

## Uso e Cobertura da Terra e a Susceptibilidade Erosiva no Sistema de Voçoroca na Cidade de Itaúba, Mato Grosso

### Cover And Use Land And Erosive Susceptibility In The Gully System In The City Of Itaúba, Mato Grosso

Kamila da Silva Santos<sup>1</sup>

Leila Nalis Paiva da Silva Andrade<sup>2</sup>

Gustavo Roberto dos Santos Leandro<sup>3</sup>

Fabio Junior do Espirito Santo Andrade<sup>4</sup>

#### RESUMO

A ação da água é um fator preponderante para o modelado terrestre, combinado com outros condicionantes (solo, vegetação, rocha e uso/ocupação da terra). Por sua vez, as atividades antropogênicas também influenciam e aceleram os processos modeladores, que em muitos casos, ocasionam o aparecimento de ravinas e voçorocas nos terrenos. Assim, o presente trabalho teve como objetivo identificar os tipos de uso e ocupação da terra e analisar a susceptibilidade erosiva em um sistema de voçoroca no município de Itaúba – Mato Grosso. Realizou-se revisão bibliográfica; trabalho de campo: (observação, instrumentalização, coleta de solo e monitoramento); gabinete (cálculo de erosão e mapeamento) e análise em laboratório com as técnicas de peneiramento e pipetagem. Os resultados mostram que a erosividade, a erodibilidade, as atividades agropecuárias e a expansão urbana deram impulso ao processo de ravinamento, contribuindo assim em seu crescimento acelerado para o estágio de voçoroca. Para a recuperação da área recomenda-se a construção de taludes artificiais, revegetação e práticas mecânicas. O manejo e uso adequados dos recursos ambientais são necessários, pois qualquer outra forma de apropriação que não se enquadre com os padrões estabelecidos em leis ambientais, conseqüentemente tem gerado impactos negativos para a população do entorno, com efeitos negativos na sociedade.

<sup>1</sup> Graduada em Geografia em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. E-mail: [kamila.santos.silva93@gmail.com](mailto:kamila.santos.silva93@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1897-4513>

<sup>2</sup> Professora adjunta, no Curso de Graduação e Pós-Graduação *stricto sensu* em Geografia, da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT- E-mail: [leilaandrade@unemat.br](mailto:leilaandrade@unemat.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0571-4833>

<sup>3</sup> Professor Visitante no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. [gustavo.leandro@unemat.br](mailto:gustavo.leandro@unemat.br) ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9349-5337>

<sup>4</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia-PPGGEO, da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT E-mail: [fabio\\_jr.andrade@hotmail.com](mailto:fabio_jr.andrade@hotmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5478-9620>

**Palavras-Chave:** Processo Erosivo; Voçoroca; uso e ocupação; degradação ambiental.

## Abstract

The action of water is a major factor for land modeling, combined with other conditions (soil, vegetation, rock, and land use/occupation). Anthropogenic activities influence and accelerate the modeling processes, which in many cases cause the appearance of ravines and gullies on the land. Thus, this study aimed to identify the types of land use and occupation and to assess erosion susceptibility in a gully system in the municipality of Itaúba, in the state of Mato Grosso. The study involved a bibliographic review; fieldwork: (observation, instrumentalization, soil collection, and monitoring); cabinet work (erosion calculation and mapping), and laboratory analysis with sieving and pipetting techniques. The results show that erosivity, erodibility, agricultural activities and urban expansion have driven the ravine formation process, thus contributing to its accelerated growth into the gully stage. To recover the area, the recommendation is to build artificial slopes, revegetation, and mechanical practices. Adequate management and use of environmental resources are necessary, as any other form of appropriation that fails to comply with the standards established in environmental laws has subsequently generated negative impacts for the surrounding population, with negative impacts on society.

**Keywords:** Erosion process; Gully; Use and occupation; Ambiental degradation.

## INTRODUÇÃO

A erosão pluvial ocorre pelo gotejamento da água da chuva, que resulta na erosão por salpico, pela enxurrada e pela água de infiltração que começa a atuar nos processos físicos e químicos. Segundo o autor Ellison (1948), embora um pingo de chuva sobre o solo possa parecer relativamente pequeno, em quantidades maiores ele acaba se tornando um dos principais problemas na conservação dos solos. Conforme Suguio (2003), quando a declividade do terreno é pequena, acontece a erosão laminar, mas conforme o aumento do declive ocorre, verifica-se a multiplicação do escoamento linear, que pode acarretar na erosão subterrânea, evidenciando a produção de ravinas e voçorocas.

A erosão do solo é causada pelo desequilíbrio ambiental, em função de diversos fatores como desmatamento, cortes de barrancos para construções e tantos outros que contribuem para esse processo. As pesquisas relacionadas com os processos erosivos usam dois parâmetros importantes: a erodibilidade e a erosividade. A primeira refere-se à facilidade com que o material é

removido pela água ou pelo vento, dependendo da quantidade de areia, silte, argila, além de outros como porosidade e matéria orgânica. E a erosividade expressa pela energia cinética, é um domínio das águas das chuvas em provocar a erosão no solo (SUGUIO, 2003). cm de recuo seguido pelo nome do autor em maiúsculo e parênteses, ano e página do excerto:

As voçorocas, ao aprofundarem seus canais, atingem o lençol freático, e é nesse estágio em que há um processo de erosão acelerada, em que se registra a instabilidade nas paisagens (SILVA et al., 2017). O lençol freático é uma espécie de reservatório de água doce subterrâneo, e quando ocorre a erosão em uma ressurgência de água significa que atingiu o último estágio do processo erosivo, fator preocupante, pois o processo de recuperação é quase irreversível. Nesse caso, os danos ambientais, econômicos e sociais são enormes, pois tem-se uma perda imensurável de terras agricultáveis, diminuindo a produção agrícola, acarretando prejuízos financeiros à região (OLIVEIRA et al., 1987). Assim, a voçoroca pode ser classificada como ramificada, tendo três canais: principal, secundário e um novo canal no estágio inicial (VIEIRA, 2008).

