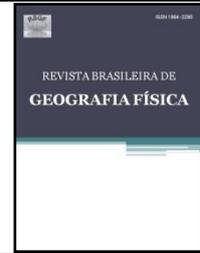




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Evolução dos processos erosivos e aspectos granulométricos em um sistema de voçoroca no Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres - Mato Grosso

Pauliane de Lima Silva¹, Leila Nalis Paiva da Silva Andrade², Gustavo Roberto dos Santos Leandro³, Célia Alves de Souza⁴

¹ Graduada em Geografia pela Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Cáceres, Mato Grosso, Brasil. paulianecac@hotmail.com ² Professora Assistente do Curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Coordenadora do Laboratório de Pesquisa e Ensino em Geomorfologia Fluvial - LAPEGEOF. Colíder, Mato Grosso, Brasil. leilaandrade@unemat.br ³ Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia, Campus de Presidente da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP. Presidente Prudente, São Paulo, Brasil. Membro do Laboratório de Pesquisa e Ensino em Geomorfologia Fluvial - UNEMAT. gustavogrociencias@hotmail.com ⁴ Professora Adjunta do Curso de Geografia e dos Programas de Mestrado em Geografia e em Ciências Ambientais - Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Coordenadora do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial - LAPEGEOF. Cáceres, Mato Grosso, Brasil. celiaalvesgeo@globo.com

Artigo recebido em 27/10/2016 e aceito em 23/05/2017

RESUMO

O solo é um dos recursos naturais que o homem utiliza, sem se preocupar em vários casos com sua fragilidade. Considerando a influência do uso e ocupação da terra nas mudanças ambientais, o estudo teve como objetivo analisar os processos erosivos no Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres - Mato Grosso a partir do monitoramento de um sistema de voçorocamento. Os procedimentos utilizados foram: levantamento teórico-conceitual; trabalho de campo para coletas de amostras, instrumentalização da erosão pelas técnicas de pinos e estacas; análise em laboratório e trabalho de gabinete (análise e sistematização dos dados). A retirada de cobertura vegetal e a granulometria do solo no entorno da área de estudo são fatores condicionantes aos processos erosivos. Ao analisar os dados obtidos por monitoramento, nota-se que dos quatro pontos o que apresentou maior susceptibilidade foi o Ponto 1, pois apresentou alta percentagem de areias e silte. A quantificação da erosão indica processo remontante o que contribui para o aumento em área e ramificação da voçoroca. Cabe salientar ainda o papel da água ao identificar processos e feições nos trabalhos de campo, como: a) *piping* b) encrostamento nas camadas superficiais e c) lavagem do material.

Palavras-chave: degradação do solo, composição granulométrica; feição erosiva.

Evolution of erosive processes and granulometric aspects of a gully complex in the district of Vila Aparecida, Cáceres Municipality, Mato Grosso

ABSTRACT

Soil is one of the natural resources that humans often use without concern for its fragility. Considering the influence of land use and occupation in environmental changes, the study aimed to analyze erosive processes in the district of Vila Aparecida, Cáceres Municipality, Mato Grosso, through monitoring a gully complex. We used the following procedures: theoretical-conceptual inventory; field work for sample collection; instrumentation of the erosion by pin and stake techniques; laboratory analysis and desk work (analysis and systemization of the data). Removal of vegetation cover and soil granulometry in the surroundings of the study area are determining factors of erosive processes. Analysis of the data obtained through monitoring revealed that, of the four points, Point 1 presented the greatest susceptibility, as it presented a higher percentage of sands and silt. Quantification of the erosion indicates a headward process, which contributes to the increase in area and ramification of the gully. We should also note the role of water when identifying processes and features during field work, such as a) *piping*, b) crusting in the surface layers, and c) washing the material.

Keywords: soil degradation; granulometric composition; erosive feature.

Introdução

O solo é um dos recursos que o homem utiliza sem se preocupar com o período necessário para a sua recuperação. Quando investe no solo, é

para obter maiores colheitas, raramente para conservá-lo. E utilizam meios como uso intensivo de fertilizantes, pesticidas e irrigação, levando a superprodução de alimentos, incluindo produtos de origem animal (Wild, 1993). Apesar de ser um

problema em escala mundial, a erosão dos solos ocorre de forma mais séria em países em desenvolvimento com regime de chuvas tropicais, sendo intensas consideradas por Blaikie (1985) uma causa e consequência do subdesenvolvimento.

Conforme Fushimi et al. (2013) a interferência da sociedade na natureza, seja em ambientes urbanos, seja nos espaços rurais, sem práticas conservacionistas, nem manejo ambiental adequado, pode ocasionar paisagens degradadas e meios morfodinâmicos instáveis e vulneráveis às manifestações erosivas, especialmente, as lineares, como sulcos, ravinas e voçorocas. No Brasil os estudos têm sido realizados a partir das particularidades locais e regionais no que se refere à dinâmica da paisagem com a interação entre os elementos ambientais e tipologias de uso e ocupação da terra (Francisco et al., 2010; Daniel e Vieira, 2015; Binda e Verdum, 2015; Vieira e Verdum, 2015; Pereira et al., 2016). Sobre isso, em sua contribuição Cruz (1985) resgatado por Daniel e Vieira (2015), argumenta que, a formação de feições erosivas apresenta comportamento diferenciado de acordo com a fisiografia da paisagem de cada região. As abordagens, metodologias e técnicas empregadas são das mais diversas, sendo selecionadas conforme cada estudo.

Particularmente em relação ao estado de Mato Grosso, e especialmente nas áreas de domínio do Cerrado, os processos erosivos tem se manifestado em diversas cidades e em áreas rurais, ocasionando perdas ambientais e prejuízos econômicos. Em relação aos processos erosivos em áreas rurais associados à atividade agropecuária, as suas causas são comumente em razão de uso do solo sem considerar critérios técnicos inerentes ao meio físico, ocasionando, por exemplo, a abertura de estradas rurais com traçado e manutenções inadequadas, a ausência de necessárias práticas conservacionistas no plantio de certas culturas, como a adoção de terraceamento, além da falta de planejamento e soluções técnicas adequadas para dessedentação de animais em áreas de pastagem (Faria et al., 2013).

