

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA  
BACHARELADO EM GEOGRAFIA**

**JOÃO MATHEUS DYONISIO DOS SANTOS**

**MAPA DE VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOURADINHO – MG**

UBERLÂNDIA  
2020

JOÃO MATHEUS DYONISIO DOS SANTOS

**MAPA DA VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOURADINHO – MG**

Trabalho Final de Graduação do curso de Bacharelado em Geografia, ofertado pelo Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, no campus Santa Mônica – Uberlândia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues

UBERLÂNDIA  
2020

JOÃO MATHEUS DYONISIO DOS SANTOS

**MAPA DA VULNERABILIDADE EROSIVA DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOURADINHO – MG**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado a Universidade Federal de  
Uberlândia como parte das exigências  
para obtenção do título de Bacharel em  
Geografia.

Uberlândia, 01 de Outubro, de 2020

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Gelze Serrat de Souza Campos Rodrigues  
Instituto de Geografia - UFU  
Orientadora

Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira  
Instituto de Geografia - UFU  
Membro da banca

Prof. Dr. Silvio Carlos Rodrigues  
Instituto de Geografia - UFU  
Membro da banca

*Dedico esse trabalho ao enorme amor e carinho que tenho pela geografia, e a minha realização completa em obter essa graduação, que ela sirva de luz para a solução das questões ambientais tão presentes e desafiadoras e assim tornar o mundo um lugar melhor.*

## **Agradecimentos**

Agradeço principalmente meu pai e minha mãe, Aparecido e Solange, por continuarem acreditando nas minhas qualidades e assim proporcionar a chance de descobrir a Geografia.

A minha irmã, Maria Clara, e a nossa aproximação.

A minha namorada, Alessandra, por sempre acreditar e me motivar a alcançar meus sonhos, me completar e fazer parte da minha vida.

Agradeço por ter a oportunidade oferecida pelo Estado Brasileiro de um ensino superior público, gratuito e de qualidade.

Gratidão à Universidade Federal de Uberlândia por propiciar momentos únicos em minha vida e transforma-la em como ela é hoje, as convivências, as disciplinas, o cultivo de conhecimento e amizades.

Agradeço também a todos os professores que fizeram parte do meu processo de formação fazendo com que eu obtivesse as qualidades necessárias para ser um geógrafo que honre esse título.

## RESUMO

O Ribeirão Douradinho está localizado no estado de Minas Gerais, englobando parte dos municípios de Uberlândia e de Monte Alegre de Minas. A expansão da área urbana de Uberlândia e da produção agrícola já consolidada expôs praticamente toda a extensão dessa bacia hidrográfica a modificações da sua dinâmica natural. O impacto analisado nesse trabalho diz respeito a erosão. Sendo de extrema importância o zoneamento das áreas mais suscetíveis a esses processos, como instrumento de planejamento e gestão da bacia do Ribeirão Douradinho. Nesse sentido objetiva-se no presente trabalho apresentar o mapa de vulnerabilidade erosiva dessa bacia. Para a elaboração da carta foi utilizada a metodologia proposta por Crepani et. al. (2001), que consiste na utilização de imagens de satélite para proporcionar uma análise dos agentes naturais que atuam nessa área, desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica de Tricart (1977). Para isso foram elaborados mapas de uso e ocupação do solo, litotipos, pedotipos, geomorfológico (declividade, altimétrico e de densidade da drenagem) e de precipitação. Ao final foram atribuídos valores de vulnerabilidade a cada critério variando de 1 para as mais estáveis a 3 para as mais vulneráveis. A Carta de Suscetibilidade Erosiva foi obtida a partir da sobreposição e consequente soma desses 5 fatores sendo dividida pelo mesmo número de fatores (5) chegando assim a uma média, classificando a vulnerabilidade de cada área.

**Palavras-chave:** Ribeirão Douradinho; Mapa de Vulnerabilidade Erosiva; Geoprocessamento; Planejamento Ambiental.

## ABSTRACT

Ribeirão Douradinho is located in the state of Minas Gerais, encompassing part of the municipalities of Uberlândia and Monte Alegre de Minas. The expansion of the urban area of Uberlândia and the already consolidated agricultural production exposed practically the entire extension of this hydrographic basin to changes in its natural dynamics. The impact analyzed in this work concerns erosion. The zoning of the areas most susceptible to these processes is extremely important, as a planning and management instrument for the Ribeirão Douradinho basin. In this sense, the objective of the present work is to present the erosive vulnerability map of this basin. The methodology proposed by Crepani et. al. (2001), which consists in the use of satellite images to provide an analysis of the natural agents that act in this area, developed from the concept of Ecodynamics by Tricart (1977). For that purpose, maps of land use and occupation, lithotypes, pedotypes, geomorphological (slope, altimetry and drainage density) and precipitation were prepared. In the end, vulnerability values were assigned to each criterion, ranging from 1 for the most stable to 3 for the most vulnerable. The Erosive Susceptibility Chart was obtained from the overlap and consequent sum of these 5 factors being divided by the same number of factors (5) thus reaching an average, classifying the vulnerability of each area.

**Key-words:** Douradinhos Stream; Erosive Vulnerability Map; Geoprocessing; Environmental planning

## **LISTA DE FIGURAS**

- FIGURA 1 – ESCALA DE VULNERABILIDADE DAS UNIDADES TERRITORIAIS BÁSICAS
- FIGURA 2 – VULNERABILIDADE A DENUDAÇÃO DAS ROCHAS MAIS COMUNS
- FIGURA 3 – VALORES DE VULNERABILIDADE DOS SOLOS
- FIGURA 4 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA DENSIDADE DA DRENAGEM
- FIGURA 5 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA DECLIVIDADE
- FIGURA 6 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA AMPLITUDE ALTIMÉTRICA
- FIGURA 7 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA
- FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 9 – MAPA GEOLÓGICO DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 10 – TIPOS DE SOLO DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 11 – ALTIMETRIA DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 12 – DECLIVIDADE DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 13 – MAPA DA MÉDIA ANUAL PLUVIOMÉTRICA DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 14 – USO DO SOLO DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO
- FIGURA 15 – VULNERABILIDADE EROSIVA DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO



## **LISTA DE ABREVIações**

BH: Bacia Hidrográfica.

SIG: Sistema de informação Geográfica.

V :Vulnerabilidade Resultante.

G: Vulnerabilidade para Geologia.

R: Vulnerabilidade para Geomorfologia.

S: Vulnerabilidade para Solos.

U: Vulnerabilidade para Uso do Solo.

C: Vulnerabilidade para Clima.

DD: Vulnerabilidade para o tema Densidade da Dissecção.

D: Vulnerabilidade para o tema Declividade.

A: Vulnerabilidade para o tema Altimetria.

## **FORMULÁRIO:**

FORMULA 1 – VULNERABILIDADE RESULTANTE:

$$V = (G + R + S + U + C) \div 5$$

FORMULA 2: VULNERABILIDADE RESULTANTE PARA O TEMA RELEVO:

$$R = (DD + D + A) \div 3$$

<b>Sumário</b>	
1. Introdução	12
2. Objetivos	13
3. Referencial Teórico	14
3.1. Ecodinâmica	14
3.2. A Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento	15
3.3. Geoprocessamento	16
4. Metodologia	18
4.1. Vulnerabilidade para o tema Geologia	21
4.2. Vulnerabilidade para o tema Solo	22
4.3. Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia	23
4.4. Vulnerabilidade para o tema Uso do Solo	25
4.5. Vulnerabilidade para o tema Chuvas	26
5. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho:	28
5.1. Geologia	28
5.2. Pedologia	29
5.3. Geomorfologia	30
5.4. Pluviosidade	32
5.5. Uso do Solo	33
6. Resultados	35
7. Conclusão	38
Referências	40

## 1. Introdução

A Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho se estende entre os municípios de Uberlândia e Monte Alegre de Minas, no estado de Minas Gerais, no Planalto da Bacia do Paraná (IBGE) com uma área de 925 Km<sup>2</sup>.

Por ser uma bacia já bastante antropizada, essa área acaba exposta a agentes modificadores da paisagem, principalmente no que diz respeito aos processos morfodinâmicos, e conseqüentemente tem a sua ecodinâmica modificada.

Devido ao aumento da utilização de recursos naturais pelo homem, na maioria das vezes sem planejamento, os sistemas ambientais estão cada vez mais expostos a pressões e modificações que podem gerar inúmeros impactos ambientais, além de colocar em risco os próprios recursos explorados.

Isso nos mostra a importância e a necessidade da realização de um planejamento integrado, que leve em consideração o maior número de elementos atuantes em um determinado sistema geográfico.

Nesse sentido, foram levantadas e mapeadas as características da bacia relacionadas às rochas, solos, relevo, pluviosidade e uso do solo. A vulnerabilidade para cada tema foi classificada e posteriormente sobrepostas, a soma dessas variáveis dividida pelo número de elementos observados nos levam a obtenção da vulnerabilidade média para cada área. Esse processo nos dá como produto final o Mapa de Vulnerabilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho, Construído por meio do processo de geoprocessamento de imagens utilizando o software livre QGIS.

Os dados utilizados para cada tema também são disponíveis gratuitamente em meio digital pelas fontes utilizadas. Mostrando a importância do desenvolvimento tecnológico para a execução desse processo de planejamento.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do trabalho é identificar as áreas mais vulneráveis à erosão na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho, através da construção do mapa de vulnerabilidade erosiva.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Levantar bibliografia pertinente à pesquisa
  - Levantar base cartográfica sobre a bacia hidrográfica
  - Caracterizar fisiograficamente a bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho.
  - Identificar os principais fatores desencadeadores desses processos erosivos.
- Apresentar orientações para o planejamento do uso da terra de modo a minimizar a intensificação dos processos erosivos potenciais e efetivos.