De acordo com Silva (2011), as modificações que são feitas nas paisagens para a criação de cidades, e por sua vez, afetam a dinâmica hidrológica e alteraram os caminhos por onde a água circula, e com a retirada da cobertura vegetal os danos são ainda maiores. O mesmo autor ainda discorre que a sociedade moderna com suas tecnologias acaba depositando nos solos resíduos em quantidades que a natureza não pode suportar, alterando assim o ciclo natural e acarretando sérias consequências ao meio.

Guerra (2013) aponta que mesmo sabendo da importância dos solos para a existência humana, vegetal e animal, o homem ainda é o maior causador dos processos erosivos tanto em áreas urbanas quanto rurais. No que tange a esse assunto, Christofletti (2013) cita que as atividades agrícolas e pastoris são responsáveis por mudanças na paisagem, inicialmente pela substituição da cobertura vegetal por algum tipo de cultura, assim, a fase pioneira de ocupação avança rapidamente pelos terrenos com topografias favoráveis. Nas áreas urbanas as implicações iniciais se devem à construção de áreas impermeabilizadas, refletindo na capacidade de infiltração da água no solo, acentuando o escoamento superficial, a concentração das enxurradas e eventos de cheia. Dessa

forma, a mudança no funcionamento do ciclo hidrológico decorrente das áreas urbanizadas e agrícolas podem ocasionar efeitos adversos quanto ao uso do solo.

Os processos erosivos tendem a interferir no meio ambiente e nas questões econômicas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo identificar os tipos de uso e ocupação da terra e analisar a susceptibilidade erosiva no sistema de voçoroca no município de Itaúba, Mato Grosso.

## **METODOLOGIA**

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

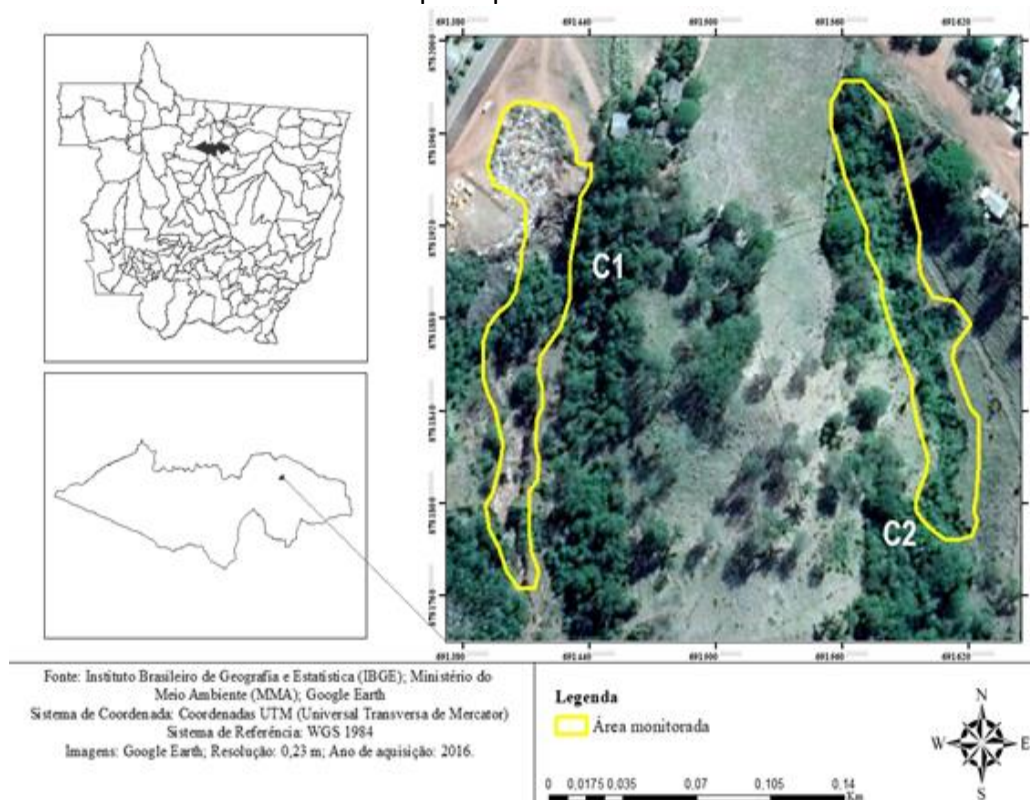
A geologia do município pertence ao Grupo Caiabis com Formação de Dardanelos. Essa formação apresenta rochas areníticas arcoseanos médios e grosseiros com lentes de conglomerados, subgrauvacas vulcânicas arcóseos (CAMARGO, 2011).