Ramos et al. (2010) ao considerarem o solo como um componente básico a atividade agropecuária, destacam que, a conservação de sua qualidade é essencial para evitar prejuízos ambientais e na produção. Elencaram como fundamentais para seu estudo, os indicadores físicos e microbiológicos, esses últimos por responderem rápido a mudanças edáficas. No estado de Mato Grosso as pesquisas têm sido realizadas com diversas abordagens, a exemplo da

morfopedologia (Faria et al., 2013). Alguns estudos objetivaram o monitoramento de processos erosivos como os de Figueiredo (2003) que versa sobre a análise de processos erosivos associados ao escoamento superficial na micro bacia do córrego Jaberão no município de Cáceres/MT e Fichio (2009) com o monitoramento dos impactos ambientais devido à erosão no Distrito de Celma no Município de Jaciara/MT. Consideraram ainda as perdas de solo diante de sua fragilidade ambiental e suscetibilidade a erosão hídrica (Neves et al., 2011).

De acordo Lal (1988, p. 142), vários pesquisadores têm usado índices baseados em medidas rotineiras das propriedades do solo para avaliar a sua relativa susceptibilidade à erosão, criando vários índices (medidas de desagregação do solo ou de sua resistência à desagregação). O autor aponta “a erodibilidade do solo e a erosividade da chuva como sendo dois fatores físicos significantes para a magnitude e/ou intensidade da erosão do solo”. Outro fator importante segundo o autor é “a textura do solo como um fator importante que influencia a erodibilidade por afetar os processos de desagregação e transporte”. Enquanto grandes partículas de areia resistem ao transporte, solos de textura fina (argilosos) também resistem à desagregação, sendo a areia fina e o silte as texturas mais susceptíveis à desagregação e ao transporte (Lal, 1988, p. 141-142).

Segundo Ribeiro (1998) as reduções nas perdas do solo estão diretamente relacionadas com a quantidade de cobertura vegetal retiradas para atividades antrópicas (agricultura, pecuária, urbanização e outras). Considerando a gravidade do problema, bem como a influência do uso e ocupação da terra nos processos de degradação e mudanças ambientais, o estudo teve como objetivo analisar os processos erosivos no Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres - Mato Grosso a partir do monitoramento de um sistema de voçorocamento.

Material e métodos

Área de estudo

O município de Cáceres está localizado ao sudoeste do estado de Mato Grosso com 214 km de distância da capital Cuiabá. Integra a microrregião do Alto Pantanal e a mesorregião do centro-sul mato-grossense, tendo por vias de acesso a BR 070, BR 364, e MT 343 e por via fluvial através do rio Paraguai. Os vizinhos, municípios limítrofes que por muito tempo

pertenciam a Cáceres e hoje se elevaram também a categoria de município são: ao Noroeste, Mirassol do Oeste, Lambari do Oeste, Barra do Bugres e Porto Estrela. Ao Sul Corumbá/MS; a Nordeste Nossa Senhora do Livramento; a Leste e Sudeste com o município de Poconé; a Sudoeste a República da Bolívia e Porto Esperidião (Neves, 2010).

A cidade permaneceu por longos anos, sem empreender grande desenvolvimento populacional. A partir de 1960 com a construção da ponte Marechal Rondon e da rodovia BR 070, ligando Cáceres a Cuiabá e demais regiões, apoiados pelos projetos de colonização Marcha para Oeste, foram então chegando imigrantes de todos os lugares do Brasil (Ferreira, 1997). Segundo dados do IBGE (2010) Cáceres consta com uma população de 87 912 habitantes com uma densidade demográfica de 3,6 hab./km² em uma área de 24 398,399 km².

A intensificação do processo de migração gerado pelos projetos de colonização levou a criação de diversos núcleos em zona rural. Distrito de Cáceres, Vila Aparecida está situado a 50 km da sede municipal e se localiza a margem direita da MT-343, rodovia esta que dá acesso ao município de Porto Estrela e Barra do Bugres. Do ponto de vista histórico, a formação do Distrito esteve ligada

a elementos fundiários conduzidos por questões socioeconômicas e políticas geradas na cidade de Cáceres, que, de forma íntima contribuíram com a configuração dos atuais quadros sociais e culturais da Vila Aparecida (Pagel, 2012).

As propriedades da zona rural têm como base econômica a pecuária leiteira e, em menor escala a agricultura. Vila Aparecida é considerado pólo das comunidades ou localidades circunvizinhas que correspondem a: Bocaina da Cascavel, Santana e Água Branca; Flor da Mata, Remanso, Barranquinho, Duas Barras, Piran/Ferrugem, Taquaral, Nossa Senhora da Guia, Formigas, Guanandi, Bezerro Branco e Cachoeirinha (localidade em foco da presente pesquisa) (Pagel, 2012).

Nesse contexto, foi selecionado para análise um sistema de voçorocamento a fim de determinar os aspectos granulométricos e magnitude de erosão. A área de estudo está localizada entre as coordenadas geográficas 15° 48' 12" e 15° 48' 18" latitude sul e 57° 19' 21" e 57° 19' 27" de longitude oeste na comunidade Cachoeirinha, Distrito de Vila Aparecida no município de Cáceres - Mato Grosso (Figura 1).

