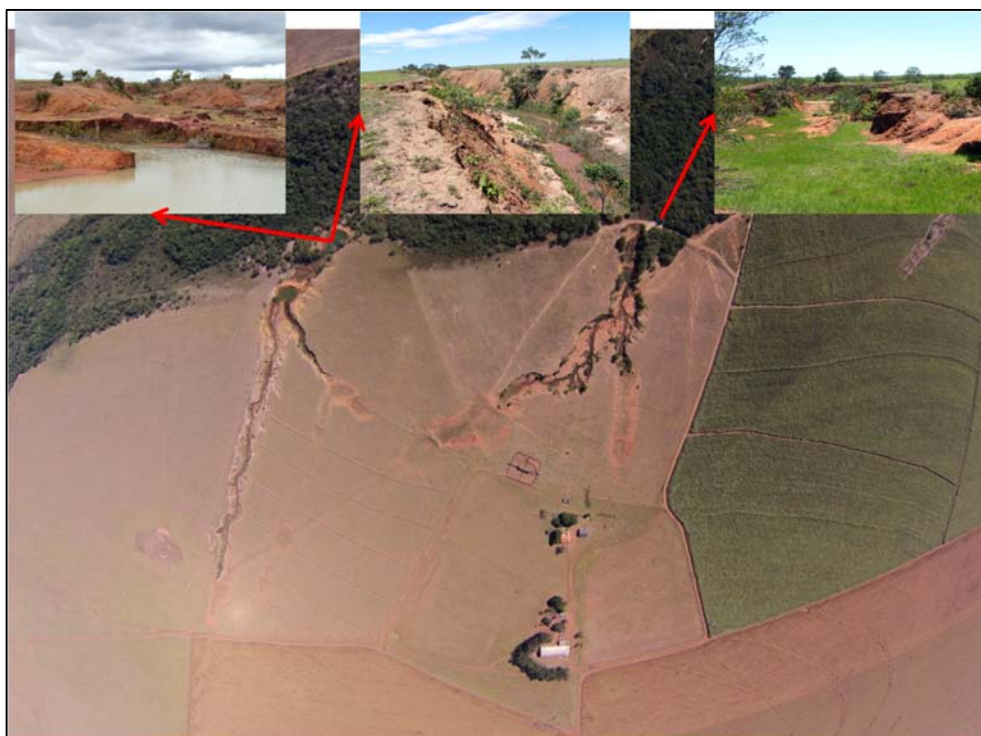
No tocante às classes hipsométricas, esse compartimento apresenta uma amplitude altimétrica de pouco mais de 340 m para uma reta longitudinal de aproximadamente 28km, com vertentes de menor amplitude, consequentemente de vales mais convexos, caracterizando ações mais atuantes dos processos de dissecação proveniente da esculturação do relevo, especificamente no sentido da calha do córrego Saia Branca, possivelmente causadas por ações de movimentos tectônicos pretéritos ou mesmo de novos movimentos (neotectônicos), do início do Quaternário, enquanto, as classes clinográficas apresentam maior disposição espacial valores entre < 3% a 13%, e áreas localizadas na transição das morfoesculturas que atingem valores de até 30% de declive.

Essa condição estrutural está associada às vertentes de médias amplitudes, com toposmediais de 2km<sup>2</sup>, com uma densidade de drenagem mais complexa, distribuídas por duas grandes litologias, a Superfície Paleogênica Peneplanizada de Latossolização, representando mais 43% do total do compartimento, e a Formação Furnas, com uma porcentagem de mais de 48% do total nessa área.

Desse modo, as estruturas e seus respectivos aspectos, condicionam um sistema pedológico possível, em sucessão lateral de Latossolos Vermelhos distróficos na parte mais plana e alta da vertente, passando para Latossolos Vermelho Amarelos

nos terços superior e médio da vertente. Os Latossolos Amarelos ocorrem no terço inferior da vertente, nos sopés Neossolo Quartzarênico órtico e, no fundo de vale, os Gleissolos Háplicos.

