



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Determinação dos parâmetros fisiográficos da microbacia do Córrego Buritizinho – Mato Grosso - Brasil

Larissa R. Turini¹; Everton Cândido²; Victor Hugo S. de Abreu³; Bruno S. Martins⁴.

¹ Doutoranda em Engenharia Civil pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: larissa.turini@gmail.com

² Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) pela Universidade Federal do Mato Grosso. E-mail: candidoevertton@hotmail.com

³ Doutorando em Engenharia de Transportes pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: victor@pet.coppe.ufrj.br

⁴ Mestre pelo programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) pela Universidade Federal do Mato E-mail: bruno@pbhidrometria.com.br

Artigo recebido em 11/10/2021 e aceito em 06/03/2022

RESUMO

A erosão do solo constitui-se em uma grande ameaça ao desenvolvimento sustentável. Isso porque pode acarretar inundações, redução da eficácia das barragens, aumento das perdas econômicas, desertificação e mudanças no uso da terra. Dessa forma, é importante averiguar como determinadas regiões estão suscetíveis à erosão. Servindo a esse propósito, este artigo tem como objetivo avaliar a microbacia hidrográfica do Buritizinho, localizada no município de Nossa Senhora do Livramento, no estado de Mato Grosso (MT). Nesse estudo, delimitou-se a área de abrangência da microbacia, realizou-se a caracterização morfopedológica, bem como a elaboração de um quadro síntese relativo ao diagnóstico da erosão da microbacia. A região é predominante pelo Plintossolo Pétrico Concrecionário, formado por relevo suave ondulado, com suscetibilidade à erosão laminar, com extensão de 95,01%, declividade média de 17,32% e altitude média de 287 m. Além do que, para determinar os parâmetros fisiográficos do solo da microbacia todas as características morfopedológicas foram levadas em consideração, assim obteve-se como resultado, que este solo apresenta potencial agrícola, por estar relacionado a relevo plano ou suave ondulado, porém com limitações para uso, concluindo que a maior preocupação é devido à ausência da vegetação na área, e ainda, que este solo não tem sido devidamente gerido visando preservação, acarretando erosões e assoreamentos.

Palavra-Chave: Solo. Suscetibilidade. Erosão. Parâmetros morfométricos.

Determination of the physiographical parameters of the microbasin of Buritizinho stream – Mato Grosso - Brazil

ABSTRACT

Soil erosion is a major threat to sustainable development. This is because it can lead to flooding, reduced effectiveness of dams, increased economic losses, desertification and changes in land use. Thus, it is important to find out how certain regions are susceptible to erosion. Serving this purpose, this article aims to evaluate the watershed of Buritizinho, located in the municipality of Nossa Senhora do Livramento, in the state of Mato Grosso (MT). In this study, the area covered by the watershed was delimited, the morphopedological characterization was carried out, as well as the elaboration of a summary table related to the diagnosis of erosion of the watershed. The region is dominated by the Petric Concretionary Plintisol, formed by a smooth wavy relief, with susceptibility to laminar erosion, with an extension of 95.01%, an average slope of 17.32% and an average altitude of 287 m. In addition, to determine the physiographic soil parameters of the microbasin, all the morphopedological characteristics were taken into account, thus obtaining as a result that this soil has agricultural potential, as it is related to flat or smooth undulating relief, but with limitations for use, concluding that the biggest concern is due to the absence of vegetation in the area, and also, that this soil has not been properly managed aiming at preservation, causing erosion and silting.

Keywords: Solo. Susceptibility. Erosion. Morphometric parameters.

Introdução

A erosão do solo tem sérios impactos negativos à sociedade e ao meio ambiente tais

como degradação do solo, poluição da água e danos ecológicos em muitas regiões do mundo (Park *et al.*, 2011; Altaf & Romshoo, 2014; Obaid &

Shahid, 2017; Steinhoff-Knopp *et al.*, 2021). Isso pode levar à redução do crescimento da vegetação, assoreamento de cursos d'água, menores níveis efetivos de água do reservatório, inundações e destruição do *habitat* (Kosmas *et al.*, 1997; Oh & Jung, 2005, Hossain, 2014).

A erosão do solo pela água é o principal tipo de degradação física do solo na perspectiva global (Krishna Bahadur, 2008; Lepsch *et al.*, 2015; Angileri *et al.*, 2016; Chalise *et al.*, 2021) e tem sido intensificada com mudanças climáticas e declínios progressivos na proporção de recursos naturais para as populações humanas (Park *et al.*, 2011; Bonfante *et al.*, 2019).

Controlar a erosão é crucial para sustentar os rendimentos agrícolas, bem como para reduzir os danos ambientais. Nesse sentido, informações espaciais e quantitativas sobre a erosão do solo em escala regional ou local podem contribuir para o planejamento da conservação, controle da erosão e gestão do meio ambiente (Altaf & Romshoo, 2014; Zhihua *et al.*, 2018).

Ucker & Rodrigues (2019) abordaram sobre a caracterização morfométrica envolvendo estudos para verificar o tipo do solo, o uso e ocupação da área, assim como identificação de riscos ambientais, e indicar o plano para medidas mitigadoras, em uma bacia hidrográfica em Rio Grande, Goiás. Babur *et al.* (2021) observaram os efeitos de diferentes tipos de uso da terra nas propriedades físico-químicas e nos índices de erodibilidade no uso adequado do solo na microbacia de *Meydan Pond*, na Turquia, além do que, os autores relataram sobre as importantes questões sobre a conservação do solo a serem investigadas.

Em alinhamento com os trabalhos mencionados, este estudo tem como objetivo avaliar a susceptibilidade de erosão da microbacia do Córrego Buritizinho, localizado no município de Nossa Senhora do Livramento, no Estado de Mato Grosso (MT). Como objetivos específicos busca-se delimitar a microbacia, determinar os parâmetros fisiográficos da microbacia, mediante a

características morfométricas, podendo assim identificar o tipo de solo e o grau de erosão e elaborar um quadro síntese relativo ao diagnóstico da erosão da microbacia.

Material e métodos

A metodologia é subdividida em três passos, sendo eles: (i) identificação da área de estudo; (ii) descrição da base de dados; e (iii) determinação dos parâmetros fisiográficos da bacia hidrográfica, conforme detalhamentos a seguir.

Área de Estudo

De acordo com Mato Grosso (2009), Nossa Senhora do Livramento faz parte da Unidade de Planejamento e Gestão (UPG) do Alto Paraguai Médio, pertencendo à bacia hidrográfica do Alto do Rio Paraguai, Unidade de Planejamento e Gerenciamento Paraguai Pantanal. Esta unidade de planejamento apresenta uma vazão anual entre 20.000 e 40.000 hm³/ano.

O município de Nossa Senhora do Livramento – MT está distante 32 quilômetros da Capital do Estado de MT e localiza-se na região Centro-Sul entre as coordenadas 15°46'30" Sul e 56°20'44" Oeste. A região apresenta uma área de 5.439,88 km² e altitude de 171 metros. Sua população pelo Censo Demográfico de 2010 foi de 11.609 habitantes, sendo 4.247 na área urbana e 7.345 na zona rural (IBGE, 2010).

A microbacia hidrográfica do Córrego do Buritizinho está localizada no município de Nossa Senhora do Livramento – MT, conforme apresentado na Figura 1, e possui uma área total de 22,22 km², delimitada pelos paralelos 15°44'30.30" e 15°46'9.20" de latitude sul e os meridianos 56°24'9.70" e 56°19'39.30" oeste, com coordenadas de seu exutório 15°46'9.11" Sul e 56°19'39.98" Oeste.

Na Figura 1, além da delimitação da bacia, são apresentados os cinco pontos, onde foi realizada a caracterização morfopedológica. Esses pontos foram marcados *in loco*, com o Sistema de Posicionamento Global (GPS), identificando os pontos de erosão encontrados na área de estudo.

