



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

**Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Ambiental
Curso de Graduação em Engenharia Ambiental**



Danrley de Oliveira Bragioni

**AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO
HÍDRICA NA BACIA DO RIO PIRANGA POR ANÁLISE
MULTICRITÉRIO (AHP) INTEGRADA A SIG**

Ouro Preto

2026

Avaliação da Suscetibilidade à Erosão Hídrica na
Bacia do Rio Piranga por Análise
Multicritério (AHP) Integrada a SIG

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Livia Cristina Pinto Dias

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

B813a Bragioni, Danrley.

Avaliação da suscetibilidade à erosão hídrica na bacia do Rio Piranga por análise multicritério (AHP) integrada a SIG. [manuscrito] / Danrley Bragioni. - 2026.

78 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Livia Dias.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Ambiental .

1. Bacias hidrográficas. 2. Erosão Hídrica. 3. Processo de Hierarquia Analítica. 4. Sistemas de Informação Geográfica. I. Dias, Livia. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 504:004

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - CRB6/2322



FOLHA DE APROVAÇÃO

Danrley Oliveira Bragioni

Avaliação da suscetibilidade à erosão hídrica na bacia do rio Piranga por análise multicritério (AHP) integrada a SIG

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenharia Ambiental

Aprovada em 24 de fevereiro de 2026

Membros da banca

Profa. Dra. Livia Cristina Pinto Dias (Orientadora) - Departamento de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. César Falcão Barella - Departamento de Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Ouro Preto
Me. Thiago Ribeiro da Silva Nascimento - Engenheiro Ambiental (Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental - Universidade Federal de Ouro Preto)

Profa. Dra. Livia Cristina Pinto Dias, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 05/03/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Livia Cristina Pinto Dias, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/03/2026, às 16:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1070219** e o código CRC **ED359174**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por me concederem força, sabedoria e proteção ao longo de toda a minha trajetória acadêmica, guiando meus passos nos momentos de dificuldade e iluminando minhas decisões.

À Universidade Federal de Ouro Preto, pela oportunidade de formação acadêmica, e por todo o conhecimento adquirido ao longo do curso, fundamental para minha formação profissional e pessoal.

À minha orientadora, Professora Livia, pela dedicação, paciência, orientação e contribuições essenciais para o desenvolvimento deste trabalho. Seu apoio e conhecimento foram fundamentais para a conclusão deste TCC.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo apoio incondicional, incentivo e compreensão em todos os momentos, especialmente nos mais desafiadores dessa caminhada.

À minha namorada, Thuany, pelo carinho, paciência, apoio emocional e por nunca deixar de acreditar em mim, mesmo nos momentos de cansaço e insegurança.

À minha irmã, Débora, pelo apoio, incentivo e companheirismo, sendo sempre uma fonte de força e motivação.

Aos amigos da Engenharia Ambiental que compartilharam esta importante jornada e pelas amizades que levarei para o resto da vida.

*Sob o manto de Nossa Senhora,
sigo com fé, coragem e gratidão.*

RESUMO

A erosão hídrica do solo é um dos principais problemas ambientais relacionados à degradação dos recursos naturais. Ela impacta diretamente a produtividade do solo, a qualidade da água e o funcionamento dos ecossistemas. Pensando nisso, este estudo teve como o objetivo identificar áreas suscetíveis à erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Piranga, usando uma abordagem que combina variáveis ambientais por meio de técnicas de geoprocessamento e análise espacial. Foram considerados fatores como a declividade do terreno, o uso e a ocupação do solo, os tipos de solo, e a precipitação, todos eles influenciando diretamente os processos de erosão. A importância relativa dessas variáveis foi avaliada usando o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que permite atribuir pesos às diferentes categorias com base em comparações diretas entre elas, garantindo uma análise mais consistente. Os dados foram processados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), onde foram reclassificados e os pesos determinados pelo AHP foram aplicados. Com isso, foi possível criar o mapa final de suscetibilidade à erosão. Os resultados mostram que as áreas com maior risco de erosão, especialmente aquelas com declives mais acentuados, e maiores precipitações, predominam na região. A análise reforça a importância de um planejamento ambiental adequado e de práticas conservacionistas para reduzir os impactos da erosão na bacia. Dessa forma, o estudo serve como uma ferramenta importante para apoiar a gestão dos recursos hídricos e o planejamento do uso do território, ajudando na tomada de decisões voltadas à preservação ambiental.

Palavras-chave: Erosão hídrica. Geoprocessamento. AHP. Bacia hidrográfica. Suscetibilidade a erosão.

ABSTRACT

Soil erosion due to water is one of the main environmental problems related to the degradation of natural resources. It directly impacts soil productivity, water quality, and the functioning of ecosystems. With this in mind, this study aimed to evaluate the susceptibility to erosion in the Piranga River Basin, using an approach that combines environmental variables through geoprocessing techniques and spatial analysis. Factors such as terrain slope, land use and occupation, soil types, and precipitation were considered, all of which directly influence erosion processes. The relative importance of these variables was evaluated using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method, which allows assigning weights to different categories based on direct comparisons between them, ensuring a more consistent analysis. The data were processed in a Geographic Information System (GIS), where they were reclassified and the weights determined by the AHP were applied. This allowed the creation of the final erosion susceptibility map. The results show that areas with the highest risk of erosion, especially those with steeper slopes and higher rainfall, predominate in the region. The analysis reinforces the importance of adequate environmental planning and conservation practices to reduce the impacts of erosion in the basin. Therefore, the study serves as an important tool to support water resource management and land-use planning, aiding in decision-making focused on environmental preservation.

Keywords: Water erosion. Geoprocessing. AHP. Watershed. Erosion susceptibility

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).....	14
Figura 2: Fluxograma das Etapas Metodológicas (AUTOR, 2025).	24
Figura 3: Mapa de Precipitação da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).	27
Figura 4: Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).	28
Figura 5: Mapa Pedológico da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).	30
Figura 6: Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).	33
Figura 7: Mapa Suscetibilidade a Erosão da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores adotados para o critério de Precipitação pluviométrica segundo os especialistas (AUTOR, 2025).	18
Tabela 2: Valores adotados para o critério de Declividade segundo os especialistas (AUTOR, 2025).....	19
Tabela 3: Valores adotados para o critério de Pedologia segundo os especialistas (AUTOR, 2025).....	20
Tabela 4: Valores adotados para o critério de Uso e Cobertura do Solo segundo os especialistas (AUTOR, 2025).	20
Tabela 5: Escala Fundamental Adaptado de (Saaty, 1980).....	22
Tabela 6: Matriz de Comparação Adaptado de (Saaty, 1980).	22
Tabela 7: Valores do RI para matrizes de diferentes tamanhos (Adaptado de Saaty, 1991).	23
Tabela 8: Ponderação dos principais componentes que influenciam a suscetibilidade à erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Piranga, com base na avaliação de especialistas (AUTOR, 2025).	25
Tabela 9: Unidades Pedológicas Bacia Rio Piranga (Adaptado de CAMARGO, 2012).	31

LISTA DE SIGLAS

AHP - Processo Hierárquico Analítico

APP - Áreas de Preservação Permanente

FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente

IDE-OP - Infraestrutura de Dados Espaciais do Município de Ouro Preto

IDE - Sisema - Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IEF - Instituto Estadual de Florestas

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MDE – Modelo Digital de Elevação

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SIG - Sistema de Informações Geográficas

UFV - Universidade Federal de Viçosa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1	Bacia Hidrográfica.....	2
2.2	Erosão hídrica.....	2
2.2.1	Tipos de Erosão Hídrica	3
2.2.2	Conceito de suscetibilidade à erosão	3
2.3	Fatores que influenciam a erosão na escala de bacia	4
2.4	Métodos de avaliação da suscetibilidade à erosão	6
2.5	Políticas públicas de conservação ambiental	8
2.6	Práticas de conservação do solo e da água.....	12
4.	MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1.	Área de Estudo	13
4.2.	Aquisição e Pré-processamento de dados.....	15
4.2.1	Declividade	15
4.2.2	Pedologia.....	16
4.2.3	Cobertura e uso do solo.....	16
4.2.4	Pluviosidade.....	17
4.3	Reclassificação dos Mapas	17
4.4	Análise Multicritério.....	21
5.	RESULTADOS	25
5.1	Carta de Precipitação Pluviométrica	26

5.2 Carta de Declividade	28
5.3 Carta de Pedologia	29
5.4 Carta de Uso e Cobertura Vegetal	32
5.5 Carta de Suscetibilidade à Erosão	33
6. CONCLUSÃO.....	35
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1 INTRODUÇÃO

O processo de erosão dos solos é visto como uma condição natural sendo caracterizado como a destruição da superfície do solo e conseqüentemente o arraste das partículas soltas sobre essa mesma superfície. A erosão do solo tem como agentes naturais a chuva, o vento e o clima (GUERRA *et al.*, 2020). A erosão hídrica pode contribuir para a desintegração das partículas do solo, causando redução da rugosidade superficial, comprometendo a absorção e retenção da água no solo (CASTRO, COGO E VOLK, 2006).

Hora, Dias e Guedes (2012) descrevem o rio Piranga como o principal afluente do rio Doce, que ao se juntar ao rio do Carmo recebe essa denominação. O rio Piranga nasce na serra da Mantiqueira, no município de Ressaquinha (MG), e percorre 470 km, passando pelos municípios de Porto Firme, Piranga, Guaraciaba e Ponte Nova. Essas cidades tiveram o seu desenvolvimento impulsionado pela extração vegetal e mineral, ocasionando graves impactos ambientais, como a destruição da vegetação primária, intensificação da erosão, assoreamento dos cursos d'água e poluição pelo despejo de efluentes domésticos sem tratamento (SILVA, CASTRO e BUENO, 2016).

O aumento das atividades agrícolas e pecuárias, aproveitando a vasta extensão de suas terras cultiváveis, associada ao clima tropical e a um relevo com pequenas ondulações, fez com que os solos começassem a manifestar problemas de erosão de forma acelerada (CAMARGO, 2012).

Diante dos graves impactos causados na bacia hidrográfica do rio Piranga, é de suma importância o entendimento dos principais fatores que contribuem com a suscetibilidade à erosão na região. A análise detalhada da interação entre uso do solo, características geomorfológicas e condições climáticas permitirá identificar áreas críticas, que são mais vulneráveis aos processos erosivos. Por isso, o objetivo do presente trabalho é identificar áreas suscetíveis à erosão hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio Piranga, localizada em Minas Gerais, considerando fatores como características físicas da bacia, pluviosidade, pedologia, declividade, e, uso e cobertura do solo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bacia Hidrográfica

Cardoso *et al.* (2006) definem bacia hidrográfica como uma região geográfica caracterizada pela topografia do terreno, onde todas as águas pluviais e escoamentos superficiais convergem para um único ponto de saída, denominado exultório.

Uma bacia hidrográfica também pode ser definida como um agrupamento de áreas que tem suas águas direcionadas a um rio e seus afluentes, sendo delimitada por regiões mais altas do relevo denominadas divisores de água. As águas provenientes das chuvas podem escoar superficialmente, formando rios e córregos, ou infiltrar no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001).

Segundo Tucci (2001), a área, a forma, o sistema de drenagem, a declividade, a cobertura vegetal e a camada superficial do solo são características fisiográficas das bacias hidrográficas e podem ser obtidas através de mapas, fotografias aéreas ou imagens de satélite. Teixeira (2007), definem as sub-bacias como áreas de drenagem contribuintes do curso d'água do talvegue principal.

2.2 Erosão hídrica

A erosão hídrica acontece quando a água da chuva escorre pela superfície do solo, levando à perda do material. Esse processo depende de fatores como a intensidade da chuva, a facilidade com que o solo é erodido e a presença de cobertura vegetal, sendo a última de suma importância para ajudar no controle da erosão (DECHEN *et al.*, 2015).

Segundo Bastos (1999), a chuva é a maior responsável pela erosão hídrica, tendo como os principais causadores o impacto da gota e escoamento superficial, que ocorre quando o solo perde a capacidade de infiltrar, causando a saturação e gerando escoamento de água caracterizado por fluxo laminar.

A erosão hídrica causa a perda da camada superior do solo, reduzindo a capacidade de infiltração e redistribuição da água. Dessa forma, a saturação do solo é mais rápida, aumentando o escoamento superficial e, conseqüentemente, acelerando a erosão (SANTOS, GRIEBELER, OLIVEIRA 2010). Saito (2004), julga a

susceptibilidade à erosão como uma “característica inerente ao meio, representando a fragilidade do ambiente em relação aos escorregamentos”.

2.2.1 Tipos de Erosão Hídrica

A erosão do solo constitui um dos principais fenômenos de degradação ambiental, com impactos diretos na produtividade agrícola, na estabilidade dos ecossistemas e na qualidade dos recursos hídricos. Trata-se de um processo que envolve a desagregação, transporte e deposição de partículas do solo, podendo ocorrer de forma natural ou intensificada pelas atividades humanas (HERNANI *et al.*, 2002). Segundo Da Silva (1995), a erosão é classificada como erosão natural, que ocorre lentamente e sem intervenção humana, e a erosão acelerada, causada principalmente por atividades humanas e com maior intensidade.