Essa condição morfopedológica e de distribuição de solos representa mais de 390 km<sup>2</sup> (46%) dos mais de 636 km<sup>2</sup> com uso e ocupação da terra antrópico (75% da bacia), especificamente de uso para a pecuária extensiva, que ocupa a maior parte dessa área, onde se concentram mais de 60% do total de voçorocas encontradas para a bacia (Figura 8). Em detrimento dessa característica essa área, apresenta um índice de probabilidade de risco à erosão acima de 80% (em um intervalo de 0 a 100).



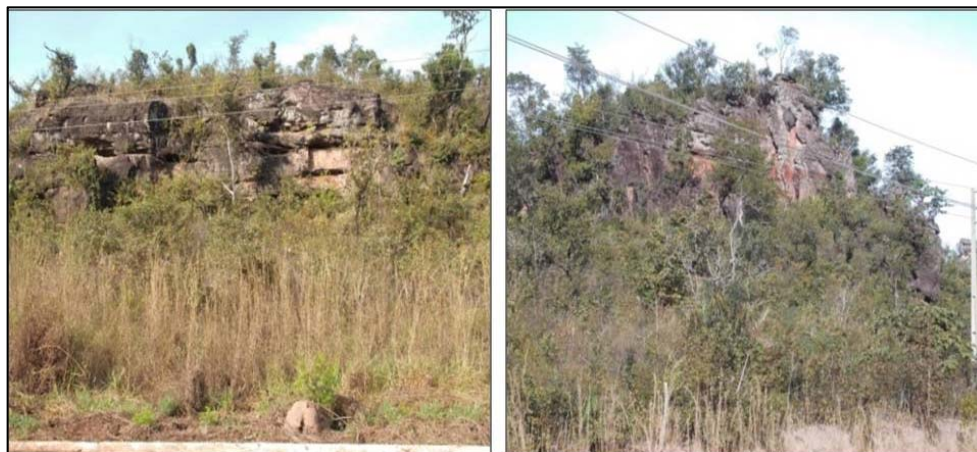
**Figura 8:** Vista aérea com detalhamento de uma colina média no CMP 2, com destaque aos processos de voçorocamentos.

Fonte: Autores.

O Compartimento Morfopedológico 3 (CPM 3) é o que apresenta as características mais complexas quanto aos aspectos do meio físico. A morfologia do relevo é condicionada por um processo de dissecação forte, que por sua vez propicia formas do tipo escarpas, morros testemunhos e depósitos coluvionares nos sopés das escarpas (material acumulado devido a queda de blocos).

Essa condição morfométrica influi diretamente nas classes clinográficas, pois é possível encontrar todas, isto é, têm-se classes com valores de > 3% (platôs internos) a 51% (front das escarpas) (Figura 9). A variação hipsométrica é grande,

começando com o ponto de menor altitude da bacia (233m), até classes com mais de 450 m.



**Figura 9.** Vista das escarpas do arenito Furnas no CMP 3.

Fonte: Autores.

As estruturas litoestratigráficas presentes nesse compartimento são a Formação Furnas e a Formação Grupo Rio Ivaí, ambas com presença de arenitos finos em suas bases, com pacotes espessos que condicionados pelo modelado do relevo, mais movimentado (em decorrência dos processos de exumação da parte planáltica), são condicionantes diretos de um provável sistema pedológico, com unidades de solos mais jovens e menos estruturadas.

Dessa forma, há uma possibilidade de ocorrências nas partes de maior declive, bases dos fronts escarpados, que estão sob condições de intenso arrasamento/desmantelamento de se encontrar solos do tipo Neossolos Regolíticos e Litólicos, e nas áreas de acumulo de materiais advindos das quedas de blocos (abaixo das escarpas), como formação de vertentes mais estáveis e aplainadas a presença de Argissolos Vermelho-Amarelo. Enquanto isso, nas planícies/vales dos rios poderá haver uma sucessão de Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos, com predominância provável do último.