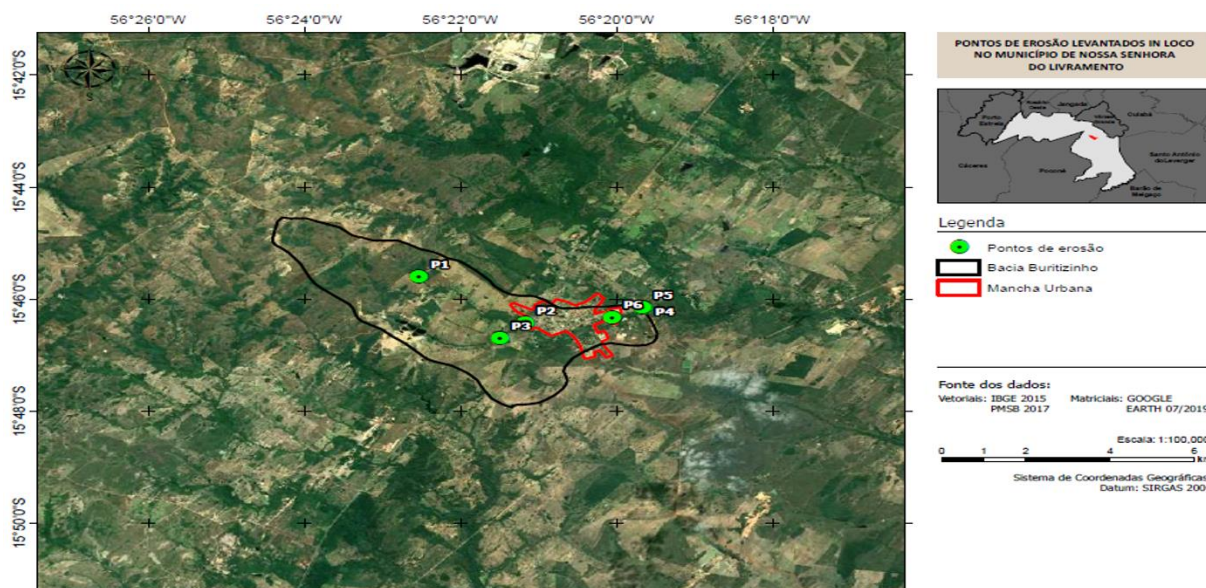


Figura 1. Mapa de localização da microbacia do Córrego Buritizinho – Mato Grosso.

Base de Dados

As características fisiográficas da microbacia o Córrego do Buritizinho foram obtidas utilizando como base de dados o modelo digital de elevação (MDE) *ASTER Global DEM V2*, criado pela *U.S. Geological Survey*, com uma resolução espacial de 30 metros (NASA, 2009). Na criação dos mapas, utilizou-se de informações sobre a divisão de estados e municípios do Brasil, a hidrografia, o relevo, a pedologia, a vegetação e o

sistema de coordenadas vetorial de referência, em escala 1.100.000 e de 1:250.000, disponibilizadas pela Secretaria de Estado de Planejamento, pelo Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística – IBGE e pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (IBGE, 2017; Santos *et al.*, 2018).

A metodologia adotada para delimitação da microbacia foi a proposta por Elesbon *et al.* (2011) e é composta pelas etapas apresentadas na Figura 2.

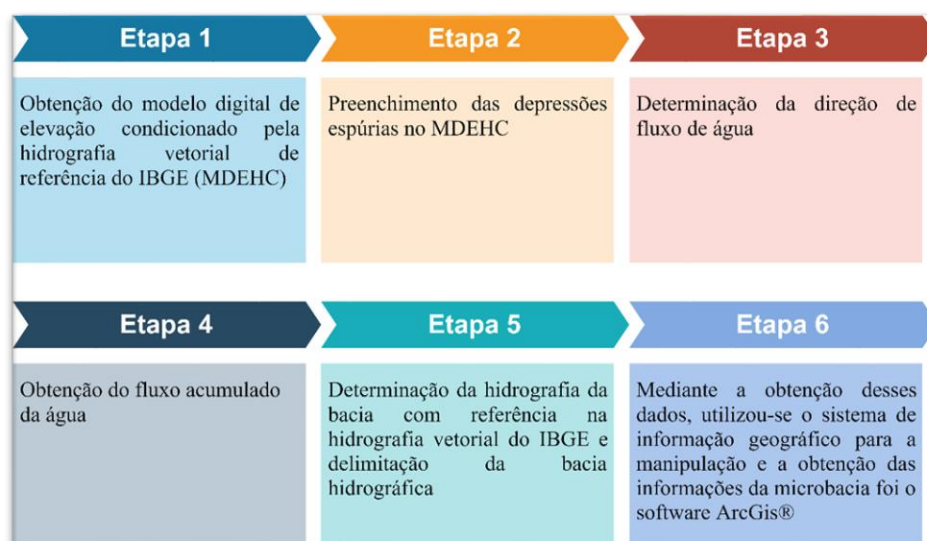


Figura 2. Metodologia adotada.

Determinação dos Parâmetros Fisiográficos da Microbacia Hidrográfica

A característica e análise das propriedades fisiográficas da microbacia foram realizadas com base nos índices propostos Villela & Mattos (1975) Crhistofoletti (1980), Tonello *et al.* (2005),

Cardoso *et al.* (2006), Antoneli e Thomaz (2007) e Santos *et al.* (2012). Elas divididas em características: geométricas, de relevo e da rede de drenagem, e em cada uma dessas características são apresentados os tipos de análises, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Características morfométricas da microbacia hidrográfica.

Características Morfométricas	Tipo de Análise
Características Geométricas	Área total
	Perímetro total
	Fator de forma (F)
	Coefficiente de compacidade (Kc)
	Índice de circularidade (Ic)
Características do Relevo	Densidade hidrográfica (Dh)
	Declividade mínima
	Declividade média
	Declividade máxima
	Declividade média do talvegue
	Altitude mínima
	Altitude média
Características da Rede de Drenagem	Altitude máxima
	Comprimento do talvegue
	Comprimento total dos cursos d'água
	Densidade de drenagem (Dd)
	Ordem dos cursos d'água
Suscetibilidade a Erosão de microbacia	Índice de Sinuosidade
	Classificação da erodibilidade
Forma erosiva	Laminar
	Sulco

Fonte: Tonello (2005).

Características Geométricas

Na característica geométrica são realizadas seis análises específicas, com metodologias distintas, sendo elas:

1) Área

Toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal (Tonello, 2005).

2) Perímetro

Comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (Tonello, 2005).

3) Fator de forma

Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia. O fator de forma pode ser descrito pela seguinte equação (Villela & Mattos, 1975):

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

F: Fator de forma (adimensional);

A: área de drenagem (km²);

L: comprimento do eixo da bacia (km).

4) Coeficiente de compacidade

Relaciona a forma da bacia com um círculo, constituindo a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual ao da bacia. Quanto mais irregular for a bacia, maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo corresponde a uma bacia circular e seu valor é significativamente superior a um quanto mais alongada for a bacia. É obtido pela seguinte equação (Villela & Mattos, 1975):

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

Onde:

Kc: Coeficiente de compacidade (adimensional);

P: Perímetro (km);
A: área de drenagem (km²).

5) Índice de circularidade

Semelhante ao coeficiente de compacidade, o índice de circularidade tende a 1 à medida que a bacia se aproxima da forma de um círculo e diminui à medida que se torna alongada, dada pela equação (Cardoso *et al.*, 2006):

$$Ic = \frac{12,57 \times A}{P^2} \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

Ic: Índice de circularidade (adimensional);
A: área de drenagem (km²);
P: Perímetro (km).

6) Densidade hidrográfica

Esse índice relaciona o número de rios ou cursos d'água e a área da bacia hidrográfica, com a finalidade de comparar a frequência ou a quantidade de cursos d'água existentes em uma área de tamanho padrão, como por exemplo o quilômetro quadrado (Crhistofolletti, 1980). Pode ser obtido pela equação:

$$Dh = \frac{N}{A} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

Dh: Densidade hidrográfica (Canais/km²);
N: número de cursos d'água;
A: área de drenagem (km²).

Características de relevo

Na característica de relevo são realizados dois tipos distintos de análise, com metodologias distintas, sendo elas: a declividade e a altitude; conforme definições a seguir.

