

Alterações na paisagem e as feições erosivas presentes na unidade do modelado de dissecação-dissecado em ravina-DR na Bacia do ribeirão Santa Gertrudes, Veríssimo – MG.

Alterations in the landscape caused by linear processes (ravines and gullies) in the DR-ravine dissecting-dissecting modeling unit in the Santa Gertrudes Basin, Veríssimo, MG.

Alison Henrique Pereira¹
Hygor Evangelista Siqueira²
Carlos Alberto Araújo Campos³

RESUMO

As análises geoambientais são fundamentais para as ações humanas. O uso e/ou manejo inadequado do solo em atividades de pecuária ou agricultura, podem intensificar ou desencadear processos erosivos economicamente irreversíveis, como formações de ravinas e voçorocas. Através dessas reocupações realizou-se este estudo, na unidade do modelado de dissecação-dissecado em ravina-dr. A unidade dr é uma entre as cinco unidades de relevo presente na bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes localizada nos Municípios de Uberaba e Veríssimo na Região do Triângulo Mineiro (MG). A unidade dr está localizada na região Nordeste da bacia hidrográfica ocupando uma área com cerca de 1.000,50 (ha), correspondendo 3,1% do valor total da bacia hidrográfica. O modelado dr apresenta formas convexas com declividade média de 14,28%. Os solos presentes nessa unidade foram classificados como Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho-Amarelo com textura franco arenosa, sendo muito friáveis e apresentando taxas de perda de solos elevadas se comparadas a tolerância de perdas para essa classe. As cotas altimétricas dessa unidade foram classificadas entre 789 a 950m. Enquadrado ao Domínio Natural dos Cerrados, a área vem apresentando acentuadas feições em seu relevo e paisagem, manifestadas através dos processos erosivos de ravinas e voçorocas. Isso ocorre devido ao não uso de práticas conservacionistas e contenção dos processos erosivos ocorridos no local.

PALAVRAS CHAVES: Degradação. Relevo. Uso e Manejo do Solo.

ABSTRACT

Geoenvironmental analyses are fundamental for human actions. The inadequate use and/or management of the soil in livestock or agricultural activities can intensify or

-
- 1 Graduado em Geografia pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro - (UFTM); E-mail: alisonuftm@live.com
 - 2 Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP; E-mail: hygorsiqueira@yahoo.com.br
 - 3 Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP; Professor Adjunto III na Universidade Federal do Triângulo Mineiro - (UFTM) E-mail: carlos.campos@uftm.edu.br

Recebido para publicação em 22/07/2019 e aceito em 24/05/2021

trigger economically irreversible erosive processes, such as the formation of ravines and gullies. The unit dr is one of the five relief units present in the hydrographic basin of the Santa Gertrudes stream, located in the municipalities of Uberaba and Veríssimo in the Triângulo Mineiro region (MG). The unit dr is located in the Northeast region of the watershed occupying an area of about 1,000.50 (ha), corresponding to 3.1% of the total value of the watershed. The dr model presents convex shapes with an average slope of 14.28%. The soils present in this unit were classified as Red Latosols and Red-Yellow Argissolos with a sandy texture, being very friable and presenting high soil loss rates if compared to the loss tolerance for this class. The altimetric levels of this unit were classified between 789 to 950m. Framed in the Cerrados Natural Domain, the area has been presenting accentuated features in its relief and landscape, manifested through the erosive processes of ravines and gullies. This is due to the non-use of conservationist practices and the containment of the erosive processes that have occurred there.

KEY WORDS: Degradation. Relief. Use and Handling of Soil.

Introdução

As análises geoambientais, no contexto atual, vêm se tornando cada vez mais necessárias à medida que a relação espaço natural e homem mostra-se presente. Partindo dessa preocupação, pode-se dizer que o uso e/ou manejo inadequado do solo em atividades de pecuária ou agricultura, podem intensificar ou desencadear processos erosivos economicamente irreversíveis, como formações de ravinas e voçorocas.

Campos (2017) afirma que mudanças significativas no comportamento das condições naturais de uma bacia hidrográfica, causadas por processos erosivos naturais ou antrópicos, podem gerar alteração no fluxo energético, desencadeando desequilíbrio ambiental, por consequência, a degradação da paisagem. Em 1949, estimava-se que o Brasil perdia anualmente, por erosão laminar, cerca de 500 milhões de toneladas de solo MARQUES, (1951) *apud* BERTONI; NETO, (1990). Segundo Filizola (2011), a redução da camada superficial é a principal forma de degradação dos solos no Brasil. Em razão da ampliação da fronteira agrícola e do uso intensivo do solo, Hernani *et al.* (2002) estimaram perdas totais anuais de solo em áreas de lavoura com valores de 750 milhões de toneladas e de 70 milhões de toneladas para as áreas de pastagens em todo o país.

Pensando em solo agricultável, a perda da camada superficial do solo correspondente à faixa entre 15 e 30cm, onde localizam-se grande parte dos nutrientes que o fertilizam (tais como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K)), acarreta um alto custo para recuperação e reutilização para produção de culturas.

Para Dechen (2015), a perda de matéria orgânica (MO) do solo por erosão, apresenta um efeito negativo sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, expresso principalmente pela redução da fertilidade, da capacidade produtiva do solo e pela aceleração de novos processos erosivos. Concomitante a esse fato de perdas de nutrientes, outro processo que sofre ação direta ocasionado pela erosão é a redução da capacidade de infiltração e redução de umidade no solo.

De acordo com Bertoni e Neto (1990, p.69), na maioria dos solos, o subsolo tem baixo teor de matéria orgânica e não é tão permeável como a camada superior. Quando a camada superior é erodida, o subsolo não absorve a água da chuva com a mesma rapidez, logo a consequência desse fenômeno acarretará maiores ocorrências de enxurradas e menos água disponível para as

plantas. A camada superior estando removida, implicará diretamente o armazenamento de água no solo para as plantas.

Tratando-se de erosão, podemos compreender que é o fenômeno na qual ocorre o desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causados por ações da água e pelo vento (BERTONI; NETO, 1990, p.68). Guerra (1999) entende também que tanto a mudança na quantidade de energia disponível provocada pela intensidade e frequência de precipitações, teor de umidade do solo, etc., quanto a alteração das características do sistema como uso do solo, cobertura vegetal, grau de estruturação, etc., podem levar a uma situação de desequilíbrio entre energia disponível e capacidade de dissipação de energia, levando, assim, ao desencadeamento de processos erosivos.

Segundo Guerra (2012), podem ser encontrados três tipos de erosão causadas pela ação da água, sendo elas erosão laminar, erosão em ravinas e erosão em voçorocas. Além dessas três formas de erosão, existem também a erosão por salpicamento (*splash erosion*), que segundo Guerra (*op cit*), ocorre como resultado das forças causadas pelo impacto das gotas de chuva.