As principais formas de erosão hídrica incluem a erosão laminar, de sulcos e as voçorocas (BERTOLINI e LOMBARDI NETO, 1990). A erosão laminar ocorre quando finas camadas de solo são removidas da superfície, enquanto a erosão por sulcos é causada pela enxurrada concentrada, que forma canais de diferentes tamanhos devido ao volume e velocidade da água. Em casos de maior intensidade de chuva, pode deslocar grandes blocos de terra, formando cavidades profundas chamadas voçorocas (HERNANI *et al.*, 2002).

2.2.2 Conceito de suscetibilidade à erosão

A suscetibilidade é definida como o quão propenso um solo é a sofrer erosão. A variação na suscetibilidade entre diferentes tipos de solo acontece por causa das características próprias de cada um, que incluem suas propriedades físicas, químicas e minerais (FOSTER, 1982, apud CASSOL e LIMA 2003). Alguns solos se desgastam mais facilmente do que outros, mesmo quando todas as condições permanecem iguais (WISCHMEIER e SMITH, 1978, apud FARINASSO *et al.*, 2006).

A erosão do solo acontece devido a uma combinação de fatores e resistências. Isso inclui o movimento das partículas soltas, que são desgastadas pelo impacto da

chuva, e o escoamento superficial, que pode ocorrer de forma difusa, laminar ou concentrada (CASSETI, 2005, apud SAMPAIO, CORDEIRO e BASTOS, 2016).

2.3 Fatores que influenciam a erosão na escala de bacia

A degradação do solo resulta de fatores ligados ao próprio solo, ao clima e às ações humanas, que influenciam juntas, especialmente com uso inadequado da terra. Práticas como o uso excessivo de máquinas para arar tornam o solo mais vulnerável, acelerando sua degradação ao afetar suas características físicas, químicas e biológicas. No Brasil, a principal forma de degradação é a perda da camada superficial do solo, sendo a erosão causada pela água a mais significativa (HERNANI *et al.*, 2002).

A chuva desempenha um papel fundamental na erosão do solo, sendo influenciada por fatores como a quantidade, a intensidade, a duração e a frequência das precipitações. A intensidade refere-se ao volume de água que cai por unidade de tempo e é especialmente relevante nesse processo. Já o regime de chuvas, ou seja, como elas se distribuem ao longo do ano, determina com que frequência e por quanto tempo chove, além do volume total de água que chega ao solo (DA SILVA, 1995).

A chuva pode alterar as características físicas da superfície do solo. Isso acontece porque a água, junto com a enxurrada, desagrega as partículas do solo, deixando a superfície mais lisa. Como resultado, há uma diminuição na capacidade do solo de reter e absorver a água na superfície (CASTRO *et al.*, 2006). Chuvas com maior intensidade pluviométrica e grande periodicidade aumentam o risco de ocorrência da erosão. Essas são características associadas ao manejo inadequado do solo, condições do relevo e propriedades físicas do solo (SANTOS, GRIEBELER e OLIVEIRA, 2010).

As capacidades de infiltração e retenção dos solos são fundamentais para entender como a água se movimenta na bacia. Quando os solos e as formações geológicas têm alta permeabilidade, o escoamento da água na bacia tende a ser mais regular, porque a água consegue ser mais bem armazenada nos aquíferos. Por outro lado, solos com baixa permeabilidade levam a um regime de escoamento mais irregular. É o tipo de solo presente na bacia, influenciado pelas características

geológicas da região, que acaba determinando como a água se distribui e se move por todo o sistema hidrográfico (GUIMARÃES, 2017).

A classificação em hidrologia tende associar os solos com base em suas propriedades hidrológicas, levando em consideração sua suscetibilidade à erosão e à produção de escoamento, independentemente da cobertura vegetal e da declividade do relevo (OGROSKY e MOCKUS, 1964, apud SARTORI, LOMBARDI NETO e GENOVEZ, 2005).

O relevo funciona como uma ponte entre a atmosfera e as águas da Terra, sendo um recurso essencial para a manutenção da vida. O relevo do planeta faz parte da natureza, mas também é considerado um recurso natural importante. Por isso, ele tem uma grande relevância geográfica e merece atenção do ponto de vista ambiental, não podendo ser avaliado de uma só maneira, sem levar em conta a relação que temos com ele e as necessidades das pessoas (FAIRBRIDGE, 1971, apud CASSETI, 1991)

A inclinação do relevo é uma condição que influencia de forma direta a perda de solo pela erosão hídrica. Quanto maior a inclinação do relevo, maior o volume e velocidade de escoamento das águas de chuva, diminuindo a infiltração de água no solo e proporcionando maior arraste de partículas de solo pela enxurrada (COGO *et al.*, 2003).

De acordo com Da Silva (1995), a declividade do terreno tem influência direta tanto na velocidade quanto no volume do escoamento superficial. Em áreas mais íngremes, a enxurrada tende a apresentar maior velocidade, aumentando o seu potencial erosivo. Além da declividade, o comprimento da rampa também influencia na erosão do solo, quanto maior sua extensão, maior será a velocidade do escoamento, aumentando sua capacidade de transporte de sedimentos e, por consequência, a perda de solo.

A cobertura vegetal e uso do solo são fatores que favorecem o escoamento dentro da bacia hidrográfica, enquanto florestas favorecem a absorção de água no solo e reduz a velocidade de escoamento, o solo exposto tem menor taxa de infiltração de água e, portanto, maior velocidade de escoamento (GUIMARÃES, 2017). As áreas degradadas e descobertas têm a maior probabilidade de sofrer erosão hídrica em

virtude do impacto das gotas da chuva (CASTRO *et al.*, 2006, apud SANTOS, GRIEBELER, OLIVEIRA, 2010). Endres *et al* (2006), destaca quanto mais vegetação protegendo o solo e maior volume de raízes, menos intenso é o processo erosivo.

Em casos em que uma camada de resíduos culturais fica na superfície do solo, há a diminuição da degradação hídrica de forma significativa. Essa cobertura funciona como proteção, absorvendo o impacto das gotas de chuva, o que evita que as partículas do solo se desintegrem. Como resultado, o solo consegue absorver melhor a água, melhorando a infiltração (COGO *et al.*, 2003).

As principais características do solo que são afetados pelos processos erosivos estão relacionadas à sua capacidade de permitir a infiltração da água e de resistir ao deslocamento e ao arraste de partículas pelo movimento da água. Fatores como a porosidade e o grau de agregação, influenciam diretamente na quantidade de água que consegue penetrar e na quantidade que escorre pela superfície. Algumas dessas características estão, de modo geral, ligadas à classificação dos diferentes tipos de solo (REIS *et al.*, 2006, apud VALLADARES *et al.*, 2012).

As rochas que aparecem na superfície do planeta apresentam diferentes aspectos devido a fatores como origem, composição, estrutura, textura, clima, relevo, cobertura vegetal e tempo geológico. A classificação das rochas leva em consideração sua origem, e podem ser divididas em três grupos: ígneas, formadas pela solidificação de magma no interior ou na superfície da Terra; sedimentares, formadas pela acumulação de partículas de rochas preexistentes, restos de seres vivos ou precipitação química na superfície; e metamórficas, que se formam no interior, sob altas temperaturas e pressão, por alteração de rochas ígneas ou sedimentares (MENEZES, 2013).

2.4 Métodos de avaliação da suscetibilidade à erosão

A avaliação de quão suscetível uma área é à erosão pode ser feita usando tanto análises quantitativas quanto critérios qualitativos. Essas abordagens quantitativas têm a vantagem de serem mais rápidas e econômicas na coleta de dados. No entanto, podem encontrar limitações, como possíveis imprecisões nos resultados e um maior grau de subjetividade na definição dos critérios de avaliação, entre outros fatores. A escolha do método ideal vai depender de vários aspectos, como o tamanho da área

em questão, a disponibilidade de informações necessárias e o nível de confiança que se deseja ter nos resultados (RANIERI, 1996).

A análise da distribuição espacial de dados é essencial para compreender fenômenos em diversas áreas do conhecimento, como saúde, meio ambiente, geologia, entre outras. O avanço dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), com pequeno investimento e interfaces disponíveis, proporcionou esse processo, permitindo a visualização de variáveis como indicadores, índices e mapas, através de uma base de dados e referências geográficas (CÂMARA *et al.*, 2004).

A abordagem espacial associada à análise multicritérios auxilia no planejamento do desenvolvimento, na ocupação e no uso do solo. Ela serve para estudar e escolher áreas que sejam adequadas para diferentes finalidades, levando em conta o potencial de causar impactos maiores ou menores, também é útil nas avaliações de impacto ambiental, que fazem previsões qualitativas e quantitativas desses efeitos, além de ajudar a determinar se uma área é adequada ou não para ocupação (PIMENTA *et al.*, 2019).

De acordo com Marins, Souza e Barros (2009), tomar uma decisão envolve escolher a melhor opção levando em conta o desempenho, as avaliações ou as expectativas, sempre considerando como os diferentes elementos se relacionam. Nesse processo, os métodos multicritérios são bastante úteis, especialmente quando surgem problemas mais complexos que não podem ser resolvidos só com a intuição, ajudando a tornar tudo mais claro e transparente. Esses métodos funcionam dividindo problemas difíceis em partes menores e mais fáceis. Essas partes podem ser subdivididas ainda mais até atingirmos o nível mais básico, e, a partir daí, estabelecer as conexões entre elas.

Entre os métodos de análise multicritérios mais apresentados e utilizados está o AHP. O método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um dos principais recursos usados para comparar diferentes variáveis. O método visa avaliar o quanto uma variável é mais ou menos importante em relação às outras, fazendo comparações uma a uma. Para isso, atribuindo valores de importância usando a escala que já foi definida previamente por Saaty (SAATY 1977 apud DOS SANTOS *et al.*, 2017).

Além dos métodos multicritérios citados anteriormente, existem alguns modelos empíricos e determinísticos. Esses modelos utilizam expressões matemáticas que representam diferentes aspectos da paisagem, como a topografia, as condições do clima, as características do solo e as práticas de conservação (FARINASSO *et al*, 2006).

2.5 Políticas públicas de conservação ambiental

A erosão do solo é um problema que vai além do meio ambiente, envolvendo questões políticas, econômicas e sociais. A maior parte da erosão está relacionada às ações humanas, o que exige que as políticas públicas considerem as desigualdades sociais e o impacto direto na vida de agricultores e produtores rurais, degradando as terras e assoreando rios. Para enfrentar essa questão, o Estado precisa atuar em diversos níveis, incluindo ajustes econômicos, além de reformulações nas leis e políticas agrícolas (GUERRA, 1994).

A conservação do meio ambiente no Brasil é conduzida por diversas políticas públicas e leis que têm como objetivo proteger nossos recursos naturais e incentivar um uso sustentável do território. Essas ações também buscam equilibrar o crescimento econômico com a preservação ambiental, especialmente em regiões de grande importância ecológica (BERNINI, 2019).

De acordo com Roque, Andrade e Alves (2025), a gestão ambiental ajuda a Administração Pública a cumprir sua responsabilidade de preservar e proteger os recursos naturais. Nesse contexto, a Política Nacional do Meio Ambiente, criada pela Lei nº 6.938/1981, tem um papel fundamental, uma vez que trouxe instrumentos importantes para a proteção do meio ambiente. Esses instrumentos incentivam o desenvolvimento de soluções que promovem a sustentabilidade, visando o crescimento econômico e social. Essas ferramentas estratégicas orientam a gestão ambiental em todas as esferas de governo, buscando melhorar a qualidade do meio ambiente, recuperar áreas degradadas e incentivar a preservação ambiental.

Conforme o Art 6º que trata do Sistema Nacional do Meio Ambiente e o Art 9º que trata dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981)

Art 6º - Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações

instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, assim estruturado:

I - órgão superior: o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais;

II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida;

III - órgão central: a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República, com a finalidade de planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;

IV - órgãos executores: o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes, com a finalidade de executar e fazer executar a política e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente, de acordo com as respectivas competências;

V - Órgãos Seccionais: os órgãos ou entidades estaduais responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;

VI - Órgãos Locais: os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições;

§ 1º - Os Estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaborarão normas supletivas e complementares

e padrões relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo CONAMA.

§ 2º Os Municípios, observadas as normas e os padrões federais e estaduais, também poderão elaborar as normas mencionadas no parágrafo anterior.

§ 3º Os órgãos central, setoriais, seccionais e locais mencionados neste artigo deverão fornecer os resultados das análises efetuadas e sua fundamentação, quando solicitados por pessoa legitimamente interessada.

§ 4º De acordo com a legislação em vigor, é o Poder Executivo autorizado a criar uma Fundação de apoio técnico científico às atividades do IBAMA.

Art 9º - São instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente:

I - o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II - o zoneamento ambiental;

III - a avaliação de impactos ambientais;

IV - o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V - os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

VI - a criação de espaços territoriais especialmente protegidos pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;

VII - o sistema nacional de informações sobre o meio ambiente;

VIII - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;

IX - as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

X - a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA;

XI - a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;

XII - o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais.

XIII - instrumentos econômicos, como concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros.

O Zoneamento Ambiental é uma ferramenta importante para proteger o meio ambiente, ajuda a organizar o uso do território, definindo áreas de acordo com o tipo de solo ou as características das construções. O principal objetivo é tomar decisões que garantam a preservação dos ecossistemas e a continuidade dos serviços ambientais (PEREIRA e WINCKLER, 2008).