1) Declividade

É a relação entre a diferença de altura entre dois pontos e a distância horizontal entre esses pontos. Ela pode variar de 0° a 90°. A declividade relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando, portanto, o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias, influenciando, assim, os picos de enchente, a infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos da bacia (Villela & Mattos, 1975).

2) Altitude

O conhecimento da variação de altitude de uma bacia está associado a variação de temperatura que influencia na evaporação e

transpiração, precipitação e consequentemente sobre o deflúvio médio. Onde as altitudes variam em: baixa (>200m); média (entre 200 e 600 m) e alta (superior a 6007m).

Características da Rede de Drenagem

Na característica da rede de drenagem são realizadas três análises distintas, com metodologias distintas, sendo elas, a ordem dos cursos d'água, a densidade de drenagem e o índice de sinuosidade.

1) Ordem dos cursos d'água

Estabelece a classificação de determinado curso d'água no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra. A metodologia foi proposta por Strahler (1952) e descreve a ordem dos cursos d'água da bacia de forma que os menores canais sem tributários são considerados de primeira ordem; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem, e só recebem afluentes de primeira ordem; os canais de terceira ordem surgem da confluência de dois canais de segunda ordem, podendo receber afluentes de segunda e primeira ordens; os canais de quarta ordem surgem da confluência de canais de terceira ordem, podendo receber tributários de ordens inferiores, assim sucessivamente.

2) Densidade de drenagem

Correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica (Crhistofolletti, 1980), sendo calculada pela seguinte equação:

$$Dd = \frac{L}{A} \text{ (Equação 5)}$$

Onde:

Dd: Densidade de drenagem (km/km²);
L: comprimento total dos rios ou canais (km);
A: área de drenagem (km²).

3) Índice de sinuosidade

É a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial entre os extremos do canal (Crhistofolletti, 1980), descrita pelos autores como:

$$Is = \frac{L}{Dv} \text{ (equação 6)}$$

Onde:

Is: Índice de sinuosidade (Adimensional);
L: comprimento total dos rios ou canais (km);
Dv: distância vetorial do canal (km).

Suscetibilidade a Erosão de Microbacia

Os estudos de Bertoni & Lombardi (1985) e IPT (1990) classificam a erodibilidade dos solos brasileiros, conforme determinado na Tabela 2.

Tabela 2. Classes de Erodibilidade.

Classes de Erodibilidade	Classes Pedológicas
1 – Muito erodível	Neossolo Litólico
	Neossolo
	Quartzarênico
	Neossolo Flúvico
	Neossolo Regolítico
	Argissolo
	Plintossolo
	Cambissolo
	Espodossolo
2 – Moderadamente erodível	Vertissolo
	Chernossolo
	Luvisolo
	Alissolo
3 – Pouco erodível	Nitossolo
	Latossolo
	Gleissolo e
	Organossolo em áreas
	aplainadas e alagadiças

Fonte: Adaptado de Bertoni & Lombardi (1985) e Salomão (2012).

Após a identificação da erodibilidade, que é realizada conforme o tipo de solo, faz-se o estudo *in locu*, onde é classificada a suscetibilidade do solo à erosão, esta é denominada como laminar e/ou linear:

- Suscetibilidade à erosão laminar: I – Extremamente suscetível; II – Muito suscetível; III – Moderadamente suscetível; IV – Pouco suscetível; e V – Pouco a não suscetível.
- Suscetibilidades à erosão linear: I – Extremamente suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas; II – Muito suscetível a sulcos e ravinas e pouco suscetível a boçorocas; III – Moderadamente suscetível a sulcos e ravinas, e pouco suscetível a boçorocas; IV – Suscetível a ravinas e não suscetível a boçorocas; e V – Não suscetível a sulcos, ravinas e boçorocas.

Forma Erosiva da Microbacia

Para realização da forma erosiva da microbacia, foi realizado trabalho de campo, aplicando a sondagem utilizando trado holandês, no dia 28 de novembro de 2019. A coleta de dados

foi feita em 5 pontos denominados P1 à P5, conforme pode ser identificado na Figura 1.

Os dados foram coletados acerca das características tais como: tipo de solo, presença de formas erosivas, tipo de cultura, vegetação e outras informações necessárias para avaliar as condições de erodibilidade da microbacia do Córrego Buritizinho.

De acordo com Lepsch *et al.* (2015), a forma erosiva dos solos brasileiros pode ser usualmente levantada, mapeada e classificada por meio de pesquisas de campo. Assim, mediante a aplicação de ferramentas é possível realizar a classificação das formas erosivas, conforme descritos na Tabelas 3.

Tabela 3- Classificação das formas erosivas – Laminar e Sulcos.

Forma de erosão	Frequência	Profundidade
Laminar	1 Ligeira	-
	2 Moderada	-
	3 Severa	-
	4 Muito severa	-
	5 Extrema severa	-
	6 Desbarrancadas	-
Sulcos	7 Ocasiais	superficiais rasos
	8 Frequentes	profundos
	9 Muito frequentes	muito profundos (voçoroca)

*Profundidade não se aplica para classificação laminar

Fonte: Adaptado de LEPSCH *et al.* (2015).

Resultados e discussão

Os resultados expressos nessa seção são subdivididos em três itens, sendo eles: (i) delimitação da microbacia; (ii) caracterização morfopedológica - antes do campo e (iii) caracterização morfopedológica - campo.

Delimitação da Bacia

Mediante a utilização uma ferramenta de georreferenciamento, realizou-se a delimitação da bacia, que tem como curso d'água principal do Córrego Buritizinho, conforme indicado na Figura 3. Após essa delimitação foi realizada a caracterização morfopedológica da área em estudo.

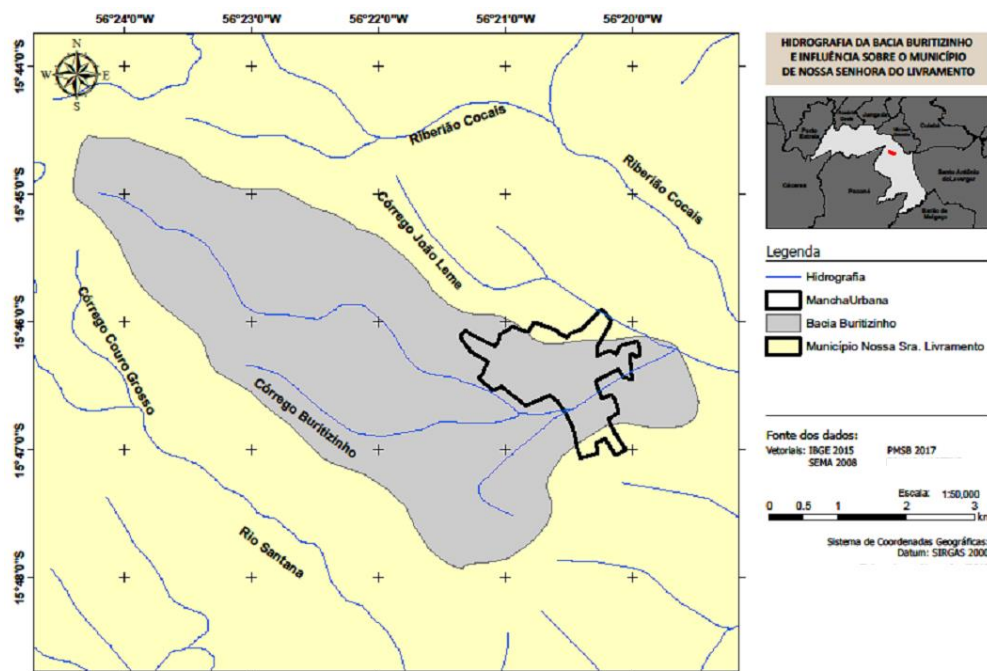


Figura 3. Mapa da Hidrografia da Microbacia do Córrego Buritizinho – Mato Grosso.

Caracterização Morfopedológica - Anterior ao Campo

A microbacia do Córrego Buritizinho, com área de drenagem de 22,22 km² e perímetro de 23,68 km, se classifica como microbacia hidrográfica, pois apresenta dimensão superficial inferior a 20.000 hectares (ha) (Faustino, 1996).