Desse modo, como se observa essa condição geológica e morfopedológica incidem diretamente na condição de uso e manejo da terra para esse compartimento, que comumente está associada a uma agricultura e pecuária campesina, com área espacialmente menor e, emprego de baixa tecnologia com processos produtivos que envolvem maior uso de mão de obra familiar. Com essa condição de uso, o compartimento apresenta preservado/conservado cerca de 28%, dos mais de 214,75km<sup>2</sup> de vegetação nativa.

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos atributos dos três compartimentos morfopedológicos identificados na bacia do rio Tenente Amaral.



**Tabela 1:** Caracterização do meio físico da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral – MT.

Compartimentos Morfopedológicos	Geologia (%)			Morfoescultura (%)			Formas do relevo	Clinografia (%)	UOT (%)		Nº de focos	Sistema pedológico "provável"		
	Área total da BHTA(%)	Tpsi	Osri	Sdf	PG	DR			ES	AT			NA	
<b>CMP 1</b>	39,78	53,7	---	9,3	45	13,5	0	Colinas amplas a muito amplas,	320-860	< 3 - 26	44	~45	10	LVw+LVd – LVA – RQo – GX.
<b>CMP 2</b>	42,87	43,1	---	48,6	51	5,5	0	Colinas médias a amplas, convexas	440-780	< 3 - 30	46	~28	22	LVd – LVA – LA/RQo – GX
<b>CMP 3</b>	17,35	2,4	100	41,5	4	81	100	Dissecação alta, escarpas, morros testemunhos	233 - 530	< 3 - 51	10	~28	7	RL/RR – PVAd – RY/GX

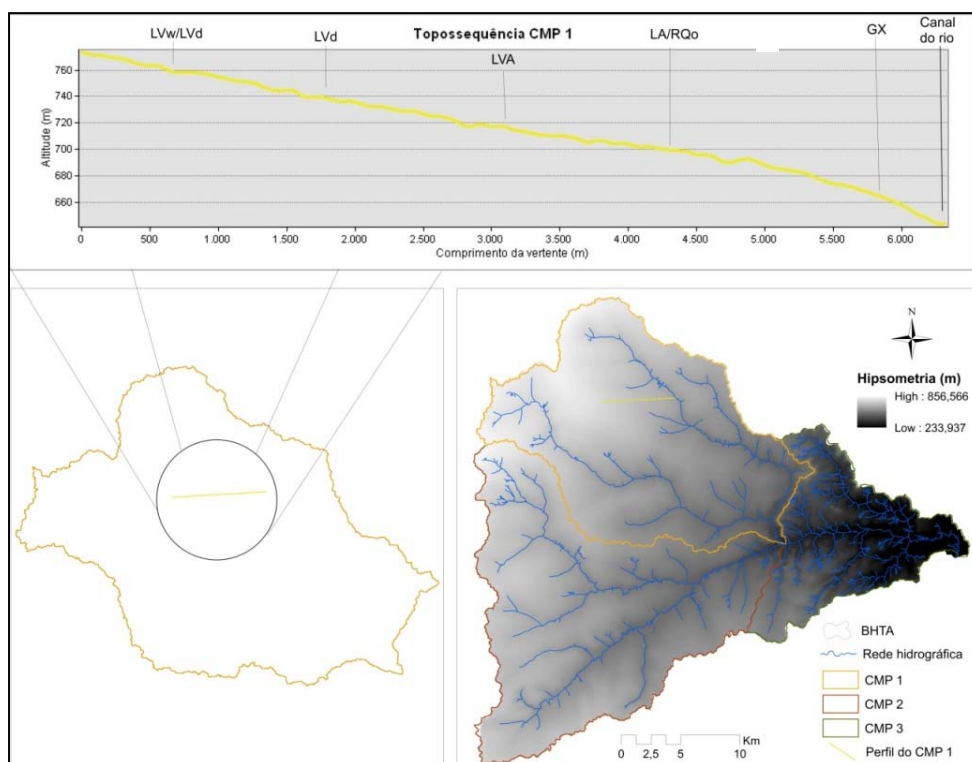
**Legenda:** Tpsi: Superfícies Paleogênica Peneplanizada com Latossolização; Osri: Grupo Rio Ivaí; Sdf: Formação Furnas; PL: Planalto dos Guimarães; DR: Depressão Interplanáltica de Rondonópolis; ES: Escarpas; UOT: Uso e Ocupação da terra; AT: Antrópico; NA: Natural.; LVw: Latossolo Vermelho Ácrico; LVd: Latossolo Vermelho distrófico; LVA: Latossolo Vermelho-Amarelo; LA: Latossolo Amarelo; RQo: Neossolo Quartzarênico órtico; GX: Gleissolo Háptico; PVAd: Argissolos Vermelho-Amarelo distrófico / RL: Neossolo Litólico; RR: Neossolo Regolítico; RY: Neossolo Flúvico. **Fonte:** Autores.