De acordo com Guerra (1999), podemos considerar que ravinas e voçorocas são incisões que resultam da tendência de sistemas naturais a atingir um estado de equilíbrio entre energia disponível e eficiência do sistema em dissipar energia. As voçorocas são características erosivas relativamente permanentes nas encostas, possuindo paredes laterais íngremes e, em geral, fundo chato, ocorrendo fluxo de água em seu interior durante os eventos chuvosos (GUERRA, 2012). Algumas vezes, as voçorocas se aprofundam tanto que chegam a atingir o lençol freático. Comparando com os canais fluviais, as voçorocas possuem, geralmente, maior profundidade e menor largura. Elas estão associadas a processos de erosão acelerada e, dessa forma, com a instabilidade da paisagem. A textura franco-arenosa desses solos, associado à redução de valores de areias em profundidade e o aumento de partículas de argila, condicionam a uma drenagem interna do solo, o que leva à movimentação lateral da água, o que, conseqüentemente, potencializa o processo de remoção de partículas em subsuperfície.

Existem várias classificações espalhadas pelo mundo sobre os limites relacionados à profundidade e à largura de ravinas e voçorocas, várias definições podem ser encontradas na literatura internacional e nacional Heede, 1970; Imesin e Kwaad, 1980; Ponçano e Prandini, 1987 (*apud* OLIVEIRA, 1999) que classificam os conceitos ravinas e voçorocas. Para este trabalho, levamos em consideração o conceito proposto por Guerra (1999) em que ravinas seriam incisões de até 50 centímetros de largura e profundidade, valores acima dos citados anteriormente, as incisões erosivas serão denominadas voçorocas. O uso dessa distinção dimensional proposta por Guerra (1999) contempla este trabalho devido à sua aceitação largamente difundida na comunidade acadêmica nacional.

O presente trabalho visa analisar os tipos de uso do solo e a relação com as feições erosivas (ravinas e voçorocas) existentes na unidade do modelado de dissecação-dissecado em ravina (dr), na Bacia do ribeirão Santa Gertrudes, na porção localizada no município de Uberaba, no estado de Minas Gerais (MG).

Os solos do cerrado vêm sendo tomado por diversas atividades do setor agropecuário, ocupando vários hectares. Segundo Filho e Costa (2016), a área agrícola no cerrado expandiu cerca de 87% entre os anos de 2000 e 2014. Cerca de 70% das alterações de uso da terra ocorreram em pastagem ou em outras agriculturas. Segundo os autores, o principal fator dessa mudança foi o cultivo da soja, que aumentou 108% nesse período – em números absolutos, foram 8,13 milhões de

hectares nos estados de Mato Grosso e Goiás. A produção agrícola através de técnicas intensivas de produção e a pecuária, acabam por desconsiderar a fragilidade do meio ambiente o que ocasiona danos como processos erosivos. A ocupação de áreas sem planejamento ou gestão contribui para o avanço do empobrecimento dos solos, podendo ocasionar também o desencadeamento de processos erosivos, assoreamento de vales e diminuição da vazão dos mananciais.

Materiais e Métodos

O primeiro passo foi o levantamento detalhado do referencial bibliográfico, contemplando teses e artigos existentes sobre a temática da pesquisa. Estudos como Bertoni e Neto (1990), Guerra (1999), Baccaro (2001) e Campos (2017) subsidiaram o embasamento teórico para a continuidade das atividades. No segundo momento, foi realizado o levantamento da base cartográfica a ser utilizada na pesquisa para elaboração dos mapas.

Neste trabalho utilizamos a Carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), escala 1:100.000, Carta de Uberaba (1972), Folha SE-23-Y-C-IV, Carta de Veríssimo (1970), Folha SE-22-Z-D-VI; Modelo Digital de Elevação (MDE) do Projeto SPMGGO (IBGE, 2007); Mapeamento Geológico Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG, 2017), escala 1:100.000, Folha Veríssimo - Miguelópolis (SE.22-Z-D-VI - SF.22-X-B-III), Folha Uberaba (SE.23-Y-C-IV) - Igarapava (SF.23-V-A-I), Mapeamento de Solos e Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 2004), escala 1:1.000.000. Uso da ferramenta *Google Earth Pro* para marcação de pontos de ocorrências de ravinas e voçorocas através da fotointerpretação e o Software *ArcInfo/ArcGis versão 10.1*, para suporte à análise e integração dos dados; Análise morfométrica da área (TONELLO, 2006).

A ordem dos cursos d'água foram determinadas seguindo os critérios introduzidos por Horton (1945) e Strahler (1957).

Os estudos e métodos de análises em bacia hidrográficas foram utilizados para representar padrão de drenagem, os índices de circularidade (IC), fator de forma (f) e coeficiente de compacidade (kc), na qual se obteve os seguintes resultados:

Padrão de drenagem – dendrítico. **Índice de circularidade (IC)** – representado pela equação:

$$ic = \frac{A}{AC} \quad (1)$$

em que **A** é a área total da bacia e **Ac** é a área do círculo de perímetro igual ao da área total da bacia. Esse índice representa a relação entre a área total da bacia e a área de um círculo de perímetro igual ao da área total da bacia.

Coeficiente de Compacidade ou índice de Gravelius (**Kc**) – é representado pela equação:

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (2)$$

em que **P** e **A** são respectivamente o perímetro em km e área da bacia em km². De acordo com VILLA & MATTOS (1979), esse coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia independente de seu tamanho. Quanto mais irregular a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um **Kc** = 1 representa uma bacia circular e mais susceptível a enchentes. Para uma bacia alongada, esse valor tende a ser significativamente superior a 1, o

que leva a inferir que a bacia não está propensa a formação de enchentes. O valor do **Kc** obtido neste trabalho foi de 2,161, um valor distante do que representaria uma bacia circular, portanto podemos inferir que a unidade dr é uma área não muito sujeita à formação de enchentes.

Fator de forma (**Kf**) – representado pela equação:

$$Kf = \frac{A}{L^2} \quad (3)$$

é a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. A é a área total da bacia e L é o comprimento do curso d'água mais longo, desde sua foz (exutório) até a cabeceira mais distante da bacia (nascente). O valor obtido neste trabalho foi de 0,402. Segundo VILLLA & MATTOS (1979), uma bacia com fator de forma baixo é menos sujeita a enchentes que outra do mesmo tamanho, porém com fator de forma maior. O valor aqui obtido comprova o indicado anteriormente pelo **Kc**, constatando que a área não está propensa à formação de enchentes.

Através das características de relevo obtidas, foram elaborados os mapas de altimetria e declividade da unidade dr. A declividade do terreno **é expressa como a variação de altitude entre dois pontos do terreno, em relação à distância que os separa.** Foi utilizado como base para a geração de informações o *Modelo Digital de Elevação (mde)* do projeto SPMGGGO (IBGE, 2007). Com o uso da extensão *ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip*, do software *ArcGis 10.1*, realizamos a extração da área desejada para obtenção das curvas de níveis e variações do terreno. As classes de declividade geradas neste trabalho foram reclassificadas em seis intervalos distintos sugeridos pela Embrapa (1979), utilizando-se a técnica de reclassificação disponível na extensão *Spatial Analyst* do software *ArcGIS 10.1*.