Quanto menor a área da bacia, menor tempo para que toda ela contribua para a saída da água, após a ocorrência de precipitações, e maior a possibilidade de enchente (Tucci, 2012). Nesse contexto, ao analisar apenas a área da microbacia em estudo, esta possui probabilidade de enchente; no entanto, outros parâmetros devem ser levados em consideração.

Na Tabela 4, são apresentados os parâmetros morfométricos da microbacia resultantes desta pesquisa. Nela, constatou-se que microbacia apresenta forma alongada, conforme indicado pelos resultados do fator de forma igual a 2,37, índice de circularidade igual a 0,50 e coeficiente de compacidade igual a 1,41.

Esses resultados demonstram que, devido à forma da microbacia se mostrar distante da forma de um círculo, ela apresenta menor risco de grandes cheias. Esse raciocínio pode ser corroborado por Wenzel *et al.* (2017) e Schumm (1956) que relatam que valores de índice de circularidade menores que 0,51 tendem a serem relativos a bacias alongadas,

minimizando os processos de inundação (picos de cheias)

Em relação a sinuosidade, locais com pouca variação de declividade na microbacia favorecem o aumento da sinuosidade dos rios (Antoneli & Thomaz, 2007; Santos *et al.*, 2019). Além disso, Riccomini *et al.* (2000) e Almeida *et al.*, (2020) esclareceu que o valor de 1,5 divide arbitrariamente os rios de alto (maior que 1,5) e baixa (menor que 1,5) sinuosidade. Neste sentido, conforme exposto na Tabela 4, a microbacia apresenta um relevo com 17,32% de declividade média e o Córrego Buritizinho apresenta índice de sinuosidade de 0,77, sendo assim classificado de baixa sinuosidade.

A determinação das formas do relevo e a análise da altitude são importantes na análise de diferentes elementos climáticos e de diferentes áreas de acumulação e erosão. A variação da declividade média de uma bacia são fatores importantes com relação à temperatura e à precipitação. Grandes variações de altitude em uma bacia produzem diferenças na temperatura média, a qual, por sua vez, causa variações na evapotranspiração e precipitação anual (Villela & Matos, 1975; Santos *et al.*, 2012; Rocha *et al.*, 2014, Bodas Terassi *et al.*, 2018; Tavares *et al.*, 2019).

Tabela 4. Parâmetros Morfométricos da microbacia do Córrego Buritizinho.

Parâmetros Morfométricos	Valor	Unidade
Características Geométricas		
Área da Bacia	22,22	km ²
Perímetro	23,68	km
Fator de Forma (F)	2,37	-
Longitude o rio maior	7,90	km
Comprimento do Talvegue	6,71	km
Coeficiente de Compacidade (Kc)	1,41	-
Índice de Circularidade (Ic)	0,50	-
Densidade Hidrográfica	0,14	N/km ²
Características de Relevo		
Declividade Média	17,32	%
Declividade Mediana	16,40	%
Altitude da Bacia Mediana	260	m
Características de Relevo		
Altitude da Bacia Máxima	317	m
Altitude da Bacia Mínima	203	m
Características de Drenagem		
Longitude dos rios	11,35	km
Densidade de Drenagem	0,66	km/km ²
Ordem dos Cursos de Água	3	-
Índice de Sinuosidade	0,77	-

Pode-se dizer que em função da baixa variação de elevação na microbacia do Córrego Buritizinho não é sujeita a grandes diferenças de temperatura e precipitação, pois a microbacia apresenta relevo plano, suavemente ondulado e ondulado, com variação de declividade de 0 a 20%, conforme detalhado na Figura 4.

As características do relevo da microbacia hidrográfica do Córrego Buritizinho apresentam declividade média de 17,32%, o que releva menor altitude denotando em área propícia de acumulação tornando-se passível de erosão. Feltran Filho & Lima (2007) relatam que a velocidade do

escoamento superficial é determinada pela declividade da bacia e a Embrapa (1999) classifica a variação da declividade.

Portanto, por meio da tabulação dos dados de declividade da microbacia do Córrego do Buritizinho é possível classificá-la em Suave Ondulado e Ondulado com uma variação da declividade média de 17,32%. Assim, constatou-se que essas áreas apresentam um escoamento superficial muito rápido e solos facilmente erodíveis (Santos, 2001; Feltran Filho & Lima, 2007; Silvão *et al.*, 2016).

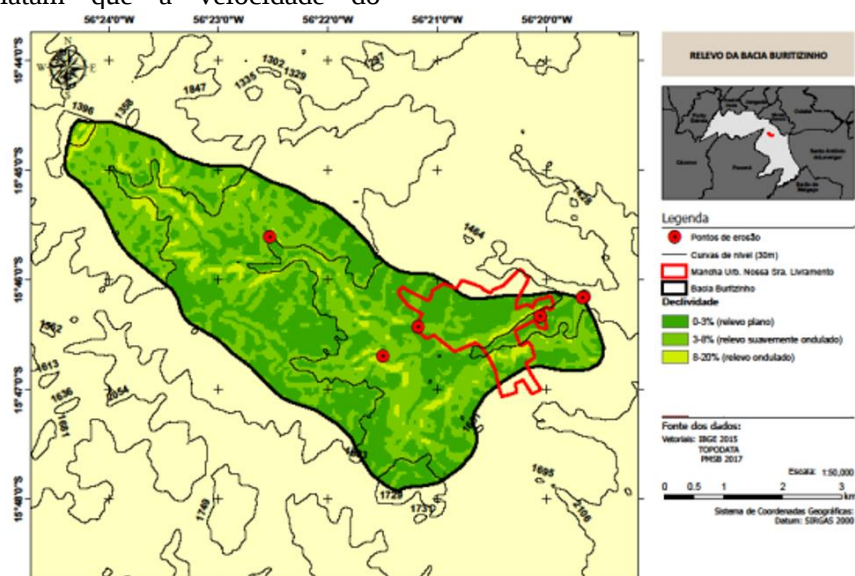


Figura 4. Mapa da Declividade da Microbacia do Buritizinho.

Além disso, com base no mapa hipsométrico apresentado na Figura 5, observou-se que a microbacia apresentou pouca variação altimétrica com cotas, variando de 317 m a 203 m, sendo a altitude média de 287 m. Os pontos amostrados em campo foram realizados até a altitude de 240 m, conforme apresentado no mapa topográfico com as curvas de níveis. A declividade média de uma bacia hidrográfica é relevante no planejamento das ações

antrópicas, visto que a classe e uso do solo e intensidade de chuvas associada à maior declividade conduzirá à maior velocidade de escoamento, menor quantidade de água armazenada no solo, resultando em enchentes mais pronunciadas, sujeitando a bacia à degradação (Tonello *et al.*, 2006; Silva & Medeiros, 2017; Amorim *et al.*, 2019).