Ao basear-se no mapa geomorfológico do estado, norteado pela taxonomia do relevo terrestre proposta por Ross (1992), contido no atlas da SEPLAN, a geomorfologia do município ocorre as Coberturas Sedimentares da Plataforma Amazônica e Morfoescultura de Serra dos Caiabis com Planalto dos Parecis. Apresentam Formas Dissecadas com topos apresentando morfologias tabulares.

Conforme Camargo (2011), há ocorrência de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico a moderado, com textura argilosa e fase de Floresta Equatorial. Essa classe de solo apresenta nível baixo em áreas afetadas e de predisposição à erosão laminar, e nível médio em área afetada e de predisposição a erosão concentrada. A temperatura média anual é de 24,1°C a 25°C com pluviosidade média anual de 2.001 mm a 2.200 mm. A unidade climática da região é equatorial continental úmido, com estação seca definida da depressão sul amazônica, com unidade de relevo de serras residuais.

Quanto a vegetação e uso antrópico, ainda de acordo com a autora supracitada, as formações são secundárias, restantes de formações naturais que devido à retirada de madeira em excesso não apresenta mais suas características originais. As espécies que prevalecem são apenas secundárias de baixo valor econômico que está associada as áreas de uso agropecuário e agricultável. Nesse contexto encontra-se a feição erosiva, que possui 39.968,69 m<sup>2</sup>, localizada no perímetro urbano de Itaúba, município situado próximo a BR-163 no estado de Mato Grosso (Figura 1).

Figura 1. Processo erosivo no perímetro urbano de Itaúba, Norte de Mato Grosso. Em que C1 – Canal principal e C2 – Canal secundário



Organização: os autores (2022)

Foi realizado campo para observação, monitoramento dos processos erosivos, coleta e análise de solo para acompanhamento do processo erosivo. Assim, a primeira etapa foi realizada em dezembro de 2014 (observação, reconhecimento e instrumentalização das estacas) e julho 2018 (monitoramento e coleta de solo). Também foram realizadas coletas de dados secundários referente a precipitação junto a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA.

Para mensurar a altura da face do barranco foi utilizada trena de 20 m. Para o monitoramento da erosão do solo em sistema de voçoroca foram utilizadas as técnicas de estacas. Essa técnica foi empregada inicialmente por Hugues (1977) e Hooke (1979). E por alguns pesquisadores no âmbito nacional e no estado de Mato Grosso, como Figueiredo (2003), Fichio (2009) e Silva (2014).

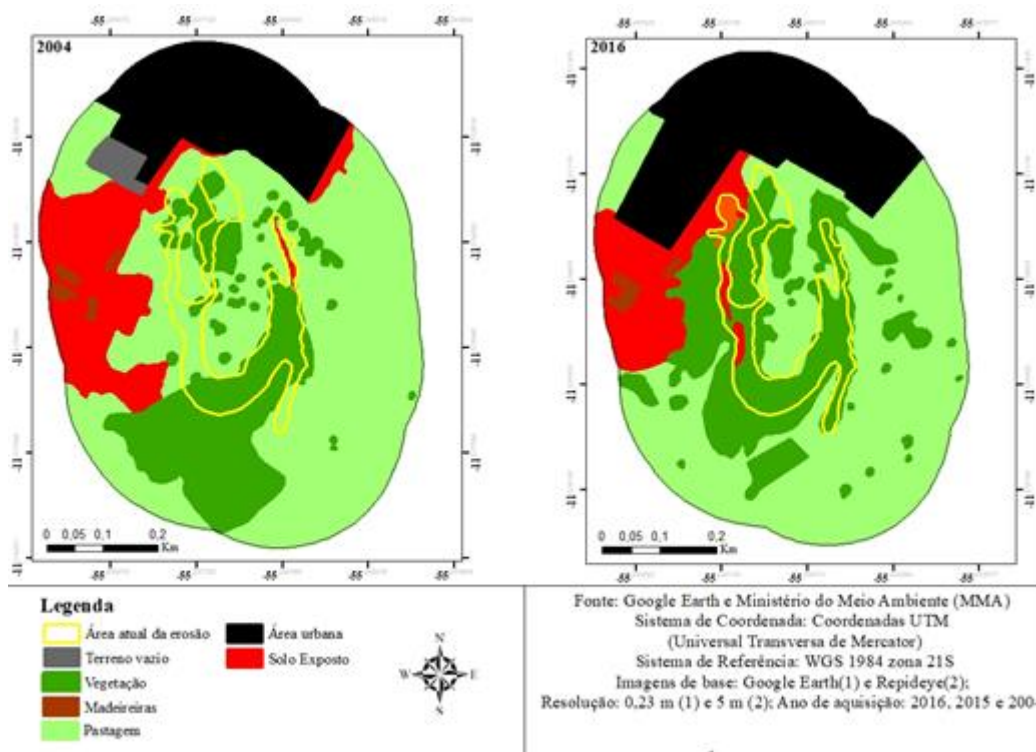
Logo, foram instrumentalizadas 80 estacas de 0,80 cm de comprimento no canal secundário a cada 5 m (devido ao alto índice erosivo) e 44 no canal principal no intervalo de 10 m (nos pontos susceptíveis a erosão) no mês de dezembro de 2014. Por sua vez, as estacas ficaram 0,20 cm expostas no recuo de 2 m da margem da voçoroca. A técnica constitui na inserção vertical de estacas de madeira na parte superior das margens e em cada ponto foram referenciadas as coordenadas geográficas. Após 43 meses as estacas foram monitoradas.