O Zoneamento Ambiental ajuda a orientar decisões tanto do setor público quanto do setor privado. Ele reúne informações sobre o ambiente físico, a fauna e flora, a economia local e as instituições, para identificar as áreas com mais potencial ou mais vulneráveis. Além disso, busca promover uma gestão mais democrática e participativa, envolvendo o governo, as empresas e a sociedade civil. O objetivo é garantir a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, por meio de um planejamento que integre diferentes políticas públicas e o uso responsável do território (PAIVA E SANTOS, 2023).

Em Minas Gerais, há ferramentas específicas para cuidar do meio ambiente, como o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA). Esse sistema é coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento

Sustentável (SEMAD) e envolve órgãos como o Instituto Estadual de Florestas (IEF) e a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM). Essas instituições trabalham juntas na implementação de programas voltados à conservação, ao reflorestamento e ao uso sustentável dos recursos naturais.

2.6 Práticas de conservação do solo e da água

Segundo Coutinho *et al.* (2013), no Brasil, a ocupação do território ocorreu pela substituição da floresta nativa por atividades agropecuárias, muitas vezes explorando excessivamente os recursos naturais e prejudicando o meio ambiente. Esse processo resultou na perda de qualidade dos solos, erosão hídrica e na diminuição da disponibilidade de recursos hídricos, além de degradar as florestas e afetar espécies da fauna, flora e a população humana. As atividades humanas, como desmatamento e urbanização, alteram a dinâmica das bacias hidrográficas, causando problemas como erosão, assoreamento e enchentes. Para proteger esses recursos, o Código Florestal Lei nº 12.654, 2012 (BRASIL,2012), criou as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que devem manter a cobertura vegetal nativa para preservar recursos hídricos, solo e biodiversidade.

A manutenção das APPs é essencial para a conservação das bacias hidrográficas e para a gestão integrada dos recursos hídricos. A proteção dessas áreas contribui para a regulação do ciclo hidrológico, favorecendo a recarga dos aquíferos, a preservação da qualidade da água e a mitigação de processos erosivos. A supressão da vegetação nessas regiões para fins de expansão agrícola, gera impactos que dificultam o manejo sustentável da disponibilidade e do uso da água, (BORGES *et al.*, 2011).

Criar um modelo de gestão de águas envolve diversas dimensões, como política, cultura, meio ambiente e ciência, que estão ligadas e em constante evolução. Essas dimensões apresentam influência entre si, com o meio ambiente impactando culturas, políticas públicas transformando o ambiente, e mudanças culturais gerando novas políticas. A ciência desempenha um papel importante ao entender esses processos, explicar suas causas e propor melhorias fundamentadas, evidenciando que o mundo está sempre em transformação contínua (CAMPOS, 2013).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), determina que a administração da água deve ser descentralizada, executada no nível das bacias hidrográficas e dividida entre União, Estados e Municípios, por meio do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Ela estabelece instrumentos de gestão, como o Plano Nacional de Recursos Hídricos, a classificação das águas doces em categorias de qualidade, a concessão e a cobrança pelo uso da água, além do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, assegurando ampla participação da população. As bacias hidrográficas são vistas como unidades ideais para o planejamento e a gestão ambiental, uma vez que evidenciam como as atividades humanas e naturais afetam a qualidade e a quantidade da água. No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente, secretarias estaduais e Comitês de Bacia são responsáveis por essa planificação (PIZZELA, 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

O rio Piranga tem sua nascente no município de Ressaquinha, em Minas Gerais, a uma altitude de 1.220 m. Percorre aproximadamente 470 quilômetros e, ao se encontrar com o Ribeirão do Carmo, dá origem ao rio Doce. É composto pelos afluentes São Bernardo, Xopotó, Turvo Limpo e Oratórios (CONSÓRCIO ECOPLANLUME, 2010). Segundo Dias (2016), a área ocupada pela bacia hidrográfica do rio Piranga é de 17.571 quilômetros, com 52 municípios fazendo parte do território, todos em Minas Gerais, conforme apresentado na Figura 1.

regiões com relevo fortemente ondulado e montanhoso, sendo este último o mais frequente.

4.2. Aquisição e Pré-processamento de dados

4.2.1 Declividade

O mapa de declividade foi confeccionado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a partir dos dados do mapa de Modelo Digital de Elevação (MDE) do estado de Minas Gerais, disponibilizados pelo IDE-SISEMA, denominado “Declividade (6 classes)”, cujo mapa foi elaborado a partir da classificação temática, por níveis de altitude, do Modelo Digital de Elevação MDE extraído do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil TOPODATA, com área de pixel de 30 metros. Os dados dessa camada foram classificados em faixas de declividade seguindo a metodologia proposta pela EMBRAPA, 1989, sendo:

- Classe 1 – Plano (0 a 3%);
- Classe 2 – Suave ondulado (3 a 8%);
- Classe 3 – Ondulado (8 a 20%);
- Classe 4 – Forte ondulado (20 a 45%);
- Classe 5 – Montanhoso (45 a 75%); e
- Classe 6 – Escarpado (mais de 75%).

Entretanto, foi necessário reprojeter as suas coordenadas para o Sistema de Referência de Coordenadas - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SRC SIRGAS 2000) - Universal Transversa de Mercator (UTM) Zone 23S (EPSG:31983), que compreende a região analisada. Utilizou-se o datum SIRGAS 2000 para todo o trabalho de geoprocessamento, sendo possível elaborar o mapa de declividade da bacia do rio Piranga no programa QGIS. Para isso, adicionou-se a camada *raster* no projeto e fez-se o recorte da área de interesse com a ferramenta “Recortar Raster pela Camada de Máscara”. A máscara para realizar o recorte foi o *shapefile* da bacia do rio Piranga.

Para adicionar a escala de cores ao mapa, alterou-se o tipo de renderização do *raster* recortado e aplicou-se um gradiente predefinido do próprio arquivo, em que uma cor foi atribuída para cada valor de declividade identificado. Além disso, foi empregada a ferramenta “Sombreamento do complemento GDAL”, para facilitar a interpretação e prosseguiu-se com a exportação do mapa hipsométrico.

4.2.2 Pedologia

Para a identificação dos tipos de solos encontrados na bacia, realizou-se o download do arquivo *shapefile* denominado “Mapa de Solos de Minas Gerais”, que foi desenvolvido pela FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) em conjunto com a UFV (Universidade Federal de Viçosa) e disponibilizado no site da IDE-Sisema (Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos).

No software QGIS, adicionou-se a camada vetorial com a classificação dos solos de todo o estado e empregou-se a ferramenta “Recortar” para obter apenas a pedologia da bacia do rio Piranga. Em seguida, foi feita a reprojeção do vetor para o sistema de coordenadas SRC SIRGAS 2000 - UTM Zone 23S (EPSG:31983).

Na sequência, a camada em formato vetorial foi convertida para *raster* usando a ferramenta “Converter Vetor para Raster”. Essa etapa teve o objetivo de padronizar o formato dos dados e garantir que todas as variáveis utilizadas na integração multicritério fossem compatíveis. Para a rasterização, foi utilizada a mesma resolução espacial do *raster* “Uso e Cobertura do Solo”, que é de 30 metros.

4.2.3 Cobertura e uso do solo

Para obtenção do mapa de cobertura e uso do solo, inicialmente, fez-se o download do *raster*, denominado “Cobertura e Uso da Terra, Coleção 9 (1985 a 2023)” do estado de Minas Gerais idealizado pelo MapBiomias capturada pelo satélite Landsat 9, cuja resolução espacial é de 30 metros. No programa QGIS, as camadas das bandas foram adicionadas ao projeto, reprojetaas para o SRC SIRGAS 2000 - UTM Zone 23S (EPSG:31983).

Em seguida, para a classificação de uso e cobertura do solo, realizou-se o *download* do arquivo disponibilizado pelo MapBiomas. Esse arquivo traz as categorias de uso do solo, com uma simbologia padrão que ajuda a identificar cada uma delas na área de estudo.

Para gerar o *raster* com a classificação do uso e cobertura da bacia do rio Piranga, usou-se a ferramenta “Recortar Raster pela Camada de Máscara”, de forma a se delimitar a área da bacia e obter o arquivo de cobertura e uso do solo.

4.2.4 Pluviosidade

Para confecção do mapa de pluviosidade, utilizou-se os dados do banco climatológico *WorldClim – Global Climate Data*. Essa fonte fornece informações interpoladas de variáveis climáticas com base em séries históricas de estações meteorológicas de todo o mundo. Para este trabalho, foi utilizado os dados referentes ao período de 1970 a 2000, com uma resolução espacial de aproximadamente 1 km² (30 segundos).

Os arquivos *raster* que representam as médias mensais de precipitação foram baixados no formato GeoTIFF e depois, processados no software QGIS. Inicialmente, optou-se por fazer o recorte das camadas *rasters* pela camada de máscara correspondente ao limite da bacia hidrográfica do rio Piranga, de modo a delimitar os dados da área de estudo e conseqüentemente reduzir o tamanho do arquivo para facilitar o cálculo da média anual. O cálculo da média de pluviosidade foi realizado através da ferramenta “Calculadora Raster”, somando-se os doze *rasters* mensais, obtendo-se assim o *raster* da precipitação média anual na bacia do rio Piranga.

O *raster* calculado foi, então, reprojetoado para o Sistema de Referência de coordenadas SRC SIRGAS 2000-UTM Zone 23S (EPSG:31983).

4.3 Reclassificação dos Mapas

Após a obtenção das camadas de pluviosidade, declividade, pedologia, e uso e cobertura do solo foi realizada a reclassificação dos valores de cada critério. Para isso,

foi criado um questionário de avaliação de áreas susceptíveis à erosão na bacia do rio Piranga, onde especialistas com atuação nas áreas de hidrologia e geotecnia, considerando sua experiência técnica relacionada a processos erosivos e dinâmica do solo, atribuíram notas para cada critério avaliado. O questionário encontra-se no APÊNDICE A.

O questionário, organizado em um formulário eletrônico, foi enviado para 20 especialistas obtendo 14 respostas. Essa abordagem deixou a análise mais confiável, levando em conta as comparações entre as variáveis, que foi realizada com base em conhecimentos técnicos e experiências práticas. Para a reclassificação dos mapas, foram atribuídas notas variando de 1 a 5, em que valores maiores representam maior impacto para causar erosão e valores menores indicam menor impacto dentro de cada critério. A seguir são apresentadas as tabelas com as notas usadas para reclassificação dos mapas.

A Tabela 1 mostra os valores utilizados para homogeneização dos critérios de precipitação pluviométrica, estabelecidos com base na avaliação dos especialistas. Às faixas de precipitação anual foram atribuídas notas que aumentam conforme o volume de chuva, variando de 1 a 5. A precipitação entre 700 e 800 (mm/ano) receberam a menor nota, enquanto a precipitação maior que 1.250 (mm/ano) recebeu a nota máxima, indicando um maior potencial de contribuição para o processo erosivo.

Tabela 1: Valores adotados para o critério de Precipitação pluviométrica segundo os especialistas (AUTOR, 2025).

PRECIPITAÇÃO (mm/ano)	Nota
700 – 800 (mm/ano)	1
800 – 950 (mm/ano)	2
950 – 1050 (mm/ano)	3
1050 – 1250 (mm/ano)	4
> 1250 (mm/ano)	5

Na Tabela 2 é apresentado os valores adotados para homogeneização dos critérios de declividade. As diferentes classes de declividade receberam notas de 1 a 5, conforme a inclinação do terreno. Percebe-se que áreas com declividades entre 0

e 3% receberam a menor pontuação, enquanto encostas com mais de 45% de inclinação foram atribuídas a nota máxima, indicando maior chance à processos erosivos.

Tabela 2: Valores adotados para o critério de Declividade segundo os especialistas (AUTOR, 2025).

DECLIVIDADE (%)	Nota
0 – 3 %	1
3 – 8 %	2
8 – 20 %	3
20 – 45 %	4
> 45 %	5

A homogeneização dos critérios dos dados de pedologia (Tabela 3) foi estabelecida a partir das notas dos especialistas quanto à vulnerabilidade de cada classe pedológica aos processos erosivos. Solos como afloramento rochoso foi caracterizado com maior resistência superficial, e, recebeu nota 1, caracterizando menor suscetibilidade a erosão, enquanto classes com menor grau de desenvolvimento de formação do solo e maior suscetibilidade à desagregação, como os Neossolos, que foi associada com maior suscetibilidade aos processos erosivos recebendo nota 5.

Latossolos e Cambissolos foram classificados em níveis intermediários de suscetibilidade, refletindo diferenças em sua estrutura, recebendo notas 2 e 3 respectivamente. Já os Argissolos receberam nota 4, caracterizando elevado nível de suscetibilidade aos processos erosivos.

Tabela 3: Valores adotados para o critério de Pedologia segundo os especialistas (AUTOR, 2025).

PEDOLOGIA (TIPO DE SOLO)	Nota
Afloramento Rochoso	1
Latossolo	2
Cambissolo	3
Argissolo	4
Neossolo	5

A Tabela 4 apresenta as notas das diferentes áreas de uso e cobertura do solo levou em conta o papel que a vegetação desempenha na proteção da superfície e também o grau de interferência feita pelo homem. Áreas cobertas por florestas ou vegetação natural receberam a menor nota, 1.