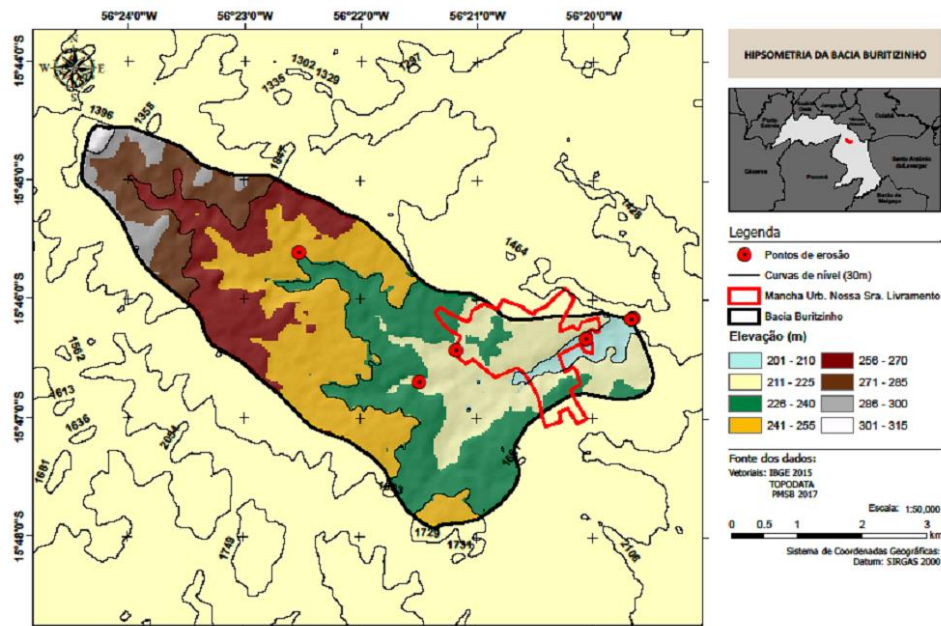


Figura 5. Mapa da hipsometria da Microbacia do Buritizinho

A “curva hipsométrica tem como finalidade representar graficamente o relevo relativo de uma bacia hidrográfica. É entendida como uma maneira de estudar a variação altimétrica de uma determinada área” (Feltran Filho & Lima, 2007, p.76). Além disso, o mapa hipsométrico tem

fundamental importância na análise da energia do relevo, indicando condições mais propícias à dessecação para as áreas de maior altitude e de acumulação para as áreas de menor altitude, de acordo com o indicado na Figura 6 (Trentin & Robaina, 2005; Soares & Galvêncio, 2020).

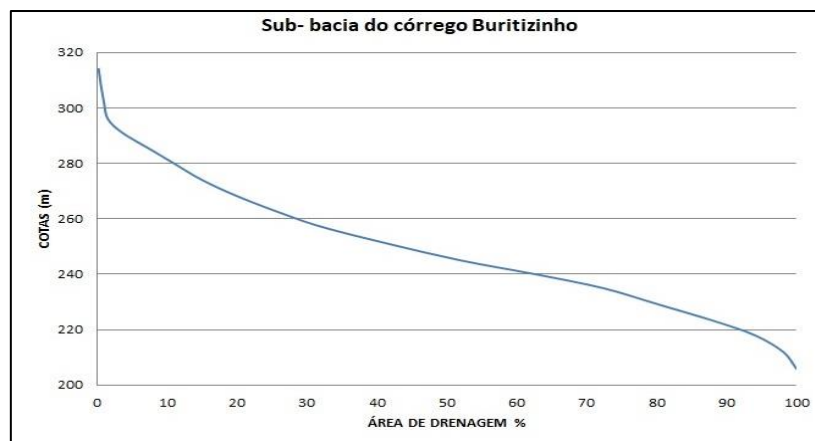


Figura 6. Curva Hipsométrica da Microbacia do córrego Buritizinho – Mato Grosso.

Com base na Figura 6, observou-se que, a ocorrência de picos de inundações deve ser baseada no maior número de suas características fisiográficas, não apenas em um índice de forma isolada. Esse conhecimento pode ser obtido de forma prática e consistente com a adoção da abordagem morfopedológica (Salomão, 1994; Denich *et al.*, 2019) que permite identificar e mapear áreas homogêneas em relação às

características topográficas do terreno, envolvendo principalmente a declividade da vertente da microbacia, as características do substrato litológico, e da cobertura pedológica. Assim, por meio do estudo da pedologia foi possível identificar os tipos de solos predominantes na área de estudo, conforme exposto na Figura 7.

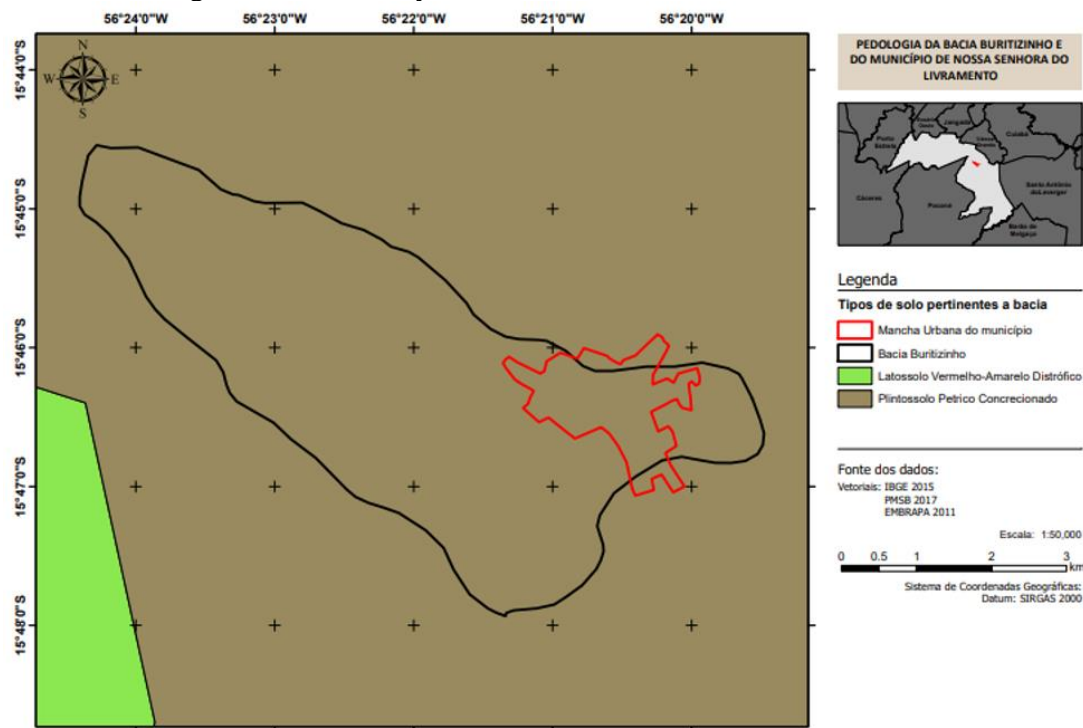


Figura 7. Mapa pedologia.

Pode-se observar, na Figura 7, que a região é predominante em Plintossolos, característico de zonas quentes e úmidas, mormente com estação seca bem definida ou que, pelo menos, apresentem um período com decréscimo acentuado das chuvas. No entanto, ocorrem também na zona equatorial por úmida e mais esporadicamente em zona semiárida. São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico, litoplíntico ou concessionário. Mas especificadamente com o Plintossolo Pétrico Concrecionário (Santos *et al.*, 2018)

O solo do tipo Plintossolo Pétrico Concrecionário apresenta potencial agrícola, relacionado principalmente em relevo plano ou suave ondulado, sendo muito utilizado com o

cultivo de arroz irrigado. Os materiais concessionários podem ser utilizados para produção de material para construção da base de estradas. Porém, há limitações desta classe de solo para o uso agrícola, as quais estão relacionadas à baixa fertilidade natural, acidez elevada e drenagem (Santos *et al.*, 2018).

Ao analisar o uso e ocupação e a vegetação da microbacia, de acordo com a Figura 8, observou-se uma área voltada a pastagem e agricultura e infraestrutura urbana. E em relação a vegetação local, a mesma, se dá em formação de floresta e de savanas, e outras formações natural não florestal. Salvo que, a legenda da Figura 8 é apresentada na Tabela 5, devido a quantidade de cores, facilitando a visualização.