Para coleta de solo na face do barranco foi utilizado enxadão. As amostras foram condicionadas em sacolas plásticas de 1 kg, etiquetadas com dados do local com auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global) para análise em laboratório.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Localizada em área urbana, a voçoroca da cidade de Itaúba sofre com as alterações decorrentes de processos relacionados com a ocupação inadequada de áreas. Podendo citar a erosão e escorregamento, fator esse presente na erosão estudada. Nesse contexto, Mathias e Nunes (2019) consideraram que a ausência de medidas eficazes de combate à erosão aliada às ações inapropriadas que buscam suprimir a evolução das feições erosivas, concomitantemente à disposição de resíduos, resulta em quadros de degradação que se refletem na qualidade de vida das populações em contato com tais áreas. Assim, os mapas elaborados de uso e ocupação da terra retratam as ações antrópicas nos anos de 2004 e 2016 nas adjacências da voçoroca (Figura 2).

Figura 2. Uso e ocupação da terra nas adjacências do processo erosivo.



Organização: os autores (2022).

Em 2017, a área urbana aumentou 30.780 m<sup>2</sup> se comparado ao ano de 2004. Em 2016, os dados foram positivos para cobertura vegetal, pois houve aumento de 22.366,617 m<sup>2</sup> em relação aos dados de 2004. Esses dados associam-se com as áreas que foram revegetadas para conter o processo erosivo. Pode-se verificar em campo algumas espécies frutíferas e algumas espécies nativas, consequentemente a esse processo. A área referente ao solo exposto teve uma diminuição de 31.730,217 m<sup>2</sup> em 2016 (Tabela 1).

Tabela 1. Tipos de uso no município de Itaúba nos 2004 e 2016

Tipos de uso	2004 (Área em m <sup>2</sup> )	2016 (Área em m <sup>2</sup> )
Área urbana	67.654,101	98.434,101
Vegetação	75.945,421	98.312,038
Solo Exposto	71.374,63	39.664,413
Pastagem	250.379,199	224.565,189
Madeiras	2.143,533	2.097,618
Terreno vazio	5.055,620	-
Descarte incorreto de resíduos sólidos	-	2.558,315

Fonte: ArcGIS. (2022).

Outra área que reduziu foi a de pastagem, com diminuição de 25.814,010 m<sup>2</sup> ao comparar os dados do ano de 2004 em relação ao ano de 2016 (Tabela 3). Essa diminuição em áreas, antes destinadas a pastagem, ocorreram devido ao avanço do cultivo de grãos no estado e que vem crescendo em toda a região. As madeiras reduziram a área destinada para beneficiamento da madeira, no entanto, se comparada aos outros usos a extensão foi menor com 45,915 m<sup>2</sup>. Enquanto os terrenos vazios foram registrados somente em 2004 com 5.055,620 m<sup>2</sup>, os dados justificam-se, se comparados com a urbanização onde houve o aumento da área urbana.

Em 2004 não houve registro de resíduos sólidos descartados incorretamente, dados que aparecem em 2016 em área relativamente considerada de 2.558,315 m<sup>2</sup>. Esses resíduos sólidos se configuram como deposições tecnogênicas, que segundo Silva e Nunes (2018), referem-se as deposições formadas a partir da ação humana e podem ser encontradas tanto em áreas urbanas como rurais.

Esses depósitos tecnogênicos são usados como medida de contenção de erosão e estão localizados na cabeceira do canal secundário da voçoroca. Acerca dos materiais que compõem esses depósitos destacam-se os fragmentos de materiais de construção e resíduos sólidos domésticos. Essa prática contribui para contaminação do solo e lençol freático. Deve-se considerar ainda, o risco que essa ação antropogênica apresenta para os habitantes locais, pois acabou construindo um talude artificial que pode desmoronar com o tempo, acarretando prejuízos ao ambiente e possível perdas materiais, uma vez que há construções próximas a essa área.

Diante dos dados do quadro a seguir, é possível observar que os impactos e as consequências geradas pelo uso e ocupação da terra são diferentes de acordo com área ocupada (Quadro 1).



A magnitude das intervenções humanas depende das características ambientais locais e do tipo de intervenção, e vale ressaltar que, os efeitos de tais mudanças não se restringem somente a escala local, pois podem provocar alterações no meio físico em escala ampla (SILVA et al., 2019).

Quadro 1. Impactos ambientais da ocupação sobre o meio físico

USO E OCUPAÇÃO		INTERVENÇÃO	IMPACTOS	CONSEQUÊNCIAS
URBANA	Loteamento	Remoção da cobertura vegetal; Terraplanagem: cortes e aterros.	Erosão – Modificação da paisagem.	Assoreamento; Inundações/Enchentes.
	Área industrial	Remoção da cobertura vegetal; Terraplanagem: cortes e aterro.	Erosão localizada: Poluição do ar, solo e água.	Assoreamento; Contaminação do ar, solo e água.
	Sistema viário	Desmatamentos; Terraplanagem; Corte e aterro; Sistemas de drenagem.	Erosão e Escorregamento.	Assoreamento
	Infraestrutura urbana	Escavações; Sistemas de drenagem; Corte e aterro.	Erosão e Escorregamento.	Assoreamento; Inundações/Enchentes
RURAL	Atividades agrícolas	Grandes desmatamentos; Técnicas agrícolas inadequadas.	Erosão – Perda da camada fértil do solo.	Assoreamento; Poluição de mananciais; Desertificação.
	Chácaras de lazer	Desmatamento; Cortes/aterro; Terraplanagem.	Erosão e escorregamentos.	Assoreamento

Fonte: Almeida Filho (2000 apud POLETO, 2008). Org.: os autores (2022).