Em última etapa, foram construídos mapas utilizando o *software ArcGIS 10.1*, levantamento de imagens através da ferramenta *Google Earth Pro* (versão gratuita), levantamento fotográfico em campo, tabelas, como formas de analisar a área de estudo e discutir junto às bibliografias os processos erosivos (ravinas e voçorocas) assim como o uso do solo existentes na área estudada.

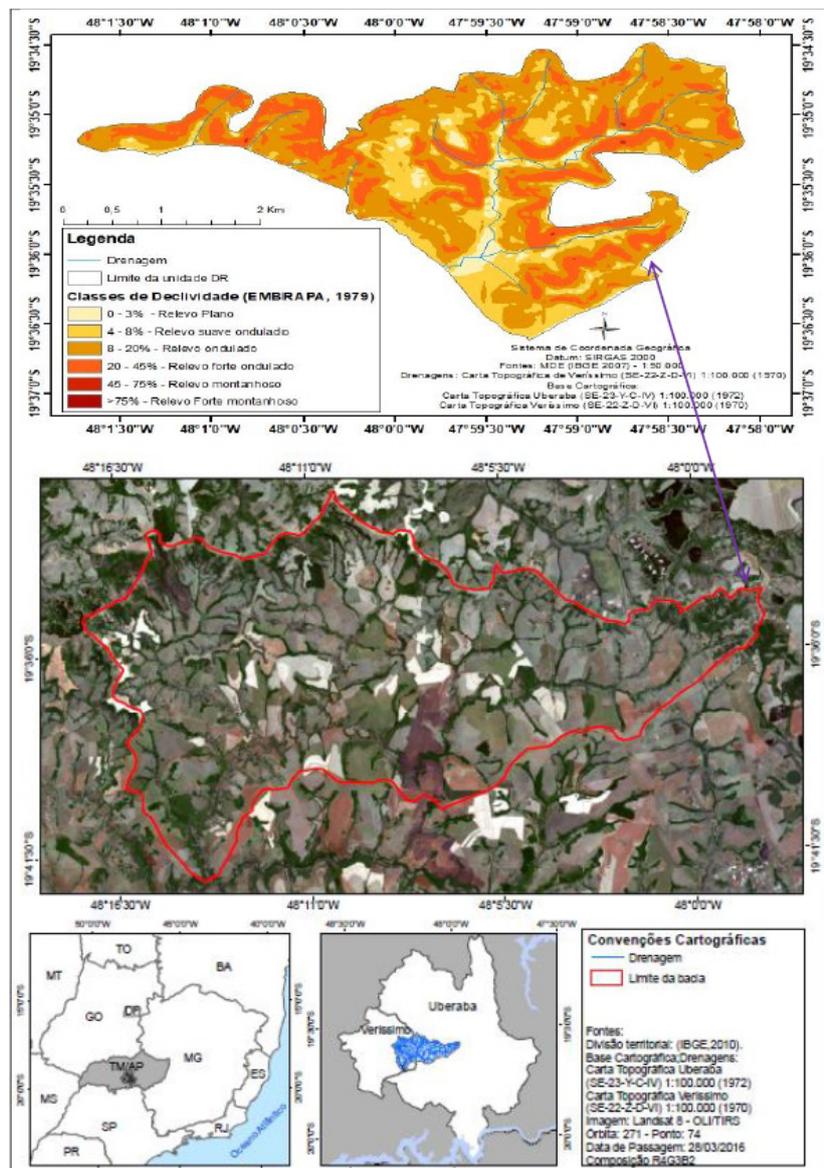
Área de estudo

O estudo foi realizado na Unidade do Modelado Dissecado em Ravina (dr), delimitada entre os paralelos 19°34'30" S; 19° 37' 0" S e os meridianos 47°58'0" W; 48°1'30" W. A área pertence a uma das cinco unidades do relevo presentes na bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes, que está localizada nos Municípios de Uberaba e Veríssimo na Região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais.

A bacia do ribeirão Santa Gertrudes - MG vem apresentando todas essas características evidenciadas pela ocupação da área do Cerrado. Essa bacia possui vegetação antropizada com poucos fragmentos de vegetação original, ou seja, cerrado típico. Estudos realizados por Valle Júnior (2008) na bacia do Rio Uberaba, a mesma apresenta severos conflitos de uso em relação aos solos, os estudos apontam que os principais conflitos estão sendo gerados entre o uso indicado segundo o autor e o uso dado. Para o autor, os conflitos indicam a sobreposição da agricultura às áreas de uso indicado para as pastagens, o que está levando a uma forte degradação dos solos. Nesse contexto, a bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes, sendo tributária direta da bacia do rio Uberaba, apresenta os mesmos conflitos postos pelo referido autor, o que está levando a uma redução do seu potencial de uso e degradando os solos.

Situada na região Nordeste (NE) da bacia hidrográfica (figura 1), a unidade ocupa uma área com cerca de 1.000,50 (ha), correspondente a 10,00 (km²). Esses valores em porcentagem correspondem a 3,1% do valor total da bacia hidrográfica. A região onde se localiza a unidade vem apresentando uma forte evolução de ocupação pela agricultura, sendo o uso do solo representado pelas grandes lavouras (CAMPOS, 2017).

Figura1 - Mapa de unidades do modelado do relevo para a bacia hidrográfica do ribeirão Santa Gertrudes



FONTE: CAMPOS, 2017.

Segundo Baccaro (2001), em quase a sua totalidade, a região do Triângulo Mineiro encontra-se inserida na morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná, apresentando litologias do Grupo Bauru (Cretáceo), com as Formações Uberaba, Marília e Adamantina, sobrepostas as rochas basálticas da formação Serra Geral do Grupo São Bento (Mesozoico).

Uma série de estudos na região do Triângulo Mineiro, descreveram também a organização da morfoescultura dentre eles podemos citar, Del Grossi (1991) que analisou a geomorfologia

regional a partir da proposta por analítica de Ab'Saber (1971), como sendo a área inserida nos “Domínios dos Chapadões Tropicais do Brasil Central”, constituindo a subunidade Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná.

Através de estudos realizados por Corsi (2003), foram identificados na região do Triângulo Mineiro-MG oito categorias de solos: latossolo vermelho-escuro álico, latossolo vermelho-amarelo álico, latossolo vermelho-escuro distrófico, latossolo roxo distrófico e eutrófico, podzólico vermelho-amarelo distrófico e eutrófico, cambissolo álico e eutrófico, glei húmico álico e distrófico, e areia quartzosa álica, conforme tabela 1.