Dessa maneira, constata-se que o CPM 2 concentra o maior número de focos com voçorocamentos (56%), seguido pelo CPM 1 (25%), e o CPM 3 (19%). De modo que os dois primeiros CPMs representam mais de 95% da unidade morfoescultural do

Planalto dos Guimarães, que se caracteriza por apresentar mais de 90% das áreas com uso e ocupação da terra antropizado pela agropecuária.

A compartimentação morfopedológica, permitiu indicar prováveis topossequências necessárias para elucidar o objetivo proposto do trabalho, de forma a subsidiar a determinação dos parâmetros morfopedológicos analisados até o momento.

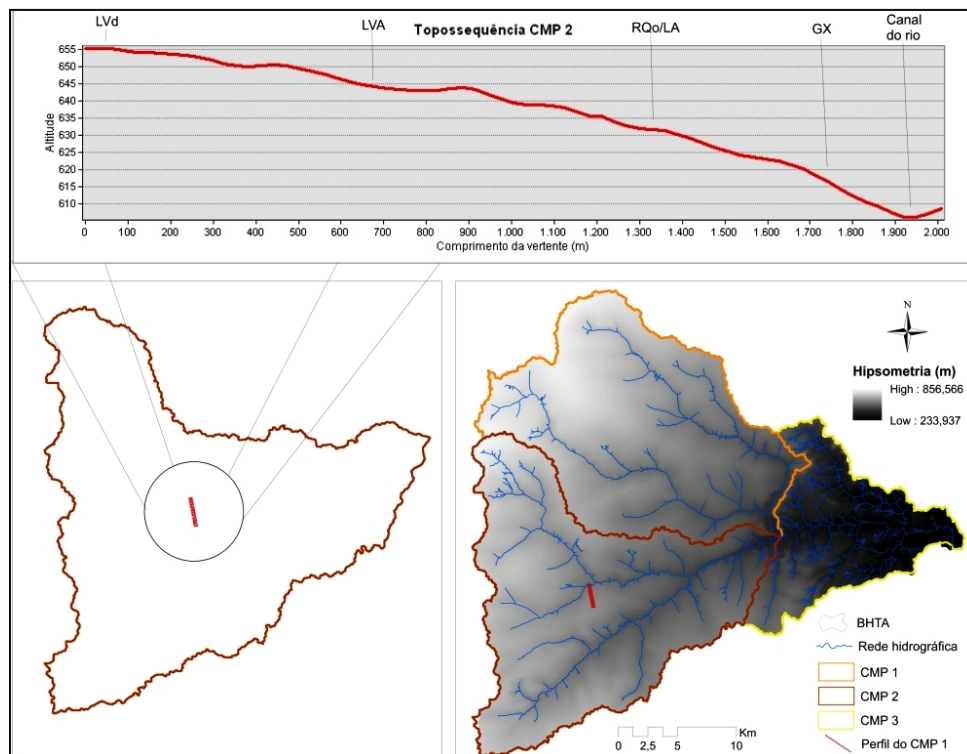
Desta forma, propõem-se o levantamento de duas topossequências, uma no CMP 1, que incide sobre a condicionante de topos de vertentes amplas, com predomínio dos sistemas de latossolos e sua transformação lateralizada para solos mais arenosos (LVw+LVd – LVA – RQo – RX) (Figura 10).