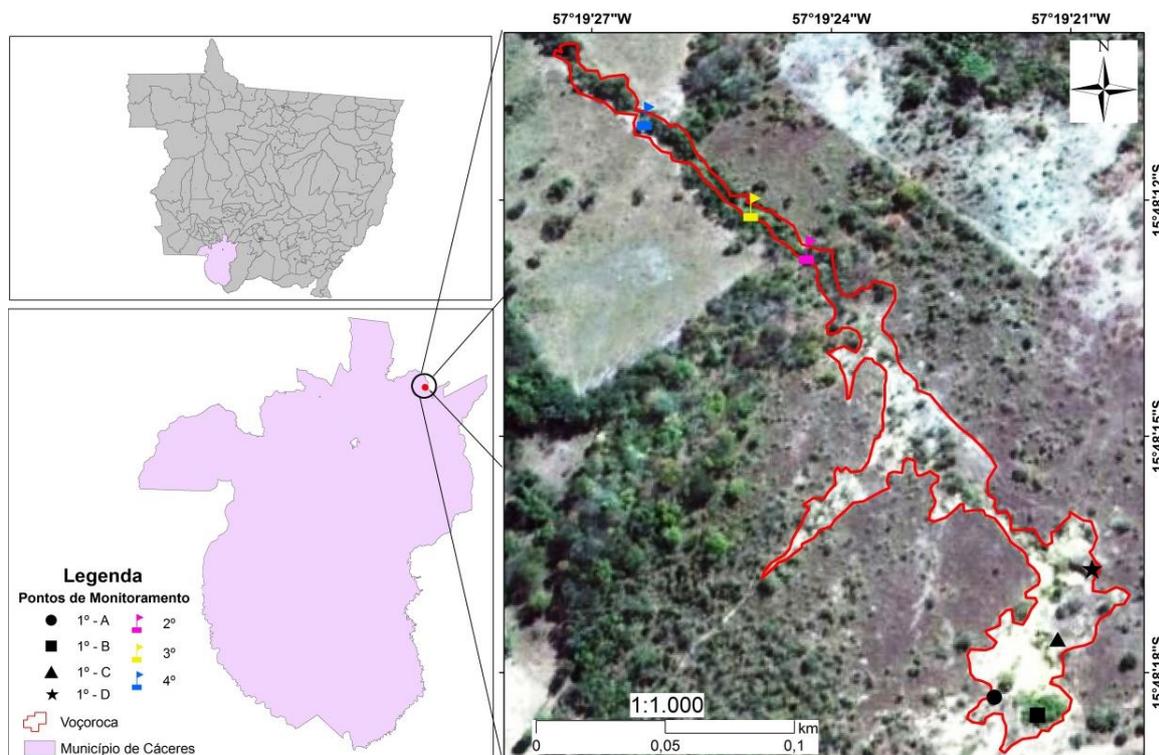


Figura 1. Localização da área de estudo. Elaborado por Jesus (2014)

Procedimentos Metodológicos

De acordo com Guerra (2005) “[...] as voçorocas são formas resultantes de processos erosivos acelerados que evoluem no tempo e no espaço” (p. 34). Nesse sentido, foram realizados levantamentos teórico-conceituais e metodológicos em livros, dissertações, teses e artigos, a fim de determinar os procedimentos a serem aplicados (Ross e Fierz, 2009). A primeira etapa de campo no dia 29 de abril de 2013 foi realizada para o reconhecimento, observação, coleta de amostras e instrumentação para monitoramento da erosão. A área de estudo foi dividida em quatro pontos, sendo que o primeiro ponto foi subdividido em (A, B, C e D) os quais foram monitorados nos meses de abril, julho, outubro e dezembro de 2013, fevereiro e abril de 2014 (Tabela 1).

Coleta de material e instrumentalização na feição erosiva

Foram coletadas amostras das paredes para identificação e quantificação da composição granulométrica. As amostras foram armazenadas em sacolas plásticas de 1 kg devidamente etiquetadas constando dados referentes do local, utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS). Cada ponto foi instrumentalizado com as técnicas de pinos e estacas para posterior quantificação do processo erosivo.

Tabela 1. Localização dos pontos monitorados.

PONTOS	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
	Latitude Sul	Longitude Oeste
1 (A)	15°48'31”	57°19'37”
1 (B)	15°48'31”	57°19'36”
1 (C)	15°48'29”	57°19'35”
1 (D)	15°48'28”	57°19'34”
2	15°48'21”	57°19'40”
3	15°48'19”	57°19'40”
4	15°48'16”	57°19'42”

Elaborado pelos autores.

Diante da importância do estudo das voçorocas, verifica-se uma diversidade de métodos de análise, como os convencionais, de monitoramento por estacas erosivas (Guerra, 2005; Vrieling et al., 2007; Francisco et al., 2010). Através de pesquisas de campo com a aplicação de métodos de medição, foi possível analisar a

evolução dos processos erosivos e identificar as áreas mais problemáticas (Francisco et al., 2010).

A técnica de pinos foi discutida e amplamente revisada por Lawler (1978) e empregada por Twidale (1964), Hooke (1980), Figueiredo (2003), Fichio (2009), Andrade (2009) e entre outros, esse método consiste na inserção perpendicular de pinos de aço de 30 cm na face da parede para medir o valor da erosão por meio da superfície de exposição dos pinos - 10 cm (Figura 2).



Figura 2. Técnica de pinos para monitorar o processo erosivo. Foto: Pauliane de Lima Silva (2013).

Para calcular a magnitude da erosão foi utilizada a fórmula de Hooke (1980), adaptada por Fernandez (1995). $Em = (L1 - L0) / t$. Onde: Em= Magnitude da erosão (cm/dia ou cm/ mês); L1= Comprimento do pino exposto pela erosão; L0= Comprimento exposto inicialmente, padronizada em 10 cm e; t = Tempo transcorrido (dias ou meses) entre cada coleta. A erosão média para cada seção monitorada após cada coleta de medição é a somatória dos recuos registrados dividido pelo número total de pinos instalados, enquanto que a erosão média anual é a média aritmética da erosão média obtida ao longo de um ano de monitoramento (Hooke, 1980).

A técnica de estacas consiste na instalação de estacas de madeira na parte superior das bordas da erosão, posicionadas de forma que não sejam afetadas por prováveis desmoronamentos e que não sejam retiradas pela ação dos habitantes locais (Hugues, 1977). Foram inseridas as estacas nos pontos escolhidos com posicionamentos de 2 m da borda da erosão para a realização de um ano de monitoramento do processo de voçorocamento (Figura 3).



Figura 3. Técnica de estaca para monitorar o processo de erosão.
Foto: Pauliane de Lima Silva (2013).

Análises em laboratório

Para quantificar as frações de argila e de silte, utilizou-se o processo da pipetagem (Embrapa, 1997, p. 27-32), onde 20 g de amostra foram mantidas por 12 horas em contato com a solução de um dispersante químico (NaOH 0,1 M.L-1); posteriormente, o material foi agitado em alta rotação (12.000 rpm) por 15 minutos. A fração de argila foi determinada pelo método da pipeta, que consiste em pipetar um volume da suspensão que é seca em estufa. A fração de areia foi retida em peneira de malha de 0,053 mm (n. 270). As frações foram secas em estufa e pesadas para a obtenção dos respectivos percentuais. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%, que é obtido por diferença das outras frações em relação ao peso da amostra original. Foram realizados três ensaios por ponto de coleta para obtenção da composição média.