Tabela 1 – Áreas ocupadas pelos diferentes grupos de solos

Categoria	KM ²	%
Latossolo Vermelho – escuro álico	32.253	61,1
Latossolo Vermelho - Amarelo álico	1.661	3,2
Latossolo Vermelho Escuro distrófico	3.189	6,0
Latossolo Vermelho distroférico	10.188	19,3
Argissolo Vermelho Amarelo distrófico e eutrófico	3.016	5,7
Cambissolo Álico e distrófico	1.278	2,4
Glei Húmico Álico e distrófico	797,00	1,6
Areia Quartzosa álica	378,00	0,7
Total	52.760	100,0

FONTE: CORSI, 2003.

Novais (2011) caracterizou o clima da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG) em quatro áreas, sendo elas Tropical Úmido, Tropical Semi-úmido, Tropical Ameno e Subtropical. Segundo o autor, Uberaba pertence ao Clima Tropical Úmido, quente o ano todo com 3 meses secos (jun, jul e ago); temperatura média anual entre 22°C e 26°C; pluviosidade média anual entre 1.250 e 1.800mm, concentrada no verão (novembro a março); déficit hídrico anual entre 100 e 400mm e excedente hídrico anual entre 250 e 800mm.

Resultados e Discussões

A unidade do modelado dr pode ser considerada como uma unidade pequena visto a área total da bacia na qual está inserida (323,125 km²). De acordo com análise morfométrica, foi possível obter resultados que auxiliam no entendimento do comportamento dos processos erosivos (ravinas e voçorocas) ligados aos fatores solo, relevo, drenagem e uso. A análise morfométrica da unidade do modelado dr foi representada pelas características e pelos índices apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Características morfométricas obtidas no estudo da unidade do modelado Dissecado em Ravina (dr).

	Características geométricas
Área total - (10 km ²)	Fator de forma (Kf) – (0,402)
Perímetro total – (24,408 km)	Índice de circularidade (IC) – (0,409)
Coeficiente de compacidade (Kc) – (2,161)	Padrão de drenagem - Dendrítico
	Características do relevo
Declividade mínima – (0%)	Altitude mínima – (789m)
Declividade média – (14,28%)	Altitude média – (863,5m)
Declividade máxima – (64,95%)	Altitude máxima – (938m)
	Características da rede de drenagem
Comprimento do curso d'água principal - (4,985 km)	Densidade de drenagem (Dd) – (1,509km/km ²)
Comprimento total dos cursos d'água - (15,091 km)	Ordem da bacia – (3) *

FONTE: Adaptado e modificado de TONELLO (2006).

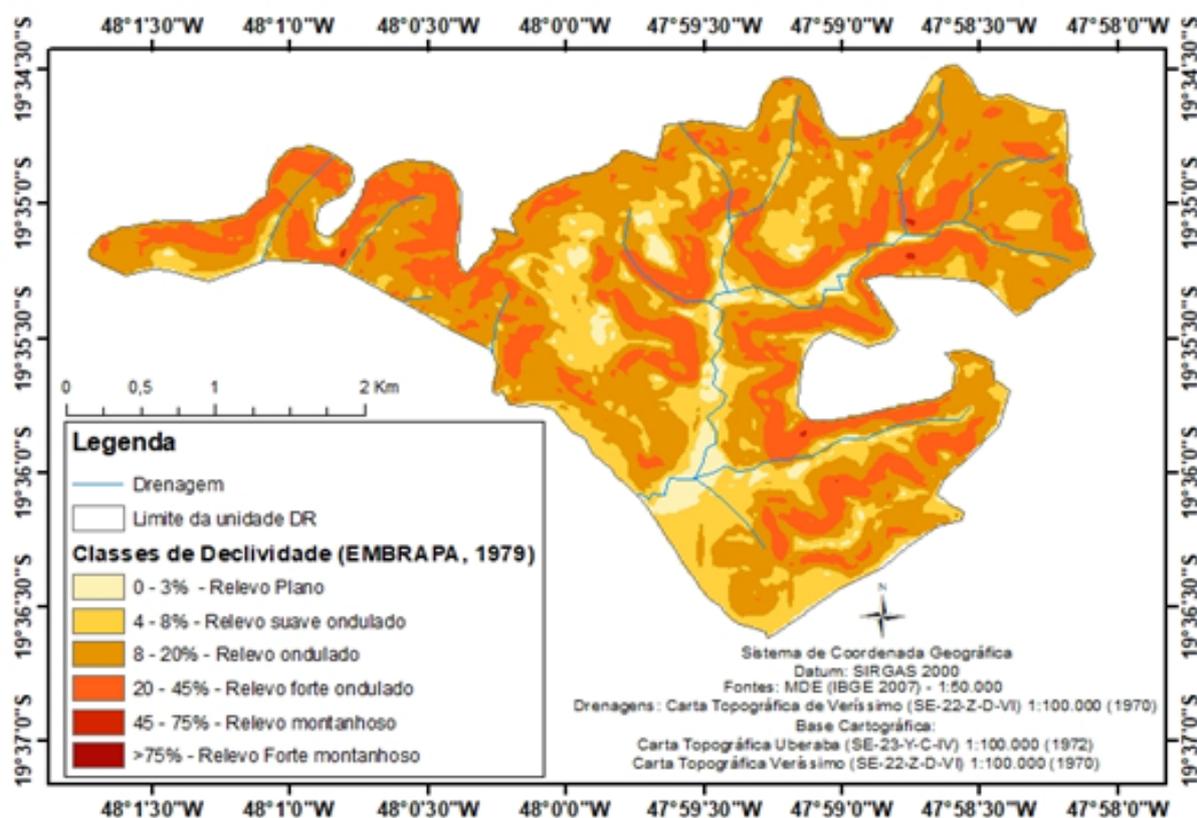
Através das características geométricas, de relevo e de drenagem, obtidas da unidade do modelado dr, é **possível constatar** com informações quantitativas o comportamento da unidade. A unidade apresenta um perímetro total de 24,408 km, cobrindo uma área de 10 km².

O valor do **IC** obtido neste trabalho foi de 0,409, o que possibilita inferir que a área do modelado dr, mesmo não sendo caracterizada com uma bacia hidrográfica e sim um compartimento, não se assemelha à área de um círculo, e sim a uma área alongada, e que, conseqüentemente, apresenta um valor médio/alto de escoamento e baixa propensão de cheias. Valores de $I_c = 0,51$ representa um nível moderado de escoamento, não contribuindo na concentração de águas que possibilitem cheias rápidas. Valores $> 0,51$ infere que a bacia tende a ser mais circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas). Já os valores $< 0,51$ inferem que a bacia tende a ser mais alongada favorecendo o processo de escoamento (Müller, 1953 e Schumm, 1956 (*apud* LANA, C.E. et al. 2001)).

A unidade dr (figura 3) apresentou formas convexas com declividade média de 14,28%. O valor médio da declividade foi obtido através do *layer properties > histogram > statistics* do arquivo *mde_reclass*. De acordo com a porcentagem resultante da análise, segundo Embrapa (1997), fica classificada a área como relevo ondulado (8 – 20% de declividade). Esses fatores morfológicos condizem com as características geométricas e valores anteriormente citados, evidenciando o fato de que quanto mais irregular a bacia, maior tende a ser o coeficiente de compacidade.