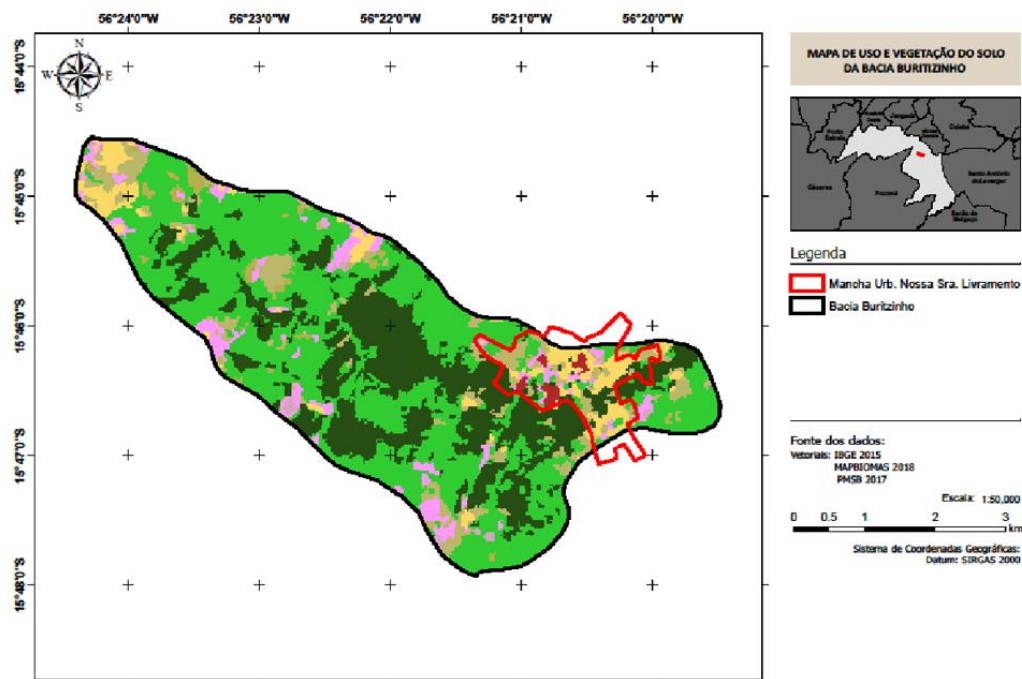


Figura 8. Mapa de uso e vegetação do solo.

Tabela 5 - Uso e vegetação do solo relacionada a Figura 8.

Vegetação	Cor do mapa
Formação Florestal	
Formação Savana	
. Mangue	
Floresta Plantada	
Área Úmida Natural não Florestal	
Formação Campestre	
Apicum	
Afloramento Rochoso	
Outra Formação Natural não Florestal	
. Pastagem	
Agricultura	
Cultura Anual e Perene	
Cultura Semi-Perene	
Mosaico de Agricultura e Pastagem	
raia e Duna	
Infraestrutura Urbana	
Mineração	
Outra Área não vegetada	
Rio, Lago e Oceano	
Aquicultura	
Não Observado	

Fonte: Adaptado Santos *et al.* (2018).

A vegetação próxima ao curso d'água encontra-se comprometida, pois não há preservação da mata ciliar. Ainda, observou-se grandes áreas desmatadas para o uso do solo para agricultura e pecuária, o que tem contribuído para o avanço do processo erosivo na microbacia, pois com o desmatamento evidenciam-se perdas acentuadas de matéria orgânica, com forte comprometimento da estrutura vindo a sofrer compactação superficial que impede a infiltração de água e a penetração de raízes, bem como o surgimento de crostas superficiais (selamentos).

Nas áreas sem cobertura, o processo de erosão é acelerado, surgindo a erosão por sulco em consequência, as propriedades físicas e químicas do solo ficam intensamente comprometidas, com colapso violento do espaço poroso acelerando a erosão, o que dificulta e até mesmo impede as operações com máquinas agrícolas (Santos *et al.*, 2018). Além do que, a vegetação é responsável por garantir a coesão dos sedimentos e proteger a superfície de agentes de transformação como a água e o vento e com a sua remoção e o uso incorreto do solo podem originar os problemas citados (Santos Coutinho *et al.*, 2019).

Caracterização Morfopedológica - campo

Na visita de campo no dia 28 de novembro de 2019, foram coletados dados acerca das características tais como: tipo de solo, presença de

formas erosivas, tipo de cultura, vegetação e outras informações necessárias para avaliar as condições de erodibilidade da microbacia do Córrego Buritizinho.

Conforme já mencionado anteriormente, a coleta de dados se deu em 5 pontos denominados

de P1 à P5. Mediante as informações coletadas, foi possível classificar as formas erosivas conforme metodologia de Lepsch *et al.* (2015), utilizada também por Vischi Filho *et al.* (2021), sintetizados na Tabela 6, seguida pela descrição das características de cada ponto.

Tabela 6. Localização dos pontos visitados, especificação quanto ao tipo de solo e erosão.

PONTO	LOCALIZAÇÃO		SOLO	EROSÃO		
	Latitude	Longitude		Lâmina	Sulcos	
P.1	15°46'27.53" S	56°21'8.69" O	Plintossolo Pétrico Concrecionário	Moderada	Muito frequentes	Pouco Profundos
P.2	15°44'51.08" S	56°24'18.15" O	Plintossolo Pétrico Concrecionário	Ligeira	-	-
P.3	15°46'44.39" S	56°21'30.55" O	Plintossolo Pétrico Concrecionário	Ligeira	Ocasionais	Muito Profundos
P.4	15°46'40.14" S	56°20'49.90" O	Plintossolo Pétrico Concrecionário	Ligeira	Ocasionais	Muito Profundos
P.5	15°46'9.11" S	56°19'39.98" O	Plintossolo Pétrico Concrecionário	Moderada	Ocasionais	Muito Profundos

Com a base de dados da Navarro & Pedroso (2011) e Sabourin *et al.* (2020), constatou-se que a pedologia da microbacia foi predominante Plintossolo Pétrico Concrecionário, e, segundo definições de Bertoni e Lombardi (1985), IPT (1990), Salomão (2012) e Denich *et al.* (2019), na classificação de erodibilidade dos solos, o Plintossolo é do tipo muito erodível.

Seguindo com a definição de erosão laminar, o IPT (1990) as define em classes de suscetibilidade, considerando a declividade do terreno. Essa classificação demonstra as potencialidades e limitações ao uso e ocupação do solo em áreas rurais quanto à exploração agropecuária, pois o solo em estudo é do tipo Plintossolo, com 17,32% de declividade, sendo assim, a microbacia pode ser classificada como extremamente suscetível a erosão laminar.

A suscetibilidade à erosão linear (sulcos, ravinas e boçorocas), segundo o IPT (1990), são interpretadas com base nas características hidráulicas da microbacia. Desta maneira, tem-se a hipótese do terreno da microbacia do Córrego Buritizinho também pode ser classificado, quando à erosão linear, como muito suscetível a sulcos e ravinas e pouco suscetível a voçorocas.

Com relação ao funcionamento hídrico, o Plintossolo é solo geralmente profundo, imperfeitamente ou moderadamente drenados, formados sob condições de restrição à percolação de água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, que tem como consequência a formação de um horizonte plíntico. O impedimento à livre drenagem pode ser resultante da existência de um lençol freático mais superficial em algum período do ano, o que ocorre em áreas como depressões e baixadas (Embrapa, 1999).

Solos que denotam um horizonte ou camada concrecionário apresentam sérias restrições ao uso agrícola pois são usualmente pobres quanto à fertilidade natural e devido ao enraizamento das plantas, entrave ao uso de equipamentos agrícolas e pouco volume de solo disponível para as plantas. Nestes solos as pastagens constituem o uso mais comum (Navarro & Pedroso, 2018).

O tipo de solo encontrado foi particularmente indicado para situações em que não foi possível grandes aplicações de capital para melhorias e a conservação do solo/ lavouras, o que é mais comum em áreas de agricultura familiar.

Síntese Relativa ao Diagnóstico da Erosão da Microbacia

Com base nos resultados apresentados, foi realizado um quadro sinterizando à suscetibilidade à erosão na microbacia do Córrego Buritizinho, conforme exposto no Quadro 1.

Considerações Finais

A divisão da área de estudo do Córrego Buritizinho, é classificada como microbacia, com área de drenagem de 22,22 km² e perímetro de 23,68 km, localizada em Nossa Senhora do Livramento - MT.

Atendendo aos objetivos dos parâmetros fisiográficos da área em estudos, conclui-se que a região é predominante pelo Plintossolo Pétrico Concrecionário, formado por relevo suave ondulado, com suscetibilidade à erosão laminar, com extensão de 95,01%, com declividade média de 17,32% e altitude média de 287 m. Ao analisar a curva hipsométrica, a microbacia se caracteriza por apresentar pico de inundação, ainda foi observado a ausência de mata ciliar na área delimitada.