Por outro lado, locais com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, como áreas urbanas impermeabilizadas, regiões de mineração e ambientes arenosos, receberam as maiores pontuações, notas 4 e 5, indicando maior risco de erosão. Já as áreas intermediárias, como pastagens e zonas agrícolas, ficaram em níveis médios de risco, refletindo diferentes práticas de manejo e o quanto essas áreas protegem o solo.

Tabela 4: Valores adotados para o critério de Uso e Cobertura do Solo segundo os especialistas (AUTOR, 2025).

USO E COBERTURA DO SOLO	Nota
Floresta / Vegetação Natural	1
Outras Áreas não vegetadas (Rios, Lagos, Afloramento Rochoso)	2
Pastagem / Agricultura	3
Área urbana sem vegetação	4
Praia, Duna e Areal / Mineração	5

A reclassificação foi executada no software QGIS, utilizando a ferramenta “Reclassificar por Tabela”, conforme os intervalos definidos a partir das respostas obtidas pelo questionário.

Após a reclassificação, o mapa de precipitação foi convertido em polígonos usando a ferramenta “Converter Raster para Vetor”, em seguida o polígono foi rasterizado novamente através da ferramenta “Converter Vetor para Raster” fazendo com que o *raster* ficasse com a resolução espacial de 30 metros.

4.4 Análise Multicritério

Para a análise das áreas com maior susceptibilidade à erosão, utilizou-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que permite a avaliação multicritério, incluindo diferentes fatores que contribuem para a erosão do solo, como, precipitação, declividade, pedologia, e, uso e cobertura.

Os pesos de importância de cada fator no método AHP foram definidos com o apoio de especialistas, o que garantiu que as variáveis refletissem de forma adequada os principais fatores que influenciam a erosão na bacia hidrográfica do rio Piranga.

A etapa do procedimento foi baseada na relevância dos critérios estabelecidos, em que os mesmos foram comparados entre si. A definição das importâncias relativas aos atributos no processo de suscetibilidade à erosão é obtida por meio da Tabela 5, onde está apresentada a escala fundamental de Saaty (1991). A matriz final para cruzamento dos critérios pode ser observada na Tabela 6.

Tabela 5: Escala Fundamental Adaptado de Saaty (1980).

Grau de Importância	Recíproca	Definição
1	1	Iguais em importância
2	1/2	Intermediário
3	1/3	Importância moderada
4	1/4	Intermediário
5	1/5	Mais importante
6	1/6	Intermediário
7	1/7	Muito mais importante
8	1/8	Intermediário
9	1/9	Extremamente importante

Tabela 6: Matriz de Comparação Adaptado de Saaty (1980).

MATRIZ DE COMPARAÇÃO				
CRITÉRIOS	Pluviosidade	Declividade	Pedologia	Uso e Cobertura
Pluviosidade	1	1/3	1/5	1/7
Declividade	3	1	1/3	1/5
Pedologia	5	3	1	1/3
Uso e Cobertura	7	5	3	1

Essa matriz mostra o quanto o critério da coluna da esquerda é mais importante em relação a cada critério correspondente na linha de cima. Quando ela compara um critério com ele mesmo, o único valor possível é 1. Para confirmar se os pesos estatísticos calculados são aceitáveis, os pesos passam por uma análise de consistência (RC) que, de acordo com Saaty (1991), deve apresentar valor menor do que 0,1 e é obtida pela (Equação 1):

$$RC = \frac{CI}{RI} \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que:

CI é o Índice de consistência;

RI é o índice de consistência randômica

O índice de consistência (CI) mostra o quão próximo o valor máximo próprio $\lambda_{\text{máx}}$ da matriz está da sua ordem (n) onde n é o número de elementos pertencentes a esta matriz (MARINS, SOUZA e BARROS, 2009). Ele pode ser calculado usando a (Equação 2). Quanto mais próximo o $\lambda_{\text{máx}}$ estiver de n, mais consistentes são as comparações feitas. Já o RI, que aparece na

Tabela 7, é um valor que foi definido com base em experimentos, seguindo a escala básica proposta por Saaty (1991).

$$CI = \frac{(\lambda_{\text{máx}} - n)}{(n - 1)} \quad \text{(Equação 2)}$$

O Valor $\lambda_{\text{máx}}$ é encontra através da (Equação 3).

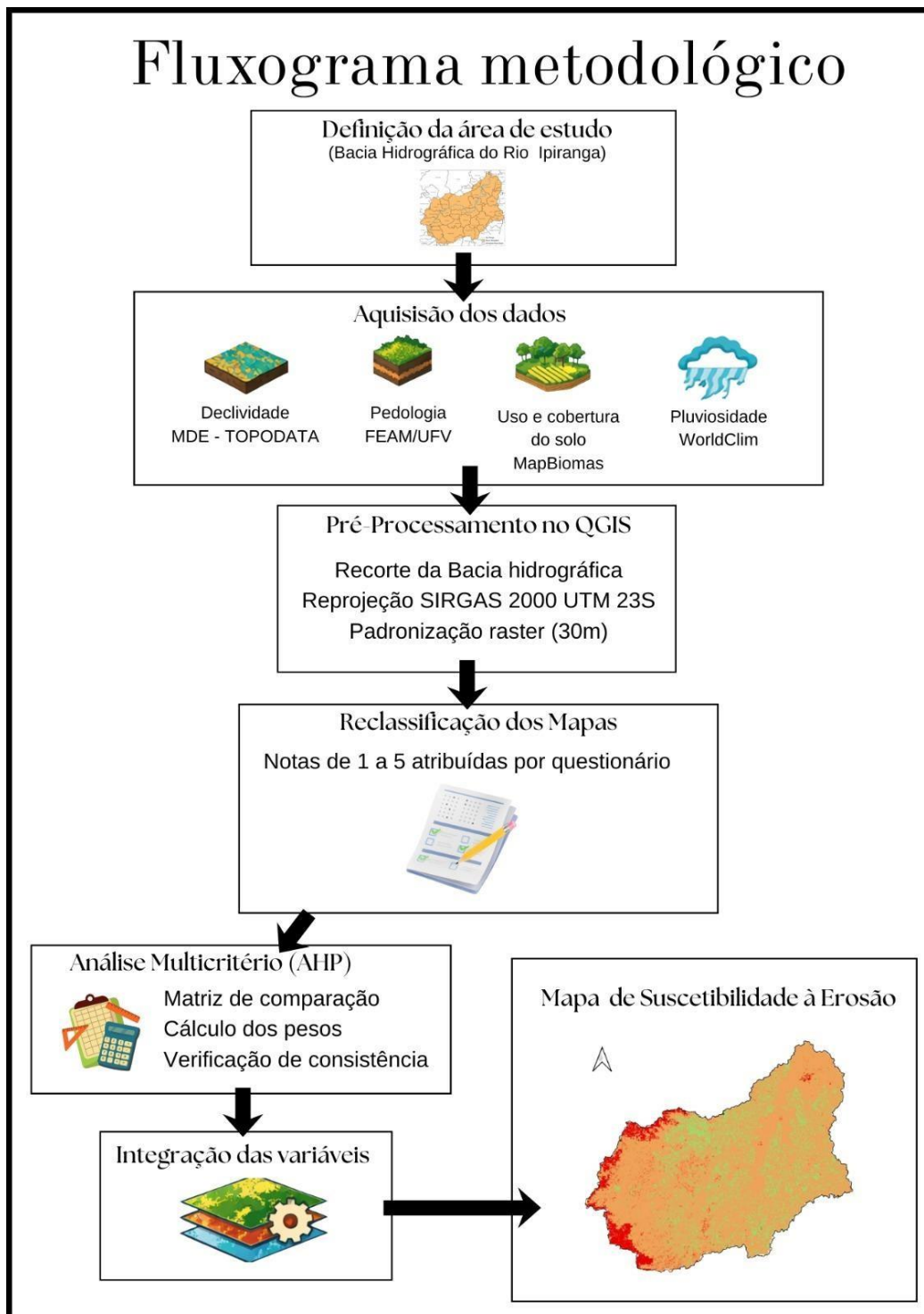
$$\lambda_{\text{máx}} = \text{Média} \frac{\text{Soma dos Pesos}}{\text{Pesos}} \quad \text{(Equação 3)}$$

Tabela 7: Valores do RI para matrizes de diferentes tamanhos (Adaptado de Saaty, 1991).

Valores do RI para matrizes de diferentes tamanhos										
n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,35	1,41	1,45	1,49

A Figura 2 apresenta o fluxograma das etapas metodológicas utilizadas no estudo, desde a aquisição das variáveis declividade, pedologia, uso e cobertura do solo e pluviosidade até a geração do mapa final de suscetibilidade à erosão.

Figura 2: Fluxograma das Etapas Metodológicas (AUTOR, 2025).



5. RESULTADOS

O método AHP foi utilizado para determinar os pesos estatísticos de acordo com as respostas dos especialistas e com base nas características das variáveis. Os valores atribuídos pelos especialistas estão apresentados Tabela 8 e foram utilizados para compor a matriz de comparação par-a-par do AHP. Nas comparações, a precipitação foi considerada moderadamente mais importante que a declividade e que a pedologia e recebeu peso 3, e foi avaliada como igualmente importante ao critério de uso e cobertura e recebeu peso 1. A declividade foi considerada moderadamente mais influente que a pedologia e recebeu peso 3, e igualmente ao uso e cobertura e recebeu peso 1. Por sua vez, a pedologia recebeu menor importância quando comparada ao uso e cobertura, com valor 1/3, indicando que, no entendimento dos especialistas, o uso e cobertura exerce maior influência sobre a suscetibilidade à erosão do que a característica pedológica. Esses julgamentos foram inseridos na matriz AHP para o cálculo dos pesos finais, os quais foram verificados quanto à consistência e mantiveram a razão de consistência dentro dos limites aceitáveis abaixo de 10%, o que indica a consistência no método.

Tabela 8: Ponderação dos principais componentes que influenciam a suscetibilidade à erosão na Bacia Hidrográfica do Rio Piranga, com base na avaliação de especialistas (AUTOR, 2025).

CRITÉRIOS	Pluviosidade	Declividade	Pedologia	Uso e Cobertura	Peso
Prec Pluviométrica	1	3	3	1	0,384
Declividade	1/3	1	3	1	0,228
Pedologia	1/3	1/3	1	1/3	0,097
Uso e Cobertura	1	1	3	1	0,291

Com base na matriz, foi calculado o índice de consistência (CI) conforme a (Equação 1, o índice de razão de consistência (RC), conforme (Equação 2, e o autovalor máximo $\lambda_{\text{máx}}$, conforme a (Equação 3. Os valores obtidos para o CI foi de

0,051, enquanto o RC apresentou valor de 0,057, inferior ao limite de 10% recomendado na literatura, indicando consistência aceitável dos julgamentos realizados pelos especialistas. O autovalor máximo calculado foi de 4,154.

De acordo com as variáveis de precipitação, declividade, pedologia, e uso e ocupação do solo, foi confeccionado o mapa de suscetibilidade à erosão da bacia do Rio Piranga. O cálculo utilizado está representado pela (Equação 4. Nesse modelo, foram atribuídos os pesos estatísticos e calculados de acordo com avaliação dos especialistas de acordo com cada variável e verificados anteriormente, considerando o grau de influência de cada variável no processo de erosão.

$$\text{Suscetibilidade erosiva} = (\text{PrecPluv} * 0,384) + (\text{Pedol} * 0,097) + (\text{Uso} * 0,291) + (\text{Decliv} * 0,228)$$

(Equação 4)

Em que:

PrecPluv = Precipitação Pluviométrica

Pedol = Pedologia

Uso = Uso e Ocupação do Solo

Decliv = Declividade

Os pesos obtidos pelo método AHP indicados na Tabela 8, maior influência da variável Precipitação Pluviométrica, com peso de 0,384, seguida pela Uso e Cobertura do Solo (0,291), Declividade (0,228) e Pedologia (0,097). Esses valores refletem a importância relativa de cada variável no processo de suscetibilidade à erosão da bacia do rio Piranga.

Os tópicos a seguir apresentam os mapas obtidos depois da aplicação dos métodos descritos.