Figura 3 – Mapa de classes de declividade da unidade modelado

dissecado em ravina (dr)



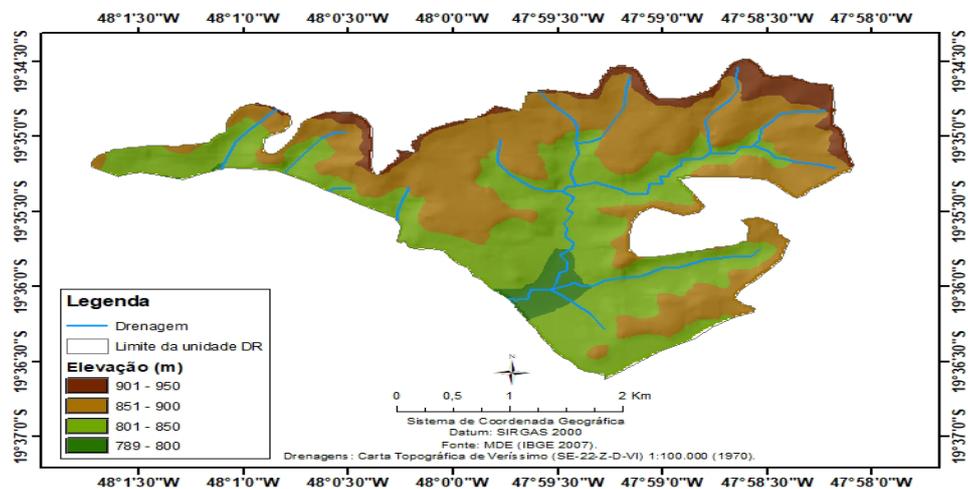
FONTE: Autores (2019).

A variação altimétrica entre a cota mais elevada (950m) e cota menos elevada (789m) foi de 161m, a relação entre esses valores apresenta altimetria média de 863,5m. e que influencia diretamente no padrão de drenagem existente na área (figura 4). Segundo Campos (2017), esse desnível topográfico associado às declividades elevadas, as fragilidades dos solos e aos volumes pluviométricos que recaem na região, potencializam os fluxos superficiais e sua capacidade de transporte de sedimentos, criando um ambiente favorável ao surgimento de sulcos, ravinas e voçorocas, conforme figura 5.

O predomínio de Argissolos Vermelhos Amarelos, com textura arenosa/media sendo muito friáveis e segundo Campos (2017) apresentam taxas de perda de solos elevadas se comparadas a tolerância de perdas para essa classe. Em estudos realizados por ARRAES, C. L. *et al* (2010) na microbacia do Córrego do Tejuco, no estado de São Paulo, com ocorrências de Argissolo Vermelho Amarelo eutrófico (PVAe), solo como esse apresenta alta susceptibilidade ao desenvolvimento de erosão laminar devido a seu comportamento marcante em relação ao gradiente textural, essa mudança textural, muitas vezes abrupta nesses solos, facilita uma rápida saturação dos horizontes superiores, favorecendo o fluxo paralelo ao caimento das encostas, portanto incrementando a erosão. A associação dessas características pedológicas, declividade do relevo na unidade e essa associação ao uso do solo pelas pastagens degradadas, resultam nas feições erosivas (ravinas/voçorocas) que ocorrem ao longo de toda a área, conforme espacialização na figura 6 e *in situ* na figura 7.

Figura 4 – Mapa de altimetria da unidade modelado dissecado em ravina (dr)

Unidade do modelado Dissecado em Ravina (DR) - Modelo Digital de Elevação (MDE)



FONTE: Autores (2019)

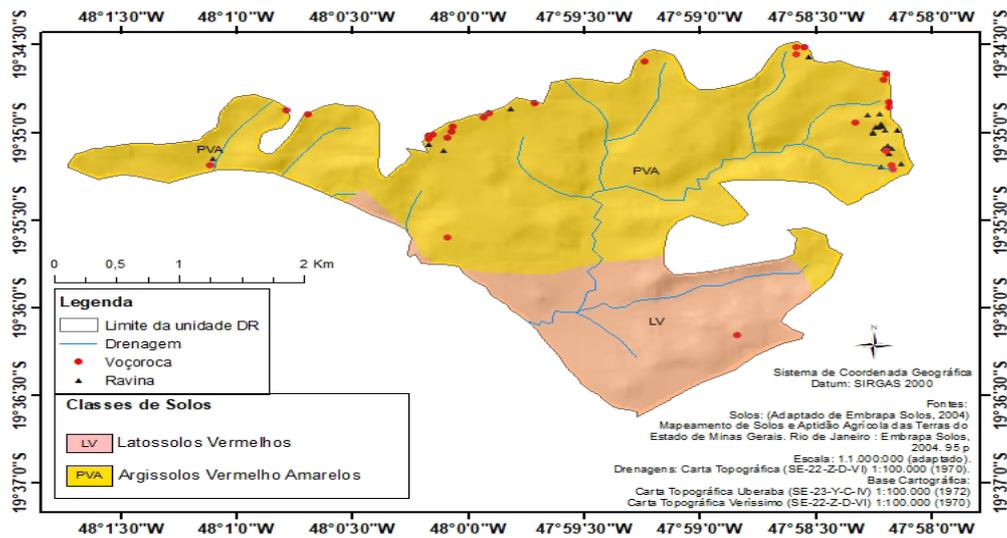
Figura 5 – Voçoroca



FONTE: Autores (2019). (coordenadas lat/long: 19°35'1.55"S / 48° 0'10.69"O)

Em áreas de Latossolo Vermelho, textura média, apresentam-se tendência à rápida infiltração das águas das chuvas devido à alta permeabilidade associada à homogeneidade textural, dessa forma, condições pouco favoráveis à concentração de água por escoamento superficial ARRAES,

Figura 6 – Mapa de classes de solos do modelado dissecado em ravina (dr).



FONTE: Autores (2019).

Figura 7 - Voçoroca



FONTE: Autores (2019). (coordenadas lat/long: 19°35'3.81"S / 48° 0'14.30"O). Presença de materiais grosseiros ao longo do perfil da voçoroca.

C. L. *et al* (2010). No entanto, em condições de uso inadequado do solo, substituindo a vegetação natural pela pastagem, o que conduz ao escoamento superficial concentrado de água de chuva, observam-se condições favoráveis ao ravinamento e rápido aprofundamento erosivo.

Na medida em que a concentração do fluxo de água se torna concentrado em canais bem pequenos e em pontos aleatórios da encosta, a profundidade do fluxo aumenta e a velocidade diminui, isso ocorre devido ao aumento da rugosidade, há uma queda simultânea da energia

do fluxo, causada pelo movimento de partículas que são conduzidas por esses pequenos canais que estão se formando, que são caracterizados como os embriões de futuras ravinas. O fluxo linear (*flowline*) nesse estágio, segundo Guerra (1999), provoca mais erosão nos canais que estão começando a se formar, isso ocorre devido à concentração de sedimentos no interior do fluxo que faz com que haja um forte atrito entre os sedimentos e o fundo dos pequenos canais.