## SISTEMA DE VOÇOROCAMENTO

O processo erosivo está localizado no perímetro urbano de Itaúba, Mato Grosso. Há presença de vegetação secundária como bambus e presença de árvores frutíferas como mangueira, cajueiro, limoeiro, canavial (pequeno) e fragmentos da mata nativa. A área é usada para pastagem, despejo de rejeitos de madeireiras e um “lixão” a céu aberto, com diversos tipos de resíduos sólidos e rejeitos.

As diferentes classificações do solo relacionados com cada tipo de relevo permitem analisar juntamente com a geologia a vulnerabilidade à erosão linear ou laminar, conforme o solo recorrente em cada região. Os estudos realizados in situ e em análise laboratorial registraram alto índice de materiais arenosos e frações consideráveis de silte na área de estudo. Fator este que indicam que o sistema de voçorocamento está avançando devido a erodibilidade do solo, a erosividade da chuva e os tipos de uso no entorno. A combinação entre a grande quantidade de silte e a maior quantidade de areia fina aliado ao mal-uso torna o solo apto aos processos erosivos.

O canal principal de montante para jusante tem a extensão aproximada de 278,94 m, com elevação de 370m no estágio inicial, chegando a 294 m no final. Em 2015, início do monitoramento, no primeiro ponto da margem esquerda a vegetação era mais preservada e o contato entre o gado era quase inexistente. Em 2018, a criação de bovinos está mais evidente e com poucos fragmentos de cobertura vegetal, devido a isso, várias estacas ao longo do canal não foram encontradas. Pode-se monitorar a primeira com 0,61 m (Tabela 2).

Tabela 2. Processo erosivo monitorado pela técnica de estacas no canal principal

Processo Erosivo no Canal principal				
Ponto	Margem	Nº de Estacas	Tempo Transcorrido (meses)	Erosão por Estaca (cm)
01	M.E	01	43	0,61
02	M.E	01	43	N. E

Organização: os autores (2022).

Segundo resultado das análises coletadas, os solos que compõem as margens do canal principal são compostos em sua maioria por areia fina e silte. Essa condição granulométrica tende a contribuir com os processos erosivos, pois são materiais de fácil desprendimento que podem ser transportados com facilidade pela água das chuvas (Tabela 3).

Tabela 3. Composição granulométrica do solo no canal principal

Ponto	Composição das Margens %				
	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Silte	Argila
10	0,81	1,88	68,41	20,30	8,58

Organização: os autores (2022).

Foi possível observar registro de nascente. Essa unidade está sendo utilizada para captação de água para armazenagem em uma cisterna para servir de bebedouro para o gado em tempos de estiagem. Este tipo de captação é incorreto e afeta de forma intensa a área de nascente pelo pisoteio e soterramento que tende a acelerar o sistema de voçorocamento. Em alguns pontos a erosão atingiu o lençol freático.

O pisoteio do gado foi destacado no trabalho realizado por Fushimi e Nunes (2019a) como sendo um processo acelerador da compactação do solo em formato de estreitos caminhos, provocando a redução da infiltração de água no solo e o aumento do escoamento superficial, concentrando fluxos lineares. Segundo os autores supracitados, essas áreas possuem maior vulnerabilidade à erosão linear. Por se tratar de um sistema de voçorocamento, o pisoteio do gado nas proximidades dessa área é preocupante, pois é um fator facilitador da dinâmica erosiva.

O modelado tecnogênico, portanto, responde à dinâmica dos processos de forma a contribuir com o avanço da erosão, excetuando-se algumas porções em que os terraços têm cumprido com o papel de retardo aos fluxos de escoamento, sendo, contudo, bastante pontuais. Como consequência constata-se setores do talude erosivo que estão relativamente estabilizados, os quais contrastam com as porções de dinâmica mais intensa, expressa em ramificações da voçoroca na forma de sulcos e ravinas.

O canal secundário tem a extensão aproximada de 272,52 m, com uma elevação de 372 m no estágio inicial (área de cabeceira) chegando a 3450 m no estágio final. No entorno da erosão observa-se que antes possuía matas fechadas com vegetação nativa e hoje são áreas de pastagem, com fragmentos da vegetação. Identificou-se ainda que a área está sendo utilizada de forma imprópria com depósito de resíduos sólidos que afetam o lençol freático, provocando danos ao ambiente e aos seres vivos.

Em estudo realizado por Mathias e Nunes (2019), os autores constataram que a deposição de resíduos sólidos se constitui parte da política da administração municipal, que têm investido nesta ação como método para contenção do avanço erosivo. Corroboram-se assim as afirmativas citadas acerca das ações inapropriadas no tocante ao controle da erosão.

Desse modo, o solo é propenso a erosão, e com a falta ou retirada da vegetação, o uso agricultável, a falta de preparo adequado do solo, o pisoteio do gado e o uso inadequado de modo geral acaba por acelerar esse tipo de erosão, e esse acaba contribuindo para o crescimento constante da feição erosiva. Outro fator natural que contribui para erosão é a declividade do terreno, com 27 m altitude de amplitude entre a área de cabeceira e o estágio final do canal secundário, associada à precipitação que aumenta os índices de sulcos, ravinas e voçorocas.