A quantificação das frações de areia (grossa, média e fina) foi obtida com o peneiramento. O material retido pela pipetagem (dispersão total), na peneira de 20 cm de diâmetro e malha de 0,053 (n. 270), foi seco em estufa. Posteriormente, foi submetido a processo mecânico no agitador eletromagnético, com uma sequência de peneiras padronizadas, por 30 minutos. O material retido em cada uma das peneiras foi pesado separadamente (Suguio, 1973, p. 38).¹

Elaboração do mapa de localização

As atividades técnico-operacionais consistiram principalmente na elaboração dos mapas-base de localização e delimitação da área com feições erosivas do tipo voçorocamento baseados nas bases cartográficas da Secretaria de Estado Planejamento e Coordenação Geral de Mato Grosso - SEPLAN/MT - 2007 e análises de fotointerpretação de imagens dos satélites SPOT TM5 (SEMA/MT) e *software*. Vale ressaltar que todos os mapas foram re-projetados para o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000. Suas execuções/confecções foram realizadas nos Laboratórios de Geografia Física – LAGEF e de Geoprocessamento ambos sediados no Departamento de Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso campus Cuiabá, conforme detalhados a seguir:

O mapa base de localização da área consistiu basicamente na plotagem dos pontos (coordenadas geográficas transformados em graus decimais) em ambiente SIG (*ArGis 9.3 - ESRI*), onde com uso da base cartográfica estadual foi possível localizar exatamente os pontos plotados, sendo feito o recorte do município de Cáceres por intermédio das ferramentas de *Select Features*, posteriormente clicando com o botão direito na base estadual, abrindo a ferramenta *Date - Exporte Date* onde se criou um novo *Shapefile (.shp)* condizente com o município de Cáceres.

Para criação do mapa-base de delimitação do processo erosivo tipo voçoroca, foi necessário à interpolação das imagens de satélite do SPOT-TM5 (georreferenciadas) e imagens de satélite fornecidas pelo *Google Earth* (em formato.jpg) denominada de *Voçoroca_Google.jpg*, que foi baixada e georreferenciada através das imagens SPOT, procedendo aos seguintes passos: salvas em pasta própria, foram indexadas em ambiente ArcGis 9.3, e através da ferramenta *Georeferencing-Rectify* foram criados pontos de controle em todas as suas extensões e localizados nas imagens SPOT, com a cobertura praticamente total da imagem *Voçoroca_Google.jpg* foi dado o comando de *Update Georeferencing* encerrando o processo de criação de pontos de controle e criando uma nova imagem georreferenciada de codinome *Voço_02_Caceres_melhor.tif*. Com essa imagem

¹ As amostras foram analisadas no Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial (LAPEGEOF), Campus de Cáceres da Universidade do Estado de Mato Grosso.

georreferenciada o passo subsequente foi criar um novo *shape* da área de voçoroca no *ArcCatalog* pelo caminho *File>New >Shapefile* nomeando-o *Voç_Cac_melhor.shpe* adicionando-o no projeto em execução, onde através da ferramenta *Editor – Start Editing* foi criado o limite da área de voçorocamento. Com esse processamento encerrado, procedeu a plotagem dos pontos georreferenciados no limite da Voçoroca criado, sendo caracterizado por 07 (sete) pontos, assim organizados: 1°-A, 1°-B, 1°-C, 1°-D, 2°, 3° e 4°.

Como passo final todas as informações na área de projeto do *ArcGis 9.3 (ESRI)* foram sistematizadas e arranjadas para criação do *layout* final do projeto, que consistiu na execução do mapa com coordenadas conhecidas, escala, legenda e visualização de sua posição em relação ao município de Cáceres, e conseqüentemente do estado de Mato Grosso.

Resultados e discussão

A feição erosiva está localizada na Comunidade de Cachoeirinha, Distrito de Vila Aparecida situada à margem direita da estrada MT - 343 há aproximadamente 65 km da cidade de Cáceres- Mato Grosso. A área em planta da voçoroca corresponde aproximadamente a 35.280 m². Ao considerar a diversidade de processos erosivos, sobretudo os lineares Poesen et al. (2003), admitiram a dificuldade de estabelecer critérios dimensionais rígidos de distinção entre ravinas e voçorocas, apontando a voçoroca como uma feição com uma área mínima de 1m², sem estabelecer largura e profundidade mínima. Na área de estudo foram identificadas ravinas associadas à formação e evolução de um sistema de voçorocamento.

Nota-se que, a classificação aqui proposta foi baseada nas evidências de campo como: a) profundidade e morfologia das paredes b) evidências de escoamentos no fundo da feição e c) ocorrência de estruturas em subsuperfície (*piping*) associado a outros aspectos. De acordo com Suertegaray (2004) as voçorocas podem ser originadas pelo aprofundamento e alargamento de ravinas, ou erosão causada por escoamento subsuperficial, o qual dá origem a dutos (*pipes*). São relativamente permanentes nas encostas. Têm paredes laterais íngremes, em geral fundos chato, ocorrendo fluxo de água no seu interior durante os períodos chuvosos. Ao aprofundarem seus canais, as voçorocas atingem o lençol freático. Constituem um processo de erosão acelerada e de instabilidade nas paisagens.

Nesse sentido para a definição dos fatores que contribuem para a erosão foi considerada: a) os processos b) setores da feição erosiva e c) textura do material constituinte. A localização da voçoroca na margem direita da estrada, também influencia no processo erosivo, levando ainda em consideração o desmatamento no entorno. A atividade econômica local está voltada a pecuária leiteira e de corte. Há presença de algumas espécies vegetais na cabeceira e no seu entorno, típicas do Cerrado (Quadro 1). A origem dos processos erosivos é natural considerando as relações entre pedogênese X morfogênese, fundamentais na evolução da paisagem. Contudo, a retirada da cobertura vegetal com fins econômicos pode alterar a dinâmica erosiva. Mudanças na estrutura e tipo vegetal com a introdução de pastagem, por exemplo, pode expor o solo a ação da erosividade da água (Marchioro et al., 2016).

Em estudo realizado no município de Cáceres, Ramos et al. (2010) discutem que, o reflexo do manejo extensivo sobre os indicadores de qualidade no solo sob pastagem ao longo dos setes anos foi suficiente para provocar mudanças significativas, em razão do aumento da densidade e decréscimo da porosidade total do solo. Conforme os autores, na pastagem, provavelmente, o excesso de pisoteio animal, a negligência quanto ao pastejo contínuo e a ausência no controle da reentrada animal sejam as causas das modificações físicas depreciativas (Ramos et al., 2010). Diante disso, Francisco et al. (2010) destacaram que, dentre os aspectos relacionados à morfodinâmica, a ação de pisoteio do gado acarreta a formação de canais de escoamento com a compactação do solo, o que gera a formação de sulcos e a ampliação de canais de escoamento concentrado.

O primeiro ponto foi subdividido em 4 (A, B, C) e (D¹ e D²) ao serem identificadas ramificações na feição erosiva com a formação de novos canais (Figuras 4 e 5). Diante das características apresentadas foi o ponto com maior susceptibilidade de evolução no processo de voçorocamento. Em P1 (A) a feição é uma bifurcação em forma de arco com 23,45 m de largura onde a profundidade registrada foi de 3 m margem direita e centro com expressivo aumento a margem esquerda com 10,30 m.