Nesse contexto, as ravinas podem evoluir pela ação erosiva linear do escoamento pluvial, na base e nas laterais das ravinas, fazendo aprofundar e, ao mesmo tempo, alargar essas formas erosivas, começando a ocorrer um verdadeiro colapso de material, tanto nas laterais, como na parte superior, em direção ao topo das voçorocas. Na área estudada, o material sedimentado está sendo transportado e depositado nas áreas mais baixas (figura 8).

Figura 8 – Voçoroca

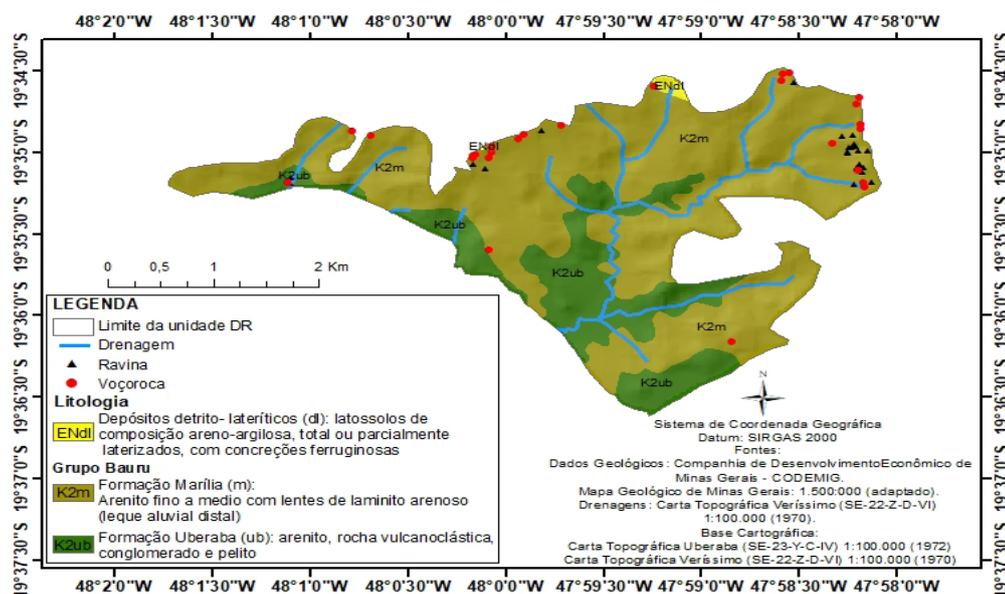


FONTE: Autores (2019). (coordenada lat/long: 19°34'34.16"S/ 47°59'15.13"O). Observa-se o depósito de materiais grosseiros oriundos dos processos erosivos ocasionados pelas ações da água juntamente com o fator relevo.

A origem dos materiais grosseiros evidenciados anteriormente, está associada à litologia da unidade. Conforme figura 9, a unidade está predominantemente tendo como base geológica as rochas pertencentes ao grupo Bauru - Formação Marília (m) e Formação Uberaba (ub). As áreas com maiores índices de ocorrências de ravinas e voçorocas, foram as que pertencem a geologia da Formação Marília. Estudos realizados por Ponçano *et al.* (1989) (*apud* VIEIRA 2006) que em terrenos das formações geológica Marília e Adamantina, no estado de São Paulo, concluíram que 38,6% das voçorocas ocorreram na Formação Marília e 9,2% na Formação Adamantina. De acordo com os autores, ocorre a maior concentração de voçorocas sobre as rochas areníticas com cimentação carbonática (local ou generalizada), como é o caso da Formação Marília.

Analisando as ocorrências dos processos de ravinas e voçorocas na unidade, através da ferramenta *Google Earth Pro* e visita a campo para confirmação dos pontos obtidos, constatamos densidade média de 2,5/km² para ravinas e 2,6/km² para voçorocas. Guerra (2012), aponta

Figura 9 – Mapa da geologia da unidade do modelado dissecado em ravina (dr).



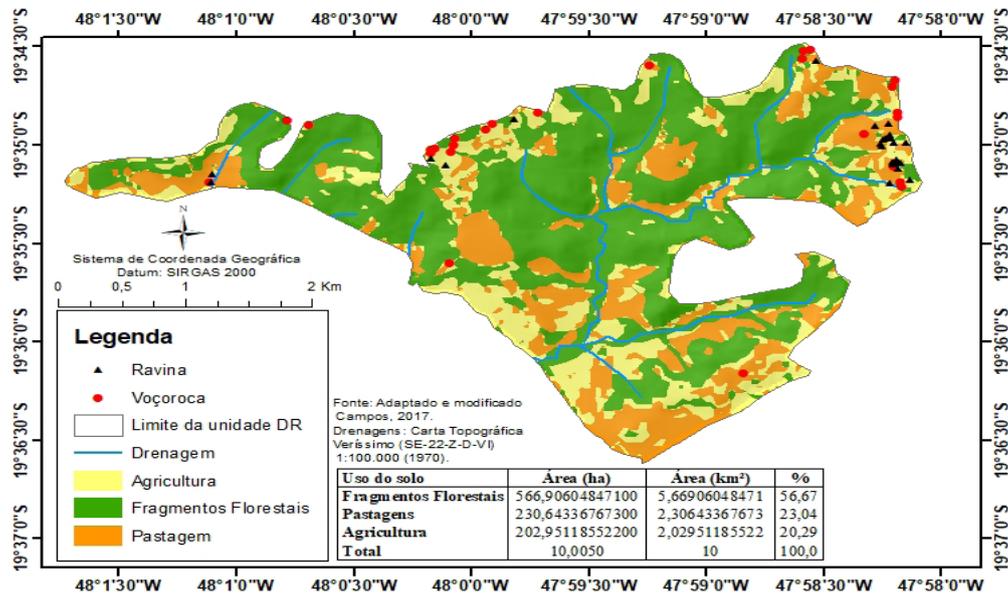
FONTE: Autores (2019).

que o desmatamento, o uso agrícola da terra, o superpastoreio e as queimadas, quase sempre são responsáveis diretos pelo surgimento de voçorocas, associados com o tipo de chuva e as propriedades do solo e, podem ter origens variadas. Uma delas se refere ao alargamento e aprofundamento de ravinas, que se formam em determinada encosta. O conhecimento das restrições em um ambiente, em função das suas condições naturais, pode evitar danos ao meio e ainda evitar prejuízos em projetos agrícolas. Para Moraes (2014), o uso correto do solo e técnicas mais adequadas ao manejo permite a preservação do meio natural e dos recursos hídricos em uma propriedade produtiva, além de reduzir o custo financeiro no que diz respeito à recuperação de áreas degradadas, como também amenizar a perda de nutrientes dos solos e o surgimento de processos erosivos.