5.1 Carta de Precipitação Pluviométrica

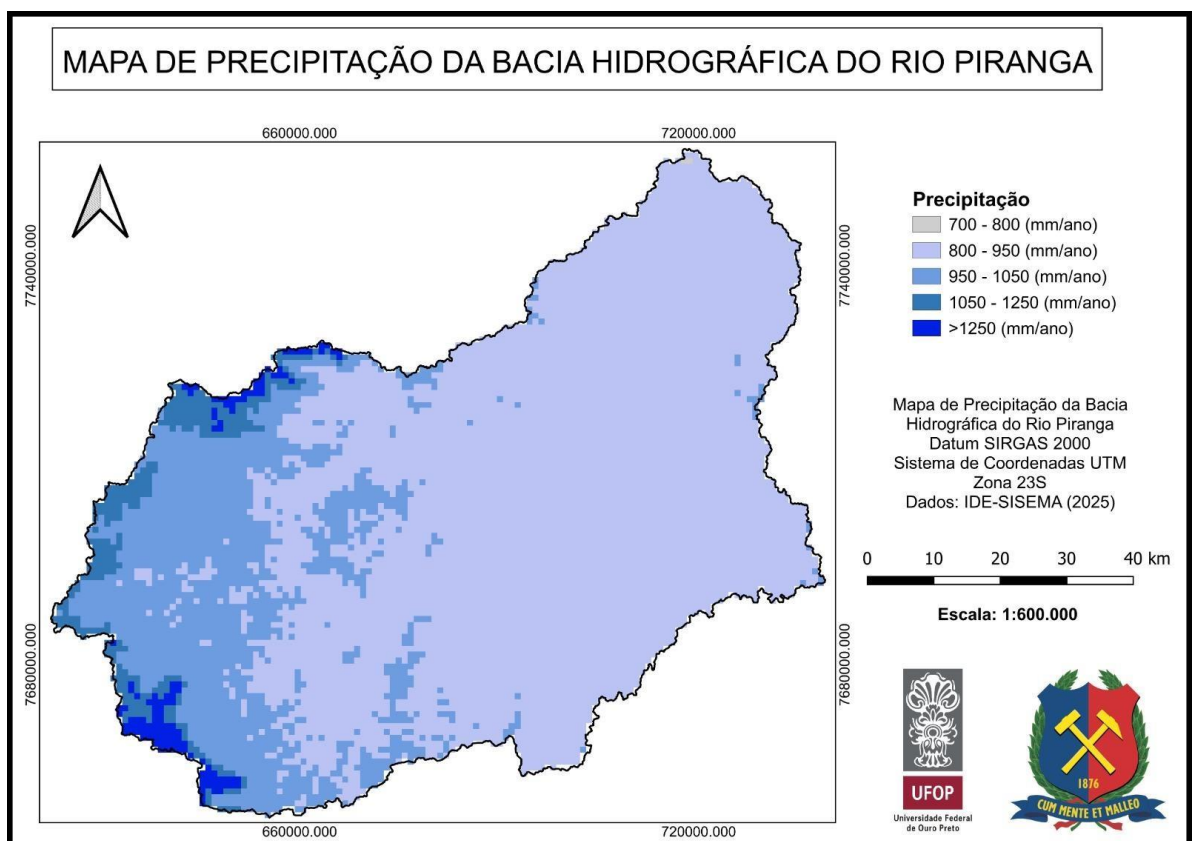
A análise do mapa de precipitação da bacia hidrográfica do rio Piranga mostra que os totais de chuva ao longo do ano variam bastante, ficando entre 700 mm e mais de 1250 mm. Na maior parte da área estudada, a maioria das regiões apresenta uma

precipitação intermediária, especialmente entre 800 e 950 mm por ano, o que indica um padrão climático relativamente uniforme na maior parte da bacia.

As regiões onde chove mais estão próximas às nascentes do rio Piranga, geralmente nas áreas de maior altitude. Isso acontece porque o relevo mais elevado favorece a formação de nuvens e a ocorrência de chuvas mais intensas. Já nas áreas mais baixas, principalmente nas regiões médias e inferiores da bacia, os totais de chuva são menores, predominando as classes de menor precipitação.

Do ponto de vista geomorfológico, a maior concentração de chuva nas áreas de cabeceira influencia diretamente a dinâmica da água na bacia. Essa concentração de chuvas aumenta o volume de escoamento superficial e a energia dos fluxos de água nessas regiões.

Figura 3: Mapa de Precipitação da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).



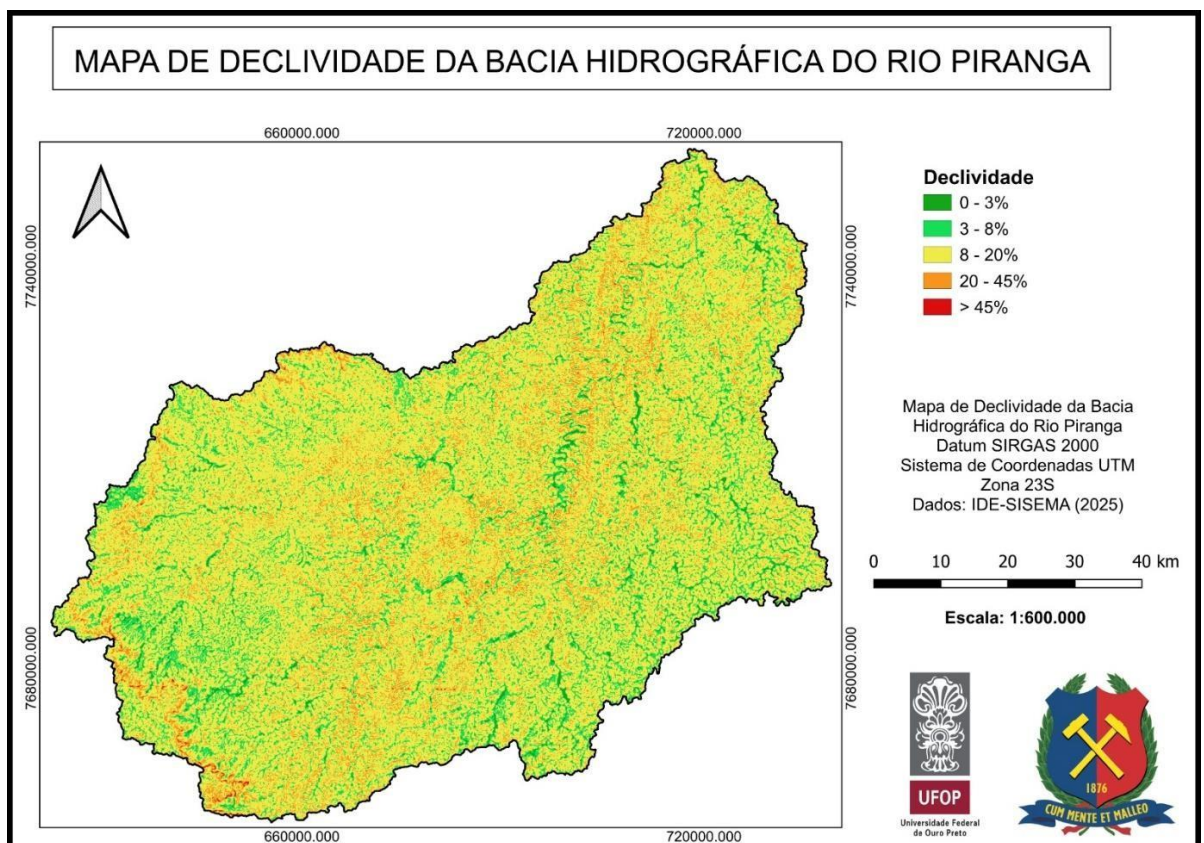
5.2 Carta de Declividade

O mapa de declividade da bacia hidrográfica do rio Piranga mostra que a maior parte do relevo é composta por áreas suavemente onduladas ou com ondulações mais leves. As classes de declividade entre 3% e 20% são as mais comuns e estão distribuídas de forma bastante uniforme por toda a bacia.

Já as áreas com declividades mais acentuadas, acima de 20%, aparecem de forma pontual e concentrada, principalmente em setores com encostas mais íngremes, vales encaixados e regiões onde o relevo é mais dissecado. Essas áreas são mais frequentes nas regiões da cabeceira da bacia e onde a rede hidrográfica é mais densa, indicando que fatores estruturais e processos erosivos têm maior influência nessas zonas.

Por outro lado, as áreas com declividade de baixa inclinação (de 0 a 3%) estão localizadas em fundos de vale ou em superfícies mais planas. Essas regiões facilitam a infiltração da água no solo e reduzem a velocidade do escoamento superficial.

Figura 4: Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).



5.3 Carta de Pedologia

Após a plotagem do mapa pedológico no software QGIS, foi possível identificar os principais tipos de solos presentes na Bacia Hidrográfica do Rio Piranga, conforme descritos na Tabela 9. Observou-se a predominância de unidades associadas aos Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Latossolos Vermelhos Distróficos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Cambissolos Háplicos, distribuídos de acordo com as características do relevo e da paisagem da área de estudo.

Destacam-se as unidades LVAd1 a LVAd6, correspondentes aos Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos típicos, com horizonte A moderado e textura predominantemente argilosa a muito argilosa, associados a relevo ondulado a forte ondulado. Também são observadas as unidades LVd1 a LVd3, classificadas como Latossolos Vermelhos Distróficos típicos, que ocorrem principalmente em áreas de relevo ondulado e forte ondulado, apresentando textura argilosa a muito argilosa.

Os Argissolos estão representados pelas unidades PVAe1 e PVD1, correspondendo aos Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos e Argissolos Vermelhos Distróficos típicos, respectivamente. Esses solos apresentam horizonte A moderado, textura argilosa e estão associados a relevo ondulado a forte ondulado, ocorrendo de forma mais localizada no mapa pedológico.

Os Cambissolos Háplicos, representados pelas unidades CXbd1 e CXbe1, também foram identificados no mapa pedológico. Esses solos caracterizam-se por menor grau de desenvolvimento pedogenético, horizonte A moderado e textura média a média/argilosa, estando associados principalmente a áreas de relevo montanhoso.

Segundo Sartori, Lombardi Neto e Genovez (2005), os Latossolos são solos profundos, bem desenvolvidos, com elevada porosidade e boa capacidade de infiltração de água, o que contribui para menor escoamento superficial direto. Já os Argissolos apresentam diferenciação textural no perfil, com horizonte B textural bem definido, enquanto os Cambissolos possuem perfis menos desenvolvidos, refletindo ambientes de maior instabilidade geomorfológica.

Figura 5: Mapa Pedológico da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).

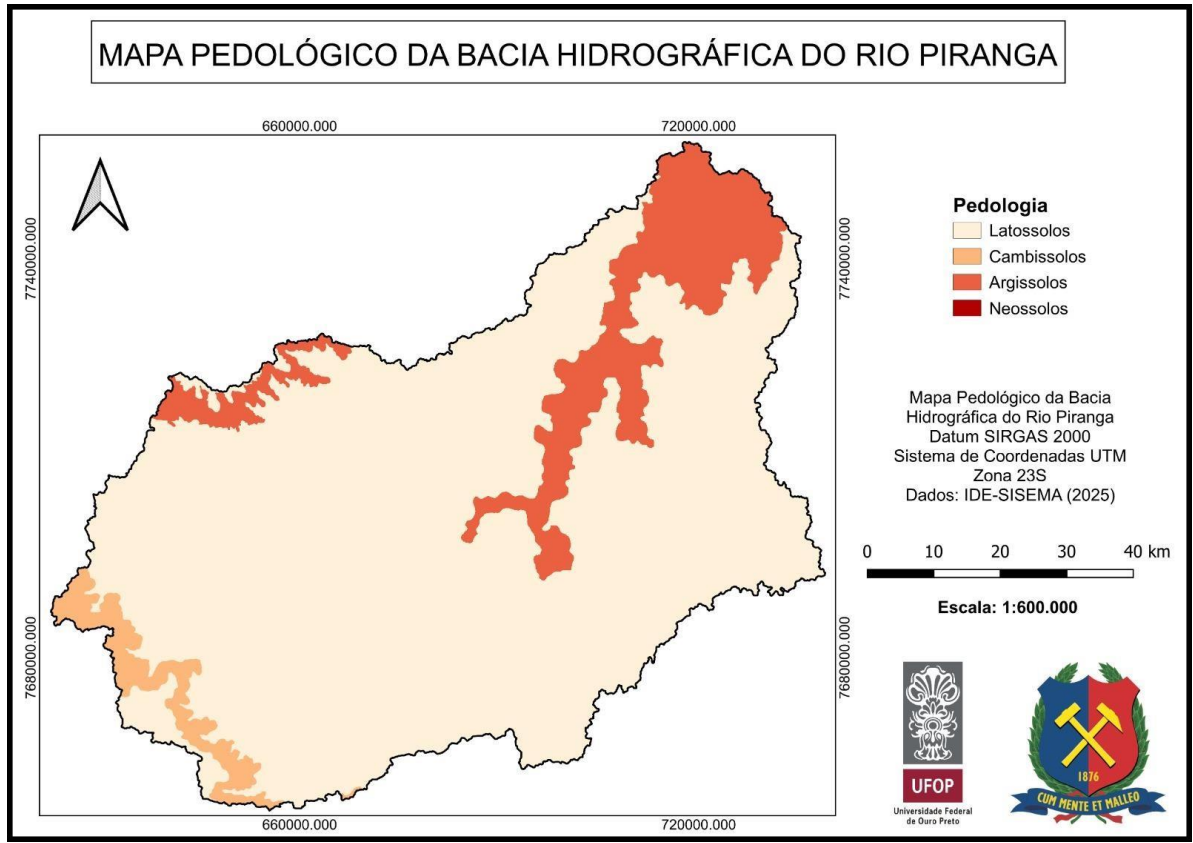


Tabela 9: Unidades Pedológicas Bacia Rio Piranga (Adaptado de CAMARGO, 2012).