Quanto a precipitação, o volume total anual para o período monitorado foi compilado da estação pluviométrica mais próxima da área de estudo (estação de Colíder, código 1055002). Os dados apontam que a média anual para o período de 2014 a 2018 foi de 2.649,26 mm, sendo que 2017 e 2018 foram os anos que obtiveram precipitação superior à média (ANA, 2018) (Figura 3). O comportamento anual das chuvas da região pode indicar quais foram os anos que as feições erosivas tiveram maiores taxas de erosão, e por consequência disso, as estacas de monitoramento foram perdidas pelo processo erosivo.

Figura 3. Volume total anual de precipitação na estação pluviométrica de Colíder, Mato Grosso.



Fonte: Dados obtidos junto a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. ORG.: Os Autores (2022).

O comportamento mensal da precipitação para o período monitorado mostra com clareza que os meses com maiores índices pluviométricos são novembro, dezembro, janeiro e fevereiro,

enquanto os meses com menores índices de chuvas são abril, maio, junho e julho, sendo que o mês de maio foi o único que não registrou pluviosidade alguma nesse período (Figura 4).

Figura 4. Distribuição mensal da pluviosidade na estação pluviométrica de Colíder, Mato Grosso, durante o período de 2014 a 2018.



Fonte: Dados obtidos junto a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. Organização: Os autores (2018).

Analisando os dados pluviométricos mensais é possível observar que os meses mais chuvosos (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) de 2017 e 2018 concentraram maiores volumes de chuvas ao serem comparados com 2014, 2015 e 2016 (Figura 5). As chuvas mensais acima da média nesses meses é motivo de preocupação, visto que, o escoamento superficial aumenta e os fluxos lineares também, corroborando para a aceleração dos processos erosivos nesses solos propensos à erosão. Por isso, medidas mitigadoras devem ser adotadas, considerando as implicações naturais (declividade e índices pluviométricos) como também as intervenções humanas.

Sem interferência de ação humana a erosão pode ser chamada de natural ou geológica, que causa desgaste da superfície da terra, pela ação da água. A ação antrópica ou ação do homem como é chamada, é o maior causador dos processos erosivos, seja por práticas agrícolas impróprias, desmatamento ou urbanização desordenada (SILVA et al., 2007).

No início do monitoramento, na cabeceira do canal não havia depósitos de resíduos sólidos, mas após 43 meses, verificou-se a grande quantidade de lixo, aterros e destroços de construções

depositados no local, conseqüentemente as estacas foram retiradas ou soterradas. Do segundo ponto ao décimo a área está sendo ocupada por residências (Tabela 4).

Tabela 4. Processo erosivo monitorado pela técnica de estacas no Canal Secundário

Processo erosivo no município de Itaúba					
Ponto	Margem	Altura do Barranco (m)	N° de Estacas	Tempo Transcorrido (meses)	Erosão por estaca (m)
01	ME	12,2	01	43	0,34
02	ME	8,3	01	43	0,30
03	ME	8,3	01	43	0,48
04	ME	7,7	01	43	NE
05	ME	7,3	01	43	0,20
06	ME	7,9	01	43	1,00
07	ME	8,2	01	43	1,56
08	ME	8,5	01	43	1,82
09	ME	8,2	01	43	1,34
10	ME	8,3	01	43	1,76
11	ME	9	01	43	0,16
12	ME	8,7	01	43	0
13	ME	8,7	01	43	0,08
14	ME	8	01	43	0
15	ME	7	01	43	1,60
16	ME	6,3	01	43	0,17
17	ME	5,9	01	43	0,16
18	ME	6,6	01	43	0
19	ME	5,2	01	43	0
20	ME	4,6	01	43	0,27
01	MD	1,5	01	43	1,57
02	MD	1,7	01	43	1,18
03	MD	3,7	01	43	N. E
04	MD	3,6	01	43	1,06
05	MD	4,7	01	43	0,56
06	MD	5	01	43	0,20
07	MD	5,8	01	43	0
08	MD	6	01	43	0,13
09	MD	7	01	43	0,84
10	MD	7,7	01	43	0,34
11	MD	6	01	43	NE
12	MD	6	01	43	NE
13	MD	5,1	01	43	NE
14	MD	5,2	01	43	NE
15	MD	6	01	43	NE

Processo erosivo no município de Itaúba					
16	MD	6,2	01	43	NE

Em que: ME margem esquerda; MD margem direita; NE não encontrado.

Organização: os autores (2022).

É possível perceber que no primeiro ponto no estágio inicial, considerando após a cabeceira, o processo na margem esquerda não foi acelerado em relação a determinados pontos, fator que pode ser explicado devido a preservação de algumas espécies e pela iniciativa de revegetação que foi realizada a alguns anos. Ao longo do canal, principalmente nesse estágio, verificou-se um aumento no processo erosivo, principalmente com as perdas de estacas, associada a granulometria das margens pode-se afirmar que ocorreu o desmoronamento por basculamento, erosão em bloco.

A partir do sexto ponto no estágio intermediário o processo foi sendo cada vez mais irregular, houve grandes avanços erosivos com mais de 1 m e em alguns pontos atingindo cerca de 1,83 m de erosão. Até o vigésimo ponto localizado na margem esquerda a jusante, a erosão foi intensa (Tabela 4).

Pode-se observar como resultado do descalçamento basal a fenda de tração no topo do talude localizada no estágio inicial do canal secundário em frente à estaca instrumentalizada, formando blocos desconfiados de solo, que futuramente ocorrerá a erosão por cisalhamento (Figura 5).