Quadro 1. Síntese dos resultados.

DIAGNÓSTICO	PROBLEMÁTICA	RECOMENDAÇÕES
• Tipo de solo: Plintossolo Pétrico Concrecionário; • Tipos de relevo: suave ondulado; • Formas erosivas: Laminar= Ligeira e Moderada; Sulcos= Ocasionais e Muito frequentes, Pouco Profundos e Muito Profundos; • Classe de erodibilidade: Muito erodível; • Suscetibilidade à erosão laminar: Extremamente suscetível; • Suscetibilidade à erosão linear: Muito suscetível a sulcos e ravinas e pouco suscetível a voçorocas; • Áreas com solo parcialmente descoberto; • Vias urbanas públicas com pavimentação e sem sistema de drenagem; • Vias rurais sem sistema de drenagem.	• Presença de processos erosivos (laminar e sulcos); • Perda de solo; • Assoreamento; • Evidência de movimento de massa, tipo deslocamento de solo que pode evoluir para desmoronamento • A declividade gera concentração de fluxo causando colapso dos taludes ao longo do córrego e desgaste das vias urbanas e rurais; • Área de pecuária próxima ao curso hídrico, inclusive com pisoteio de animais.	• Identificação e contenção dos processos erosivos; • Readequação do arruamento e estradas vicinais; • Construção de sistema de drenagem de águas pluviais; • Cercamento e proteção das nascentes; • Reflorestamento das áreas degradadas com espécies nativas da região no entorno da microbacia; • Plantio dos estratos arbóreo, arbustivos e herbáceas para aumentar a infiltração de água no solo; • Curvas de nível para plantio de pastagens; • Fiscalização do poder público sobre o uso e a ocupação do solo conforme legislação específica municipal (Lei 509/2005); • Elaboração do PRAD–Plano de Recuperação de Áreas Degradadas; • Cooperação pública e/ou privada para a preservação e, ou recuperação do solo e da vegetação nativa no entorno da microbacia.

Este solo apresenta potencial agrícola, por estarem relacionados a relevo plano ou suave ondulado, porém com limitações no uso, ou seja, ele é um solo que pode ser utilizado para agricultora, porém deve ser tomados os devidos cuidados em relação a cobertura da vegetação. Contudo, pode-se observar pelo mapa de uso e ocupação quanto *in loco*, que a área da microbacia

se apresenta parcialmente descoberta, com a vegetação comprometida, próxima ao curso d'água.

A maior preocupação é devido à ausência da vegetação na área, pois a vegetação é responsável por garantir a coesão dos sedimentos e proteger a superfície de agentes de transformação como a água e o vento. Além do que, o tipo de solo

da região exige alguns cuidados especiais para uso, como já mencionado, e se essa proteção não for realizada de maneira adequada, tem-se consequências negativas sobre o solo, dentre elas: processo erosivo, assoreamento, perda de solo, pecuária próxima a curso d'água, dentre outros.

Contudo, diante dos resultados obtidos, é necessária a intervenção da gestão pública para controlar e minimizar os impactos na microbacia, por meio de programas, ações, educação ambiental, além de planejar o desenvolvimento futuro sem causar maiores danos ao meio ambiente.

Frente a necessidade de novas pesquisas sobre o assunto, propõe-se estudos futuros que visem analisar a área de preservação da microbacia e o curso d'água da região, bem como aplicação dos passos realizados neste artigo em outros estudos de caso brasileiros e até mesmo internacionais.

Agradecimento

Agradecimento aos professores da disciplina de Estudos Integrados em Bacias Hidrográficas do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH), da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET) e da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Além disso, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

- Almeida, A. T. S., Felipe, L. B., Mascarenhas, a., & Silva Jr, O. G., 2020. Caracterização morfométrica e neotectônica da bacia hidrográfica do Rio Vermelho-Sudeste do Pará. *Geociências*, 39(4), 977-995. ISSN: 1980-900X
- Altaf, S., Meraj, G., & Romshoo, S. A., 2014. Morphometry and land cover based multi-criteria analysis for assessing the soil erosion susceptibility of the western Himalayan watershed. *Environmental monitoring and assessment*, 186(12), 8391-8412. doi:10.1007/s10661-014-4012-2
- Angileri, S. E., Conoscenti, C., Hochschild, V., Märker, M., Rotigliano, E., & Agnesi, V., 2016. Water erosion susceptibility mapping by applying stochastic gradient treeboost to the Imera Meridionale river basin (Sicily, Italy). *Geomorphology*, 262, 61-76. doi:10.1016/j.geomorph.2016.03.0
- Antoneli, V., & Thomaz, E. L., 2007. Caracterização do meio físico da bacia do arroio Boa Vista-Guaramiranga (PR). *Caminhos de Geografia*, 8(21).
- Amorim, A. T., de Sousa, J. A. P., & Lourenço, R. W., 2019. Indicador dos estágios de sucessão de fragmentos florestais do bioma Mata Atlântica. *Revista Brasileira de Cartografia*, 71(3), 756-780. doi:10.14393/rbcv71n3-48546
- Bertoni, J., & Neto, F. L., 2005. *Conservação do solo* (p. 355p). São Paulo: Ícone.
- Babur, E., Uslu, Ö. S., Battaglia, M. L., Diatta, A., Fahad, S., Datta, R., ... & Danish, S., 2021. Studying soil erosion by evaluating changes in physico-chemical properties of soils under different land-use types. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 20(3), 190-197. doi: 10.1016/j.jssas.2021.01.005.
- Bodas Terassi, P. M. D., Oliveira-Júnior, J. F. D., Góis, G. D., & Galvani, E. (2018). Variabilidade do índice de precipitação padronizada na região norte do estado do paraná associada aos eventos de el ni o-oscilação sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 33, 11-25. doi:10.1590/0102-7786331002.
- Bonfante, A., Terribile, F., & Bouma, J., 2019. Refining physical aspects of soil quality and soil health when exploring the effects of soil degradation and climate change on biomass production: an Italian case study. *Soil*, 5(1), 1-14. doi: 10.5194/soil-5-1-2019, 2019.
- Cardoso, C. A., Dias, H. C. T., Soares, C. P. B., & Martins, S. V. , 2006. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. *Revista  rvore*, 30(2), 241-248. doi: 10.1590/S0100-67622006000200011.
- Chalise, D., Kumar, L., & Kristiansen, P., 2019. Land degradation by soil erosion in Nepal: A review. *Soil Systems*, 3(1), 12. doi:10.3390/soilsystems3010012
- Christofolletti, A., 1980. *Geomorfologia*, 2  edic o, Editora Edgard Blucher, São Paulo, 188 p.
- Denich, M., Kanashiro, M., & Vlek, P. L. G., 2019. The potential and dynamics of carbon sequestration in traditional and modified fallow systems of the Eastern Amazon region, Brazil. In *Global climate change and tropical ecosystems* (pp. 213-229). CRC Press.
- Elesbon, A. A. A., Guedes, H. A. S., Silva, D. D. D., & Oliveira, I. D. C., 2011. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Braço Norte do Rio São Mateus-Brasil. *Rem: Revista Escola de Minas*, 64, 281-288. doi:10.1590/S0370-44672011000300005
- EMBRAPA, S., 1999. *Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000*. Londrina: Embrapa Soja.