Unidade de Mapeamento	Descrição
CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico, A moderado, textura média, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso (50%)
CXbe1	CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico típico, A moderado, textura média/argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo montanhoso (70%)
LVA _{d1}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado (35%)
LVA _{d2}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado (45%)
LVA _{d3}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado (50%)
LVA _{d4}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado/forte ondulado (50%)
LVA _{d5}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado/forte ondulado (60%)
LVA _{d6}	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa/muito argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado/montanhoso (50%)
LV _{d1}	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado (30%)
LV _{d2}	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura muito argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado/montanhoso (35%)
LV _{d3}	LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado (50%)
PVA _{e1}	ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo ondulado (40%)
PV _{d1}	ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico, A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo forte ondulado (50%)

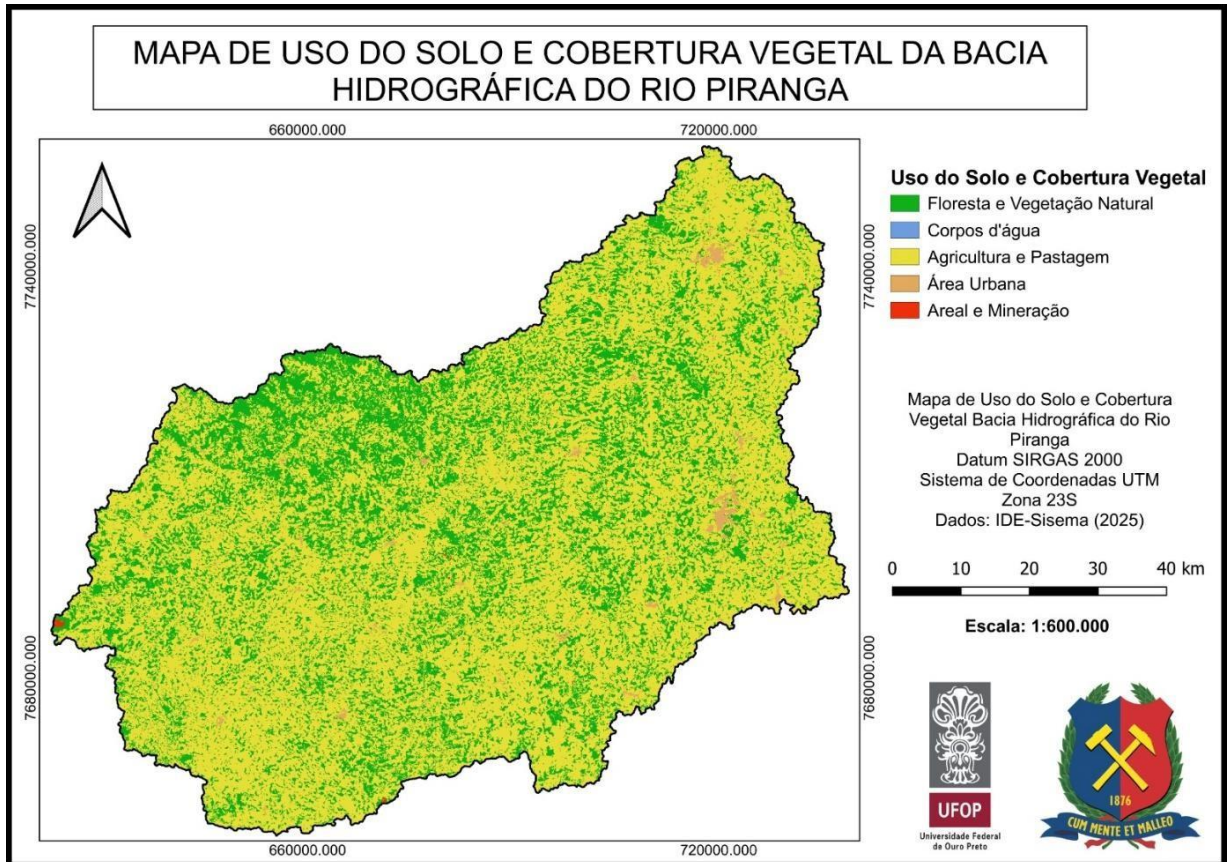
5.4 Carta de Uso e Cobertura Vegetal

O mapa de uso do solo e cobertura vegetal da bacia hidrográfica do rio Piranga mostra que a maior parte da área é ocupada por atividades agropecuárias, principalmente agricultura e pastagem, que se espalham de forma contínua por grande parte da região. Essa configuração reflete a história de ocupação da zona, marcada pela atividade rural e pela substituição parcial da vegetação nativa.

Já as áreas de floresta e vegetação natural aparecem de forma mais fragmentada, concentrando-se principalmente em regiões de relevo mais irregular, encostas íngremes e próximas aos cursos d'água. Essas áreas preservadas são essenciais para proteger o solo, ajudando a reduzir o impacto das chuvas, melhorando a infiltração de água e contribuindo para a estabilidade das encostas.

Os corpos d'água estão distribuídos de forma mais ou menos linear ao longo da rede de drenagem principal e de seus afluentes. Já as áreas urbanas, além das zonas de areal e mineração, aparecem de maneira pontual e restrita, mas com um grande potencial de alterar as condições naturais do solo. Nessas regiões, a retirada da vegetação e o aumento de áreas impermeabilizadas tendem a intensificar o escoamento superficial e a degradar os solos.

Figura 6: Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).



5.5 Carta de Suscetibilidade à Erosão

O mapa de suscetibilidade à erosão da bacia hidrográfica do rio Piranga mostra que as classes de média e alta suscetibilidade predominam, espalhadas de forma contínua por grande parte da área estudada. Essa distribuição reflete a interação entre diferentes fatores considerados no modelo, que foram ponderados de acordo com os pesos definidos pelo método AHP. Isso indica que tanto as condições naturais quanto as ações humanas contribuem para facilitar processos erosivos na região.

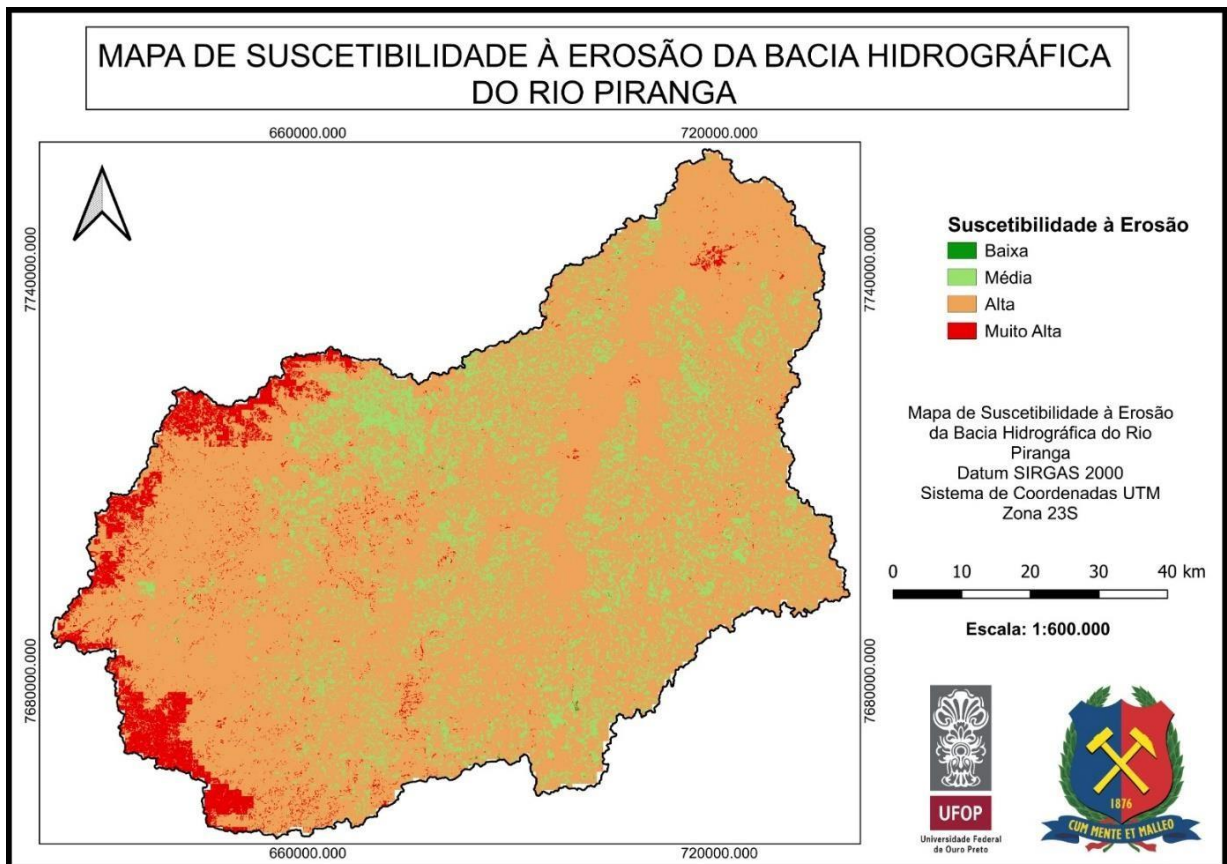
As áreas com risco muito alto de erosão estão concentradas principalmente em pontos específicos da bacia, especialmente nas regiões de cabeceira e em locais com relevo mais acentuado, maior altitude, além de regiões onde há maior declividade. Nessas áreas, a combinação de chuvas intensas, relevo irregular e cobertura vegetal

reduzida favorece o aumento do escoamento superficial e a perda de partículas do solo.

As áreas de alta suscetibilidade estão bastante espalhadas pelo espaço, especialmente em regiões onde predominam atividades agropecuárias. Nesses locais, a substituição da vegetação natural reduz a proteção do solo, tornando-o mais vulnerável. Mesmo em áreas com declives moderados, a combinação de uso inadequado do solo e características do solo menos favoráveis aumenta o risco de processos erosivos.

Por outro lado, as regiões com média suscetibilidade aparecem de forma mais pontual e dispersa. As regiões com classificação de média suscetibilidade está localizada em áreas com declives mais suaves, cobertura vegetal mais densa e menor influência de fatores climáticos que favorecem a erosão. Essas áreas funcionam como zonas relativamente mais estáveis dentro da bacia, apresentando menor tendência à degradação do solo.

Figura 7: Mapa Suscetibilidade a Erosão da Bacia Hidrográfica do rio Piranga (AUTOR, 2025).



6. DISCUSÃO

A análise da suscetibilidade à erosão hídrica na bacia hidrográfica do rio Piranga demonstrou predominância das classes de média e alta suscetibilidade, com ocorrência pontual de áreas classificadas como muito alta suscetibilidade, especialmente nas regiões de cabeceira e em setores com maiores declividades. Esse padrão espacial evidencia a forte influência da interação entre fatores naturais — como precipitação e relevo — e fatores antrópicos, principalmente o uso e cobertura do solo.

Os pesos obtidos pelo método AHP indicaram maior influência da precipitação pluviométrica (0,384), seguida pelo uso e cobertura do solo (0,291), declividade (0,228) e pedologia (0,097). Tal hierarquização demonstra que, no contexto da bacia estudada, os especialistas atribuíram maior relevância ao regime pluviométrico como

fator desencadeador dos processos erosivos, especialmente considerando a concentração de chuvas nas áreas de maior altitude, onde também se observam declividades mais acentuadas. Essa combinação intensifica o escoamento superficial e aumenta a energia do fluxo hídrico, favorecendo a remoção de partículas do solo.

Ao comparar esses resultados com o estudo de Camargo (2012), observa-se convergência quanto à predominância de áreas classificadas em níveis elevados de suscetibilidade à erosão. No trabalho de Camargo, aproximadamente 86% da bacia foi enquadrada nas classes alta e muito alta suscetibilidade. Embora as metodologias apresentem diferenças especialmente quanto aos critérios de ponderação e estruturação da análise multicritério ambos os estudos identificam um cenário de elevada vulnerabilidade ambiental na bacia do rio Piranga.

As semelhanças entre os resultados podem ser explicadas, primeiramente, pelo fato de ambos os trabalhos utilizarem variáveis estruturais semelhantes, como declividade, pedologia, uso do solo e precipitação. Mesmo que os pesos atribuídos e os procedimentos de normalização tenham variado, os condicionantes geomorfológicos e climáticos da bacia permanecem os mesmos, o que tende a conduzir a padrões espaciais semelhantes. A concentração de áreas suscetíveis nas cabeceiras e em regiões com relevo dissecado confirma a forte influência do controle morfoestrutural sobre os processos erosivos.

Entretanto, possíveis diferenças na proporção das classes podem estar associadas a fatores metodológicos específicos. No presente estudo, a ponderação foi baseada em questionário aplicado a especialistas, com verificação de consistência pelo método AHP, assegurando coerência nos julgamentos. Já no estudo de Camargo, embora também tenha sido utilizada análise multicritério em ambiente SIG, a estrutura de ponderação e os critérios de classificação podem ter seguido lógica distinta, influenciando a distribuição final das classes. Além disso, diferenças na resolução espacial dos dados, na base cartográfica utilizada e no período de referência do uso e cobertura do solo podem alterar significativamente o resultado final do modelo.

Outro ponto relevante é a maior valorização atribuída ao uso e cobertura do solo no presente trabalho em relação à pedologia. Esse aspecto indica uma abordagem mais voltada à influência antrópica na dinâmica erosiva, enquanto estudos que atribuem maior peso às características pedológicas tendem a enfatizar a

suscetibilidade natural do terreno. Assim, mesmo com metodologias distintas, os resultados podem convergir quando os fatores estruturais da paisagem exercem forte controle sobre os processos geomorfológicos.

Do ponto de vista do planejamento territorial, os dois estudos reforçam a necessidade de adoção de estratégias de manejo conservacionista, especialmente nas áreas de cabeceira e nas zonas de relevo mais acentuado. A predominância de classes médias e altas de suscetibilidade indica que a bacia apresenta fragilidade ambiental significativa, exigindo políticas públicas voltadas à recuperação de áreas degradadas, manutenção da cobertura vegetal e controle do uso agrícola em encostas.