Figura 5. Fenda de tração no ponto inicial do canal secundário. Em que FT: Fenda de tração



Fotos: os autores (2018).

No estágio inicial registrou ainda, o escorregamento rotacional do talude com grande quantidade de massa no sopé e com a estaca. Interessante destacar que a estaca instrumentalizada no presente ponto foi transportada juntamente com o solo, mantendo a sua posição original (Figura 6).

Figura 6. Técnica de estaca para o monitoramento do processo erosivo. Em que: E: Estaca; ER: Escorregamento rotacional.



Fotos: os autores (2018).

A erodibilidade e erosividade estão contribuindo com o processo erosivo, relacionados com a topografia, a vegetação inexistente, bem como os tipos de uso inadequado nas adjacências que aceleram a perda do solo pelo sistema de voçorocamento. Tal preposição, advém da confirmação do campo (profundidade e morfologia das paredes) e laboratório (composição granulométrica



do solo). Nesses pontos é possível averiguar a selagem e encrostamento das camadas superficiais, a instabilidade do talude, a erosão por cisalhamento, o canal de escoamento com a corrida de massa e grande acúmulo de sedimentos depositados no canal (Figura 7).

Figura 7. Tipologias de processos e formas no sistema de voçorocamento no município de Itaúba. Em que: Se- Selagem e encrostamento das camadas superficiais; Ca- Canal de escoamento com transporte de sedimentos; Ad- Área de deposição; Ti- Talude instável; Ec- Erosão por cisalhamento.



Fotos: os autores (2018).

Os sedimentos transportados no canal são de origem natural e pode haver materiais tecnogênicos, uma vez que a feição erosiva se encontra a jusante da área em que há depósitos de resíduos sólidos. Silva e Nunes (2018) ao estudarem uma planície tecnogênica de origem induzida em Presidente Prudente encontraram grandes desafios para o reconhecimento dos materiais como naturais ou artificiais, pois determinados materiais manufaturados, quando bastante

fracionados, são semelhantes aos sedimentos e fragmentos de rochas naturais da região. Conforme os autores acima citados, os diversos materiais e resíduos sólidos identificados nas camadas sedimentares tecnogênicas demonstram como, quando e quanto a sociedade interferiu nas características físicas do meio através da análise da composição dos sedimentos.

De acordo com as análises realizadas a partir de amostras de solo, coletadas nas margens da voçoroca no canal secundário, a erosão tem composição arenosa com grande quantidade de silte e areia fina (Tabela 5). Os resultados indicam que a feição possui tendência à erosão acelerada, como afirma Silva et al. (2017, p. 636) “a combinação entre as frações Areia Fina e Silte são facilmente removidas quando expostas a erosão hídrica”. No estado de Mato Grosso estudos realizados por Fichio (2009) e Silva et al. (2017) registram altos percentuais de areia combinados com o teor de silte, com intenso processo erosivo nos distritos de Celma (município de Jaciara) e Vila Aparecida (município de Cáceres).

Tabela 5. Composição granulométrica do solo nas margens do canal secundário da voçoroca

Pontos	Composição das Margens (%)				
	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Silte	Argila
01	3,22	1,48	74,48	18,74	2,08
02	6,8	2,96	68,69	19,41	2,14
03	7,36	1,81	65,76	22,23	2,84
04	0,03	0,26	15,39	73,57	10,75
05 A	0,18	1,10	78,16	9,8	10,76
05 B	2,65	1,45	72,29	20,95	2,66
06	2,09	1,72	75,48	18,78	1,93

Org.: os autores (2022).

Diante dos dados obtidos através do sistema Google Earth Pro (2018), é possível analisar que a voçoroca teve aumento significativo nos últimos anos. Com isso, para o ano de 2004 que mostrou um valor mínimo de 877,78 m<sup>2</sup> no canal secundário e 2.434,69 m<sup>2</sup> no canal primário. Enquanto no ano de 2011 esse número foi elevado para 2.577,78 m<sup>2</sup> no canal secundário e 4.928,52 m<sup>2</sup> no principal crescendo gradativamente com o passar dos anos.

Corroborando com os resultados e análises deste estudo, Fushimi e Nunes (2019b) chegaram a considerações semelhantes ao estudarem a fragilidade dos solos à erosão linear em três

municípios da região do extremo oeste do estado de São Paulo. Nessa concepção, os autores evidenciaram nas análises morfológicas e texturais dos solos que a fração areia é predominante, a coesão das partículas são menores e facilmente são desagregados, portanto, os solos arenosos são naturalmente frágeis à erosão linear e o uso intensivo por pastagem sem manejo adequado impulsiona no aparecimento e aceleração dos processos erosivos, ocasionando o assoreamento dos cursos d'água a jusante e, conseqüentemente, a degradação ambiental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os avanços da ocupação mostram que a falta de cobertura vegetal aliada a outros fatores (uso, declividade, índice pluviométrico) contribuem acentuadamente nos processos erosivos, sendo necessário, estudos sobre a área e solo para um melhor aproveitamento de todos os recursos oferecidos pela natureza.

Diante dos objetivos supracitados no decorrer do presente estudo, percebeu-se a real importância da utilização e conservação de todos os métodos e aspectos que propiciam o uso e manejo adequado dos recursos ambientais de forma consciente, pois qualquer outro método que não se enquadre com os padrões estabelecidos em leis, provavelmente causará conseqüências econômicas e ambientais para a sociedade.