As áreas com maiores índices de ocorrências de ravinas e voçorocas foram as que tiveram o uso do solo classificado como pastagem e agricultura (figura 10). O uso inadequado ou impróprio dessas áreas para pastagem/agricultura, associados ao fator relevo e características físico/químicas do solo, intensificam as ações erosivas presentes na unidade.

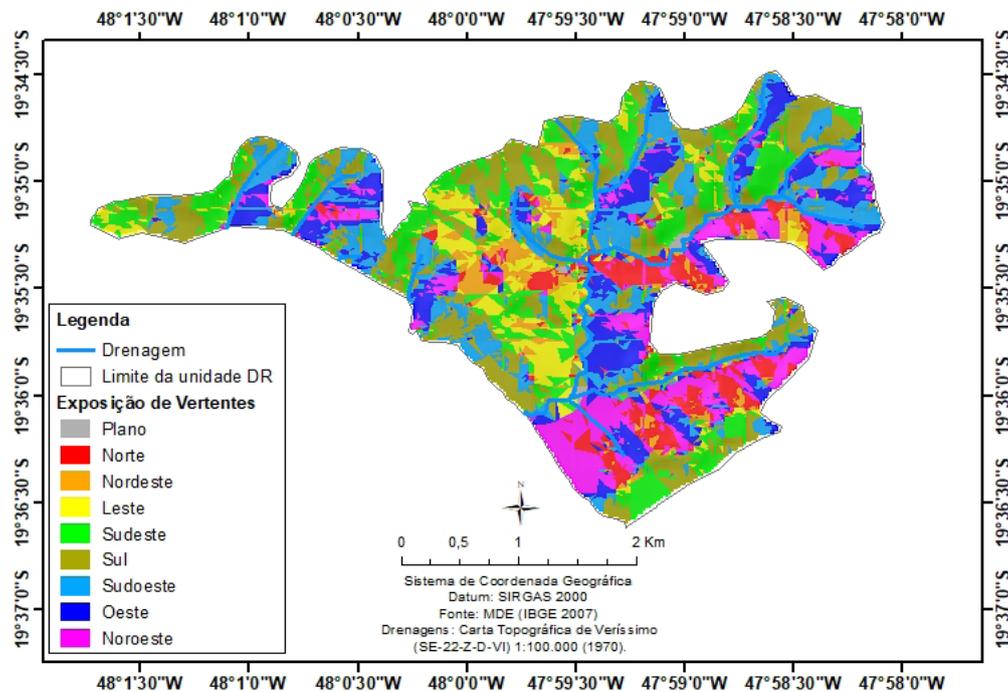
Cerca de 56,6% (566,90 ha) da área está coberta por fragmentos florestais. Esses fragmentos estão em áreas, cujo declive e as características de solo impedem seu uso, seja para pastoreio ou agricultura. Para o uso do solo nas áreas de pastagem (23,0% - 230,54 ha) e agricultura (20,28% - 202,95 ha) foi necessário a retirada da vegetação típica do local. O desmatamento dessas áreas e o uso agrícola da terra aceleraram os processos de formação de ravinas, em especial onde chuvas concentradas ocorrem em períodos em que os solos estão desprotegidos de cobertura vegetal, pois, nesse caso, um grande volume de material pode ser erodido das encostas. Como a unidade pertence ao domínio do Cerrado, há o elemento chuva, que sem dúvidas é responsável por acelerar os processos erosivos, as “chuvadas” (BACARO, 1994). O escoamento dessas chuvas estará condicionado às dinâmicas das vertentes (figura 11) existentes dentro da unidade, que vão influenciar no escoamento superficial de toda a água que está no relevo.

Figura 10 – Mapa de uso do solo na unidade do modelado dissecado em ravina (dr).



FONTE: Autores (2019).

Figura 11 - Mapa de orientação de vertentes da unidade do modelado dissecado em ravina (dr).



FONTE: Autores (2019).

A partir do levantamento bibliográfico e dados obtidos através de análises de mapas, cartas topográficas, e geoprocessamento, foi possível gerar as seguintes características da unidade dr (tabela 3):

Tabela 3 - Características da unidade de dissecação-dissecado em ravina (dr).

Unidade do Modelado (Compartimento)	Dissecado em Ravina
Ambiente Depositional / Clima / Idade	Leque aluvial / Semi-árido/ 66-72 milhões de anos – Cretáceo superior Maastrichtiana
Geologia	Formação Marília (m), Formação Uberaba (ub) e Depósito detrítico-laterítico (dl)
Declividade média	14,28%
Solos	Argissolo Vermelho – Amarelo (PVA), Latossolo Vermelho
Morfologia e Altitude	Topos convexos, 789-950m
Fragilidade Ambiental	Média
Uso do Solo	Mata-pastagem-agricultura
Estabilidade do Meio	Instável – Perdas de solos superiores a tolerância. Possível evolução para “bad lands”.
Características	Terras impróprias para cultivos intensivos, mas ainda adaptadas para pastagem, reflorestamento ou preservação ambiental.

FONTE: Adaptado e modificado de Campos (2017).

Como medidas de controle, nos casos avançados onde existem a presença de ravinas e erosão entre sulcos, o uso de mecanização, aração e revestimento vegetal do solo pode controlar tais processos, já nos estágios de voçorocas, o primeiro passo é interceptar o fluxo de água que escoar em direção as cabeceiras, por meio de terraços, bacias e canais vegetados. O cercamento do local também se torna bastante importante, de modo a evitar a passagem de animais, pessoas, veículos etc. O isolamento deve ficar no mínimo 20 cm das bordas da voçoroca.

Outro método bastante importante e que contempla a realidade da área estudada, são as práticas de caráter vegetativo, propostas por Bertoni e Neto (1990). Segundo os autores, o peso de gado muito grande, por exemplo, pode resultar em uma vegetação excessivamente raleada e reduzida, redundando em uma diminuição considerável da proteção contra a erosão. Assim, para que as pastagens possam constituir uma eficiente maneira de proteger o solo contra a erosão, um cuidado essencial será mantê-los com um peso de gado compatível com sua capacidade. A opção seria a realização do rodízio de pastagens de modo que, a área total será dividida em determinado número de pastos, sendo o gado passado de um para outro, dentro de uma sequência determinada. Adicionado o processo de ressemeio nestes períodos, os pastos assim teriam tempo suficiente para se refazerem.

Conclusão

De acordo com os dados obtidos, e visitas realizadas na unidade do modelado dr, foi possível concluir que as áreas mais atingidas pelos processos de ravinas e voçorocas são as áreas ocupadas por pastagem e pequenas áreas com agricultura.

A instabilidade do solo associado às condições litológicas e geomorfológicas, inviabilizam a recuperação das áreas tomadas pelas erosões para o cultivo intensivo, devido à declividade do terreno e os estágios avançados em que se encontram as erosões dentro da unidade do modelado dr.