Apesar das diferenças metodológicas, há coerência entre os padrões espaciais identificados nos dois estudos, o que reforça a robustez dos resultados obtidos e a consistência do modelo aplicado. As pequenas divergências observadas podem ser atribuídas às especificidades da ponderação dos critérios, à escala de análise e às bases de dados utilizadas, mas não comprometem a interpretação geral da vulnerabilidade da bacia do rio Piranga frente aos processos erosivos.

7. CONCLUSÃO

Através do estudo que avaliou a suscetibilidade à erosão da bacia hidrográfica do rio Piranga, conclui-se que grande parte da área de estudo apresenta condições favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos, com predominância das classes média e alta suscetibilidade. Esse resultado indica que a bacia, de modo geral, possui elevada vulnerabilidade à erosão hídrica, sobretudo em função da combinação entre características naturais do relevo, regime pluviométrico, pedologia e formas de uso e ocupação do solo

Destaca-se que a metodologia utilizada tem potencial para ser aplicada em outras bacias hidrográficas. Ela pode ser ajustada conforme a disponibilidade de dados e as características específicas de cada local. Para estudos futuros, recomenda-se incluir informações adicionais, como dados sobre a intensidade das chuvas, práticas de manejo do solo e validações em campo. Isso ajudará a aumentar a precisão dos

resultados e contribuirá para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes na prevenção e controle da erosão em escala regional.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BARBOSA P. G.; ALMEIDA, S. A. B. Análise da implementação do zoneamento ecológico econômico no tocantis a partir da divisão dos atores locais. **Geosul**, v. 38, n. 87, 2023.

BASTOS, C. A. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados.**, 1999.

BERNINI, C. I. Políticas de conservação ambiental no Brasil e a mercadificação da natureza. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), v. 23, n. 3, p. 662-681, 2019.

BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Manual técnico de manejo e conservação do solo e água. Campinas: CATI, 1993a. v.1: **Embasamento técnico do Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas**. (CATI. Manual Técnico, 38).

BORGES, L. A. C. et al. **Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira**. **Ciência Rural**, v. 41, p. 1202-1210, 2011.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 28 de Outubro de 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 25/02/2026

CALDAS, V. I. S. P.; SILVA, A. S.; SANTOS, J.P.C.; Suscetibilidade a Erosão dos Solos da Bacia Hidrográfica Lagos São João, no Estado do Rio de Janeiro Brasil, a

partir do Método AHP e Análise Multicritério. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.12, n.04 (2019) 1415-1430.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M.; FUCKS, S. D., & CARVALHO, M. S. Análise espacial e geoprocessamento. Análise espacial de dados geográficos. Brasília: **EMBRAPA**, 21-54. (2004).

CAMARGO R. A. **Avaliação da suscetibilidade à erosão e proposição de zoneamento estratégico com vistas à sustentabilidade da bacia hidrográfica do rio Piranga, MG**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Universidade Federal de Viçosa. Março 2012.

CAMPOS, J. N. B. A gestão integrada dos recursos hídricos: uma perspectiva histórica. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, [s.l.], v. 1, n.1, p. 111-121, 2013.

CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. São Paulo: **Contexto**, 1991.

CASTRO, L. G.; COGO, NEROLI. P.; VOLK, L. B. S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 339-352, 2006.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; & MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, 30(2), 241–248, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200011>

CARNEIRO, C. D. R.; GONÇALVES, P. W.; LOPES, O. R. O ciclo das rochas na natureza. **Terrae didática**, v. 5, n. 1, p. 50-62, 2009.

CASSOL, E. A.; LIMA, V. S. de. Erosão em entressulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 117-124, 2003.

COGO, N. P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 743-753, 2003.

CONSÓRCIO ECOPLAN-LUME. **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Piranga - PARH**

Piranga. IGAM. [S.l.], p. 127. 2010.

COUTINHO, L. M.; et al. **Usos da terra e Áreas de Preservação Permanente (APP) na bacia do rio da Prata, Castelo-ES. Floresta e Ambiente**, v. 20, p. 425-434, 2013.

DA SILVA, M. S. L. et al. Estudos da erosão. **EMBRAPA-CPATSA**, 1995.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. de F., & MARIA, I. C. D. **Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo**. *Bragantia*, 74(2), 224–233, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0363>

DIAS, D. N. **Proposição de Diretrizes para a Efetivação do Enquadramento do Rio Piranga na Bacia do Rio Piranga em Minas Gerais. Universidade Federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte, p. 79. 2016

DOS SANTOS, J. P. et al. **Susceptibilidade à erosão no Rio Gualaxo do Norte–MG**. *Caminhos de Geografia*, 2017.

DOS SANTOS, H. G.; CARVALHO, J. W. D.; DART, R. D. O.; ÁGLIO, M. L. D.; DE SOUZA, J. S.; PARES, J. G., ... & JERÔNIMO G. P., B. P. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada**, 2011.

FARINASSO, M.; et al. Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS equação universal de perdas de solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba PI-MA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 7, n. 2, 2006.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; RANGEL, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; GARRITANO F.N. Erosão dos solos, diferentes abordagens e técnicas aplicadas em voçorocas e erosão em trilhas. William Morris Davis - **Revista de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, julho de 2020, p. 75-117.

GUERRA, A. J. T. A erosão dos solos no contexto social. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 17, p. 14-23, 1994.

GUIMARÃES, R. C. Capítulo 2 - Bacia Hidrográfica. In: Guimarães, R. C., Shahidian, S. e Rodrigues, C. M. (Editores). **Hidrologia Agrícola**, 2ª edição. ISBN: 978-989-8550-40-8. ECT e ICAAM. Évora, 5-22, 2017.

HERNANI, L. C., De Freitas, P. L., Pruski, F. F., De Maria, I. C., Castro Filho, C. D., Landers, J. N., ... & JOHN N. L, A. P. D. C. **A erosão e seu impacto**, 2002.

HORA, A. M.; DIAS, C. A.; GUEDES, G. R. **Bacia Hidrográfica do Rio Doce: do processo de territorialização à atual importância econômica no cenário estadual**. [S.l.], p. 17. 2012.

MARCHI, O. A.; CALIJURI, M. L.; COSTA, S. H. G.; LUGÃO, W. G.; SOUZA, P. J. A. Leitura e caracterização da paisagem em auxílio ao planejamento da ocupação urbana de Ponte Nova MG. **Natureza e Desenvolvimento, Viçosa, MG Brasil**, v. 1, n. 1, p. 41-50, 2005.

MARINS, C. S.; SOUZA, D. O.; BARROS, Magno da Silva. O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais—um estudo de caso. **Xli Sbpo**, v. 1, p. 49, 2009.

MENEZES. S. Rochas: manual fácil de estudo e classificação. **Oficina de Textos**, 2013.

PEREIRA, R.; WINCKLER, S.T. **Instrumentos de Tutela Administrativa do Meio Ambiente**. **Revista de Direito Ambiental: RDA**, v. 13, n. 51, p. 193-231, 2008.

PIMENTA, L. B. et al. **Processo Analítico Hierárquico (AHP) em ambiente SIG: temáticas e aplicações voltadas à tomada de decisão utilizando critérios espaciais**. **Interações** (Campo Grande), v. 20, n. 2, p. 407-420, 2019.

PIZELLA, D. G. A relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 635-645, 2015.

RANIERI, S. B. L. **Avaliação de métodos e escalas de trabalho para determinação de risco de erosão em bacia hidrográfica utilizando sistema de informações geográficas (SIG)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 1996.

ROCHA, J. L. S.; **Mapeamento por SIG e RANDOM FOREST do impacto dos resíduos da suinocultura na qualidade das águas da Bacia do Rio Piranga MG.** Viçosa, MG, 2016.

ROQUE, V. G. P.; ANDRADE, A. L.; DOS SANTOS, A. K. **Instrumentos da política nacional do meio ambiente.** Além dos Muros da Universidade, v. 10, n. 2, p. 227-242, 2025.

SILVA, L. A. O.; CASTRO, J. F. M.; BUENO, G. T. Fatores Intensificadores das Enchentes/Inundações no Médio e Baixo Rio Piranga - MG. **CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro**, v. 9, n. 1, Maio 2016. ISSN 1980-654X

SAATY, T.L. Método de análise hierárquica. São Paulo: **Makron Books**, 1991, 367p.

SAITO, S. **Estudo analítico da suscetibilidade a escorregamentos e quedas de blocos no maciço central de Florianópolis – SC.** 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SAMPAIO, A. C. P.; CORDEIRO, A. M. N.; BASTOS, F. H. Susceptibilidade à erosão relacionada ao escoamento superficial na sub-bacia do Alto Mundaú, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 125-143, 2016.

SANTOS, G. G.; GRIEBELER, N. P.; DE OLIVEIRA, L. F. C. Chuvas intensas relacionadas à erosão hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 115-123, 2010.

SARTORI, A.; LOMBARDI N. F.; GENOVEZ, A. M. Classificação hidrológica de solos brasileiros para a estimativa da chuva excedente com o método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, p. 5-18, 2005.

TEIXEIRA, D. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 2ª. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 4, 2001.

VALLADARES, G. S.; GOMES, A. D. S.; TORRESAN, F. E.; RODRIGUES, C. A. G., & GREGO, C. R. Modelo multicritério aditivo na geração de mapas de suscetibilidade à erosão em área rural. **Pesquisa agropecuária brasileira**, 47, 1376-1383, 2012.

APÊNDICE A – Formulário de consulta a especialistas para definição de áreas susceptíveis a erosão na Bacia do Rio Piranga

Trabalho de conclusão de curso - Consulta a especialistas para definição de áreas susceptíveis a erosão na Bacia do Rio Piranga

Este formulário tem como objetivo coletar a percepção de especialistas quanto à importância relativa dos critérios utilizados na avaliação da suscetibilidade à erosão. O método AHP (Analytic Hierarchy Process) foi desenvolvido por Tomas L. Saaty no início da década de 70, utiliza comparações pareadas entre os critérios para determinar seus pesos relativos.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste em definir áreas susceptíveis a erosão na Bacia do Rio Piranga utilizando SIGs e análise multicritério.

Como parte da pesquisa, faz-se necessário a realização de uma consulta à opinião de especialistas sobre a importância de algumas variáveis relacionadas a definição dos critérios que interferem suscetibilidade a erosão. A ponderação dessas variáveis será desenvolvida a partir da atribuição de valores que representem o grau de importância de cada uma, dentro de seu grupo específico, e de sua relação com as demais variáveis.

O questionário foi desenvolvido de forma que o especialista não disponibilize muito tempo para respondê-lo.

Enfatizo que as informações aqui reunidas serão utilizadas unicamente para fins acadêmicos e esclareço que todas as informações serão tratadas e, eventualmente, divulgadas apenas de forma agregada. Ressalta-se que o especialista poderá se abster de julgamento.

Solicitamos que a resposta desse questionário seja enviada até o dia 30/11/2025.

Agradeço a sua colaboração e me coloco a disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários. Ressalto a importância de sua participação para a continuidade dos trabalhos e enriquecimento da pesquisa.

Danrely de Oliveira Bragioni - danrely.bragioni@aluno.ufop.edu.br

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

Definição dos critério interferentes na suscetibilidade a erosão

A suscetibilidade à erosão é influenciada por diversos fatores, naturais e antrópicos. Para este estudo, consideraram-se os seguintes critérios: (i) Pluviosidade;

(ii) Declividade do terreno;

(iii) Pedologia; e (iiii) Uso e cobertura do solo.

Para a realização das análises multicritério, buscou-se agrupar todos os valores em uma escala comum, de forma que pudessem ser comparados e ponderados. Neste trabalho, optou-se pela atribuição de valores em uma escala variando de 1 a 5, em que o valor 1 representa menor potencial de erodibilidade e o valor 5 representa maior potencial de erodibilidade.

* 1 - Implica em potencial menor de erodibilidade

* 5 - Implica em potencial maior de erodibilidade

PLUVIOSIDADE

A pluviosidade está diretamente relacionada a erosão hídrica.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência da precipitação na suscetibilidade a erosão do solo, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

2. 700 – 800 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. 800 – 950 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. 950 – 1050 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. 1050 – 1250 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Acima de 1250 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

DECLIVIDADE

A declividade é importante porque quanto maior seu índice, maior o risco de erosão e menor a propensão para o uso agrícola.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência da declividade do solo na erodibilidade, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

7. Plano 0 – 3 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Suave - Ondulado 3 – 8 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Ondulado 8 – 20 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Forte - Ondulado 20 – 45 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Montanhoso 45 – 75 % *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

12. Escarpado > 75 % *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

PEDOLOGIA (Tipo de Solo)

A pedologia está diretamente relacionada a erosão hídrica.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência da pedologia do solo na erodibilidade, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

13. Latossolo *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

14. Afloramento Rochoso *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

15. Argissolo *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Cambissolo *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Neossolo *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

USO E COBERTURA DO SOLO

O uso do solo é indicador de áreas mais ou menos frágeis porque são áreas que sofreram com interferência humana.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência do uso do solo na erodibilidade do solo, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

18. Floresta / Vegetação natural *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

19. Outras Áreas não vegetadas (Rios, Lagos, Afloramento Rochoso) *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

20. Pastagem / Agricultura *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

21. Área urbana sem vegetação *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

22. Praia, Duna e Areal / Mineração *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Definição dos critério interferentes na suscetibilidade a erosão

Utilizando o método AHP, o qual determina a prioridade de cada fator por meio de comparação par a par, defina, a relação entre os critério.