### **3. Referencial Teórico**

#### **3.1. Ecodinâmica**

Para chegarmos na definição de ecodinâmica é necessário conceituar primeiro o que é um sistema, segundo Tricart (1977), ele é o conjunto de fenômenos que geram fluxos de matéria e energia com relações de interdependência. Assim, as principais características desse tipo de análise se definem em identificar e quantificar esses fenômenos e as correlações existentes entre eles. Para isso é necessário delimitar a área de influência dos mesmos, levando em conta a matéria, a energia e a estrutura.

De acordo com Christofletti (1980) a matéria corresponde ao material que será exposto, como solos e rochas e os componentes dos fluxos, como a água e os sedimentos, já a energia corresponde as forças que atribuem dinâmica ao sistema, como a energia potencial gravitacional e a intensidade pluviométrica, por fim, a estrutura, que representa os elementos que constituem o sistema em seu arranjo e composição.

Para Marques (2003) os sistemas naturais são abertos pois há a importação e exportação de matéria e energia, como por exemplo a luz do sol, a precipitação e até mesmo o transporte de sedimentos de um sistema para outro. Esses fluxos de entrada e saída de energia e matéria possuem como característica a busca por equilíbrio, que remete a um ajustamento constante das formas em relação a energia atuante.

A Ecodinâmica, portanto, diz respeito a dinâmica presente em um determinado ecossistema, que é a associação entre os elementos que o constituem como fauna, flora, e os elementos abióticos. Cada uma dessas variáveis são independentes e ao mesmo tempo interligadas como um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente em no qual eles vivem (TRICART, 1977).

A partir desse apoio teórico da ecologia e a estruturação lógica dos sistemas, compreender as relações mutuas entre seus diversos componentes é a compreensão básica da ecodinâmica.

Uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. Geralmente a morfodinâmica é o elemento determinante. A morfodinâmica depende do

clima, da topografia (formas das vertentes), do material rochoso. Ela permite a integração desses vários parâmetros. (TRICART, 1977, p.32).

As unidades básicas foram classificadas por Tricart (1977) nas seguintes categorias: estáveis, fortemente instáveis e integrardes. As unidades estáveis são aquelas onde o processo de pedogênese é predominante, as fortemente instáveis são representadas pela predominância dos processos morfogênicos, e por fim as integrardes, representadas pela presença dos dois processos de maneira transicional.

Com o aprimoramento das técnicas computacionais e conseqüentemente do Geoprocessamento e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), os estudos ambientais foram otimizados pela facilidade de integração dos fenômenos e suas características e assim representá-los cartograficamente

Para Ross (1994) a identificação das fragilidades e potencialidades naturais só obterão êxito se todos os elementos do estrato geográfico forem analisados, classificados e compilados, obtendo como produto final um mapa síntese de fragilidade ambiental.

É possível delimitar essas unidades através da semelhança entre os seus componentes e processos, classificando-as de acordo com sua estabilidade ou instabilidade, sempre respeitando as singularidades ecodinâmicas que se fazem presentes em cada unidade, de extrema importância para a realização e aplicação do planejamento territorial e ambiental.

No caso específico deste trabalho a unidade utilizada foi a Bacia Hidrográfica que para Rocha et. al. (2000) possui a qualidade de ser uma unidade com processos e interações facilmente estruturadas e caracterizadas, uma vez que ela é formada pela interação de vários subsistemas e qualquer alteração em algum deles levaria a mudanças em seu equilíbrio dinâmico facilmente perceptíveis.

### **3.2. A Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento**

Atualmente os estudos ambientais, em sua maioria, tomam a bacia hidrográfica como unidade geográfica de estudo e planejamento. Isso se dá pela possibilidade de análise dos elementos e de como eles interagem entre si, permitindo reconhecer e avaliar suas fragilidades e potencialidades.

Para Ross & Del Prette (1998) a bacia hidrográfica constitui uma unidade natural cujo elemento integrador é o canal de drenagem, isso faz com que todos os outros elementos ali presentes encontrem-se integrados. Os autores também falam sobre a importância que o recurso água exerce na sociedade atual, seja para a atividade industrial, irrigação, geração de energia e abastecimento, tornando cada vez mais a bacia hidrográfica como unidade preferencial para o planejamento.

A bacia hidrográfica tem se transformado em uma unidade básica para planejamento e gestão ambiental. Assim, é cada vez mais comum tomar esse recurso natural como âncora para, a partir dele, desencadear processos de desenvolvimento regional. (ROSS & DEL PRETTE, 1998, p.102).

Como a bacia hidrográfica é um sistema com interações complexas e interdependentes o seu uso deve submeter-se a um exaustivo processo de análise e planejamento, que para Ab'Saber significa:

Planejar significa elaborar planos de melhoria. Significa encontrar diretrizes para corrigir os espaços mal organizados e improdutivos. Significa encontrar meios e propiciar condições para interferir nos setores menos favoráveis de uma estrutura ou de uma conjuntura... Significa encontrar fórmulas para um desenvolvimento regional harmônico. (AB'SABER, 1969).

No que diz respeito à bacia hidrográfica e o seu planejamento tanto Ab'Saber (1969) quanto Ross & Del Prette (1998) concordam que o ele deve ser integrado, com base no somatório dos conhecimentos multi e interdisciplinares e que atentem ao fato de que não é possível obter êxito no planejamento desconsiderando alguma dessas variáveis, sejam elas de caráter natural ou social.

É válido ressaltar que a delimitação de uma bacia hidrográfica não obedece aos limites políticos estabelecidos, portanto, a bacia deve ser gerida como um todo e em conjunto entre os municípios que a utilizam.

Devido a exposta importância da água em nossa sociedade leis e instituições foram criadas com a finalidade de gerenciamento desse recurso, entre elas a Agência Nacional das Águas (ANA), cujo propósito é implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos, promovendo o uso sustentável desses recursos e garanti-los para a atual e futuras gerações.

### **3.3. Geoprocessamento**

Um dos pressupostos para o estudo ambiental é a integração e compreensão dos agentes que atuam em determinado ambiente, sejam eles de origem natural ou



social. Para isso há a necessidade de coletar, sistematizar e analisar as informações geográficas. Com o desenvolvimento tecnológico, inúmeras ferramentas passaram a possibilitar análises mais sólidas sobre os dados coletados, a isso se dá o nome de Geoprocessamento. O Geoprocessamento é um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informações sobre determinada área.

O geoprocessamento pode ser entendido como a utilização de técnicas matemáticas e computacionais para tratar dados obtidos de objetos ou fenômenos geograficamente identificados ou extrair informações desses objetos ou fenômenos (MOREIRA, 2007, p.256).

Uma das ferramentas componentes do Geoprocessamento é o Sensoriamento Remoto. Essa técnica permite obter informações sobre os elementos naturais e antrópicos sem que haja o contato direto com o objeto imageado através das respostas eletromagnéticas que cada objeto emite, captada por sensores.

Sensoriamento Remoto é uma ciência que visa o desenvolvimento da obtenção de imagens da superfície terrestre através da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (MENESES; ALMEIDA, 2012, p.03).

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) contribuíram ao processo de geoprocessamento como ferramentas eficientes de armazenamento, análise, localização e mapeamento dos fenômenos presentes na área de estudo. Assim, podemos dizer que os SIGs representam:

[...] um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georreferenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativa ao espaço geográfico (ROSA, 2003, p.81).

Percebe-se então que a interação entre SIG e Sensoriamento Remoto fomentam o Geoprocessamento e tornam possível a representação cartográfica que associa e representa os componentes da paisagem, de extrema importância para os estudos ambientais e compreensão de sua dinâmica.

#### **4. Metodologia**

De acordo com a metodologia proposta por Crepani et. al. (2001) é necessário que haja a sobreposição das informações temáticas disponíveis, sobre uma imagem de satélite, utilizando-a como âncora, definindo assim planos de informações temáticas para as categorias utilizadas na análise.

A interação vetorial destes planos de informação define o mapa de unidades territoriais básicas, composto de unidades de paisagem natural e polígonos de intervenção antrópica. Assim a cada unidade é associado um banco de dados com valores relativos à fragilidade e à perda de solo. Cada uma dessas características analisadas em conjunto, torna possível a classificação do grau de vulnerabilidade de cada unidade territorial, baseada nos processos de morfogênese e pedogênese, expressa pela atribuição de valores médios para cada unidade.

A metodologia em questão foi desenvolvida pelo conceito de Ecodinâmica proposta por Tricart (1977) com a junção da potencialidade para estudos integrados apresentadas pelas imagens de satélite que permitem uma visão ampla da paisagem (CREPANI et. al. 2001).

Segundo Becker e Egler (1996 apud CREPANI et. al. 2001) as unidades territoriais básicas são as células elementares de informação e análise para o zoneamento. Uma unidade territorial básica é uma entidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem a sua diferenciação das suas vizinhas, ao mesmo tempo que as mesmas apresentam correlação dinâmica. A delimitação das unidades territoriais básicas sobre uma imagem de satélite permite analisar as relações de causa e efeito entre os elementos que a compõem, expondo assim a importância da união do sensoriamento remoto com os sistemas de informações geográficas (SIG) para uma melhor interpretação das informações (CREPANI et. al 2001).

As unidades de paisagem natural são passíveis de análise, para isso é necessário conhecer sua gênese, constituição física, forma e estágio de evolução bem como a sua cobertura vegetal. Essas informações precisam ser integradas para entender o comportamento de cada unidade com a adição do fator pluviosidade a fim de tentar prever o seu comportamento.

Seu comportamento pode ser classificado de acordo com a predominância de determinada dinâmica modificante, sendo ela a de morfogênese onde prevalecem os

processos erosivos modificando as formas do relevo, ou de pedogênese, onde prevalecem os processos formadores de solo (TRICART, 1977).