O arco de erosão em P1 (B) apresentou extensão de 15,70 m com profundidade na margem esquerda de 4,50 m e 5 m na margem direita. Em P1 (C) foi mensurada uma bifurcação em forma de arco com 19 m de extensão. A profundidade na margem direita é de 6 m, da margem esquerda 6,10 m e do centro é de 0,42 cm. Na quarta subdivisão

de P1, ou seja, P1 (D) houve especificidade quanto a forma sendo verificados dois arcos (D^1 e D^2). É provável que, este ponto se tornará um só levando-se em consideração as características morfológicas, suas dimensões e composição granulométrica. Foi neste ponto que o material apresentou maior

percentagem de silte. As dimensões dos dois arcos totalizaram 38,75 m de extensão, a profundidade na margem esquerda do D^2 foi de 5,35 m, no centro de 2,52 m e na margem direita de 4,60 m (Figura 4).

Quadro 1. Espécies nativas ao entorno da área de estudo.

Nome Vulgar	Nome Científico
Marmelada	<i>Alibertiaedulis</i>
Lixeira	<i>Aloysavirgata</i>
Marolo	<i>Annonacrassiflora</i>
Favinha	<i>Cassia multifuga</i>
Figueira	<i>Ficuscarica</i>
Jatobá	<i>Hymenaeriumopacum</i>
Cumbaru	<i>Dipteryxalata</i>
Sucumpira Preta	<i>Bowdichiavirgilioides</i>
Pau Bosta	<i>SclerolobiumAureum</i>
Pau Terra	<i>Qualeagrandiflora</i>
Angili	<i>Sweetia fruticosa</i>
Coita Cavalo	<i>Lueheaparvifoiahuber</i>
Mangava Brava	<i>Lafoensia pacari</i>
Murici	<i>Byrsonimabasiloba</i>
Tigui	<i>Magoniapubescens</i>
Paineiro	<i>Charisiaspeciosa</i>
Goiabeira	<i>Psidiumguajava</i>
Gumtabu	<i>Aspidospermamacrocarpon</i>
Pimenta de Macaco	<i>Xylopiaromática</i>
Carvão Branco	<i>Callisthenefasciculata</i>

Dados de campo e levantamento de gabinete.



Figura 4. Setores e detalhes internos e de superfície da feição erosiva em P1 (B, C e D).

A vegetação no entorno do Ponto 1 (A) é remanescente e de porte arbustivo associado a espécies herbáceas. Nas bordas da voçoroca a combinação entre a) compactação do solo e b) exposição do sistema radicular contribuem para sua evolução e diminuição da cobertura vegetal que se

torna esparsa. A parte inferior da parede em sua porção esquerda está solapando de forma intensa, onde houve grandes quedas de blocos notáveis durante o período de monitoramento. No local se registrou maior ocorrência de erosão (Figura 5).

Muito embora se tenha identificado diversificados tipos de solos no município de Cáceres, se nota ampla ocorrência de solos arenosos, sendo que esse tipo pedológico se sobressai na área de estudo associado a ocorrências de Neossolos Litólicos e Quartzarênicos, Latossolos e Cambissolos (Camargo, 2011).

Conforme Guerra (1998) estudos tem demonstrado que o teor de silte afeta a erodibilidade dos solos, demonstrou ainda quanto maior o teor de silte, maior a susceptibilidade dos solos a serem erodidos. Dos nove pontos de coleta,

em seis a fração Silte foi superior aos 30% da amostra total seguido de Areia Fina (Figura 6 e Tabela 2). Nesse sentido Pimentel-Gomez e Garcia (2002) discutem que, a variabilidade de um atributo pode ser classificada de acordo com a magnitude do seu coeficiente de variação, que pode ser: (a) baixa, quando menor que 10%; (b) média, quando entre 10 e 20%; (c) alta, quando entre 20 e 30%; e (d) muito alta, se maior que 30%. Os valores das frações granulométricas permitem classificar as amostras coletadas como de Textura Arenosa (Embrapa, 1999).



Figura 5. Ponto I (A) em que: Se – Selagem e encrustamento nas camadas superficiais Ti – Talude instável ad – Área de deposição e Ca – Canal de escoamento do solo.

Foto: Pauliane de Lima Silva (2013).

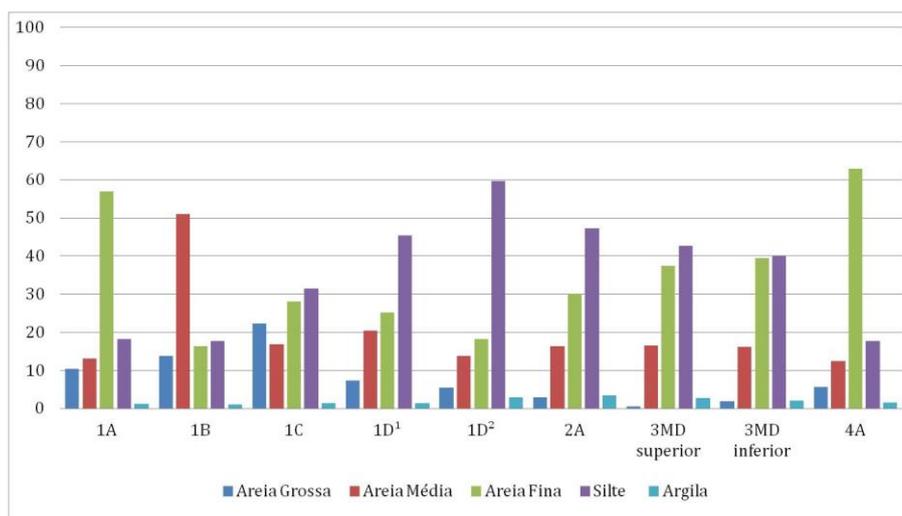


Figura 6. Percentual das frações granulométricas em cada ponto avaliado. Dados de laboratório sistematizados em gabinete.

Tabela 2. Composição granulométrica das amostras de solo.

PONTO	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Silte	Argila
	g.kg ⁻¹				
1 - A	104	131	570,5	182,5	12
1 - B	138,5	510	163,5	177	11
1 - C	223,1	168,5	280,5	314,4	13,5
1 - D ¹	74	205	251,5	455	14,5
1-D ²	55	138,5	181,5	596,5	28,5
2	29	163	301,5	472,5	34
3 - Margem Direita Superior	6	165	374,5	427,5	27
3 - Margem Direita Inferior	195	162,5	395,5	402	20,5
4A	56	123,5	628,5	176,5	15,5

Fonte: Dados de laboratório sistematizados em gabinete.