## REFERÊNCIAS

CAMARGO, L. (org.). **Atlas de Mato Grosso: Abordagem socioeconômico-ecológica**. Cuiabá: Entrelinhas, 2011.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008.

CHAVES, T. A.; ANDRADE, A. G.; LIMA, J. A. S.; PORTOCARRERO, H. **Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012.

CHRISTOFOLETTI, A. Aplicabilidade do Conhecimento Geomorfológico nos Projetos de Planejamento. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

ELLISON, W. D. Soil detachment by water in erosion processes. **American Geophysical Union**, v. 29, n. 4, p. 499-502, 1948.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análises de Solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solo, 2017.

FERREIRA, J. C. V.; SILVA, J, M. **Cidades de Mato Grosso**: Origem e Significado de seus nomes. Cuiabá: Buriti, 2008.

FICHIO, S. D. **Monitoramento dos impactos ambientais devido a erosão localizada no distrito de Celma no município de Jaciara/MT**. 2009. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres – Mato Grosso, 2009.

FIGUEIREDO, M. **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**. 2003. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. Uso da terra e cobertura vegetal na dinâmica erosiva linear das áreas rurais do município de Presidente Prudente, estado de São Paulo. **Ambientes**, v. 1, n. 1, p. 128-145, 2019a.

FUSHIMI, M.; NUNES, J. O. R. **Fragilidade ambiental dos solos à erosão linear em setores de pastagem**: estudo de caso em parte dos municípios de Presidente Prudente, Marabá Paulista e Presidente Epitácio, região extremo oeste do estado de São Paulo. *Terra Livre*, São Paulo, ano 34, v. 1, n. 52, p. 662-694, 2019b.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, S. G.; FERREIRA, A. C. T.; GONÇALVES, E. S.; ORTIS, R. C.; SILVA, L. J. Fertilidade de solos em transição cerrado-floresta amazônica, cultivados com pastagens por vários anos no nordeste do estado de Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 1277-1288, 2015.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

HOOKE, J. M. An analysis of the Processes of river bank erosion. **Journal of Hydrology**. 42(1):39-62, June 1979. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/245098417\\_An\\_Analysis\\_of\\_the\\_Processes\\_of\\_River\\_Bank\\_Erosion](https://www.researchgate.net/publication/245098417_An_Analysis_of_the_Processes_of_River_Bank_Erosion). Acesso em: 05 de março de 2019.

HUGHES, D. J. Rates of erosion on meander arcs. In: GREGORY, K. J. **River Channel Changes**. Chichester: John Wiley, 1977. p. 193-205.

IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. **Documento de Origem Florestal (DOF)**. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/flora-e-madeira/dof/o-que-e-dof>. Acesso em: 29/09/2018. Publicado: Sexta, 16 de dezembro de 2016, 17h01 | Última atualização em Segunda, 23 de julho de 2018, 17h43.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamento de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LEANDRO, G. R. S. **Dinâmica Ambiental e Hidrossedimentológica no rio Paraguai entre a volta do Angical e a cidade de Cáceres – MT**. 2015. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2015.

MATHIAS, D. T.; NUNES, J. O. R. **A dinâmica geotecnológica em áreas periurbanas: município de São Pedro (SP)**. Geosul, Florianópolis, v. 34, n. 70, p. 484-498, 2019.

MINAYO, M. C. S. Trabalho De Campo: Contexto De Observação, Interação e Descoberta. In: MINAYO, M. C. S. (org.); DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 29. ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2010. p. 61 – 77.

OLIVEIRA, A. M. S.; PONÇANO, W. L.; SALOMÃO, F. X. T.; DONZELI, P. L.; ROCHA, G. A.; VALÉRIO FILHO, M. Questões metodológicas em diagnósticos regionais de erosão: A experiência pioneira da bacia do Peixe Paranapanema-SP. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE A EROSÃO**, 4.,1997, Marília – São Paulo. Anais [...]. ABGE/DAEE, p. 51–71, 1987.

POLETO, C. (org.). **Ambiente e Sedimentos**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2008.

ROSS, J. L. S. O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevô. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade de São Paulo. Volume único, n. 6, p. 17-29, 1992.

RUIZ, J. A. Metodologia Científica: Guia para eficiência nos estudos. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1996.  
SILVA, A. S. Solos Urbanos. In: GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

SILVA, E. C. N.; NUNES, J. O. R. Sedimentos tecnogênicos em planície aluvial em Presidente Prudente-SP. **Bol. Goia. Geogr.** (Online), Goiânia, v. 38, n. 2, p. 386-406, maio/ago. 2018.

SILVA, E. C. N.; DIAS, M. B. G.; NUNES, J. O. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, A. A. A urbanização do oeste paulista e a formação de feições tecnogênicas. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 67-81, 2019.

SILVA, P. L.; ANDRADE, L. N. P. S. A.; LEANDRO, G. R. S.; SOUZA, C. A. S. Evolução dos processos erosivos e aspectos granulométricos em um sistema de voçoroca no Distrito de Vila Aparecida, município de Cáceres - Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 2, p. 627-640, 2017.

SILVA, P. L. **Susceptibilidade da erosão do solo e a percepção ambiental dos alunos a esse processo no distrito de Vila Aparecida em Cáceres/Mato Grosso**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, Mato Grosso, 2014.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

VIEIRA, A. F. G. **Desenvolvimento e distribuição de voçorocas em Manaus (AM): principais fatores controladores e impactos urbano-ambientais**. 2008. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.