- Faustino Manco, J., 1996. Gestión ambiental para el manejo de cuencas municipales; memoria. In Curso Corto Gestión Ambiental para el Manejo de Cuencas Municipales Nov 1996 Turrialba (Costa Rica) (No. CATIE 333.7307 C977m 1996). CATIE, Turrialba (Costa Rica).
- Feltran Filho, A., & de Lima, E. F., 2007. Considerações morfométricas da bacia do Rio Uberabinha-Minas Gerais. *Sociedade & Natureza*, 19(1), 65-80.
- Hossain, M. A. R., (2014). An overview of fisheries sector of Bangladesh. *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*, 1(1), 109-126. doi:10.3329/ralf.v1i1.22375
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2010. Censo 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>
- IBGE/DGC., 2017. Base Cartográfica Contínua do Brasil, 1:250.000 – BC250: versão 2017. Rio de Janeiro.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado De São Paulo (IPT)., 1990. Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande. São Paulo: IPT.
- Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., Martinez-Fernandez, J., Mizara, A., Moustakas, N., Nicolau, J.M., Oliveros, C., Pinna, G., Puddu, R., Puigdefabregas, J., Roxo, M., Simao, A., Stamou, G., Tomasi, N., Usai D., Vacca, A., 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rate under Mediterranean conditions. *Catena* 29 (1), 45 -59. doi:10.1016/S0341-8162(96)00062-8.
- Krishna Bahadur, K. C., 2008. Mapping soil erosion susceptibility using remote sensing and GIS: a case of the Upper Nam Wa Watershed, Nan Province, Thailand. *Environmental Geology*, 57(3), 695–705. doi:10.1007/s00254-008-1348-3.
- Lepsch, I. F., Espindola, C. R., Vischi Filho, O. J., Hernani, L. C., & Siqueira, D. S., 2015. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1, 175.
- Mato Grosso, 2009. Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH-MT.
- NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems, and U.S./Japan ASTER Science Team. ASTER Global Digital Elevation Model., 2009, distributed by NASA EOSDIS Land Processes DAAC, doi:10.5067/ASTER/ASTGTM.002.
- Navarro, Z., & Pedroso, M. T. M., 2011. Agricultura familiar: é preciso mudar para avançar. Embrapa Estudos e Capacitação-Texto para Discussão (ALICE).
- Obaid, H. A., & Shahid, S., 2017. Soil erosion susceptibility of Johor River basin. *Water and Environment Journal*, 31(3), 367-374. doi:10.1111/wej.12252
- Oh, J. H., & Jung, S. G., 2005. Potential soil loss prediction for land resource management in the Nakdong River basin. *Journal of Korean Society of Rural Planning*, 11(2), 9-19.
- Park, S., Oh, C., Jeon, S., Jung, H., & Choi, C., 2011. Soil erosion risk in Korean watersheds, assessed using the revised universal soil loss equation. *Journal of hydrology*, 399(3-4), 263-273. doi:10.1016/j.jhydrol.2011.01.004.
- Riccomini, C.; Giannini, P. C. F. & Mancini, F., 2000. Decifrando a Terra/ organizadores: Wilson Teixeira (et al). São Paulo: Oficina de Textos, 568 p.
- Rocha, R. M., Lucas, A. A. T., Almeida, C. A. P. D., Menezes Neto, E. L., & Netto, A. D. O. A., 2014. Caracterização morfométrica da sub-bacia do rio Poxim-Açu, Sergipe, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 9(2), 276-287. doi:10.4136/ambi-agua.1289.
- Sabourin, E., Craviotti, C., & Milhorange, C., 2020. The dismantling of family farming policies in Brazil and Argentina. *International Review of Public Policy*, 2(2: 1), 45-67. doi: 10.4000/irpp.799
- Salomão, R. D. P., 1994. Estimativas de biomassa e avaliação do estoque de carbono da vegetação de florestas primárias e secundárias de diversas idades (capoeiras) na Amazônia Oriental, município de Peixe-boi, Pará.
- Santos, A. M. D., Targa, M. D. S., Batista, G. T., & Dias, N. W., 2012. Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão, SP, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 7(3), 195-211.
- Santos, A.R., 2001. Caracterização morfológica, hidrológica e ambiental da bacia hidrográfica do rio Turvo Sujo, micro-região de Viçosa, MG. 141p. (Tese de Doutorado Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- Santos Coutinho, P. R. D. O., Valcarcel, R., Francisco Pena Rodrigues, P. J., & Alvarenga Braga, J. M., 2019. Restauração passiva em pastagens abandonadas a partir de núcleos de vegetação na Mata Atlântica, Brasil. *Ciência Florestal* (01039954), 29(3). doi:10.5902/1980509827844
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Dos Anjos, L. H. C., De Oliveira, V. A., Lumberras, J. F., Coelho, M. R., ... & Cunha, T. J. F., 2018. Sistema

- brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- Santos, M., Ladeira, F. S. B., & Batezelli, A., 2019. Indicadores geomórficos aplicados à investigação de deformação tectônica: uma revisão. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 20(2). doi:10.20502/rbg.v20i2.1564
- Silva, C. D. O. F., & Medeiros, G. A., 2017. Avaliação ambiental e morfométrica da bacia do rio Jundiá-Mirim: diagnósticos e subsídios para gestão ambiental. *Boletim Campineiro de Geografia*, 7(2), 441-454. doi:10.54446/bcg.v7i2.343
- Silvão, N. A., de Santana, R. O., de Carvalho, S. R., Da Silva Amorim, J., & Barros, F. M. (2016). Qualidade da água ao longo da micro bacia hidrográfica do Rio Catolé - Ba. *Blucher Engineering Proceedings*, 3(2), 440-448. doi: 10.5151/engpro-eneeamb2016-rh-022-5128
- Soares, G., & Galvêncio, J., 2020. Uso do Lidar para avaliar os padrões hídricos de bacias em áreas urbanas: Caracterização fisiográfica da bacia do Rio Beberibe, PE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(07), 3659-3674. doi:10.26848/rbgf.v13.07.p3659-3674
- Strahler, A. N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Geological society of America bulletin*, 63(11). doi: 1117-1142. doi: 10.1130/0016-7606(1952)63[1117:HAAOET]2.0.CO;2
- Steinhoff-Knopp, B., Kuhn, T. K., & Burkhard, B., 2021. The impact of soil erosion on soil-related ecosystem services: development and testing a scenario-based assessment approach. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(1), 1-18. doi:10.1007/s10661-020-08814-0
- Tavares, A. S., Spalevic, V., Avanzi, J. C., & Alves, D., 2019. Modeling of water erosion by the erosion potential method in a pilot subbasin in southern Minas Gerais. [Modelagem da erosão hídrica pelo método de erosão potencial em uma sub-bacia hidrográfica de referência no sul de Minas Gerais]. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 40(2), 555-572.
- Tonello, K. C., Dias, H. C. T., Souza, A. L. D., Ribeiro, C. A. A. S., & Leite, F. P., 2006. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões-MG. *Revista Árvore*, 30, 849-857. doi:10.1590/S0100-67622006000500019
- Trentin, R.; Robaina, L.E. De S., 2005. Metodologia para mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: XI Congresso Brasileiro de geografia Física Aplicada. São Paulo. Anais. São Paulo, pp. 3606-3615.
- Tucci, C. E. M., 2012. Hidrologia: ciências e aplicações. 4. ed. Porto Alegre: U G's, 943 p.
- Ucker, F. E., & Rodrigues, N. L., 2019. Physico-Environmental Characterization of the Micro Basin Contributing to Fazenda Nova's (Goiás) Public Water Supply. doi: 10.22161/ijaers.6.6.66
- Villela, S. M. & Mattos, A., 1975. Hidrologia Aplicada. Editora Mc Graw Hill, São Paulo, 245p.
- Vischi Filho, O. J., Yoshikatsu Kanno, O., Mikio Arabori, R., Bernardoni Caldas, J. F., Barros Penteado, R., Menegucci Scachetti, E. A., ... & Carvalho, T., 2021. Twelve years of soil preservation and rehabilitation on the Rio do Peixe watershed: promoting conservation agriculture. *Land Degradation & Development*, 32(12), 3431-3442. doi:10.1002/ldr.3834
- Wenzel, D. A., Uliana, E. M., de Almeida, F. T., de Souza, A. P., Mendes, M. A. D. S. A., & da Silva Souza, L. G. (2017). Características fisiográficas de sub-bacias do médio e alto Rio Teles Pires-MT. *Revista de Ciências Agroambientais*, 15(2), 123-131. doi:10.5327/rcaa.v15i2.2193.
- Zhihua, S. H. I., Ling, W. A. N. G., Qianjin, L. I. U., Hanyu, Z. H. A. N. G., Xuan, H. U. A. N. G., & Nufang, F. A. N. G., 2018. Soil erosion: From comprehensive control to ecological regulation. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences (Chinese Version)*, 33(2), 198-205.