O monitoramento nas paredes da voçoroca com a técnica de pinos mostrou que a erosão acumulada foi superior em P1 (C) com 20 cm – MD; 23 cm – C e 14 cm – ME, embora tenha sido mais intensa em outros pontos (ME) como em P1 (D) e P4. Nos pontos 2, 3 e 4 não foram registrados processos erosivos no centro da parede, sendo que

ocorreram nas extremidades com destaque para a margem direita. O avanço da erosão nas bordas da feição, conforme a técnica de estacas foi intensa, associado a quedas de blocos por solapamento e o maior valor ocorreu em P1 (D) com 75 cm na margem direita (Tabela 3).

Tabela 3. Dados da erosão das margens, obtidos por meio de estacas e pinos (2013 a 2014).

Ponto	Nº de Pinos			Tempo Transcorrido (Meses)	Pinos Expostos Inicial (cm)	PINOS DE EROSÃO (cm)						Erosão por Estacas (cm)		
	MD	C	ME			Erosão Acumulada (cm)			Magnitude da Erosão (cm/mês)			Estacas		
						MD	C	ME	MD	C	ME	MD	C	ME
1 (A)	1	1	1	12	10	12	18	11,5	0,16	0,66	0,12	48	8	52
1 (B)	1	1	1	12	10	15	14	11	0,41	0,33	0,08	22	40	60
1 (C)	1	1	1	12	10	20	23	14	0,83	1,08	0,33	50	44	42
1 (D)	1	1	1	12	10	12,2	14,8	16	0,18	0,40	0,50	75	42	45
2	1	0	1	12	10	18	0	13	0,66	0	0,25	30	0	32
3	1	0	0	12	10	13	0	0	0,25	0	0	55	0	0
4	1	0	1	12	10	14	0	15	0,33	0	0,41	26	0	32

Legenda: MD (margem direita); ME (margem esquerda); C (centro).

Dados de campo sistematizados em gabinete.

Na transição de P1 (D) para P2 a feição se caracterizou como um corredor extenso, não muito largo com 5,56 m de largura, porém profundo, com 3,05 m - margem direita e 3,60 m - margem esquerda. Houve ocorrência de afloramento de fragmentos rochosos e alguns *piping* em sua parede à direita. Sobre as formas em planta, ainda na primeira metade do século XX Ireland et al. (1939) propuseram a classificação das voçorocas baseada

na morfologia, assim definida: a) linear; b) bulbiforme; c) dendrítica; d) em treliça; e) paralela; f) composta. Nesse sentido, de montante para jusante entre os Pontos 2 a 4 a feição apresentou morfologia linear (Figuras 1 e 7).



Figura 7. Afloramento de fragmentos rochosos em P2.

Foto: Pauliane de Lima Silva (2013).

No Ponto 3, há presença de vegetação típica de Cerrado as margens da voçoroca e ao seu entorno presença de capim. A profundidade registrada foi de 5,20 m e a largura de uma parede a outra foi de 16 m, este ponto é que apresenta maior largura e profundidade relação aos pontos 2 e 4. Pode-se observar a presença de *piping*, conforme a Figura 8 que de acordo com Guerra, (2003, p.172-173):

“São dutos ou túneis em grandes canais, abertos em subsuperfície, com diâmetros que variam de poucos centímetros até vários metros. O processo de formação desses dutos está relacionado ao próprio intemperismo, sob condições especiais geoquímicas e hidráulicas, havendo a dissolução e carreamento de minerais, em subsuperfície”.



Figura 8. Presença de dutos em subsuperfície no Ponto 3.

Foto: Pauliane de Lima Silva (2013).

Conforme Salomão “O fenômeno de *piping* provoca a remoção de partículas do interior do solo formando canais que evoluem em sentido contrário ao do fluxo de água, podendo dar origem a colapsos do terreno, com desabamentos que alargam a boçoroca ou criam novos ramos” (Salomão, 1999, p.230).

No monitoramento da margem utilizando a técnica de pinos apresentou a erosão acumulada da margem direita em 13 cm, à magnitude da erosão em 0,25 (cm/mês). E na técnica de estacas apresentou a erosão acumulada em 55 cm. Neste ponto a margem direita na parte superior registrou 0,6% de areia grossa, 16,5% de areia média, 37,45% de areia fina, 42,75% de silte e 2,7% de argila. No terceiro ponto da margem direita na parte inferior apresentou 1,95% de areia grossa, 16,25% de areia média, 39,55% de areia fina, 40,20% de silte e 2,05% de argila (Tabela 2). O alto teor de Silte em ambas as camadas e o pisoteio do gado no entorno contribuem com o processo erosivo podendo influenciar em futuros colapsos no terreno.

A cobertura vegetal no entorno do Ponto 4 é constituída por espécies nativas, contudo nas bordas da erosão há ocorrência de capim com atividade de criação de gado. A forma de apropriação e uso poderá agravar ainda mais a erosão da voçoroca por causa do pisoteio do gado. Em P4 as dimensões em profundidade variaram entre 1 m a pouco mais de três, sendo: a) margem direita – 1,72 m b) margem esquerda – 3,22 m com largura de 1,40 m. Na parede da erosão, a margem esquerda foi identificada ocorrência de erosão subsuperficial com a formação de dutos (*piping*). A composição do material é arenosa associada a elevado valor de silte, sendo expressa por 5,6% de areia grossa, 12,35% de areia média, 62,85% de areia fina, 20,25% de silte e 1,55% de argila (Tabela 2). Comparando os dados monitorados por Fichio (2009) sobre a erosão do solo no distrito de Celma no município de Jaciara/MT pode-se constatar que nas análises granulométricas nas três seções monitoradas a composição areia teve maior registro. Enquanto que os dados obtidos no presente estudo apresentam valores elevados de silte e areia fina. Nota-se que, a combinação entre as frações Areia Fina e Silte são facilmente removidas quando expostas a erosão hídrica.

No monitoramento utilizando à técnica de pinos a erosão acumulada na margem direita foi de 14 cm e a magnitude da erosão foi de 0,33 (cm/mês) e na margem esquerda a erosão acumulada foi de 15 cm e a magnitude da erosão foi de 0,41 (cm/mês). A técnica de estacas a erosão

acumulada na margem direita foi de 26 cm e na margem esquerda de 32 cm (Tabela 3). Pode-se observar que o processo erosivo está associado também à precipitação local (erosividade), pois foi quantificado no período das chuvas maior índice de erosão, onde a intensidade das chuvas favorece a erosão. Cabe salientar ainda a formação de canais de escoamento no fundo da feição erosiva responsável pelo transporte do material removido.