A contribuição da geologia compreende as informações relativas a história da evolução geológica e seu grau de coesão. Como toda rocha é um agregado de minerais sua resistência ao intemperismo vai depender dos minerais que as compõem e seu grau de coesão (CREPANI et. al 2001).

A geomorfologia oferece as informações relativas a morfometria, composta pela amplitude do relevo, declividade e grau de dissecação. Essas informações relacionadas permitem que se quantifique a energia potencial disponível para o escoamento superficial, isto é, a transformação de energia potencial gravitacional em energia cinética, grande responsável pelo transporte de sedimentos (CREPANI et. al. 2001).

Já a pedologia fornece o indicador básico da maturidade dos solos presentes no sistema, determinado pelo balanço entre pedogênese e morfogênese. Em solos onde há maior infiltração, portanto predominam os processos de pedogênese, onde ocorre menor infiltração e conseqüentemente maior escoamento superficial predominam os processos morfogênicos (CREPANI et. al. 2001.).

A cobertura vegetal representa a síntese dos vetores antes mencionados, além de representar a proteção do ambiente contra os agentes modificadores de relevo. Ela evita o impacto direto das gotas de chuva contra o solo, impede a compactação do solo, aumenta a infiltração da água no solo e dá suporte a biologia ali presente (CREPANI et. al. 2001.).

Através de dados climatológicos é possível obter a pluviosidade anual, que define a intensidade das chuvas de acordo com a duração do período chuvoso, permitindo a quantificação do grau de risco a que está sujeita a unidade.

Os polígonos de intervenção antrópica representam a modificação das condições naturais, assim é necessário conhecer previamente as unidades de paisagem naturais para evitar que a atuação do homem possa levar a situações de degradação. O conhecimento dos mecanismos que atuam na unidade de paisagem natural permite orientar as atividades a serem desenvolvidas dentro de determinado polígono, de maneira a aumentar a produtividade e evitar agressões além de orientar ações corretivas onde o uso é inadequado.

Para atribuir valores, foi estabelecida a escala de vulnerabilidade das unidades territoriais básicas, segundo os princípios da Ecodinâmica de Tricart (1977)

- Meios Estáveis: prevalece a pedogênese
- Meios Intergrades: equilíbrio entre morfogênese e pedogênese.
- Meios Fortemente Instáveis: prevalece a morfogênese

A partir dessa primeira classificação foi possível desenvolver e contemplar uma maior variabilidade de categorias de vulnerabilidade e a construção de uma escala, onde os valores mais próximos de 1,0 são mais estáveis e os valores próximos de 3,0 menos estáveis. Crepani et. al. sintetiza na FIGURA 1 a escala de vulnerabilidade das unidades territoriais.

**FIGURA 1 – ESCALA DE VULNERABILIDADE DAS UNIDADES TERRITORIAIS BÁSICAS**

Média	Grau de Vulnerabilidade
3	Vulnerável
2,9	
2,8	
2,7	
2,6	Moderadamente Vulnerável
2,5	
2,4	
2,3	
2,2	Medianamente Vulnerável/ Estável
2,1	
2	
1,9	
1,8	Moderadamente Estável
1,7	
1,6	
1,5	
1,4	Estável
1,3	
1,2	
1,1	
1	

Fonte: adaptada de Crepani et. al (2001).

Essa escala é aplicada em todos os Planos de Informação que compõem a unidade territorial estudada (geologia, geomorfologia, clima, vegetação e solos) e para resultar em valores únicos para cada Unidade Territorial Básica é feita a média aritmética dos fatores analisados representado pela FORMULA 1:

### **FORMULA 1: VULNERABILIDADE RESULTANTE**

$$V = (G + R + S + U + C) \div 5$$

**V** = Vulnerabilidade Resultante

**G**: Vulnerabilidade para Geologia

**R**: Vulnerabilidade para Geomorfologia

**S**: Vulnerabilidade para Solos

**U**: Vulnerabilidade para Uso do Solo

**C**: Vulnerabilidade para Chuvas

#### **4.1. Vulnerabilidade para o tema Geologia**

A informação básica da geologia a ser integrada é o grau de coesão das rochas, ou seja, rochas pouco coesas sofrem maior e mais rápida influência do intemperismo resultando em uma maior atuação dos processos erosivos, já nas rochas mais coesas temos um intemperismo mais lento e conseqüentemente uma morfogênese mais lenta.

Os dados sobre as rochas foram extraídos das cartas Miraporanga, Uberlândia, Prata e Tupaciguara, na escala 1:100.000, disponíveis no site Portal da Geologia (<http://www.portalgeologia.com.br/index.php/mapa/#downloads-tab>).

Para Crepani et. al. atribuírem os valores de vulnerabilidade a esse critério foram analisadas as informações sobre o grau de coesão das litologias mais comuns e de acordo com as características de cada uma delas, sejam elas de origem ígnea, metamórfica ou sedimentar e posteriormente sintetizadas na FIGURA 2.

**FIGURA 2 – VULNERABILIDADE A DENUDAÇÃO DAS ROCHAS MAIS COMUNS**

Tipo de Rocha	Vulnerabilidade	Tipo de Rocha	Vulnerabilidade	Tipo de Rocha	Vulnerabilidade
Quartzitos ou metaquartzitos	1	Milonitos, Quartzo muscovita, Biotita, Clorita xisto	1,7	Arenitos quartzosos ou ortoquartzitos	2,4
Riólito, Granito, Dacito	1,1	Piroxenito, Anfibolito, Kimberlito, Dunito	1,8	Conglomerado, Subgrauvacas	2,5
Granodiorito, Quartzo Diorito, Granulitos	1,2	Hornblenda, Tremolita, Actinolita xisto	1,9	Grauvacas, Arcózios	2,6
Migmatitos, Gnaisses	1,3	Estaurolita xisto, Xistos granatíferos	2	Silitos, Argilitos	2,7
Fonólito, Nefelina, Sienito, Traquito	1,4	Filito, Metassiltito	2,1	Folhelhos	2,8
Andesito, Diorito, Basalto	1,5	Ardósia, Metargilite	2,2	Calcários, Dolomitos, Margas, Evaporitos	2,9
Anortosito, Gabro, Peridotito	1,6	Mármore	2,3	Sedimentos Inconsolidados: Aluviões e Coluviões	3

Fonte: adaptada de Crepani et. al (2001)

#### 4.2. Vulnerabilidade para o tema Solo

Os agentes do intemperismo degradam a rocha, transformando-a em um produto constituído de partículas minerais que são facilmente submetidas a agentes transportadores como água e vento que agem com maior intensidade onde essa degradação ocorre em maior grau.

Para essa informação foi utilizado o Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais, disponível no portal do IBGE, com escala 1:250.000.

O solo está exposto a ação dos agentes hídricos que são os agentes ativos do processo erosivo. A sua vulnerabilidade será classificada de acordo com a sua erodibilidade, termo esse que se refere a capacidade de um determinado tipo de solo resistir aos processos erosivos. Para isso Crepani et. al. (2001) definiu a partir da nomenclatura adotada pela EMBRAPA (1999) a escala de vulnerabilidade para solos apresentada na FIGURA 3.

**FIGURA 3 – VALORES DE VULNERABILIDADE DOS SOLOS**

<b>Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999)</b>	<b>Vulnerabilidade</b>
Latossolos Amarelos Latossolos Vermelho-Amarelos Latossolos Vermelhos Latossolos Brunos Latossolos Húmicos Latossolos Bruno-Húmicos	1
Argissolos Argissolos Luvisolos Alissolos Nitossolos Argissolos Nitossolos Luvisolos Chernossolos Planossolos Espodossolos	2
Cambissolos	2,5
Neossolos Litólicos Neossolos Flúvicos Neossolos Regolíticos Neossolos Quartzarênicos Vertissolos Organossolos Gleissolos Gleissolos Plintossolos Plintossolos Afloramento Rochoso	3

Fonte: adaptada de Crepani et. al (2001)

### **4.3. Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia**

Para classificar esse tema na escala de vulnerabilidade é necessária a síntese entre os fatores intensidade da dissecação do relevo pela drenagem, amplitude altimétrica e declividade (CREPANI et. al. 2001).

A intensidade da dissecação do relevo pela drenagem pode ser obtida através da distância entre os canais de drenagem ou pela densidade da drenagem que corresponde a área total da bacia hidrográfica dividida pelo número de canais de drenagem. Em bacias em que a distância entre os canais de drenagem é menor e conseqüentemente a sua densidade é maior, também é maior a sua vulnerabilidade, já em bacias onde as distâncias sejam maiores e a densidade menor o seu grau de vulnerabilidade também é menor.

A amplitude altimétrica está relacionada pela diferença de altitude entre os pontos mais altos e os mais baixos. Quanto maior a amplitude maior o potencial gravitacional a ser convertido em energia cinética e conseqüentemente maior vulnerabilidade.

Em relação a declividade, ela refere a inclinação do relevo, tendo relação direta com a velocidade com que as águas pluviais percorrem determinada área. A velocidade das massas de água está diretamente ligada a sua capacidade de transporte de sedimentos, assim, quanto maior a declividade do terreno maior será a sua vulnerabilidade, conforme pode ser verificado nas FIGURAS 4, 5 e 6.

**FIGURA 4 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA DENSIDADE DA DRENAGEM**

Densidade da Drenagem	Vulnerabilidade	Densidade da Drenagem	Vulnerabilidade	Densidade da Drenagem	Vulnerabilidade
<0,125	1	2,375 – 3,0	1,7	7,0 – 8,0	2,4
0,125 – 0,250	1,1	3,0 – 3,6	1,8	8,0 – 9,0	2,5
0,250 – 0,375	1,2	3,6 – 4,2	1,9	9,0 – 10,0	2,6
0,375 – 0,500	1,3	4,2 – 4,8	2	10,0 – 12,5	2,7
0,500 – 1,125	1,4	4,8 – 5,4	2,1	12,5 – 15,0	2,8
1,125 – 1,750	1,5	5,4 – 6,0	2,2	15,0 – 17,5	2,9
1,750 – 2,375	1,6	6,0 – 7,0	2,3	>17,5	3

Fonte: adaptada de Florenzano (2008)

**FIGURA 5 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA DECLIVIDADE**

Declividade (%)	Vulnerabilidade
<2	1
2,0 – 6,0	1,5
6,0 – 20,0	2
20,0 – 50,0	2,5
>50	3

Fonte: adaptada de Crepani et. al. (2001).



**FIGURA 6 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA AMPLITUDE ALTIMÉTRICA**

Amplitude Altimétrica (m)	Vulnerabilidade	Amplitude Altimétrica (m)	Vulnerabilidade	Amplitude Altimétrica (m)	Vulnerabilidade
<20	1	77 – 84,5	1,7	141,5 – 151	2,4
20 – 29,5	1,1	84,5 – 94	1,8	151 – 160,5	2,5
29,5 – 39	1,2	94 – 103,5	1,9	160,5 – 170	2,6
39 – 48,5	1,3	103,5 – 113	2	170 – 179,5	2,7
48,5 – 58	1,4	113 – 122,5	2,1	179,5 – 189	2,8
58 – 67,5	1,5	122,5 – 132	2,2	189 – 200	2,9
67,5 – 77	1,6	132 – 141,5	2,3	>200	3

Fonte: adaptada de Crepani et. al (2001).

Para a realização do geoprocessamento desses dados foram usados os modelos digitais de elevação “18s 495” e “19s 495”, retirados do portal TOPODATA com escala de 1:250.000 e resolução espacial de 30 metros.

Para a síntese desses valores e a obtenção da vulnerabilidade resultante para o relevo, basta aplicar a equação aritmética da FORMULA 2, encontrando assim a média entre os três fatores utilizados

**FORMULA 2: VULNERABILIDADE RESULTANTE PARA O TEMA RELEVO.**

$$R = (DD + D + A) \div 3$$

**R**= Vulnerabilidade resultante para o tema Relevo

**DD**= Vulnerabilidade para o tema Densidade da Dissecação

**D**= Vulnerabilidade para o tema Declividade

**A**= Vulnerabilidade para o tema Altimetria

**4.4. Vulnerabilidade para o tema Uso do Solo**

Para a análise dessa característica foi utilizado o mapa de uso e ocupação do solo, realizado pelo método de classificação supervisionada de imagens de satélite onde foram definidas as seguintes classes: Fortemente antropizadas, que se

referem a áreas pré-urbanizadas com edificações de residências e vias de circulação; Atividade Agrícola e Pecuária, que diz respeito a pastagens e culturas das mais variadas espécies; e Vegetação Densa, correspondente a resquícios de vegetação natural com alto grau de preservação ou recuperação.

Às áreas com alto grau de ocupação foi atribuído o valor máximo de vulnerabilidade uma vez que há uma maior impermeabilização e compactação do solo favorecendo o escoamento superficial e com isso aumentando os processos morfodinâmicos, o valor adotado foi 3.0. Para as áreas de agropecuária o valor de vulnerabilidade adotado foi de 2.5, já que apesar de apresentarem vegetação em sua composição muitas áreas são de culturas anuais que deixam o solo exposto durante certa época do ano, ou tem seu solo compactado pela circulação de animais favorecendo os processos erosivos. Às áreas de Vegetação Densa foi atribuído o valor 1.0 para a vulnerabilidade, uma vez que a vegetação protege o solo dos processos erosivos, favorecendo a infiltração e diminuindo o escoamento superficial (CREPANI et. al. 2001.).

O método utilizado para a classificação da cobertura do solo de acordo com seu uso foi realizado de maneira supervisionada através de imagem retirada do satélite Landsat 8, resolução espacial de 30 metros e escala 1:250.000, obtida no Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (DGI - INPE).

#### **4.5. Vulnerabilidade para o tema Chuvas**

O clima controla diretamente o intemperismo através da pluviosidade e temperatura. A causa fundamental da denudação é a ação da chuva sobre as rochas e mais tarde sobre o solo, removendo-o pela erosão.

A erosão passa a ser o produto final dessa interação solo x chuva tornando-se a resultante do poder da chuva em causar erosão e da capacidade do solo em resistir. As principais variáveis desse atributo são: pluviosidade total, sazonalidade e intensidade pluviométrica. A pluviosidade total representa a quantidade total de chuvas em uma determinada região durante a soma dos doze meses do ano, já a sazonalidade diz respeito ao período em que essas chuvas são distribuídas, e pôr fim a intensidade pluviométrica que é obtida pela razão entre pluviosidade total e sazonalidade (CREPANI et. al. 2001.).

Os valores para análise desse critério foram obtidos através do mapa de isoietas anuais, retirado do portal de dados do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), apresentados na FIGURA 7.

**FIGURA 7 – VULNERABILIDADE PARA O TEMA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA**

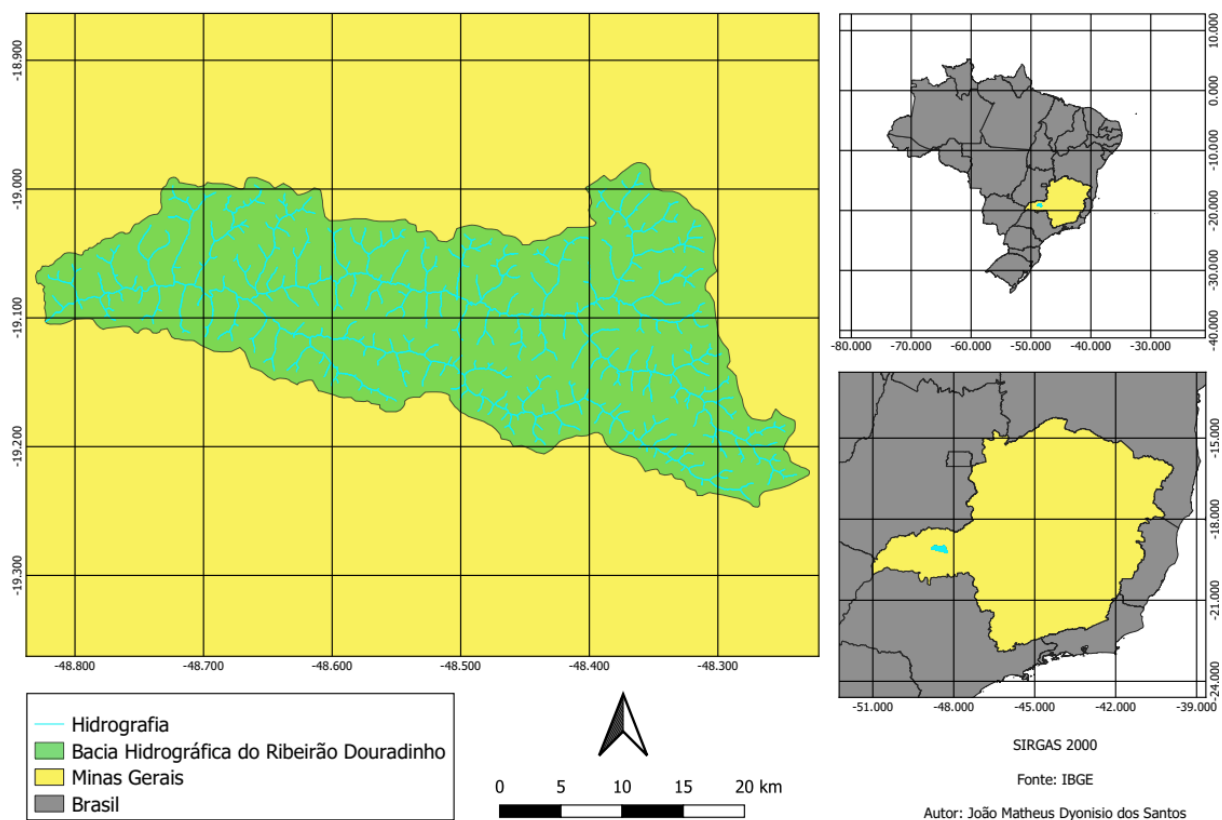
Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade	Intensidade Pluviométrica (mm/mês)	Vulnerabilidade
<50	1	200-225	1,7	375-400	2,4
50-75	1,1	225-250	1,8	400-425	2,5
75-100	1,2	250-275	1,9	425-450	2,6
100-125	1,3	275-300	2	450-475	2,7
125-150	1,4	300-325	2,1	475-500	2,8
150-175	1,5	325-350	2,2	500-525	2,9
175-200	1,6	350-375	2,3	>525	3

Fonte: adaptada de Crepani et. al (2001)

## 5. Caracterização da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho:

A bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho está localizada em sua maior parte na porção sudoeste do município de Uberlândia e uma porção de seu baixo curso na porção sudeste do município de Monte Alegre de Minas, ambos no estado de Minas Gerais. Em seu alto curso, ela está inserida nas bordas da área urbana do município de Uberlândia, mais precisamente entre os bairros Morada Nova e Morada Nova II. O médio e baixo curso se localizam em área rural, bastante antropizada, onde as principais atividades encontradas são a pecuária e a agricultura. Temos assim a sua localização demonstrada pela FIGURA 8.

**FIGURA 8 – LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOURADINHO**

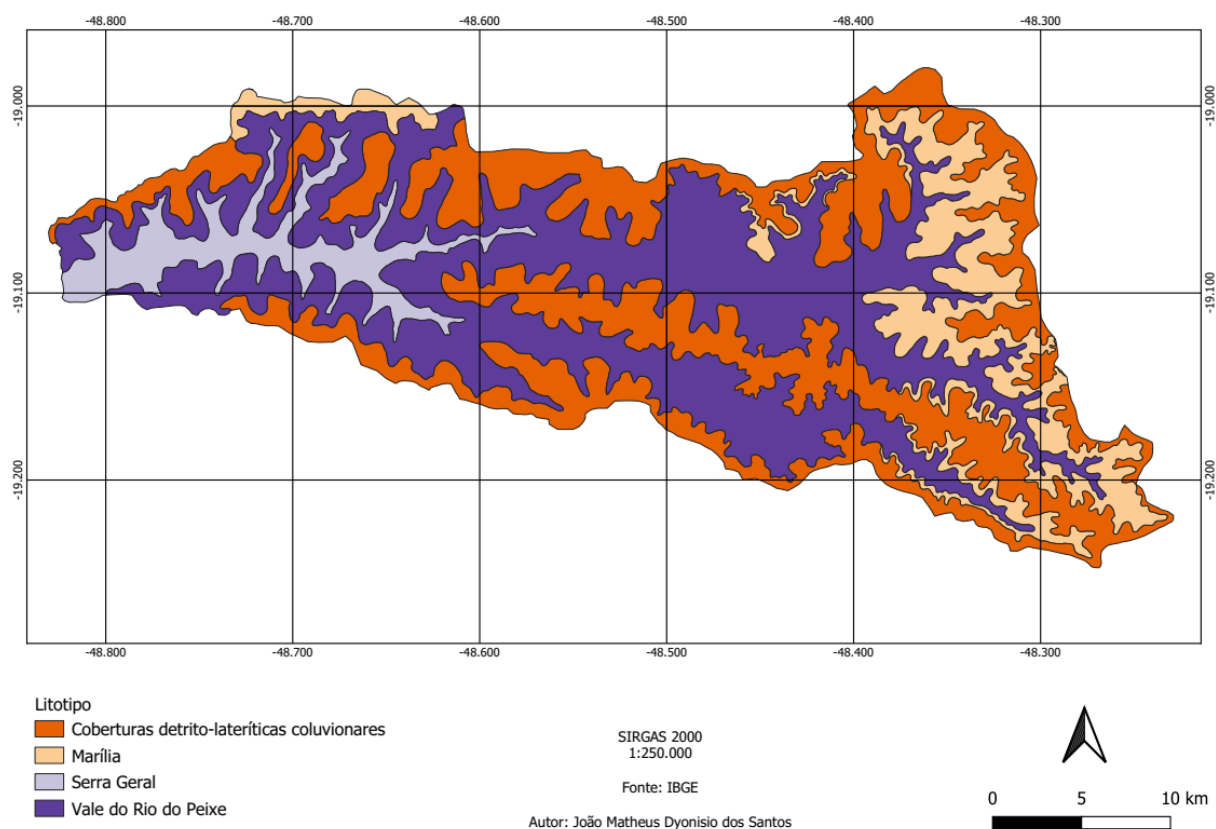


### 5.1. Geologia

Os litotipos presentes na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho são: Marília, Vale do Rio do Peixe, Serra Geral e Cobertura Detrítico-Laterítico Coluvionar. A formação Marília é caracterizada pelos litotipos arenosos do membro Serra da Galga, normalmente conglomeráticos e ausência de cimentação

carbonática (SOARES et. al. 2012.), cuja vulnerabilidade é de 2,4. A formação Serra Geral aflora em uma pequena porção da área estudada, localizada na sua porção jusante, representada basicamente pelas rochas efusivas básicas como o basalto (SOARES et. al. 2012.) muito resistentes aos processos morfogênicos e assim apresentando uma vulnerabilidade de 1,5. A formações Vale do Rio do Peixe pertencente ao grupo Bauru, acumula uma sequência sedimentar essencialmente arenosa (ROCHA, 2016.), cuja vulnerabilidade é definida pelo coeficiente 2,5. Por fim temos a Cobertura Detrítico Laterítico Coluvionar, as coberturas detrítico-lateríticas compreendem crostas lateríticas ferruginosas, e depósitos detríticos resultantes de seu desmantelamento (HERRERA, 2016.), sendo assim sua vulnerabilidade foi atribuída como sendo 3,0.

**FIGURA 9 – MAPA GEOLÓGICO DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**

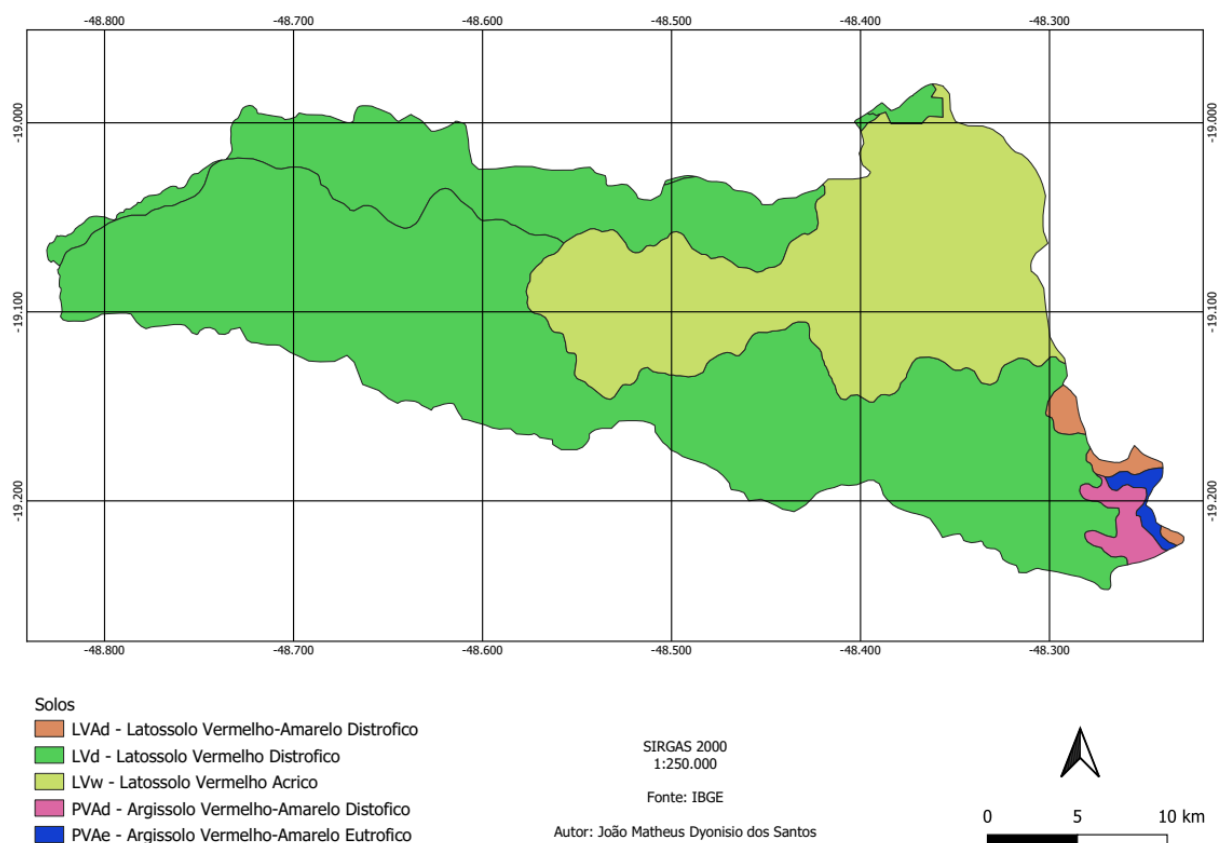


## 5.2. Pedologia

Os solos presentes na bacia são divididos entre Latossolos Vermelhos Distróficos, Latossolos Vermelhos Ácricos, Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico e Argissolos Vermelho-Amarelo Eutrófico,

representados pela FIGURA 10. Os Latossolos Vermelhos Distróficos e Ácricos são caracterizados pela alta concentração de óxido de ferro, um alto grau de drenagem e serem mais comuns em ambientes aplainados ou com baixa ondulação (EMBRAPA 2018). Assim como o anterior os Latossolo Vermelho-Amarelos Distróficos são característicos de regiões bem drenadas e de relevo plano a ondulado (EMBRAPA 2018). Os Argissolos são solos minerais com nítida diferenciação entre as camadas, E apresentam cor mais forte (amarelada, brunada ou avermelhada), maior coesão e maior plasticidade e pegajosidade em profundidade, devido ao maior teor de argila (SOARES et. al. 2012). Levando essas características em consideração e a tabela de classificação apresentada na metodologia atribuímos o valor de vulnerabilidade 1,0 para os latossolos e 2,0 para os argissolos.

**FIGURA 10 – TIPOS DE SOLO DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**



### 5.3. Geomorfologia

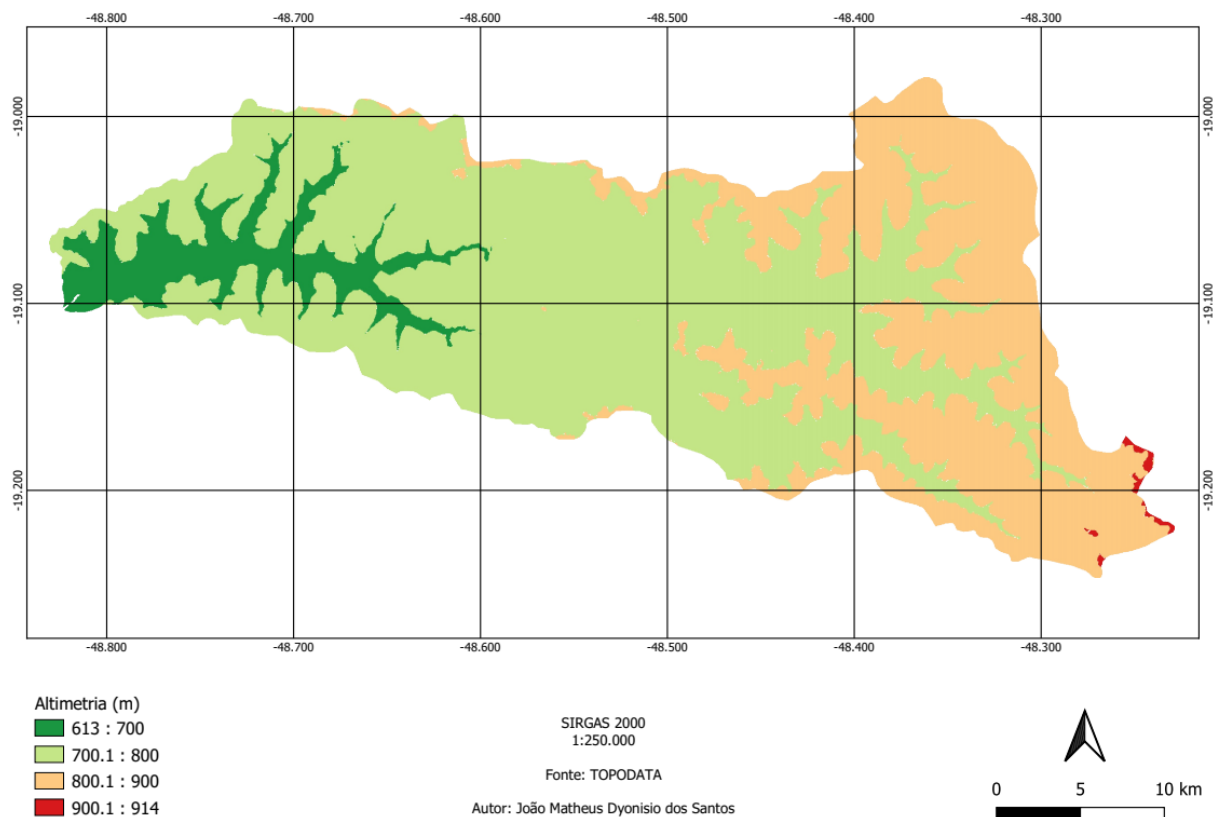
Os critérios utilizados para construção do mapa geomorfológico foram: densidade da drenagem, amplitude altimétrica (FIGURA 11) e declividade (FIGURA 12)

A densidade da drenagem foi obtida através da área da bacia que é da ordem de 925 km<sup>2</sup>, dividido pela extensão da soma do comprimento dos canais de drenagem, que é 120 km, cujo resultado foi de 7,7 e a vulnerabilidade classificada como 2,4.

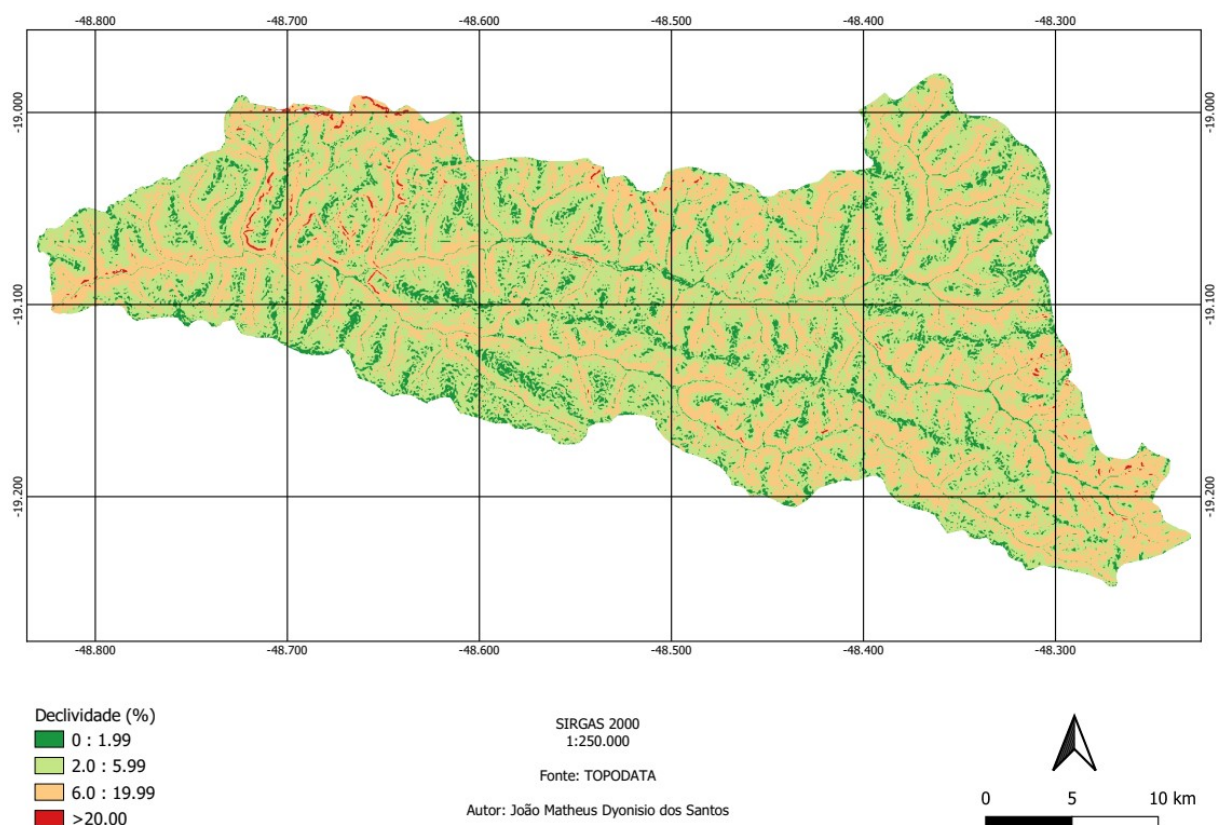
A diferença altimétrica, obtida pela diferença entre o ponto mais alto da bacia hidrográfica e o ponto mais baixo da mesma, foi de 301 m, e classificada como vulnerabilidade 3.

Por fim, a declividade expressa em porcentagem. Os valores encontrados variam desde 0,0085 até 29,7491 % e foram divididos em quatro classes, como mostrado no mapa de declividade, onde os valores mais próximos de 0 representam um relevo aplainado e, portanto, menor vulnerabilidade, já os mais próximos do valor máximo representam terrenos acidentados com forte ondulação e consequentemente maior valor de vulnerabilidade. Esse elemento foi o determinante para a variação da vulnerabilidade do tema geomorfologia pelo grau de detalhamento obtido.

**FIGURA 11 – ALTIMETRIA DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**



**FIGURA 12 – DECLIVIDADE DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**

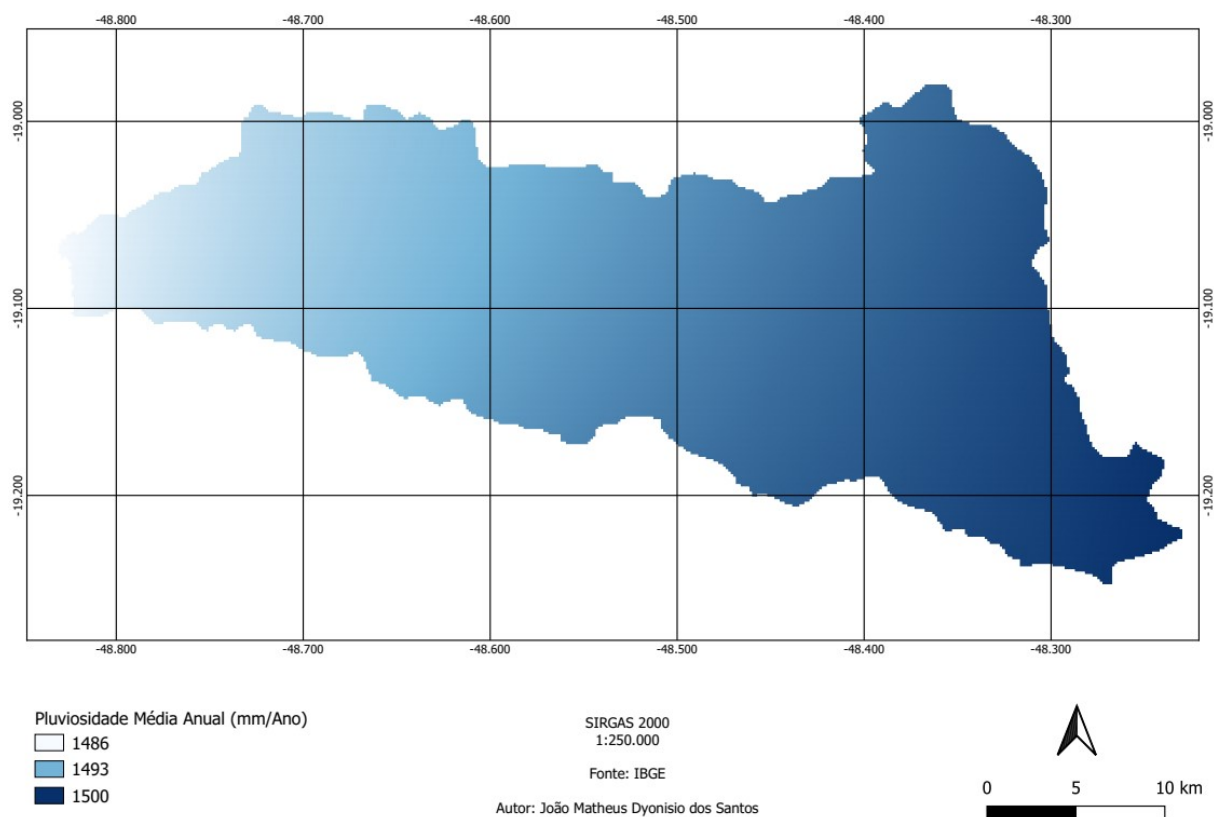


#### **5.4. Pluviosidade:**

A Bacia Hidrográfica se encontra em uma região de clima Tropical Continental, caracterizada por uma média anual de aproximadamente 1.500 mm para toda sua área (FIGURA 13). Esse tipo de clima é definido por duas estações, a seca e a chuvosa, sendo a seca o período de outono e inverno e a chuvosa representada pelo período de primavera e verão (NOVAIS, 2011). Com isso, para encontrarmos os valores de intensidade pluviométrica para a bacia fizemos a razão da média total de chuvas anuais pelo número de meses em que ela se concentra, que no caso foi adotado como 7 meses. O valor de intensidade pluviométrica encontrado foi de aproximadamente 215 mm e a vulnerabilidade classificada como 1,7.



**FIGURA 13 – MAPA DA MÉDIA ANUAL PLUVIOMÉTRICA DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**



### 5.5. Uso do Solo

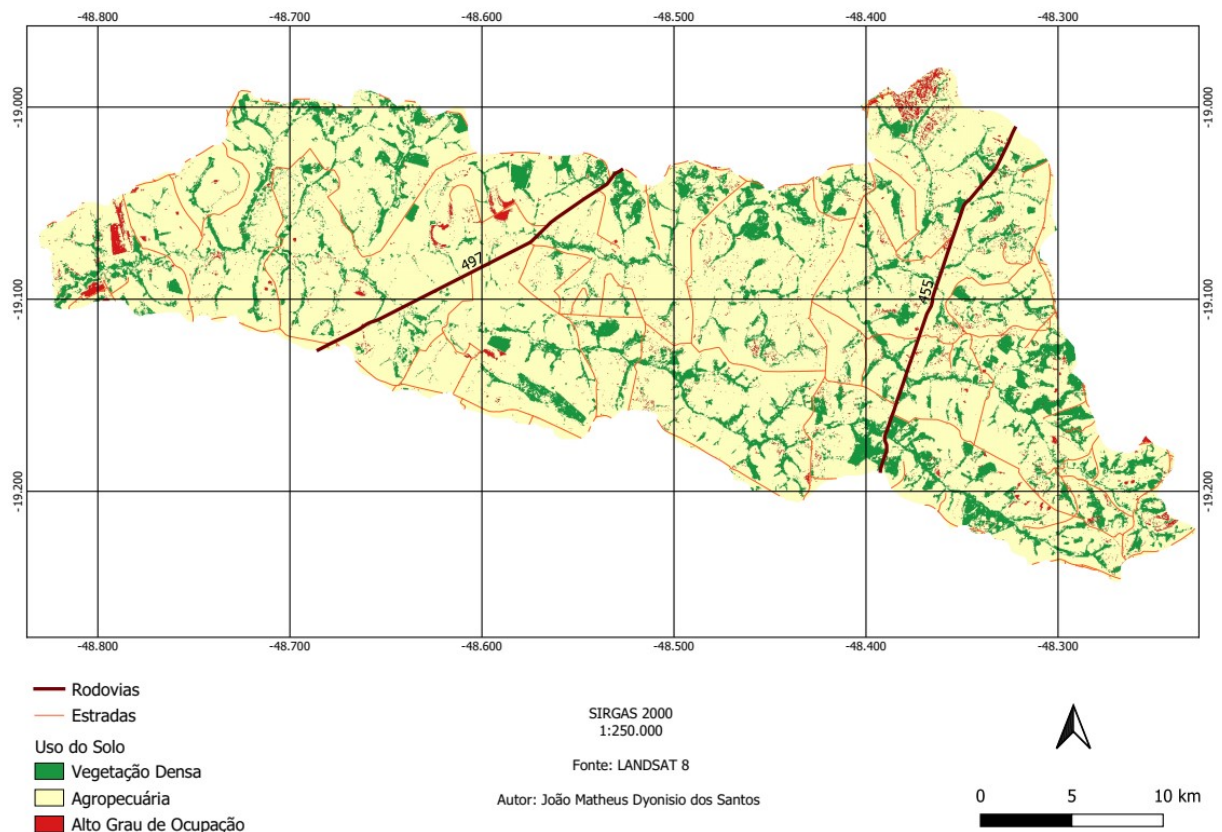
O uso do solo da bacia, obtido através do método de classificação supervisionada de uma imagem do satélite Landsat 8, e de malhas rodoviárias. Foi dividida em 3 classes como podemos observar na FIGURA 14. A classe com maior área corresponde a área utilizada pela Agropecuária cuja vulnerabilidade atribuída foi de 2,5, uma vez que a atividade agrícola diminui a cobertura vegetal e o uso de maquinário pesado favorece o processo de compactação do solo, já a pecuária mantém a cobertura de gramíneas porém favorece a compactação do solo pelo pisoteamento de animais. A compactação e exposição do solo, causados por essas atividades, levam ao aumento do escoamento superficial e consequentemente ao aumento dos processos morfogênicos (Crepani et. al. 2001.).

A classe denominada como Vegetação Densa corresponde em praticamente toda sua extensão a áreas de preservação permanente, principalmente das margens dos cursos d'água. A vegetação densa favorece a infiltração e protege o solo do

impacto direto da chuva, proporcionando uma maior atuação dos processos pedogênicos, portanto a sua vulnerabilidade foi atribuída como sendo da ordem de 1,5.

Por fim, com menor extensão, porém grande impacto, temos as áreas com alto grau de ocupação, onde há a instalação de loteamentos, casas e estradas. Esses fatores levam a impermeabilização do solo pelas construções, compactação pela circulação de veículos, concentração dos fluxos superficiais em estradas e exposição do solo pela supressão da vegetação. Com isso o valor atribuído para essas áreas foi de 3,0.

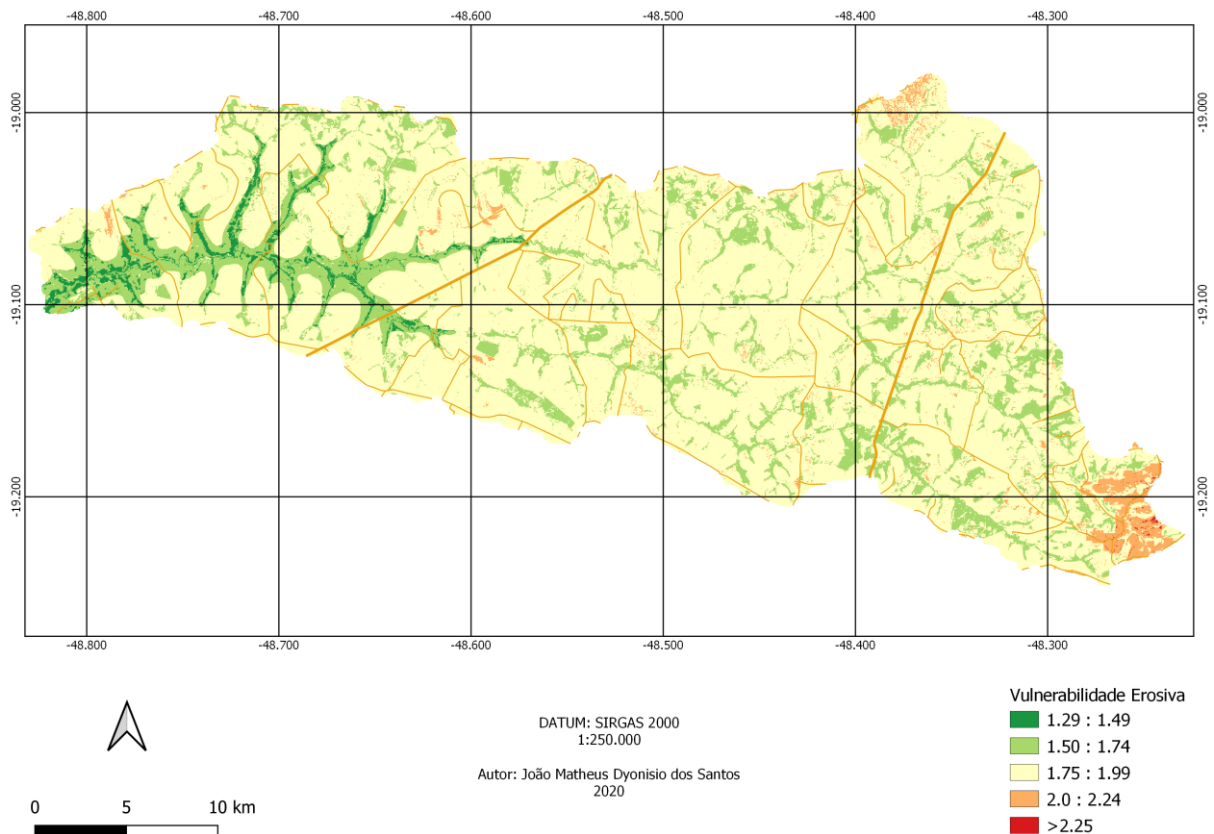
**FIGURA 14 – USO DO SOLO DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**



## 6. Resultados

Como resultado do presente estudo temos a sobreposição de todas as características analisadas e a geração do mapa de Vulnerabilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho, que é a identificação das áreas com maior vulnerabilidade à sofrer erosão (FIGURA 15).

**FIGURA 15 – VULNERABILIDADE EROSIVA DA BH DO RIBEIRÃO DOURADINHO**



A maior vulnerabilidade encontrada, de acordo com a metodologia proposta, corresponde à área onde há a expansão da área urbana do município de Uberlândia, mais precisamente nos bairros denominados Morada Nova e Morada Nova II. Podemos ainda citar como agravante o fato dessa localização corresponder a região de cabeceira do córrego, impondo efeitos negativos em toda área à jusante.

Outro fator que pode ser identificado como catalizador dos processos erosivos são as estradas e rodovias por concentrarem e aumentarem os fluxos e deixarem os solos expostos e compactados.

Como características e efeitos dessa ocupação temos a supressão vegetal para a ocupação antrópica, a impermeabilização do solo pelas construções, e a

compactação e concentração de fluxos pluviais superficiais pelas estradas. Esses fluxos concentrados geram o aumento da vazão do córrego que acarreta uma maior força e velocidade dos recursos hídricos, sendo esse aumento de energia um dos fatores determinantes a ocorrência de erosão.

Foi possível também a constatação de alto grau de vulnerabilidade erosiva onde encontramos os argissolos, que por suas características naturais são mais propícios a sofrerem processos morfogênicos.

Sem a ocupação antrópica de maneira concentrada, as áreas com maior vulnerabilidade correspondem ao grau de declividade, sendo esse maior nas encostas dos cursos d'água. Esse fator é determinante na velocidade e quantidade de energia com que as águas pluviais percorrem seu caminho.

O restante da bacia é composto por atividades agrícolas com a predominância de culturas anuais e pecuária. Essas atividades estão relacionadas à supressão da vegetação nativa e conseqüente exposição dos solos as forças morfogênicas.

A agricultura de culturas anuais nos remete a exposição dos solos, com nenhuma cobertura vegetal, durante o período pós colheita, plantio e crescimento das plantas que serão exploradas. Essa exposição, sem nenhuma proteção, favorece o escoamento pluvial superficial e o transporte de sedimentos gerando aumento na vazão do córrego favorecendo a erosão, além da deposição excessiva de sedimentos no curso d'água podendo levar ao assoreamento.

A pecuária desenvolvida nessa área contribui para o aumento da vulnerabilidade pelo fator compactação do solo pelo pisoteamento animal, que como dito anteriormente, facilita o escoamento superficial. Nesse caso há de se ressaltar o papel de concentração de fluxo nos caminhos feitos pela circulação animal, tornando-os locais propícios à formação de ravinas que aceleram e concentram os processos erosivos.

As áreas mais estáveis correspondem às margens do córrego, pela presença de áreas de preservação permanente que geram uma maior densidade vegetal nativa e conseqüentemente favorecem a infiltração e dificultam o escoamento superficial, diminuindo assim a velocidade dos fluxos superficiais e conseqüentemente a energia ali atua.

Além das áreas de margem protegidas pela legislação ambiental, temos também a baixa vulnerabilidade no baixo curso do córrego proporcionada principalmente pela litologia da região, composta por basalto, rocha bastante coesa, dificultando a atuação dos processos erosivos.

## 7. Conclusão

Concluimos que a metodologia aplicada gera subsídios e material catalisador ao processo de planejamento territorial, através do conhecer, mensurar e integrar das características que se manifestam na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho pela técnica de geoprocessamento unida à análise ecodinâmica.

A evolução tecnológica e o aumento da disponibilidade de informações geográficas em meios digitais e abertos foram de enorme contribuição ao desenvolvimento da pesquisa. O que nos mostra a importância e necessidade no aprimoramento desses dados, principalmente em termos de escala e processamento, para obter resultados, e conseqüentemente, um planejamento mais preciso e fiel à realidade.

O Mapa de Vulnerabilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Douradinho nos mostra que a expansão da área urbana do município de Uberlândia coloca pressão à dinâmica do sistema, aumentando o fluxo de energia e conseqüentemente os processos morfodinâmicos nessa área, além das estradas e as áreas com presença de argissolos.

Outro fator que se mostrou impactante sobre o sistema foi a alta ocupação da área da bacia hidrográfica pela atividade agropecuária. Esse fato implica na supressão elevada da vegetação e conseqüentemente o aumento da exposição da área a processos erosivos, mostrando a necessidade de implantar medidas mitigadoras desses impactos como a adoção de curvas de nível e bolsões para acúmulo de água da chuva na beira das estradas.

As áreas mais estáveis identificadas estão principalmente ligadas ao fator vegetação e geologia. A vegetação que se encontra preservada está relacionada a áreas de preservação permanente às margens do Ribeirão Douradinho e seus afluentes, mostrando a importância da aplicação dessa ferramenta da legislação ambiental para prevenir e diminuir impactos ambientais como o assoreamento do curso d'água. Já a geologia impõe maior estabilidade pelo grau de coesão do litotipo Basalto, presente na região do baixo curso do córrego, e conseqüente resistência desse material aos processos morfogênicos.

Apesar dos resultados obtidos terem se mostrado satisfatórios foi possível identificar alguns aperfeiçoamentos a serem realizados em estudos futuros. Além do que foi citado anteriormente com a melhoria da escala das informações utilizadas,

podemos citar também a classificação supervisionada utilizada para a confecção do mapa de uso do solo que apesar de atender as exigências metodológicas apresentou erros em algumas pontualidades, porém sem o comprometimento do resultado final.

## Referências

AB'SABER, A. N. Geografia e Planejamento. **Revista de História**, São Paulo, v.39, n.80, p.257-, 1969. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revhistoria/article/view/128903/125589>. Acesso em: 10 dez. 2019.

AQUINO, A. R. de; PALETTA, F. C.; ALMEIDA, J. R. de. **VULNERABILIDADE AMBIENTAL**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2017.

BACANI, V. M. et al. SENSORIAMENTO REMOTO E SIG APLICADOS À AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DE BACIA HIDROGRÁFICA. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 119-135, 2015. Disponível em: [www.mercator.ufc.br/mercator/issue/view/RMv14n2](http://www.mercator.ufc.br/mercator/issue/view/RMv14n2). Acesso em: 22 jan. 2020.

BRASIL. IBGE. **Miraporanga, Uberlândia, Prata e Tupaciguara**. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>: IBGE, 2020. Malhas digitais. Escala 1:250.000. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 25 fev. 2020

CAMARA, G. ; MEDEIROS, J. S. de. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais, 1998. Disponível em: [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis\\_ambiente/](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/tutoriais/gis_ambiente/). Acesso em: 25 jan. 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. 1. ed. v. 1. são paulo:, 1980.

CODEMIG (Minas Gerais). Portal Geologia. **Geologia**. [S. l.]: Codemig, 2020. Geologia. Escala 1:250.000. Disponível em: <http://www.portalgeologia.com.br/index.php/sobre-o-projeto/>. Acesso em: 24 fev. 2020.

CREPANI, E. et. al. **SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO E AO ORDENAMENTO TERRITORIAL**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2001. 103 p. Disponível em: <http://sap.ccst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2019.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018.

FÉ, M. M. M. A ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA E SUA CONSTRUÇÃO TEÓRICA NA GEOGRAFIA FÍSICA. **Okara**: Geografia em Debate, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 294-307, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/okara/article/view/20104>. Acesso em: 10 maio 2019.

FLORENZANO, T. G. **Cartografia. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos. p. 105-128, 2008.



GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O.. **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

GOMES, W. M. **FRAGILIDADE POTENCIAL NATURAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO MOEDA, TRÊS LAGOAS/MS**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2016. Disponível em: [https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum\\_ambiental/article/download/1182/1205](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/download/1182/1205). Acesso em: 15 jun. 2019.

INPE. DGI. **Catálogo de imagens**. Lansat 8, 2020. Escala 1:250.000. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 25 mar. 2020.

MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. (Org.) **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 2012. <http://www.cnpq.br/web/guest/livro-eletronico>.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3. ed. atual. e ampl. Viçosa: Ed. UFV, 2007. 320 p.

NETO, M. C. P. **Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Seridó (RN/PB - Brasil)**. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/18948>. Acesso em: 10 out. 2019.

NOVAIS, G. T. **Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra**. 2011. 189 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PONS, N. A. D.; PEJON, O. J. Aplicação do SIG em estudos de degradação ambiental: o caso de São Carlos (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 295-302, jun. 2008. Disponível em: <http://papegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/index>. Acesso em: 22 fev. 2020.

ROCHA, O.; PIRES, J.S. & SANTOS, J.E. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento. 2000 In: ESPÍNDOLA, E.L.G.; SILVA, J.S.V.; MARINELLI, C.E. & ABDON, M.M. (Orgs). **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho**, RiMa Editora, São Carlos: 1 – 16.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia: EDUFU 5. ed. 2003. 109 p.

ROSS, J. L. S.; PRETTE, M. E. del. Recursos Hídricos e as Bacias Hidrográficas: Âncoras do Planejamento e Gestão Ambiental. **Revista do Departamento de**

**Geografia**, São Paulo, v. 12, p. 89-121, 1998. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/rdg>. Acesso em: 23 fev. 2020.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**.1994; (8) p.3-74.

SOARES, Ângela Maria *et al.* ANÁLISE DOS FATORES GEOLÓGICOS E HIDROGEOLÓGICOS DA BACIA DO CÓRREGO TRÊS MARCOS EM UBERLÂNDIA-MG, BRASIL. **Egal**, [s. l.], v. 14, 30 out. 2020.

SOMBRA, D. ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 4ª Ed. São Paulo: Contexto, 1997. (Coleção Repensando a Geografia).**Sociedade e Território**, Natal, v. 28, n. 2, p. 153-159, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/download/6615/8165/>. Acesso em: 19 jan. 2020.

BRASIL (Geociências). INPE. **TOPODATA**. [S. l.]: INPE, 2000. MDE. Escala 1:250.000. Disponível em: <https://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>. Acesso em: 20 jan. 2020.

TRICART, J. **ECODINÂMICA**. Rio de Janeiro: Ibge, 1977. 97 p.

TUCCI, C. E. M.. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993. 469 p.