**Figura 10.** Perfil longitudinal de vertente representativa do CMP 01, com possível composição do sistema pedológico existente: LVw/LVd – LVd – LVA – RQo – GX.

Fonte: Autores.

Para o CMP 2, propõe-se uma topossequência numa vertente de amplitude média, que podem apresentar uma condição pedológica de mudanças laterais mais evidentes, devido a menor amplitude da vertente, e o maior trabalho da água, que por sua vez, pode alterar a concentração de argila, ocasionando mudanças de perdas desse material, no sentido do encaixe da rede de drenagem ortogonal, de forma a ocasionar provavelmente um sistema pedológico, do tipo LVd – LVA – LV/RQo - GX (Figura 11).



**Figura 11.** Perfil longitudinal de vertente representativo do CMP 2, com possível composição do sistema pedológico existente: LVd – LVA – RQo/LA – GX.  
Fonte: Autores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação dos componentes do meio físico da Bacia Hidrográfica do rio Tenente Amaral, permitiu subsidiar a execução da metodologia de compartimentação morfopedológica, onde foi possível propor de forma inicial e subjetiva uma localização das topossequências e suas prováveis características de alternância de solos, em duas das três compartimentações morfopedológicas avaliadas (CMP 1 e CMP 2).

Entre os parâmetros que mais influenciaram na determinação dos compartimentos, têm-se a morfologia do relevo, a estrutura litoestratigráfica e o controle da rede hidrológica, que associados a hipsometria/clinografia e ao uso e manejo da terra, influem diretamente nas condições de probabilidade a focos erosivos, especificamente do tipo voçorocas, tanto que há um número grande desse tipo de erosão linear para a bacia (39), que se apresentam com áreas de 0,22 ha a 6,77 ha, com predominância de distribuição de 20 km<sup>2</sup> (JESUZ, et al., 2013).

As principais recomendações compreendidas pelas variantes desse estudo inicial estão ligadas ao uso e manejo do solo pelos agentes sociais da bacia, os agricultores e pecuaristas para que adotem medidas mitigativas e de ação emergencial em determinados pontos de maior fragilidade, visando evitarem prover o uso da terra

em áreas próximas à rede hidrográfica, e em solos com grau de instabilidade elevados, especificamente os com maior teor de areia.

Portanto, ao fazerem uso dessas áreas, sejam empregadas técnicas de manejo conservacionistas, tanto no solo, quanto no restauro da vegetação nativa, principalmente das cabeceiras de drenagem.

## REFERÊNCIAS

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. – 8ª. ed. – São Paulo: Ícone, 2012.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SD. 21. Cuiabá**. Rio de Janeiro, 1982.
- CAMARGO, L (Org.). **Atlas de Mato Grosso: abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá – MT: Entrelinhas, 2011.
- CASTILLO, R. **Agronegócio e Logística em Áreas de Cerrado: expressão da agricultura científica globalizada**. Revista da ANPEGE. v. 3, p. 33 - 43, 2007.
- CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. **Compartimentação morfo pedológica e sua aplicação: considerações metodológicas**. Revista GEOUSP, São Paulo, n. 7, p. 27-37, 2000.
- CHAVES, L. H. G.; GUERRA, H. O. C. **Solos Agrícolas**. Campina Grande: EDUEFCG, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SBCS**. [Editores Técnico: SANTOS, H. G. et. al.]. – 2ª. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA SOLOS, 2006.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND INTERGOVERNMENTAL TECHNICAL PANEL ON SOILS – FAO/ ITPS. **Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report**. Rome, Italy, 2015.
- GALLARDO, D. J. **Usos y conservación de suelos**. Geologia Ambiental. Serie Ingenieria Geoambiental. Instituto Tecnológico Geominero de Espana, Madrid. 1998.
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. T. J.; SILVA, A. S.; MACHADO, R. G. (Orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 17-50.
- GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Erosão dos Solos. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Geomorfologia do Brasil**. – 6ª. ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, p. 181-198.