Considerações Finais

Devido ao uso excessivo dos recursos naturais, principalmente o solo, um dos principais processos ambientais naturais é acelerado ainda mais com a ação antrópica neste meio. Neste sentido, a erosão dos solos passa a condição de degradação ambiental. Mas não são somente os grandes latifundiários que causam esses danos ao meio ambiente, os pequenos sítios também têm papel preponderante nas parcelas, a única diferença é a quantidade de hectares de terras que um ou outro venha a possuir. Nesse sentido, a substituição da cobertura vegetal por pastagem expõe o solo a condições extremas de pisoteio do gado com alterações em sua estrutura e funcionamento original.

O estudo serviu de base para identificar a ocorrência de feições erosivas no município de Cáceres, considerando os tipos de uso da terra na zona rural. A mensuração da evolução demonstra urgência no levantamento de focos erosivos a fim de determinar a gravidade do problema e em seguida definir medidas de recuperação das áreas degradadas. Intervenções que devem ocorrer a curto, médio e longo prazo ao serem projetados riscos e prejuízos aos sistemas produtivos locais.

Referências

- Amaral, N. D. 1984. Noções de conservação do solo. 2. ed. Nobel, São Paulo.
- Andrade, L. N. S. 2009. Bacia hidrográfica do córrego das Pitãs- MT: dinâmica fluvial e o processo de ocupação, como proposta de gestão dos recursos hídricos. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Cáceres – MT. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT.
- Bertoni, J., Lombardi Neto, F. 1999. Conservação do solo. 4. ed. Ícone, São Paulo.
- Binda, A. L.; Verdum, R. 2015. Reflexões interpretativas sobre as manchas de areia do sudoeste do Rio Grande do Sul, Brasil: da

Diante disso foi realizado durante 01 (um) ano o monitoramento de quatro pontos no processo de voçorocamento, período em que foi possível mensurar sua evolução espacial e temporal a partir da profundidade, largura e erosão acumulada. Com o auxílio das técnicas empregadas em campo e laboratório, foram identificadas sua morfologia, setores e fatores condicionantes como a composição granulométrica dos materiais constituintes.

Em P1 (D¹) e (D²) a porcentagem de silte foi de 59,65% foi a maior e provavelmente este ponto futuramente se tornará um único anfiteatro de erosão, sendo que durante o monitoramento eram duas bifurcações separadas por uma pequena porção de solo. Isso porque apresentaram dados que afirmam a perspectiva, erosão acumulada de 16 cm e magnitude de erosão com 0,50 (cm/mês) e a estaca da margem direita que também mais erodiu com 75 cm de erosão acumulada durante o monitoramento. O ponto 1 (C) também obteve dados alarmantes em relação ao monitoramento, a falta de vegetação as margens, substituída por capim contribuem para o processo erosivo. O avanço da erosão indica instabilidade e processo remontante.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso - FAPEMAT e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo apoio logístico e financeiro através do Laboratório de Pesquisa e Estudos em Geomorfologia Fluvial – LAPEGEOF da Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.

- desertificação à arenização. Boletim Goiano de Geografia, Goiânia 35, 273-288. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/37431/18903>. Acesso em: Junho de 2016.
- Blaikie, P. 1985. The political economy of soil erosion in developing countries. Longman Group Limited, Nova York, 188 p.
- BRASIL. 2004. Constituição da República Federativa do Brasil, de 05 de Outubro de 1988. Disponível em: http://www6.senado.gov.br/con1988/CON1988_05.10.1988/CON1988.htm >. Acesso em: 26 mar. 2016.
- Bryan, R. B. 1990. Knickpoint evolution in rill wash. Catena Supplement 17, 111-132.

- Cruz, O. A. 1985. Escala temporal-espacial nos estudos dos processos geomorfológicos erosivos atuais: uma questão de método. *Geomorfologia*, Instituto de Geografia 33, 1-6.
- Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. 2003. *Geomorfologia do Brasil*. 3 ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Daniel, E.; Vieira, B. C. 2015. A evolução das feições erosivas da bacia do córrego Espreado, São Pedro (SP). *Boletim Goiano de Geografia* 35, 339-358. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/37435/18907>. Acesso em: Janeiro de 2016.
- De Ploey, J. 1983. Runoff and roll generation on sandy and loamy topsoils. *Zeitschrift für Geomorphologie Supplementband* 46, 139-152.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1997. Manual de métodos de análises de solo. 2 ed. Embrapa, Rio de Janeiro.
- Faria, T. O.; Vecchiato, A. B.; Salomão, F. X. T.; Santos Júnior, W. A. 2013. Abordagem morfoedológica para diagnóstico e controle de processos erosivos. *Ambi-Agua*, Taubaté 8, 215-232. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n2/21.pdf> Acesso em: Marco de 2016.
- Farmer, E. E. 1973. Relative detachability of soil particles by simulated rainfall. *Soil Science Society American Journal* 37, 629-633.
- Ferreira, J. C. V. 1997. Mato Grosso e seus municípios. Cuiabá: Secretaria de Estado da Cultura, 668 p.
- Fichio, S. D. 2009. Monitoramento dos impactos ambientais devido a erosão localizada no distrito de Celma no município de Jaciara/MT. 2009. 66 f. Monografia (Licenciatura em Geografia). Cáceres – MT. Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT.
- Figueiredo, M. 2003. Análise dos processos erosivos associados ao escoamento superficial concentrado na microbacia do córrego Jaberão, área da seção de construção do gasoduto Bolívia/Brasil: município de Cáceres- MT. Tese (Doutorado em Geografia). Rio de Janeiro – RJ. Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.
- Francisco, A. B.; Nunes, J. O. R.; Tommaselli, J. T. G. 2010. A dinâmica espaço-temporal do processo de voçorocamento no perímetro urbano de Rancharia – SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 11, 49-56. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/141/135>. Acesso em Abril de 2016.
- Fushimi, M.; Nunes, J. O. R.; Nakamura, R. Y.; Takata, L. T. O. 2013. Vulnerabilidade ambiental e aplicação de técnicas de contenção aos processos erosivos lineares em áreas rurais do município de Presidente Prudente – SP. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 14, 343-356. Disponível: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/435/352>. Acesso: Maio de 2016.
- Guerra, A. J. T. 2005. Experimentos e monitoramentos em erosão dos solos. *Revista do Departamento de Geografia* 16, 32-37. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7154/RDG.2005.0016.0003>. Acesso em Maio de 2016.
- Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. 2005. *Geomorfologia: uma atualização de base e conceito*. 6 ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Guerra, A. J. T.; Silva, A. S.; Botello, R. G. M. 1999. *Erosão e conservação do Solo*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Guerra, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (Orgs.). 1998. *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3. ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro.
- Hooke, J. M. 1980. Analysis of the river bank erosion. *Journal of Hidrologia*, 42, 39-62.
- Horton, R. E. 1945. Erosional development of stream sandtheir drain age basins: hidrological approach to quantitative morphology. *Bulletin of the Geological Society of America*, v. 56, 275-370.
- Hugues, D. J. Rates of Erosion on Meander Ares. In: Gregory, K. J. (Org.). *River Bollin-Dean*, Cheshire. *East Midlands Geographer*, 1977.
- Imneson, A. C.; Jungerius, P. D. 1976. Aggregate stability and colluviation in the Luxembourg Ardennes: a experimental and micro morphological study. *Earth Surface Proceses*, v. 1, 259-271.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 23 mar. 2014.
- Ireland, H. A.; Sharpe, C. F. S.; Eargle, D. H. Principles of gully erosion in the Piedmont of South Carolina. *US Department of Agriculture Technical Bulletin*, n. 633. 1939. 142 p.
- Lal, R. Erodibility and Erosivity. In: Lal, R. et al. *Soil erosion research methods*. Washington: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 141-160.
- Lawler, D. M. The use oferosion pins inriverbanks. *Swansea Geographer*, 1978.
- Morgan, R. P. C. *Soil erosion and conservation*. England: Longman Group, 298 p. 1986.
- Morgan, R. P. C. Soil degradation and erosion as a resulto of agricultural practice. In: RICHARDS, K. S.; ARNETT, R. R.; ELLIS, S.