Para cada par de critérios, escolha qual deles é mais importante e com que intensidade, conforme a escala de Saaty (1–9):

- 1 – Igual importância
- 3 – Importância moderada
- 5 – Importância forte
- 7 – Importância muito forte
- 9 – Importância extrema
- (2, 4, 6, 8 = valores intermediários)

Atribua a cada critério um valor de importância sendo que quanto maior o valor, mais importante. Dois critérios com o mesmo valor significa que eles tem a mesma importância um em relação ao outro.

23. Precipitação vs Declividade *

Marcar apenas uma oval.

- Precipitação é igualmente importante quanto Declividade (1)
- Precipitação é moderadamente mais importante que a Declividade (3)
- Precipitação é fortemente mais importante que a Declividade (5)
- Precipitação é muito fortemente mais importante que a Declividade (7)
- Precipitação é extremamente mais importante que a Declividade (9)
- Declividade é moderadamente mais importante que a Precipitação (1/3)
- Declividade é fortemente mais importante que a Precipitação (1/5)
- Declividade é muito fortemente mais importante que a Precipitação (1/7)
- Declividade é extremamente mais importante que a Precipitação (1/9)

24. Precipitação vs Pedologia *

Marcar apenas uma oval.

- Precipitação é igualmente importante quanto Pedologia (1)
- Precipitação é moderadamente mais importante que a Pedologia (3)
- Precipitação é fortemente mais importante que a Pedologia (5)
- Precipitação é muito fortemente mais importante que a Pedologia (7)
- Precipitação é extremamente mais importante que a Pedologia (9)
- Pedologia é moderadamente mais importante que a Precipitação (1/3)
- Pedologia é fortemente mais importante que a Precipitação (1/5)
- Pedologia é muito fortemente mais importante que a Precipitação (1/7)
- Pedologia é extremamente mais importante que a Precipitação (1/9)

25. Precipitação vs Uso e Cobertura do Solo *

Marcar apenas uma oval.

- Precipitação é igualmente importante quanto Uso e Cobertura (1)
- Precipitação é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (3)
- Precipitação é fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (5)
- Precipitação é muito fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (7)
- Precipitação é extremamente mais importante que o Uso e Cobertura (9)
- Uso e Cobertura é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (1/3)
- Uso e Cobertura é fortemente mais importante que a Precipitação (1/5)
- Uso e Cobertura é muito fortemente mais importante que a Precipitação (1/7)
- Uso e Cobertura é extremamente mais importante que a Precipitação (1/9)

26. Declividade vs Pedologia *

Marcar apenas uma oval.

- Declividade é igualmente importante quanto Pedologia (1)
- Declividade é moderadamente mais importante que a Pedologia (3)
- Declividade é fortemente mais importante que a Pedologia (5)
- Declividade é muito fortemente mais importante que a Pedologia (7)
- Declividade é extremamente mais importante que a Pedologia (9)
- Pedologia é moderadamente mais importante que a Declividade (1/3)
- Pedologia é fortemente mais importante que a Declividade (1/5)
- Pedologia é muito fortemente mais importante que a Declividade (1/7)
- Pedologia é extremamente mais importante que a Declividade (1/9)

27. Declividade vs Uso e Cobertura do Solo *

Marcar apenas uma oval.

- Declividade é igualmente importante quanto Uso e Cobertura (1)
- Declividade é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (3)
- Declividade é fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (5)
- Declividade é muito fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (7)
- Declividade é extremamente mais importante que o Uso e Cobertura (9)
- Uso e Cobertura é moderadamente mais importante que a Declividade (1/3)
- Uso e Cobertura é fortemente mais importante que a Declividade (1/5)
- Uso e Cobertura é muito fortemente mais importante que a Declividade (1/7)
- Uso e Cobertura é extremamente mais importante que a Declividade (1/9)

28. Pedologia vs Uso e Cobertura do Solo *

Marcar apenas uma oval.

- Pedologia é igualmente importante quanto Uso e Cobertura (1)
- Pedologia é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (3)
- Pedologia é fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (5)
- Pedologia é muito fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (7)
- Pedologia é extremamente mais importante que o Uso e Cobertura (9)
- Uso e Cobertura é moderadamente mais importante que a Pedologia (1/3)
- Uso e Cobertura é fortemente mais importante que a Pedologia (1/5)
- Uso e Cobertura é muito fortemente mais importante que a Pedologia (1/7)
- Uso e Cobertura é extremamente mais importante que a Pedologia (1/9)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

Trabalho de conclusão de curso - Consulta a especialistas para definição de áreas susceptíveis a erosão na Bacia do Rio Piranga

Este formulário tem como objetivo coletar a percepção de especialistas quanto à importância relativa dos critérios utilizados na avaliação da suscetibilidade à erosão. O método AHP (Analytic Hierarchy Process) foi desenvolvido por Tomas L. Saaty no início da década de 70, utiliza comparações pareadas entre os critérios para determinar seus pesos relativos.

APRESENTAÇÃO

Este trabalho consiste em definir áreas susceptíveis a erosão na Bacia do Rio Piranga utilizando SIGs e análise multicritério.

Como parte da pesquisa, faz-se necessário a realização de uma consulta à opinião de especialistas sobre a importância de algumas variáveis relacionadas a definição dos critérios que interferem suscetibilidade a erosão. A ponderação dessas variáveis será desenvolvida a partir da atribuição de valores que representem o grau de importância de cada uma, dentro de seu grupo específico, e de sua relação com as demais variáveis.

O questionário foi desenvolvido de forma que o especialista não disponibilize muito tempo para respondê-lo.

Enfatizo que as informações aqui reunidas serão utilizadas unicamente para fins acadêmicos e esclareço que todas as informações serão tratadas e, eventualmente, divulgadas apenas de forma agregada. Ressalta-se que o especialista poderá se abster de julgamento.

Solicitamos que a resposta desse questionário seja enviada até o dia 30/11/2025.

Agradeço a sua colaboração e me coloco a disposição para quaisquer esclarecimentos que se façam necessários. Ressalto a importância de sua participação para a continuidade dos trabalhos e enriquecimento da pesquisa.

Danrely de Oliveira Bragioni - danrely.bragioni@aluno.ufop.edu.br

* Indica uma pergunta obrigatória

1. E-mail *

Definição dos critério interferentes na suscetibilidade a erosão

A suscetibilidade à erosão é influenciada por diversos fatores, naturais e antrópicos. Para este estudo, consideraram-se os seguintes critérios: (i) Pluviosidade;

(ii) Declividade do terreno;

(iii) Pedologia; e (iiii) Uso e cobertura do solo.

Para a realização das análises multicritério, buscou-se agrupar todos os valores em uma escala comum, de forma que pudessem ser comparados e ponderados. Neste trabalho, optou-se pela atribuição de valores em uma escala variando de 1 a 5, em que o valor 1 representa menor potencial de erodibilidade e o valor 5 representa maior potencial de erodibilidade.

* 1 - Implica em potencial menor de erodibilidade

* 5 - Implica em potencial maior de erodibilidade

PLUVIOSIDADE

A pluviosidade está diretamente relacionada a erosão hídrica.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência da precipitação na suscetibilidade a erosão do solo, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

2. 700 – 800 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. 800 – 950 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. 950 – 1050 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. 1050 – 1250 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Acima de 1250 (mm/ano) *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

DECLIVIDADE

A declividade é importante porque quanto maior seu índice, maior o risco de erosão e menor a propensão para o uso agrícola.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência da declividade do solo na erodibilidade, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

7. Plano 0 – 3 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Suave - Ondulado 3 – 8 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Ondulado 8 – 20 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Forte - Ondulado 20 – 45 % *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Montanhoso 45 – 75 % *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

12. Escarpado > 75 % *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

PEDOLOGIA (Tipo de Solo)

A pedologia está diretamente relacionada a erosão hídrica.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência da pedologia do solo na erodibilidade, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

13. Latossolo *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

14. Afloramento Rochoso *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

15. Argissolo *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Cambissolo *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

17. Neossolo *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

USO E COBERTURA DO SOLO

O uso do solo é indicador de áreas mais ou menos frágeis porque são áreas que sofreram com interferência humana.

Caso você fosse atribuir valores que indicam a interferência do uso do solo na erodibilidade do solo, qual valor entre 1 e 5 você atribuiria a cada uma das seguintes classes?

18. Floresta / Vegetação natural *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

19. Outras Áreas não vegetadas (Rios, Lagos, Afloramento Rochoso) *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

20. Pastagem / Agricultura *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

21. Área urbana sem vegetação *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

22. Praia, Duna e Areal / Mineração *

Marcar apenas uma oval.

1	2	3	4	5
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Definição dos critério interferentes na suscetibilidade a erosão

Utilizando o método AHP, o qual determina a prioridade de cada fator por meio de comparação par a par, defina, a relação entre os critério.

Para cada par de critérios, escolha qual deles é mais importante e com que intensidade, conforme a escala de Saaty (1–9):

- 1 – Igual importância
- 3 – Importância moderada
- 5 – Importância forte
- 7 – Importância muito forte
- 9 – Importância extrema
- (2, 4, 6, 8 = valores intermediários)

Atribua a cada critério um valor de importância sendo que quanto maior o valor, mais importante. Dois critérios com o mesmo valor significa que eles tem a mesma importância um em relação ao outro.

23. Precipitação vs Declividade *

Marcar apenas uma oval.

- Precipitação é igualmente importante quanto Declividade (1)
- Precipitação é moderadamente mais importante que a Declividade (3)
- Precipitação é fortemente mais importante que a Declividade (5)
- Precipitação é muito fortemente mais importante que a Declividade (7)
- Precipitação é extremamente mais importante que a Declividade (9)
- Declividade é moderadamente mais importante que a Precipitação (1/3)
- Declividade é fortemente mais importante que a Precipitação (1/5)
- Declividade é muito fortemente mais importante que a Precipitação (1/7)
- Declividade é extremamente mais importante que a Precipitação (1/9)

24. Precipitação vs Pedologia *

Marcar apenas uma oval.

- Precipitação é igualmente importante quanto Pedologia (1)
- Precipitação é moderadamente mais importante que a Pedologia (3)
- Precipitação é fortemente mais importante que a Pedologia (5)
- Precipitação é muito fortemente mais importante que a Pedologia (7)
- Precipitação é extremamente mais importante que a Pedologia (9)
- Pedologia é moderadamente mais importante que a Precipitação (1/3)
- Pedologia é fortemente mais importante que a Precipitação (1/5)
- Pedologia é muito fortemente mais importante que a Precipitação (1/7)
- Pedologia é extremamente mais importante que a Precipitação (1/9)

25. Precipitação vs Uso e Cobertura do Solo *

Marcar apenas uma oval.

- Precipitação é igualmente importante quanto Uso e Cobertura (1)
- Precipitação é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (3)
- Precipitação é fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (5)
- Precipitação é muito fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (7)
- Precipitação é extremamente mais importante que o Uso e Cobertura (9)
- Uso e Cobertura é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (1/3)
- Uso e Cobertura é fortemente mais importante que a Precipitação (1/5)
- Uso e Cobertura é muito fortemente mais importante que a Precipitação (1/7)
- Uso e Cobertura é extremamente mais importante que a Precipitação (1/9)

26. Declividade vs Pedologia *

Marcar apenas uma oval.

- Declividade é igualmente importante quanto Pedologia (1)
- Declividade é moderadamente mais importante que a Pedologia (3)
- Declividade é fortemente mais importante que a Pedologia (5)
- Declividade é muito fortemente mais importante que a Pedologia (7)
- Declividade é extremamente mais importante que a Pedologia (9)
- Pedologia é moderadamente mais importante que a Declividade (1/3)
- Pedologia é fortemente mais importante que a Declividade (1/5)
- Pedologia é muito fortemente mais importante que a Declividade (1/7)
- Pedologia é extremamente mais importante que a Declividade (1/9)

27. Declividade vs Uso e Cobertura do Solo *

Marcar apenas uma oval.

- Declividade é igualmente importante quanto Uso e Cobertura (1)
- Declividade é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (3)
- Declividade é fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (5)
- Declividade é muito fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (7)
- Declividade é extremamente mais importante que o Uso e Cobertura (9)
- Uso e Cobertura é moderadamente mais importante que a Declividade (1/3)
- Uso e Cobertura é fortemente mais importante que a Declividade (1/5)
- Uso e Cobertura é muito fortemente mais importante que a Declividade (1/7)
- Uso e Cobertura é extremamente mais importante que a Declividade (1/9)

28. Pedologia vs Uso e Cobertura do Solo *

Marcar apenas uma oval.

- Pedologia é igualmente importante quanto Uso e Cobertura (1)
- Pedologia é moderadamente mais importante que o Uso e Cobertura (3)
- Pedologia é fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (5)
- Pedologia é muito fortemente mais importante que o Uso e Cobertura (7)
- Pedologia é extremamente mais importante que o Uso e Cobertura (9)
- Uso e Cobertura é moderadamente mais importante que a Pedologia (1/3)
- Uso e Cobertura é fortemente mais importante que a Pedologia (1/5)
- Uso e Cobertura é muito fortemente mais importante que a Pedologia (1/7)
- Uso e Cobertura é extremamente mais importante que a Pedologia (1/9)

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários