

SUSCETIBILIDADE À EROSÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DOURADINHO, NO TRIÂNGULO MINEIRO

SUSCEPTIBILITY TO LAMINAR EROSION IN THE RIBEIRÃO DOURADINHO HYDROGRAPHIC BASIN, IN THE TRIÂNGULO MINEIRO

João Victor Freitas Silva

Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

joavictorfs14@gmail.com

Vanderlei de Oliveira Ferreira

Professor da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

vanderlei.ferreira@ufu.br

Recebido: 10.01.2022

Aceito: 30.01.2022

Resumo

Os estudos sobre suscetibilidade erosiva dos solos têm como propósito principal auxiliar na gestão territorial e no desenvolvimento de práticas e ações estratégicas voltadas ao planejamento ambiental, buscando o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, o presente texto relata resultados de pesquisa dedicada ao levantamento da suscetibilidade natural à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho, no Triângulo Mineiro, na tentativa de contribuir para o direcionamento do uso e manejo dos solos, tendo em vista a necessidade de prevenção e controle dos processos erosivos. Nessa avaliação foram analisados os fatores referentes à erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, declividade do terreno e comprimento das encostas, conforme procedimentos propostos por Salomão (1999). Na bacia estudada, a integração dessas informações de ordem natural resultou em três diferentes classes de suscetibilidade à erosão laminar, sendo estas: muito suscetível (II), moderadamente suscetível (III) e pouco suscetível (IV). De modo geral, pode-se constatar que quase metade da área da bacia apresenta suscetibilidade moderada que, quando somada às áreas muito suscetíveis, alcançam aproximadamente 65% da área total do local estudado.

Palavras-chave: Suscetibilidade erosiva; Gestão territorial; Planejamento ambiental.

Abstract

Studies on soil erosion susceptibility have the main purpose of assisting in territorial management and the development of practices and strategic actions aimed at environmental planning, seeking the sustainable use of natural resources. In this sense, the present text reports results of research dedicated to the survey of the natural susceptibility to laminar erosion in the Ribeirão Douradinho hydrographic basin, in the Triângulo Mineiro, in an attempt to contribute to the direction of land occupation, given the need for prevention and control of erosive processes. In this evaluation, the factors related to rainfall erosivity,

soil erodibility, terrain slope and slope length were analyzed, according to the procedures proposed by Salomão (1999). In the studied basin, the integration of this information of a natural order resulted in three different classes of susceptibility to laminar erosion, namely: very susceptible (II), moderately susceptible (III) and little susceptible (IV). In general, it can be seen that almost half of the basin area presents moderate susceptibility, which, when added to the very susceptible areas, reach approximately 65% of the total area of the studied site.

Keywords: Erosive susceptibility; Territorial management; Environmental planning.

1. INTRODUÇÃO

Entende-se por suscetibilidade erosiva a vulnerabilidade dos terrenos em face ao desenvolvimento dos processos erosivos. De acordo com Salomão (1999) os dados de suscetibilidade refletem a estreita relação existente entre as características físicas naturais de uma determinada área.

O mapeamento da suscetibilidade à erosão laminar representa a integração dos principais fatores do meio físico que interveem no processo de erosão. Este mapeamento corresponde às expectativas da intensidade do carreamento dos solos sem levar em consideração a cobertura vegetal e a interferência antrópica (OLIVEIRA, 2004).

Os estudos que buscam apresentar dados referentes à suscetibilidade erosiva dos solos têm como propósito principal auxiliar na gestão territorial e no desenvolvimento de práticas e ações estratégicas voltadas ao planejamento ambiental, buscando o uso sustentável dos recursos naturais.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo determinar a suscetibilidade natural à erosão laminar na bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho, contribuindo para nortear a ocupação dos solos, tendo em vista a necessidade de prevenção e controle dos processos erosivos.

Nessa avaliação foram analisados os fatores referentes à erosividade das chuvas, erodibilidade dos solos, declividade do terreno e comprimento das encostas, sendo a suscetibilidade determinada com base na sobreposição de tais fatores, conforme procedimentos propostos por Salomão (1999).

A bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho abrange áreas dos municípios de Uberlândia e Monte Alegre de Minas, na Região Geográfica Intermediária de Uberlândia, no estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 18°58'52" a 19°15'04" de latitude Sul e de 48°13'41" a 48°49'52" longitude a Oeste de Greenwich, tendo como principais afluentes o Ribeirão Panga e o Ribeirão Água Limpa (Figura 1).

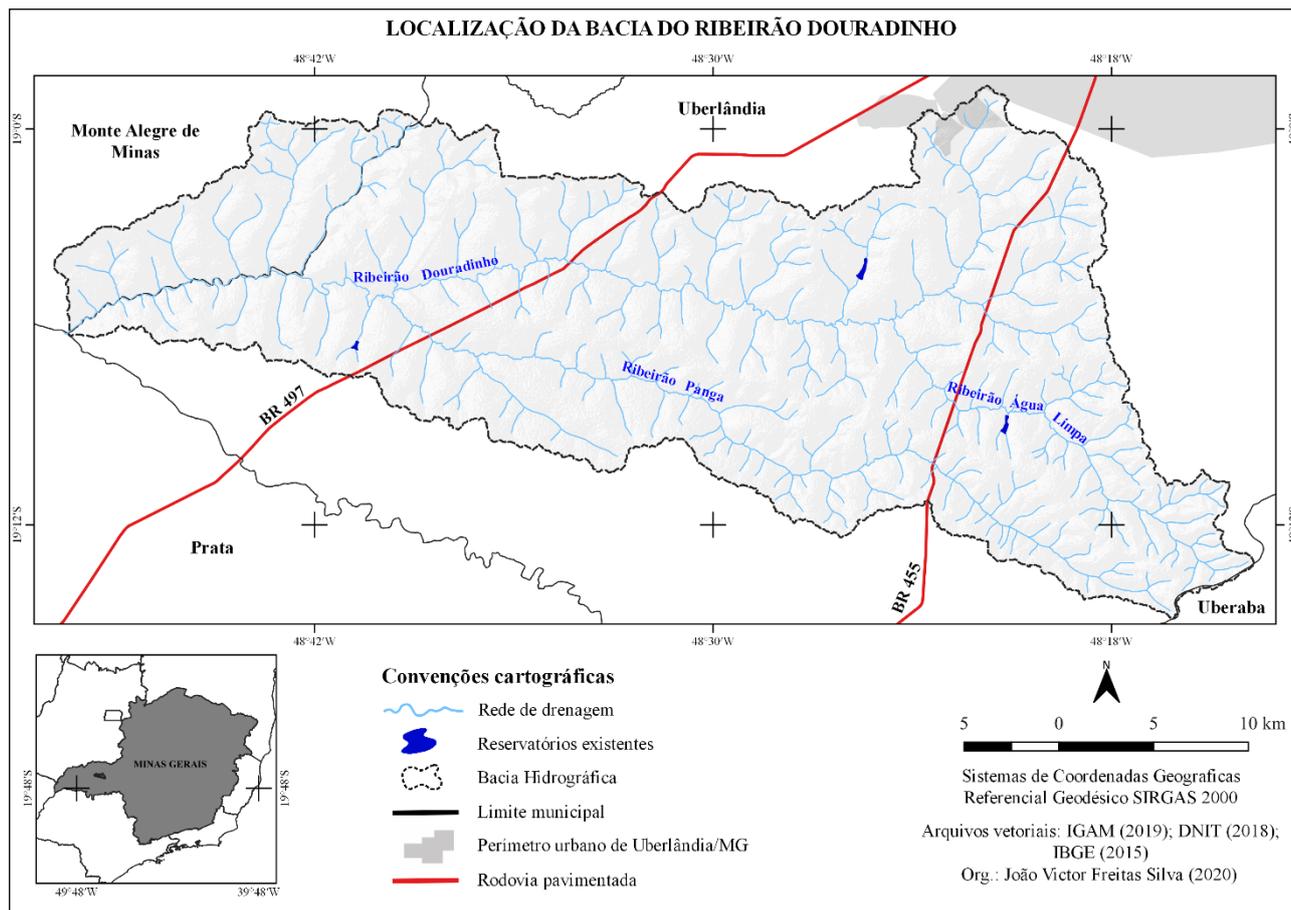


Figura 1 - Localização da bacia do Ribeirão Douradinho

Org.: Autores, 2020.

Seu canal principal percorre 65,5 km desde suas nascentes, localizadas no Bairro Morada Nova, na porção Sudoeste do perímetro urbano de Uberlândia, até a sua foz no Rio Tijuco. A bacia possui uma área total de 922,16 km², sendo cortada pelas rodovias BR 497, no sentido Uberlândia/Prata, e BR 455, no sentido de Uberlândia/Campo Florido. No contexto regional das bacias hidrográficas, o Ribeirão Douradinho é afluente da margem direita do Rio Tijuco, que se encontra inserido na Bacia do Rio Paranaíba, na Região Hidrográfica do Rio Paraná.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para estudar o fenômeno da erosão laminar é preciso, primeiramente, ter o conhecimento das variáveis que interferem em seu processo. Desta forma, em conformidade com a proposta apresentada por Salomão (1999), tais variáveis foram analisadas individualmente, tendo em vista a necessidade da elaboração de mapas parciais dos fatores condicionantes da erosão para a aplicação do modelo proposto.

A suscetibilidade natural à erosão laminar foi calculada por meio do mapeamento, no software Qgis 3.4.15, e do cruzamento matricial dos dados referentes aos fatores supracitados. Cada um desses fatores resultou em determinado índice ou classe, capaz de refletir o grau de susceptibilidade ao processo erosivo.

Para a determinação da erosividade, inicialmente foi realizada a coleta de dados pluviométricos no site Portal HidroWeb, da Agência Nacional de Águas (ANA), referentes a cinco estações, sendo elas: Fazenda Letreiro; Fazenda Paraíso; Fazenda Nossa Senhora Aparecida; Monte Alegre de Minas; e Xapatuba (Figura 2).

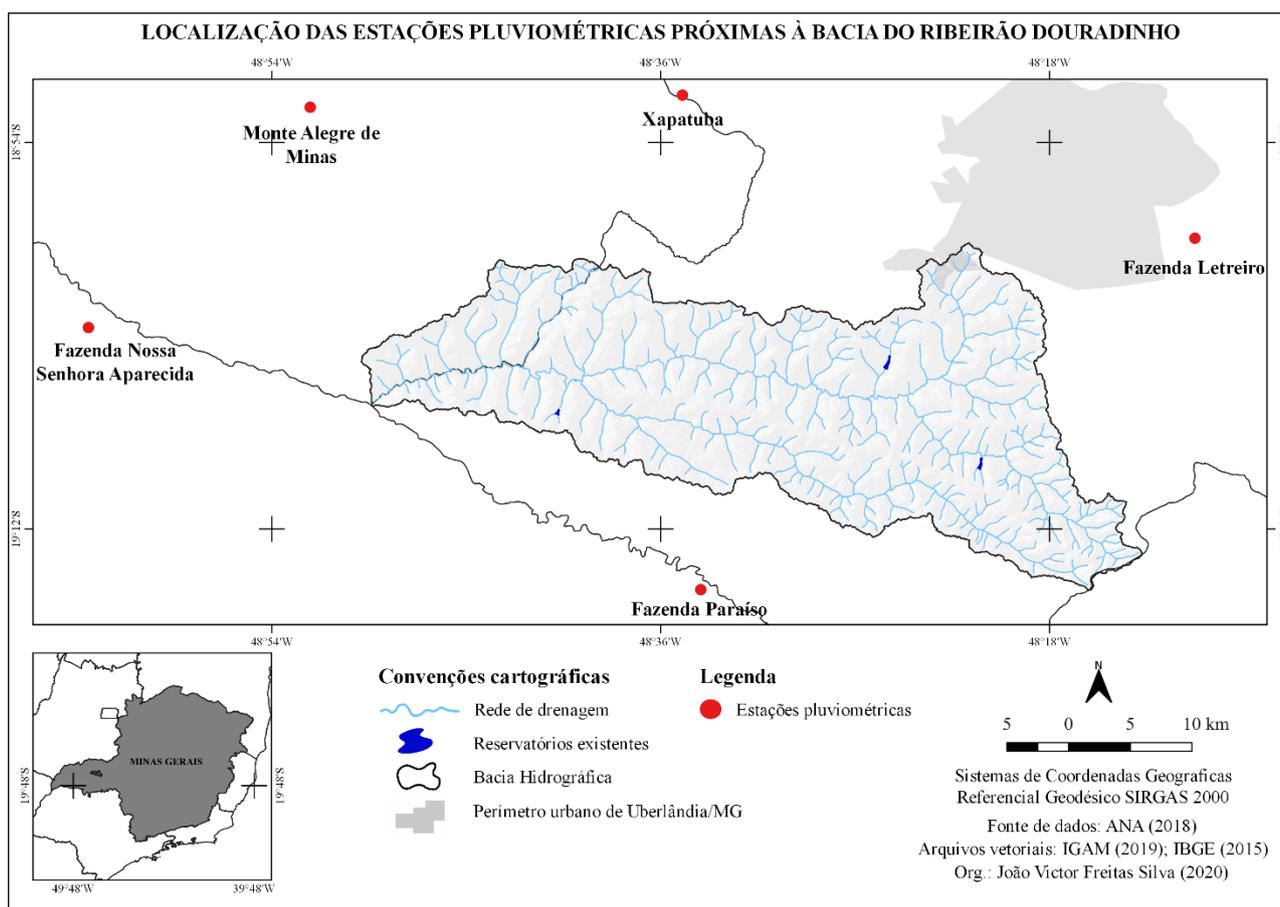


Figura 2 - Localização das estações pluviométricas
Org.: Autores, 2020.

Inicialmente foram calculados os índices de erosividade mensal para cada estação pluviométrica, baseado na aplicação da metodologia proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1993), (Equação 1).

$$EI = 67,355 \left(\frac{r^2}{P} \right) 0,85 \quad (1)$$

Onde:

EI – índice de erosividade média mensal (MJ.mm/ha.h.mês);

r – precipitação média mensal (mm);

P – precipitação média anual (mm).

Por meio dos resultados dos índices mensais, foi possível realizar o cálculo da erosividade anual (Equação 2). O resultado final foi obtido através da soma dos valores das médias mensais de erosividade para cada uma das estações pluviométricas.

$$R = \sum EI \quad (2)$$

Onde:

R – Erosividade anual (MJ.mm/ha.h.ano);

EI – índice de erosividade média mensal (MJ.mm/ha.h.mês).

A classificação da erosividade na bacia seguiu o critério de qualificação dos valores proposto por Carvalho (2008) que se encontra dividido em cinco classes (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação da erosividade das chuvas

Erosividade (MJ.mm/ha.h.ano)	Qualificação
< 2452	Fraca
2452 a 4905	Moderada
4905 a 7357	Moderada a Forte
7357 a 9810	Forte
> 9810	Muito Forte

Fonte: Carvalho (2008).

A erodibilidade foi definida a partir do mapa de solos da bacia, tendo como base índices já preestabelecidos na literatura por Bertoni e Lombardi Neto (1993), Machado *et al.* (2009) e Mannigel *et al.* (2002), correspondentes às diferentes formações pedológicas.

A ponderação da erodibilidade para a área de estudo seguiu o critério da proposta elaborada por Salomão (1999) onde os índices das principais unidades pedológicas foram relativizados em uma escala de 0 a 10 e divididos em cinco classes, conforme apresentado na Tabela 2.

O fator declividade do terreno foi determinado a partir do Global Digital Elevation Model (GDEM) com resolução espacial de 30 metros, obtidos por meio de imagens do Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER), no site EarthData da National Aeronautics and Space Administration (NASA), baseando-se na

classificação apresentada por Salomão (1999), expressa na Tabela 3, viabilizando a sobreposição dos dados de acordo com a metodologia adotada.

Tabela 2 – Classes de erodibilidade

Classes	Índices relativos	Unidades Pedológicas
I	8,1 a 10,0	– Cambissolos, Solos Litólicos – Podzólicos abruptos, textura arenosa/média – Areias Quartizosas
II	6,1 a 8,0	– Podzólicos não abruptos, textura média/argilosa, e textura média
III	4,1 a 6,0	– Podzólicos de textura argilosa
IV	2,1 a 4,0	– Latossolos de textura média – Latossolos de textura argilosa – Terra Roxa Estruturada
V	0 a 2,0	– Solos Hidromórficos em relevo plano

Fonte: Salomão (1999).

Tabela 3 – Classes de declividade apresentadas por Salomão (1999)

Classes	Declividade (%)
I	> 20
II	12 a 20
III	6 a 12
IV	< 6

Fonte: Salomão (1999).

O procedimento para a obtenção dos valores do comprimento das encostas foi realizado seguindo a metodologia do retângulo equivalente, apresentada por Villela e Mattos (1975). Por essa metodologia determina-se o comprimento médio através da razão entre a área da bacia (em m²) e o somatório de todos os seus cursos d'água (em m), (Equação 3).

$$L = Ar/4 \times lc \quad (3)$$

Onde:

L – comprimento de encosta (m);

Ar – área da bacia (m²);

lc – somatório do comprimento de todas as redes de drenagem da bacia (m).

Para tanto, inicialmente foi efetuada, a partir dos dados do Modelo Digital de Elevação (MDE) de altitude do projeto Topodata e com o auxílio da ferramenta Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TauDEM), a delimitação e vetorização dos divisores de água das microbacias hidrográficas existentes dentro dos limites da área de estudo. Posteriormente,

fez-se a sobreposição desta camada aos dados relacionados à rede de drenagem, possibilitando o cálculo do comprimento de encosta para cada microbacia, e sua distribuição em diferentes classes.

A suscetibilidade erosiva na bacia, a qual reflete as características naturais dos terrenos perante o desenvolvimento dos processos erosivos, foi definida através do cruzamento matricial e da sobreposição das informações referentes aos fatores acima citados, conforme as etapas elucidadas na Figura 3. Tal cruzamento poderia resultar em até cinco diferentes classes para a área em questão.

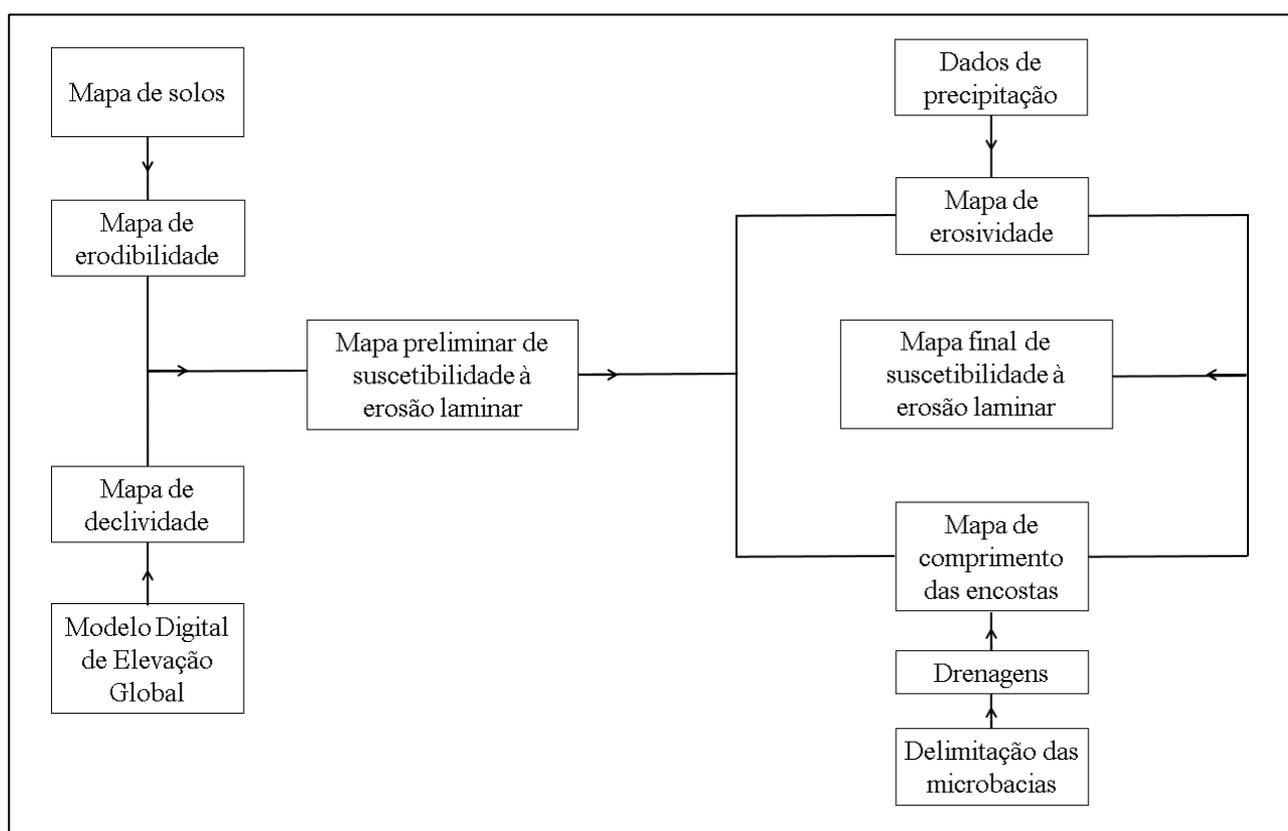


Figura 3 - Roteiro metodológico para a definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.

Fonte: Adaptado de Salomão, 1999.

As classes preliminares de suscetibilidade foram obtidas pela integração dos dados de erodibilidade do solo e de declividade do terreno. Essa integração foi realizada por meio do cruzamento relacionando as classes dos referidos fatores, conforme os critérios apresentados na Tabela 4, resultando no mapa preliminar de suscetibilidade à erosão.

A classificação final procedeu-se através da sobreposição das classes preliminares aos dados de erosividade das chuvas e de comprimento das encostas encontrados, permitindo definir com maior precisão as áreas/classes de suscetibilidade à erosão laminar.

Tabela 4 – Critério para a definição das classes preliminares de suscetibilidade à erosão laminar (IPT, 1990)

		Declividade (%)			
		I (> 20)	II (12 a 20)	III (6 a 12)	IV (<6)
Erodibilidade	I	I	I	II	II
	II	I	II	II	III
	III	II	III	III	IV
	IV	III	IV	IV	V
	V	Não existe	Não existe	Não existe	V

Fonte: Salomão (1999).

Para a sobreposição aos dados de erosividade foi feita a ponderação com base na classificação proposta por Carvalho (2008), descrita na Tabela 1. As classes de erosividade propostas foram espaçadas de forma proporcional à sua intensidade visando um maior detalhamento e possibilitando uma melhor determinação dos resultados, sendo seus valores ponderados nos pesos de 0, 1 ou 2, considerando o seu nível de força.

Desta forma, os pesos foram atribuídos às interseções e, posteriormente, integrados e convertidos nas classes finais. O cruzamento final dos dados para a obtenção da suscetibilidade na bacia foi realizado conforme os critérios apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Critério para a definição das classes finais de suscetibilidade à erosão laminar

		Erosividade										
		Muito Forte	Forte				Moderada a Forte			Moderada	Fraca	
		>9810	9197 a 9810	8584 a 9197	7970 a 8584	7357 a 7970	6539 a 7357	5722 a 6539	4905 a 5722	3678 a 4905	2452 a 3678	<2452
Classes preliminares de suscetibilidade	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
	II	I	I	I	I	I	I	I	I	II	II	II
	III	I	I	I	I	II	II	II	II	III	III	III
	IV	II	II	II	II	III	III	III	III	IV	IV	IV
	V*	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	V	V	V

Fonte: Adaptado de Carvalho (2008) e Salomão (1999)

*Em solos hidromórficos a suscetibilidade continuará a mesma indicada nas classes preliminares, independentemente do nível de erosividade, por constituírem solos não suscetíveis à erosão.

A sobreposição dos dados aos valores de comprimento das encostas foi realizada com o intuito de uma verificação na delimitação das áreas de suscetibilidade encontradas, possibilitando a elaboração do mapa final. Ressalta-se que quanto maior for o comprimento das encostas, mais intensa será a ocorrência da erosão. Sendo assim, os valores mais

elevados de comprimento foram associados a uma maior suscetibilidade e os menos elevados a uma menor suscetibilidade.

Para a qualificação da suscetibilidade seguiu-se como critério a definição das cinco classes descritas por Salomão (1999), estando estas compatibilizadas com as classes de capacidade de uso dos solos (LEPSCH *et al.*, 1983), destacadas a seguir:

- **Classe I: Extremamente Suscetível** – onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, indicados para preservação ou para reflorestamento.
- **Classe II: Muito Suscetível** – onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, parcialmente favoráveis à ocupação por pastagens, sendo mais apropriados para reflorestamento.
- **Classe III: Moderadamente Suscetível** – onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes.
- **Classe IV: Pouco Suscetível** – onde os terrenos apresentam problemas complexos de conservação, sendo mais indicados a pastagens e culturas perenes e, eventualmente, a culturas anuais, porém exigindo práticas mecanizadas de controle da erosão.
- **Classe V: Pouco a não Suscetível** – corresponde aos terrenos sem problemas especiais de conservação, podendo ser utilizados com qualquer tipo de cultura; a terrenos com problemas simples de conservação, podendo também serem utilizados com qualquer tipo de cultura, porém exigindo práticas não mecanizadas de controle da erosão; e a terrenos sem problemas de conservação, mas exigindo técnicas especiais de cultivo, por se constituírem de solos encharcados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

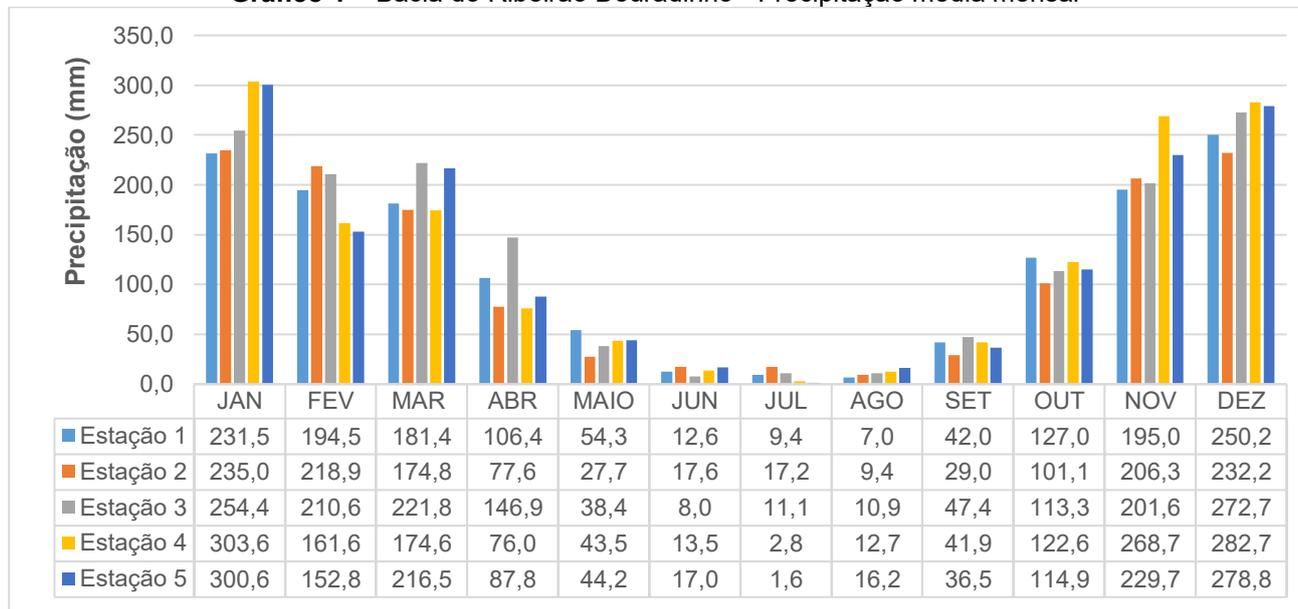
Erosividade das chuvas

A erosividade das chuvas foi calculada através de dados de precipitação disponibilizados no portal HidroWeb da ANA. Para tal, foram analisados dados pluviométricos de cinco estações localizadas próximo ao local estudado, sendo estas: Fazenda Letreiro (estação 1), Fazenda Paraíso (estação 2), Fazenda Nossa Senhora Aparecida (estação 3), Monte Alegre de Minas (estação 4) e Xapetuba (estação 5).

A análise dos dados de precipitação coletados demonstra uma distribuição irregular das chuvas durante os meses do ano, indicando uma maior pluviosidade nos meses de outubro a março, característica inerente ao clima tipicamente tropical (gráfico 1).

As médias anuais de precipitação, pelos dados coletados, variam de 1346,7 a 1537,1 mm, confirmando as médias comuns para a região. Verificou-se, desta forma, uma amplitude de 190,4 mm para os totais anuais de precipitação entre as estações pluviométricas utilizadas, evidenciando a dinâmica da entrada de água no sistema hidrológico da área analisada (Tabela 6).

Gráfico 1 – Bacia do Ribeirão Douradinho - Precipitação média mensal



Fonte: HidroWeb/ANA (2019). Org.: Autores (2020)

Tabela 6 – Critério para a definição das classes finais de suscetibilidade à erosão laminar

	Média anual (mm)
Estação 1	1411,2
Estação 2	1346,7
Estação 3	1537,1
Estação 4	1504,1
Estação 5	1496,7

Fonte: HidroWeb/ANA (2019). Org.: Autores (2020)

A espacialização da precipitação foi realizada através da interpolação dos dados supracitados pelo método Inverse distance weighted (IDW). Os valores médios anuais de precipitação variam entre 1364 e 1487 mm (Figura 4).

Em relação à erosividade, ressalta-se que esta foi determinada com base na equação estabelecida por Bertoni e Lombardi Neto (1993). Seus valores estão diretamente relacionados aos de precipitação, uma vez que em seu cálculo são utilizados os dados referentes às médias pluviométricas mensais e anuais.

Desta forma, observa-se que para as estações analisadas os meses com os maiores valores de erosividade correspondem também aos meses mais chuvosos (novembro a março), enquanto os menores aos meses menos chuvosos (abril a outubro), (gráfico 2).

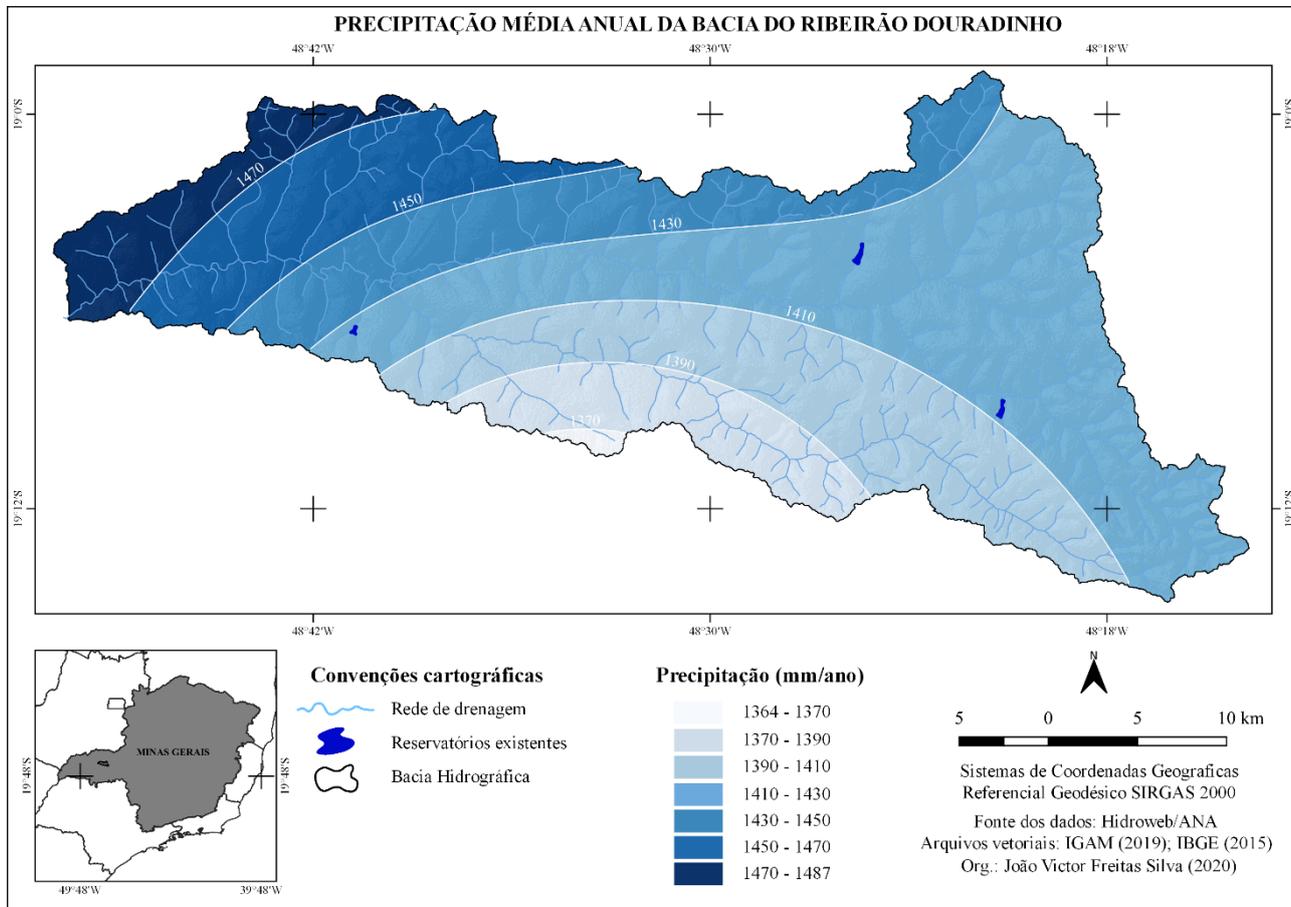
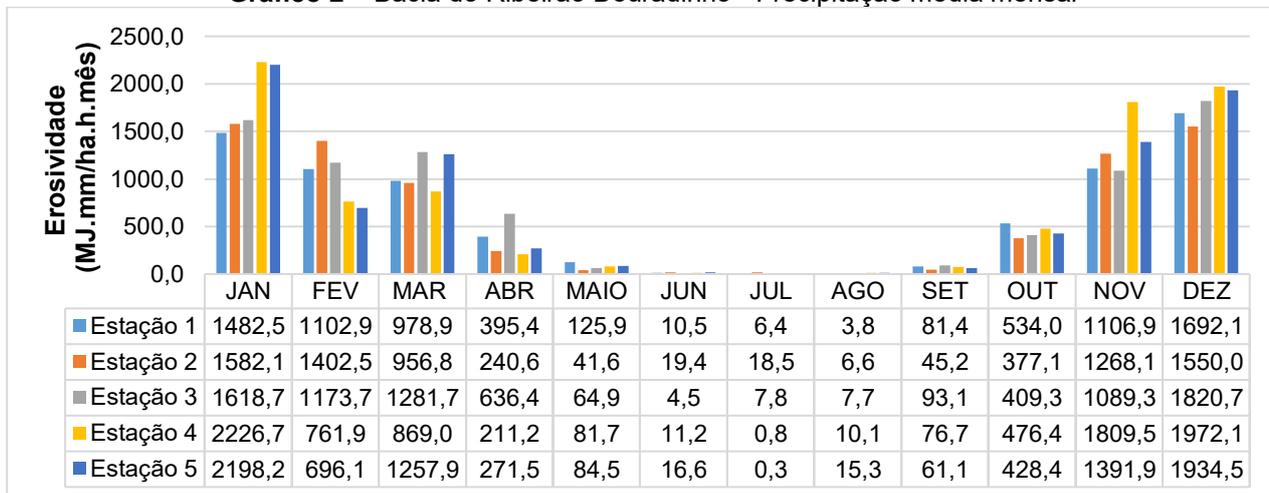


Figura 3 - Precipitação média anual da bacia do Ribeirão Douradinho
 Org.: Autores, 2020.

Gráfico 2 – Bacia do Ribeirão Douradinho - Precipitação média mensal



Fonte: HidroWeb/ANA (2019). Org.: Autores (2020).

Os valores anuais de erosividade para as estações variam de 7508,5 a 8507,3 MJ.mm/ha.h.ano, com uma amplitude de 998,8 MJ.mm/ha.h.ano (Tabela 7). Para a área da bacia estes valores variam entre 7593 a 8223 MJ.mm/ha.h.ano e são classificados, segundo Carvalho (2008), como fortes (Figura 5).

Tabela 7 – Critério para a definição das classes finais de suscetibilidade à erosão laminar
Erosividade anual (MJ.mm/ha.h.ano)

Estação 1	7520,8
Estação 2	7508,5
Estação 3	8207,8
Estação 4	8507,3
Estação 5	8356,4

Org.: Autores (2020).

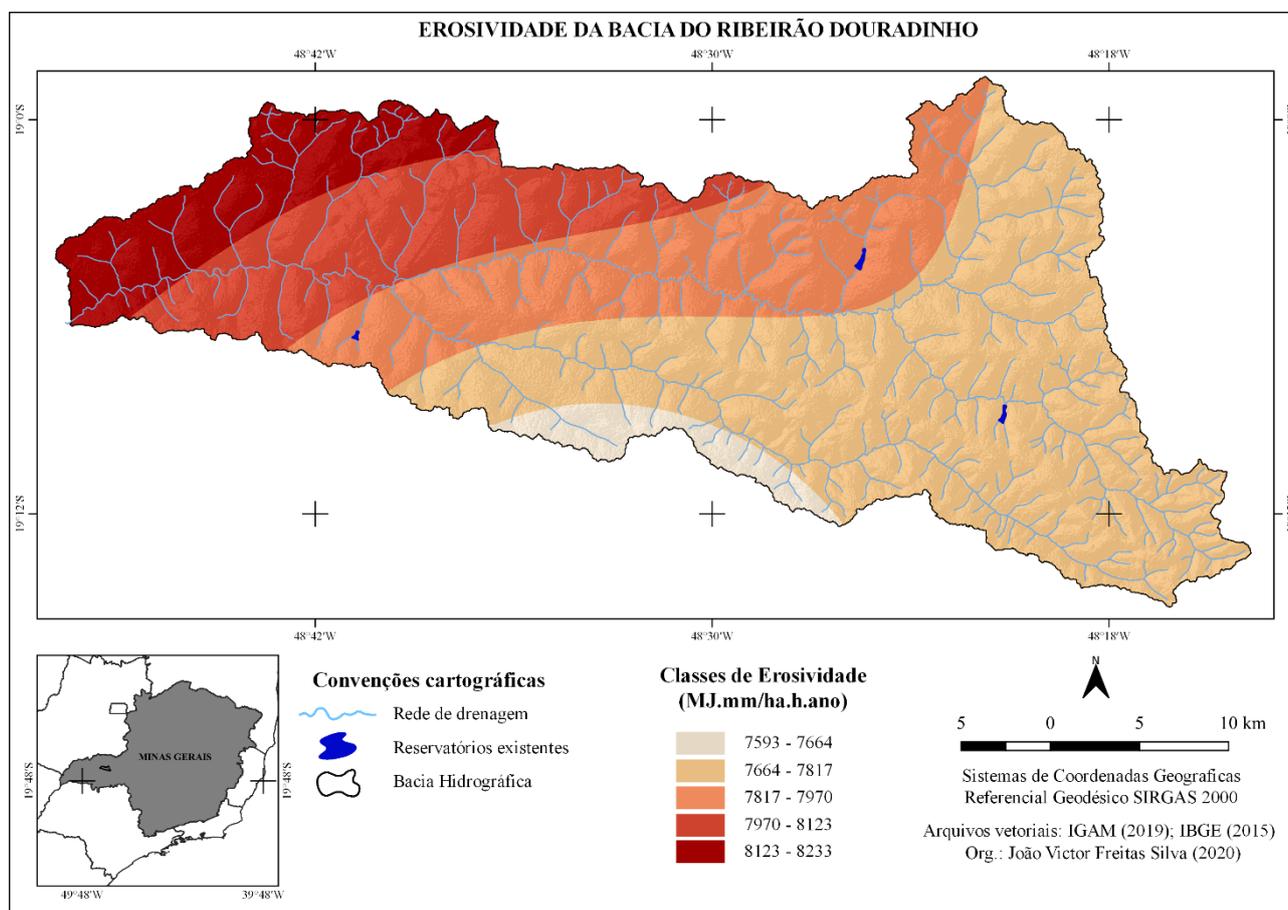


Figura 4 - Erosividade anual da bacia do Ribeirão Douradinho

Org.: Autores, 2020.

Erodibilidade dos solos

Os dados de erodibilidade para a bacia do Ribeirão Douradinho (Figura 5) foram obtidos através da comparação e associação de diferentes valores encontrados na literatura a respeito do tema, de locais caracterizados por possuírem tipos pedológicos semelhantes aos da área em questão, e qualificados com base na classificação proposta por Mannigel *et al.* (2002), (Tabela 8).

Tabela 8 – Classificação da erodibilidade dos solos

Classificação	Erodibilidade (t.ha.h/ha.MJ.mm)
Extremamente alta	>0,0600
Muito alta	0,0450 – 0,0600
Alta	0,0300 – 0,0450
Média	0,0150 – 0,0300
Baixa	0,0090 – 0,0150
Muito baixa	<0,0090

Fonte: Mannigel *et al.* (2002)

Desta Forma, optou-se por dados que foram estabelecidos através de um mesmo método, possibilitando uma maior compatibilidade entre os resultados. Ressalta-se que na área de estudos estão presentes os tipos pedológicos pertencentes à ordem dos Latossolos (L) e Argissolos (P), sendo a sua erodibilidade estabelecida de acordo com o primeiro elemento da associação (Tabela 9).

Tabela 9 – Bacia do ribeirão Douradinho - Erodibilidade dos solos

Solos	Erodibilidade (t.ha.h/ha.MJ.mm)
LVd - Latossolos Vermelhos Distróficos	0,0061
LVdf - Latossolos Vermelhos Distroféricos	0,0071
LVAd - Latossolos Vermelho-amarelo Distrófico	0,0112
LVw - Latossolo Vermelho Ácrico	0,0263
PVAd - Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	0,0466
PVAe - Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico	0,0540

Fonte: Mannigel *et al.* (2002) **Org.:** Autores, 2020.

A classe dos Latossolos apresenta, de modo geral, pouca erodibilidade. A sua localização em áreas pouco declivosas confere ao solo uma baixa suscetibilidade frente aos processos de desagregação de sua estrutura (PEREIRA, 2014). Segundo Lepsch (2010) os Latossolos em áreas aplainadas possuem um boa drenagem e capacidade de retenção. Nesse sentido apresentam maior resistência em relação ao processo de erosão laminar.

De acordo com a classificação de Mannigel *et al.* (2002), os Latossolos encontrados na área da bacia inserem-se nas classes de erodibilidade de muito baixa a média, com valores de 0,0061 para o Latossolo Vermelhos Distrófico, 0,0071 para o Latossolo Vermelho Distróférico, 0,0112 para o Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico e 0,0263 para o Latossolo Vermelho Ácrico.

A classe dos Argissolos apresenta uma menor estabilidade dos seus agregados devido a sua constituição granulométrica. Estes solos são mais propensos à erosão, principalmente pela baixa resistência ao desprendimento de suas partículas durante eventos pluviométricos intensos. O aumento de argila em profundidade e o horizonte superficial arenoso atribuem a esse tipo de solo maiores valores de erodibilidade (PEREIRA, 2014).

Os Argissolos encontrados na área de estudo são classificados como de erodibilidade muito alta, apresentando valores de 0,0466 para o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico e 0,0540 para o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico.

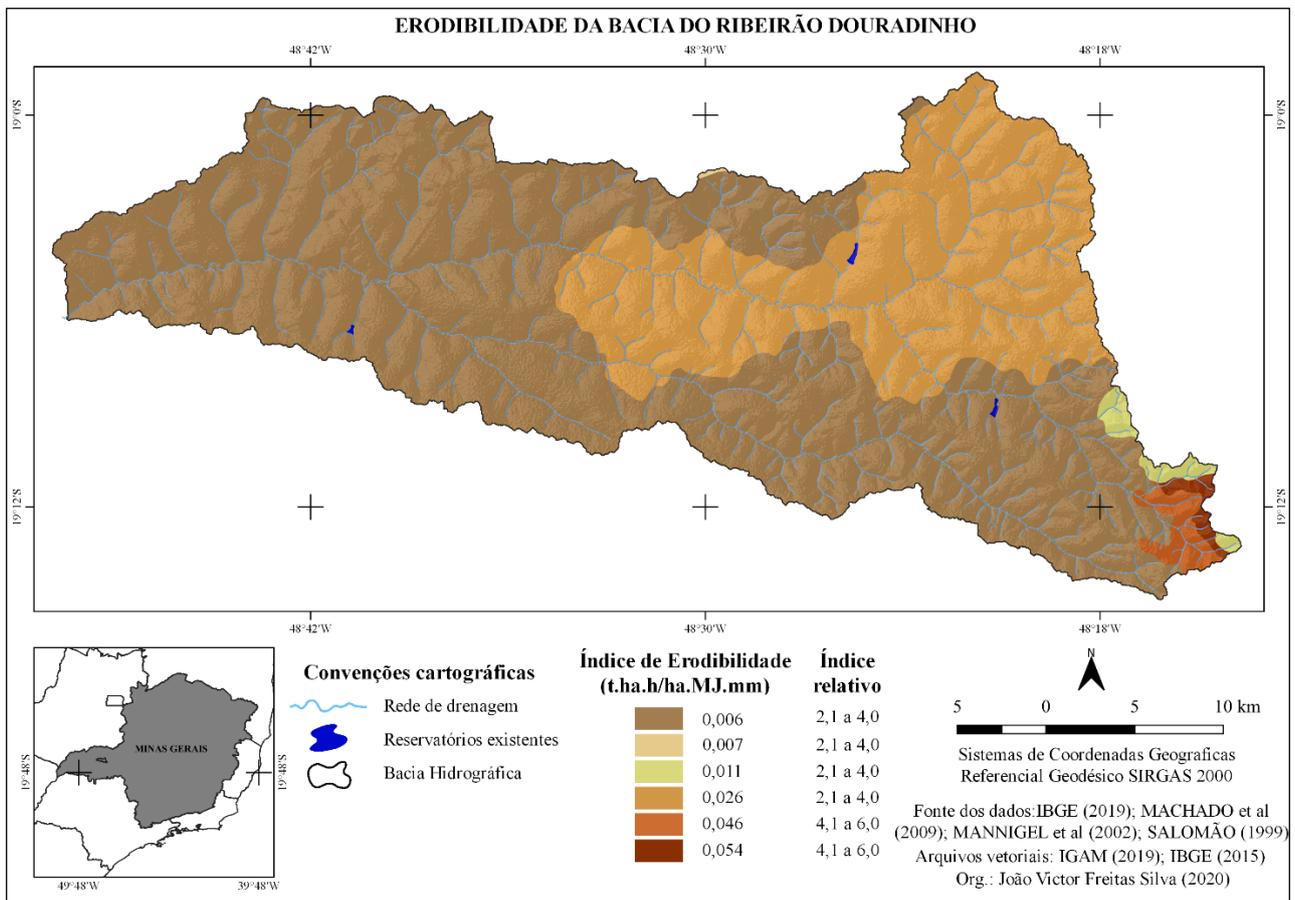


Figura 5 - Erodibilidade anual da bacia do Ribeirão Douradinho
Org.: Autores, 2020.

Na relativização apresentada por Salomão (1999), a fim de proporcionar o cruzamento dos dados, a erodibilidade dos solos na bacia estudada apresenta-se entre os índices relativos de 2,1 a 4,0, pertencente à classe IV (Latosolos de textura média, Latossolos de textura argilosa, Terra Roxa Estruturada) e de 4,1 a 6,0, pertencente à classe III (Podzólicos de textura argilosa). Os valores referentes às classes deste fator foram espacializados na Figura 5.

Declividade do terreno

Na bacia os valores de declividade variam entre 0 e 20%, sendo mais representativos os valores pertencentes às categorias entre 0 e 6% (correspondente a 60,01% da área da bacia) e entre 6 e 12% (correspondente a 32,97% da área da bacia). Os valores mais elevados encontrados na bacia, entre 12 e 20% (correspondente a 7,01% da área estudada), estão concentrados nas nascentes do Ribeirão Água Limpa e ao longo dos canais fluviais.

Os valores em km² para cada uma das categorias podem ser observados na Tabela 10. Segundo a classificação proposta por Salomão (1999) as categorias de declividade presentes na bacia correspondem à classe IV (menores que 6%), classe III (de 6 a 12%) e à classe II (de 12 a 20%). No mapa a seguir encontram-se espacializadas as referidas categorias de declividade (Figura 7).

Tabela 10 – Bacia do ribeirão Douradinho - Erodibilidade dos solos

Categoria	Área em km²	Área em %
0 – 6 %	553,46	60,01
6 – 12 %	304,04	32,97
12 – 20 %	64,66	7,01

Org.: Autores, 2020.

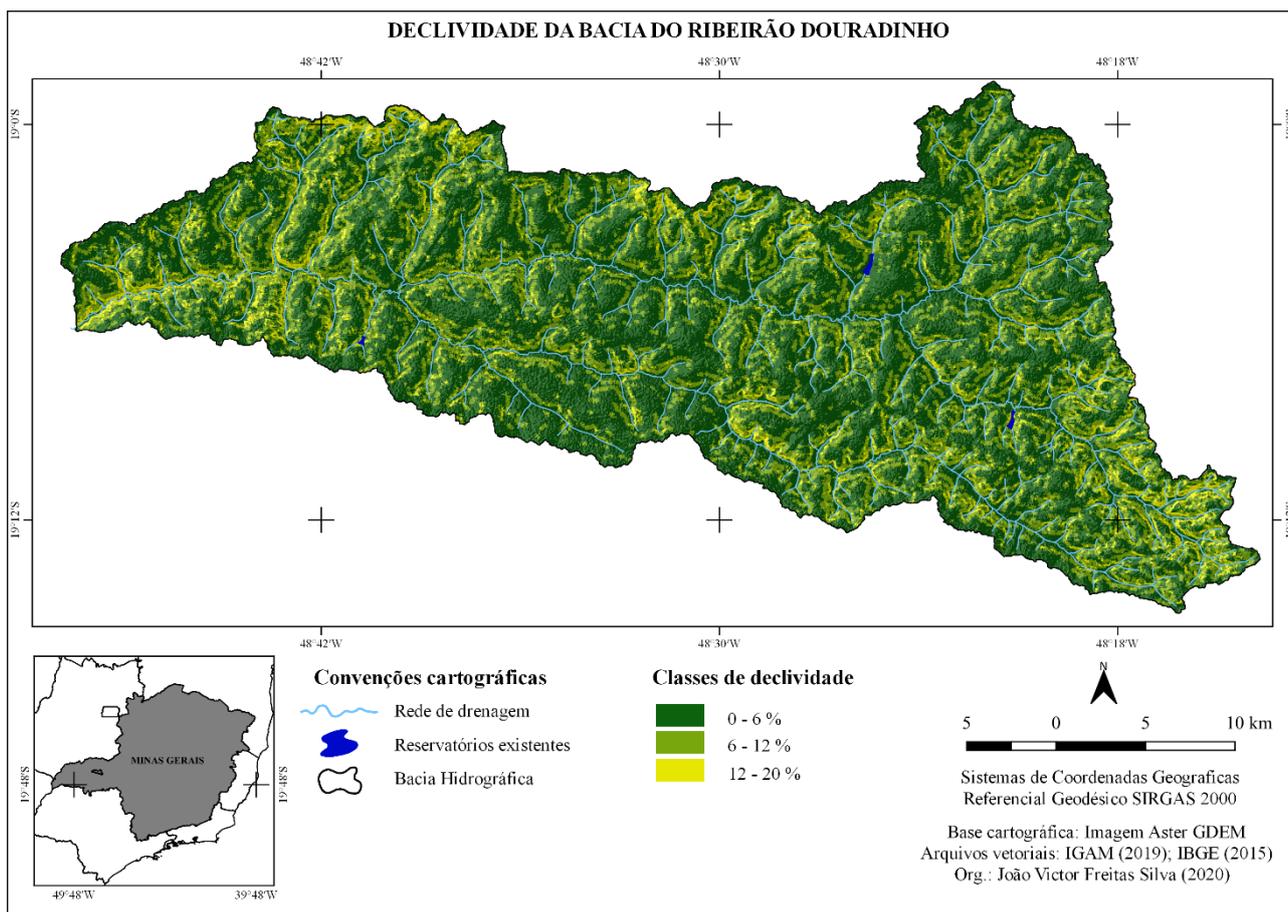


Figura 6 - Declividade da bacia do Ribeirão Douradinho, segundo a classificação proposta por Salomão (1999). **Org.:** Autores, 2020.

O mapa em questão contribui para o claro entendimento da dinâmica dos processos erosivos atuantes nos diferentes setores da bacia.

Comprimento das encostas

Na bacia do Ribeirão Douradinho os valores de comprimento médio das encostas variam entre 75 e 1175 m. Os mais representativos correspondem às categorias de 75 a 175 m (15,96% da área da bacia) e 475 a 575 m (15,19% da área da bacia) (Figura 8).

O comprimento das encostas refere-se à distância em metros do ponto de origem do caimento da água até um canal definido ou até um determinado local que favoreça a deposição dos sedimentos, indicando o caminho a ser percorrido pelas águas pluviais em uma bacia hidrográfica de montante a jusante (RENARD *et al.*, 1997). Juntamente com a declividade, o comprimento das encostas torna-se uma variável significativa para os estudos sobre erosão dos solos.

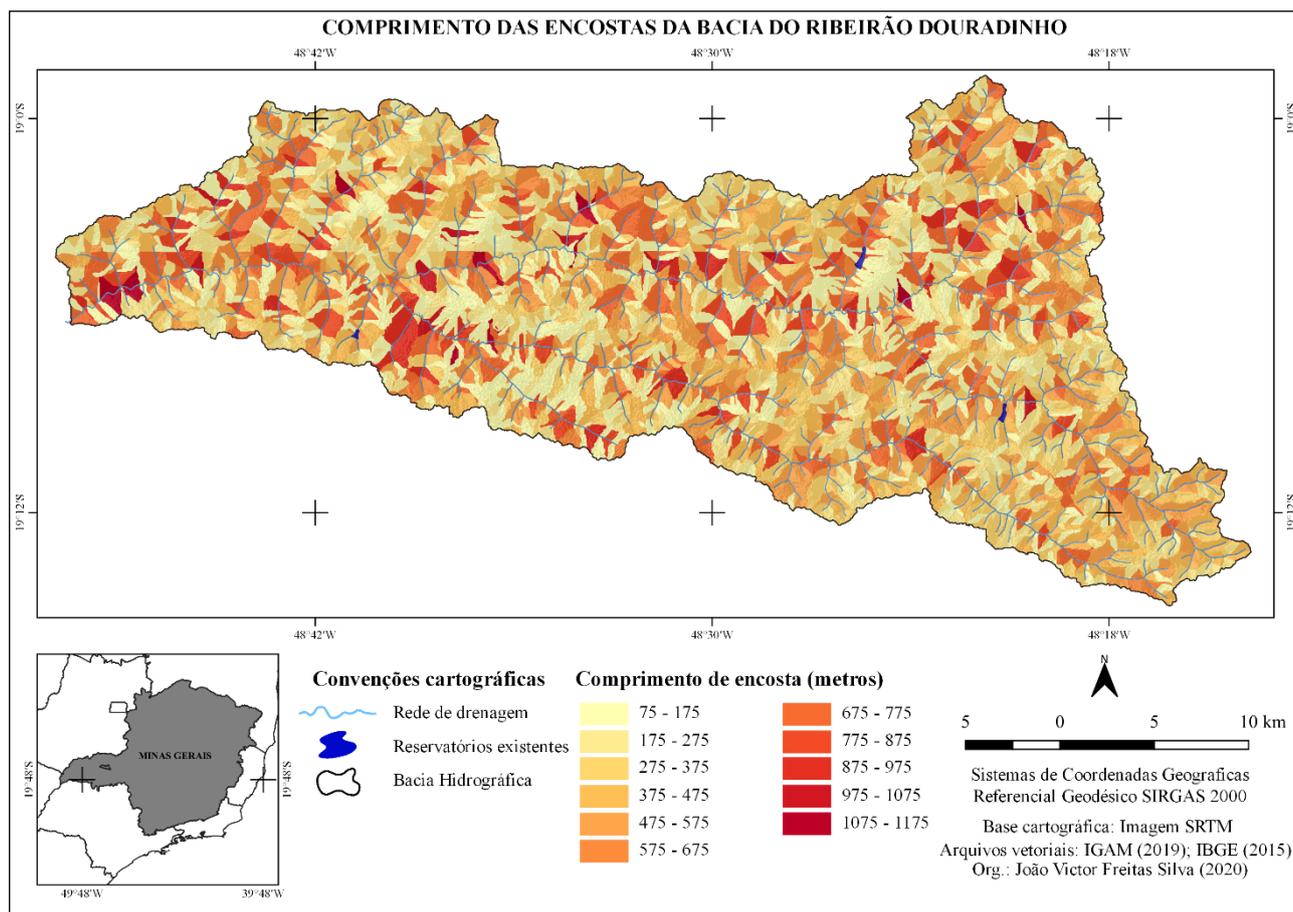


Figura 7 - Comprimento das encostas da bacia do Ribeirão Douradinho
Org.: Autores, 2020.

Suscetibilidade à erosão laminar

Na bacia em questão a integração das informações relativas aos fatores de ordem natural resultou em três diferentes classes de suscetibilidade à erosão laminar, sendo estas: muito suscetível (II), moderadamente suscetível (III) e pouco suscetível (IV). Os valores em km² e em porcentagem para cada uma das classes de suscetibilidade podem ser observados na Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 – Bacia do Ribeirão Douradinho - Distribuição das classes de suscetibilidade em km² e porcentagem

Categoria	Área em km²	Área em %
Muito suscetível	163,37	17,73
Moderadamente suscetível	434,02	47,06
Pouco suscetível	324,77	35,21

Org.: Autores, 2020.

Na Figura 8 é possível observar a distribuição das classes de suscetibilidade na área de estudo.

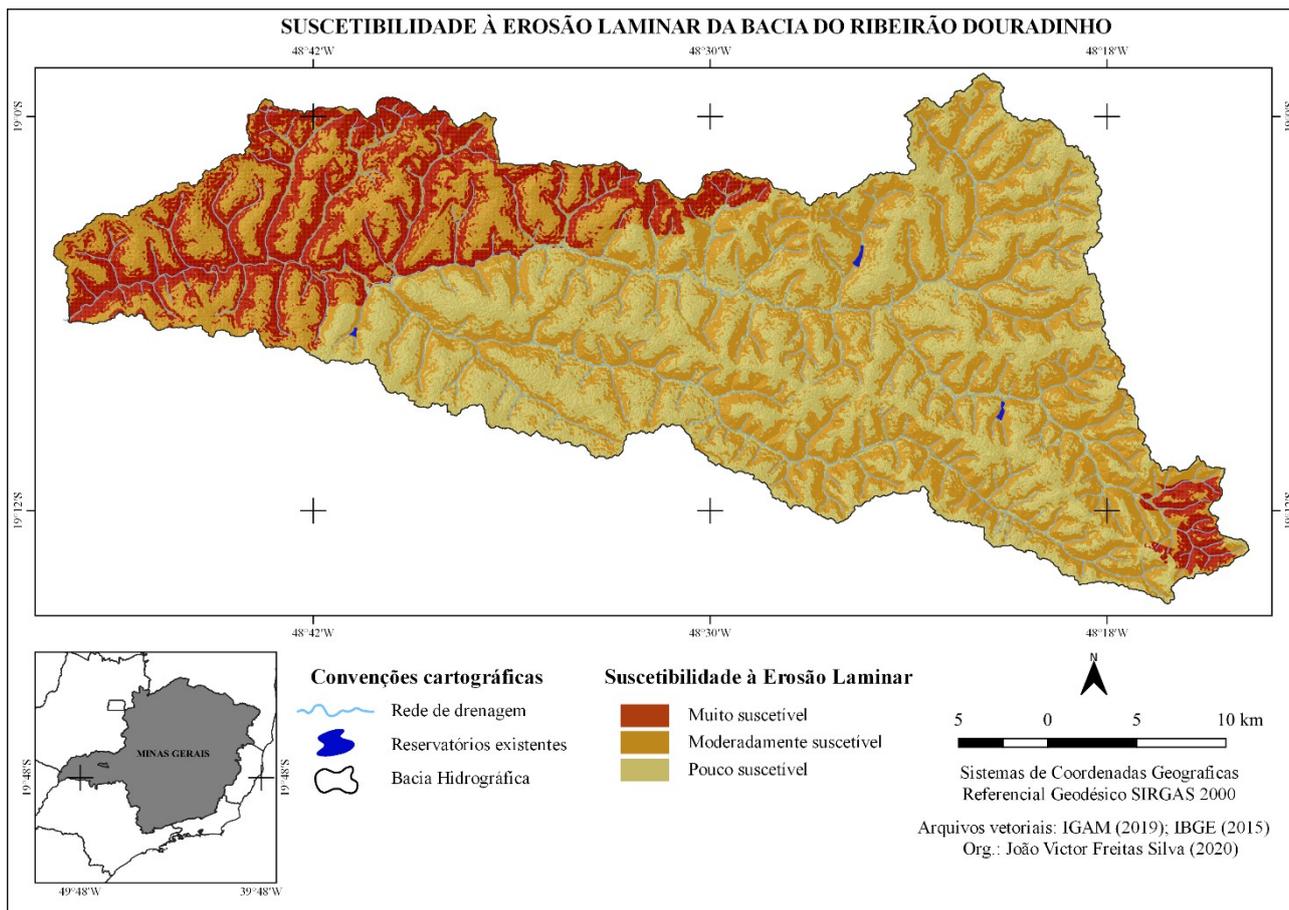


Figura 9 - Suscetibilidade à erosão laminar da bacia do Ribeirão Douradinho
Org.: Autores, 2020.

A classe II, muito suscetível, com já citado anteriormente, corresponde a terrenos que apresentam problemas complexos de conservação. Nas áreas correspondentes a esta categoria de suscetibilidade a ocupação por pastagens é apenas parcialmente favorável, sendo mais apropriadas as atividades voltadas ao reflorestamento (SALOMÃO, 1999).

Esta classe é encontrada, em maior expressividade, no médio e baixo curso e em áreas situadas próximas às nascentes do Ribeirão Água Limpa. Ocorrem em solos do tipo Latossolo, em declividades de 6 a 20%, nas categorias de erosividade com os valores acima de 7970 MJ.mm/ha.h.ano e nos Argissolos, em declividades de 6 a 20%, nas erosividades abaixo de 7970 MJ.mm/ha.h.ano.

A classe III, moderadamente suscetível, corresponde também a terrenos com problemas complexos de conservação. Tais áreas são mais indicadas apenas para pastagens e culturas perenes (SALOMÃO, 1999).

Na bacia, esta classe encontra-se distribuída em todos os seus compartimentos, quase sempre associada a solos do tipo Latossolo em declividades de 0 a 6%, onde a erosividade apresenta valores acima de 7970 MJ.mm/ha.h.ano, e em declividades de 6 a

20% nas categorias de erosividade com valores abaixo de 7970 MJ.mm/ha.h.ano. Aparece também em solos do tipo Argissolo, em declividades de 0 a 6%, nas erosividades abaixo de 7970 MJ.mm/ha.h.ano.

A classe IV, pouco suscetível, apresenta os mesmos problemas das classes citadas anteriormente, porém, de acordo com a sua compatibilização às classes de capacidade de uso dos solos, seus terrenos são indicados para pastagens e culturas perenes sendo, eventualmente, indicado para o cultivo de culturas anuais, exigindo, nestes casos, práticas mecanizadas de controlo da erosão (SALOMÃO, 1999).

Esta classe encontra-se distribuída no alto e médio curso da área de estudo e compreende solos do tipo Latossolo, em declividades de 0 a 6%, em categorias de erosividade com valores abaixo de 7970 MJ.mm/ha.h.ano.

Em síntese, pode-se constatar que quase metade da área da bacia apresenta suscetibilidade moderada que, quando somada às áreas muito suscetíveis, alcançam aproximadamente 65% da área total. Segundo dados apresentados por Rosa (1995) as perdas naturais de solo por erosão laminar na bacia do Ribeirão Douradinho variam entre 285 e 570 ton/km²/ano.

4. CONCLUSÕES

Compreender a origem, a atuação e a evolução da erosão nos terrenos e os impactos ambientais dela advindos é o primeiro passo para a determinação de medidas mitigadoras e para a aplicação de práticas de conservação e/ou recuperação dos solos e do meio ambiente como um todo. Nesse sentido, o presente trabalho apresentou um diagnóstico a respeito da suscetibilidade erosiva dos solos da bacia hidrográfica do Ribeirão Douradinho em relação ao processo de erosão laminar.

A erosão laminar ocasiona a perda das camadas superficiais mais férteis dos solos, acarretando a redução da produtividade agrícola, no aumento dos custos de produção, numa maior demanda por insumos, além de diversos impactos negativos que afetam diretamente e/ou indiretamente o ambiente.

No que diz respeito à suscetibilidade à erosão laminar na bacia do Ribeirão Douradinho, determinada a partir da integração das informações de ordem natural correspondentes à erosividade das chuvas, à erodibilidade dos solos, à declividade do terreno e ao comprimento das encostas, concluiu-se que 64,79% dos terrenos da área estudada estão entre as classes de moderada a muito suscetível, correspondendo a solos

com alta vulnerabilidade em relação ao desenvolvimento dos processos erosivos. De acordo com Salomão (1999), esses terrenos apresentam problemas complexos de conservação, e são favoráveis ou parcialmente favoráveis a ocupações por pastagem e culturas perenes, sendo mais apropriados às atividades voltadas ao reflorestamento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **HidroWeb**: Séries históricas. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>. Acesso em: 30 de mar. 2020.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 3ª edição, São Paulo: Editora Ícone, 1993.

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

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Geociências**: Informações ambientais. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo**, Bacia do Pardo Grande. São Paulo: IPT, v.3. 1990.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Topodata**: Banco de dados geomorfométricos do Brasil. Mapa índice. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/>>. Acesso em: 31 de mar. 2020.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). **Base cartográficas digitais**: Hidrografia. Disponível em: < <http://www.igam.mg.gov.br/banco-de-noticias/1-ultimas-noticias/1312-hidrografia>>. Acesso em: 27 de mar. 2020.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2.ed. Oficina de Texto, São Paulo, 2010. 216 p.

LEPSCH, I. F. *et al.* **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4ª aproximação. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 1983.

MACHADO, M. L. *et al.* Levantamento sistemático dos fatores da Equação Universal de Perdas de Solos (USLE) para o delineamento de áreas com potencial erosivo da bacia PN1 – IGAM, Minas Gerais (resultados parciais). **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Natal, 2009, p. 7733-7739.

MANNIGEL, A. R. *et al.* Fator erodibilidade e tolerância de perda de solos do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**. p. 1335 – 1340, v. 24, n. 5. Maringá. 2002. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v24i0.2374>

OLIVEIRA, V. C. V. **Suscetibilidade e risco à erosão laminar no setor sul do altocurso da bacia do rio Araguaia (GO/MT):** discussão metodológica e proposta de avaliação espacial. Dissertação de mestrado. Goiânia, 2004.

PEREIRA, J. S. **Avaliação das perdas de solos por erosão laminar na área de influência da UHE Amador Aguiar I.** 2014. 167 f. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, 2014.

RENARD, K. G. *et al.* **Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE).** Washington, 1997: Agriculture Handbook, n. 703. Disponível em: <<https://www.tucson.ars.ag.gov/unit/publications/PDFfiles/1132.pdf>>. Acesso em: 09 de out 2020.

SALOMÃO, F. X. T. Controle e prevenção dos processos erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO R. G. M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos temas e aplicações.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, cap. 7. 1999, p. 229-267.

TERRACLASS. **Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado.** Projeto TerraClass Cerrado 2013. Brasília-DF, 2015. 69 p.

VILLELA, S. M. MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo, MacGraw Hill do Brasil, 1975. 247p.

Recebido: 10.01.2022

Aceito: 30.01.2022