- Geomorphology and soil. George Allen and Unwin, Londres, 1984. p. 370-395.
- Neves, R. J.; Neves, S. M. A. S.; Casarin, R. Sistema de Informação Turística Geográfica de Cáceres-MT-Brasil: Subsídios ao planejamento e desenvolvimento local. In: Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 6. Universidade de Coimbra, mai. 2010. Disponível em: www.uc.pt/fluc/cegost/vislagf/actas/tema5/ronaldo. Acessado em: 25 mar. 2014.
- Neves, S. M. A. S.; Motinho, M. C.; Neves, R. J.; Soares, E. R. C. 2011. Estimativa da perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Jauru/MT. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, v. 23, n. 03, 423-434. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/12535/pdf>. Acesso em: Fevereiro de 2016.
- Nobre, N. A. O.; Roque, C. G.; Bampi, A. C. 2008. Avaliação comparativa dos atributos físicos do solo como indicadores de impactos Ambiental na sub-bacia do rio Carapá (Colider/MT). In: SANTOS, José Eduardo dos; GALBIATI, C. (orgs). *Gestão e Educação Ambiental: Água, Biodiversidade e Cultura*, v. 1. RIMA editora, São Carlos – SP.
- Pagel, V. V. B. 2012. A organização do trabalho pedagógico da educação do campo gestada em salas anexas no distrito de Vila Aparecida, Cáceres-MT. Dissertação (Mestrado em Educação) – Cáceres - MT, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEAMT.
- Pereira, L. S.; Rodrigues, A. M.; Jorge, M. C. O.; Guerra, A. J. T.; Fullen, M. A. 2016. Processos hidro-erosivos em solos degradados em relevo de baixa declividade. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 17, n. 02, 299-316. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/877>. Acesso em: Abril de 2016.
- Pimentel-Gomez, F.; Garcia, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba, FEALQ, 2002. 309 p.
- Poesen, J. Conditions for gully formation in the Belgian loam belt and some ways to control them. In: Schwertmann, U., Rickson, R. J.; Auerwald, K. (Ed.), *Soil erosion protection measures in Europe*. Soil Technology Series, 1989. p. 39-52.
- Ramos, F. T.; Monari, Y. C.; Nunes, M. C. M.; Campos, D. T. S.; Ramos, D. T. 2010. Indicadores de qualidade em um latossolo vermelho-amarelo sob pastagem extensiva no Pantanal mato-grossense. 2010. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 01, 112-120. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1681/4543>. Acesso em: Março de 2016.
- Ribeiro, J. F. Cerrado: matas e galerias, Planaltina/DF: Embrapa, 1998.
- Ross, A, Becker, E. L. S. 2012. Educação Ambiental e Sustentabilidade. *Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.5, 857-866.
- Salomão, F. X. T. 1999. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: Guerra et. al. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 229-267.
- Salomão, F. X. T. *Erosão dos Solos*. Folheto elaborado para apresentação e das experiências desenvolvidas no combate a erosão dos solos. UFMT, 2005.
- 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.
- Suertegaray, D. M. A. (org.) 2004. *Terra: feições ilustradas*. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Sugiuo, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. Edgard Blucher, São Paulo.
- Tavares, A. C., Vitte, A. C. 1997. Erosão dos solos e assoreamento de represas: o caso de Monte Aprazível (SP). *Revista Geografia*, Rio Claro, v.18, n.1, 51-95.
- Twidale, C. R. 1964. *Erosion of a aluvial bankat Birdwood, South Australia*. Zeists chrifftfur Geomorphologie.
- Vieira, C. L.; Verdum, R. 2015. Arenização e erosão hídrica no sudoeste do Rio Grande do Sul: análise dos agentes condicionantes e considerações básicas para intervenções mecânico-vegetativas. *Revista de Geografia*, Recife, v. 32, n. 01, 42-65. Disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/view/907/619>. Acesso em: Fevereiro de 2016.
- Vitte, A. C.; Mello, J. P. 2007. Considerações sobre a erodibilidade dos solos e a erosividade das chuvas e suas consequências na morfogênese das vertentes: uma balanço bibliográfico. *Revista Climatologia e Estudos da Paisagem*, Rio Claro, v. 2, n. 2, 07-133. Disponível em http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_12.pdf. Acesso em: Março de 2016.

Vrieling, A.; Rodrigues, S. C.; Bartholomeus, H.; Stek, G. 2007. Automatic identification of erosion gullies with ASTER imagery in the Brazilian Cerrados. *International Journal of Remote Sensing*, v. 28, n. 12, 2723-2738.

Wild, A. *Soils and the environment: an introduction*. Cambridge University Press, Grã-Bretanha, 1993. 278 p.