Os resultados obtidos através do estudo morfométrico da unidade dr, através dos **índices de circularidade (IC), fator de forma (f) e coeficiente de compacidade (kc)** mostraram que a área possui valor médio/alto de escoamento e baixa propensão de cheias, devido a sua forma estar longe de ser uma área circular e sim mais alongada. Esses fatores associados às declividades e diferenças altimétricas existente na unidade, vão condicionar o comportamento dos fluxos de sedimentos que são transportados pela ação da água/chuvas.

Ao final do trabalho constatamos que a presença de ravinas e voçorocas na unidade estão associadas em maior parte onde:

à geologia é a Formação Marília (textura mais arenosa);

o relevo é classificado como dissecado em ravina;

áreas com predominância em classes que variam de 8 a 20% de declividade;

o solo marcante é o Argissolo Vermelho – Amarelo (PVA) onde as feições erosivas (ravinas/voçorocas) estão localizadas e, um ambiente de conflito de uso entre agricultura e pecuária. Portanto, são essas características geoambientais que devem ser consideradas como prioritárias para implementação de manejo adequado do solo.

Referências

AB´SÁBER, A. N. **Potencialidades paisagísticas brasileiras**. São Paulo: IG-USP, 1977. (Geomorfologia, 55).

ARRAES, C. L.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia Córrego do Tijuco, SP. **The Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 849-857, nov./dez. 2010. Disponível em: < https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/4319/pdf_1 >. Acesso em: 04 de jul. 2019.

BACCARO, C. A. D. Mapa geomorfológico do Triângulo Mineiro: uma abordagem morfoestrutural-escultural. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 13, n. 25, p. 115-127, jan/dez. 2001. Disponível em: < http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/29958/pdf_152 >. Acesso em: 18 nov. de 2018.

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no Domínio do Cerrado In: GUERRA, A. J.; SILVA, A. S. da S.; BOTELHO, R. G. M. (organizadores). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BACCARO, C. A. D. As unidades geomorfológicas e a erosão nos chapadões do município de Uberlândia. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, V.6, N. 11 e 12, p.19-34, jan/dez,1994.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1990.

CAMPOS, C. A. A. **Os compartimentos da paisagem e a elaboração de uma matriz para o**

planejamento ambiental em uma Bacia Hidrográfica com o uso intensivo da agricultura: Bacia do Ribeirão Santa Gertrudes, Veríssimo-MG. 2017. 130f. Tese (Doutorado em Agronomia (Ciência do Solo)) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-FCAV, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2017.

CARRIJO, B. R.; BACCARO, C. A. D. **Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG).** Caminhos de Geografia 1(2)70-83, dez/2000. Disponível em: < <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15254/8555> >. Acesso em 18 de nov. 2018

CORSI, A. C. **Compartimentação morfoestrutural da região do Triângulo Mineiro (MG):** aplicado a exploração de recursos hídricos subterrâneos. 2003. 226 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2003.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARAES, M. F.; MARIA, I. C. de. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. *Bragantia*, Campinas, v. 74, n. 2, p.224-233, 2015. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/html/908/90839457014/> >. Acesso em: 18 nov. de 2018.

DEL GROSSI, S. R. **De Uberabinha a Uberlândia: os caminhos da natureza contribuição ao estudo da geomorfologia urbana.** 1991. 205 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

FILIZOLA, H. F.; ALMEIDA FILHO, G. S.; CANIL, K.; SOUZA, M. D. Controle de processos erosivos em áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil. In: GOMES, M. A. F. (Ed.) **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil:** implicações para a água subterrânea e propostas de gestão com enfoque agroambiental. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. p. 302-316. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/15642/uso-agricola-das-areas-de-afloramento-do-aquifero-guarani-no-brasil-implicacoes-para-a-agua-subterranea-e-propostas-de-gestao-com-enfoque-agroambiental> >. Acesso em: 18 nov. de 2018.

GUERRA, A. J.; SILVA, A. S. da S.; BOTELHO, R. G. M. (organizadores). **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de Bases e conceitos.** (Org.) GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. 11^a ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2012. p.149-209.

HERNANI, L. C.; PRUSKI, F.; DE-MARIA, I. C.; CASTRO FILHO, C.; FREITAS, P. L. de; LANDERS, J. A. erosão e seu impacto In: MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. (Ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 47-60. Disponível em: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4315817/mod_resource/

content/1/Uso%20agrícola%20dos%20solos.pdf >. Acesso em: 20 de nov. 2018.

HORTON, R. **Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology**. New York: Geological Society of American Bulletin, 1945. v.56. p. 807-813. Disponível em: < https://hydrology.agu.org/wp-content/uploads/sites/19/2016/06/Horton_GSA1945_ErosionalDevelopmentofStreams-andtheirDrainageBasins_-hydrophysical-approach-to-quantitative-Morphology.pdf > Acesso em: 15 de jun. 2019.

LANA, Cláudio Eduardo; ALVES, Júlia Maria de Paula; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Análise morfométrica da bacia do Rio do Tanque, MG - Brasil. **Rem: Rev. Esc. Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 2, p. 121-126, June 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-446720010002000008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 de jul. 2019.

MORAES, N. C. R. de.; OLIVEIRA, E. G. de.; CAMPOS, C. A. A. Fragilidade Ambiental e suas Relações com os Compartimentos Geomorfológicos da Bacia do Rio Santa Gertrudes – MG. *Geografia (Londrina)* v. 23, n.2. p. 27-47. Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/18085> >. Acesso em: 21 de nov. 2018.

NOVAIS, Giuliano Tostes. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/ Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG)**. 2011. 189 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011. Disponível em : < <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16101/1/CaracterizacaoClimaticaMesorregiao.pdf> > Acesso em: 20 de jul. 2019

OLIVEIRA, M. A. T. Processos Erosivos e Preservação de Áreas de Risco de Erosão por Voçorocas In: GUERRA, A. J.; SILVA, A. S. da S.; BOTELHO, R. G. M. (organizadores). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

STRAHLER, A.N. *Quantitative analysis of watershed geomorphology*. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38. p. 913-920.

TONELLO, Kelly Cristina et al. **Morfometria da bacia hidrografica da Cachoeira das Pombas, Guanhões - MG**. *Rev. Árvore* [online]. 2006, vol.30, n.5, pp.849-857. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622006000500019&script=sci_abstract&tlng=pt > . Acesso em: 14 de jun. 2019.

VALLE JUNIOR, R. F. do. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do rio Uberaba**. 2008. 222 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2008. Disponível em: < <http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/d/2807.pdf> >. Acesso em: 12 de dez. 2018.

VIEIRA, Wellington Carlos. **Evolução de feições erosivas na microbacia do Córrego Boa**

Vista Prata/MG. 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16229/1/WCVieiraDISS1PRT.pdf> >. Acesso em: 20 de nov. 2018.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Bacia hidrográfica. In: **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p. Disponível em: < <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2011/04/villela-s-m-matos-a-hidrologia-aplicada-caps-1-2-e-3.pdf> >. Acesso em: 04 de jul. 2019