HUNKE, P.; ROLLER, R.; ZEILHOFER, P.; SCHRÖDER, B.; MUELLER, E. N. **Soil changes under different land-uses in the Cerrado of Mato Grosso, Brazil**. Geoderma Regional, 4, 31–43, 2015.

JESUZ, C. R.; CABRAL, I. L. L. **A morfodinâmica da Bacia Hidrográfica do Rio Tenente Amaral – MT**. Ra'e Ga, Curitiba, v. 38, p321-344, Dez/2016.

JESUZ, C. R.; ITO, J. B. B.; PETER, Z. **Erosões mecânicas na bacia hidrográfica do rio Tenente Amaral, Jaciara – MT, e suas determinantes socioambientais**. Revista Mato-Grossense de Geografia - Cuiabá - n. 16 - p. 89-105 - jan/jun 2013.

LAABS, V.; AMELUNG, W.; PINTO, A.; ALTSTAEDT, A.; ZECH, W. **Leaching and degradation of corn and soybean pesticides in an Oxisol of the Brazilian Cerrados**. Chemosphere, 41, p. 1441-1449, 2000.

LUZ, T. E. da.; LIMA, E. B. N. R.; SALOMÃO, F. X. T.; LIMA, Z. M. de. **Morfopedologia aplicada à concepção de obras em microbacia do perímetro urbano de Várzea Grande-MT**. Rev. Ambiente & Água. 10 n. 3 Taubaté – Jul. / Sep. 2015, págs. 646-659.

OLIVEIRA, M. A. T. Processos erosivos e preservação de áreas de risco de erosão por voçorocas. In: GUERRA, A. J. T; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. (Org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010. p. 57 – 94.

RIBEIRO, J. C.; SALOMÃO, F. X. T. **Abordagem morfopedológica aplicada ao diagnóstico e prevenção de processos erosivos na bacia hidrográfica do alto rio da Casca, MT**. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 22, n. 1, p. 83-95, 2003.

RODRIGUES, S. P. **Abordagem morfopedológica aplicada à prevenção e contenção de processos erosivos**. 2011, fls. 128. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

ROSA, R. Erosão laminar potencial em Microbacias Hidrográficas. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROÇÃO**. 7, Goiânia (GO). Anais, 03 a 06 de Maio de 2001.

ROSS, J. L. S. **Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental**. Geografia, Rio Claro, vol. 9, pp.65-75, 1995.

ROSS, J. L. S. **Chapada dos Guimarães: Borda da Bacia do Paraná**. Revista do Departamento de Geografia (USP) v.28, p. 180-197, 2014.

SALOMAO, F. X. T. **Processos erosivos lineares em Bauru-SP. Regionalização cartográfica aplicada ao controle preventivo de erosão urbano rural**. São Paulo: Tese de doutorado. FFLCH-USP, 1994.

SEPLAN. Secretaria de Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Projeto de Desenvolvimento Agroambiental do Estado de Mato Grosso – PRODEAGRO. **Mato Grosso: solos e paisagens**. Cuiabá – MT. 2007.

SILVA, B. B.; GOMES, H. B.; SILVA, S. T. A. **Alterações climáticas decorrentes de mudanças no uso da terra mediante sensoriamento remoto**. Mercator (Fortaleza. Online), v. 9, p. 91-106, 2010.

TARIFA, J. R. **Mato Grosso: clima: análise e representação cartográfica**. (Série recursos naturais e estudos ambientais). Cuiabá, MT: Entrelinhas, 2011.

VALERIANO, M. M., ROSSETI, D. F. **Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data**. Applied Geography (Sevenoaks), v. 32, p. 300-309, 2011.

VASCONCELOS, T. N. N. **Interpretação morfo pedológica da Bacia do Rio Tenente Amaral - Jaciara/MT: condição básica para sua caracterização ambiental**. Cuiabá, 1998. 162 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá 1998.

Contato com o autor: Cleberson Ribeiro de Jesus <cleberufmt@gmail.com>

Recebido em: 04/04/2019

Aprovado em: 28/12/2019