



Revista Brasileira de Geografia Física

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



Suscetibilidade Erosiva da Bacia do Rio São José no Município de Francisco Beltrão – PR

Elisete Guimaraes¹, Julio Caetano Tomazoni², Eduardo Caetano Tomazoni³

¹Doutora e Mestre em Química Inorgânica, Especialista em Metodologia do Ensino Tecnológico, Bacharel e licenciada em Química, UTFPR Campus Francisco Beltrão, Brasil.guimaraes@utfpr.edu.br. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão. Linha Santa Bárbara, s/n – CEP 85601-970 – Caixa Postal 135 – Francisco Beltrão – PR, <https://orcid.org/0000-0003-3050-7331>. ²Pós Doutor em Química Inorgânica, Doutor e Mestre em Geologia, Especialista em Cartografia e Georreferenciamento Rural, Geógrafo, UTFPR Campus Francisco Beltrão, Brasil.caetano@utfpr.edu.br (autor correspondente). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Francisco Beltrão. Linha Santa Bárbara, s/n – CEP 85601-970 – Caixa Postal 135 – Francisco Beltrão – PR, <https://orcid.org/0000-0002-7932-0255>. ³Advogado inscrito na OAB/PR sob o nº 91.628. Atualmente subcoordenador do setor trabalhista patronal do Ordakovski & Portes Lantier - OPL Advogados Associados. Mestrando em Direito pela Universidade Positivo - UP, Especialista em Direitos e Processos do Trabalho e Previdenciário pela Academia Brasileira de Direito Constitucional - ABDConst e Especialista em Direito Aplicado pela Escola da Magistratura do Paraná - EMAP. Graduado em Direito pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, <https://orcid.org/0009-0007-6990-3493>.

Artigo submetido em 25/01/2024 e aceito em 13/08/2024

RESUMO

A erosão é um processo natural de evolução da paisagem. Uma série de fatores condicionam a maior ou menor suscetibilidade de uma área a esse processo, dentre os quais: o clima, a vegetação, as características topográficas e a natureza do solo. Além dos fatores naturais, também têm fundamental importância os fatores de ordem antrópica, como as diferentes formas de ocupação e manejo dos solos. Neste trabalho avalia-se a suscetibilidade natural à erosão e a suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação dos solos, da bacia do rio São José, no Município de Francisco Beltrão, PR, mais precisamente na Localidade de Nova Seção. Ao avaliar a suscetibilidade erosiva dos solos e da declividade em relação à posição na paisagem, foi possível determinar a suscetibilidade à erosão natural da bacia. Com base nesses parâmetros, constatou-se que ela é altamente suscetível à erosão natural, pois as classes alta e muito alta compreendem 89,5% do território. Já, quantificando a suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação do solo e avaliando a suscetibilidade erosiva dos solos da declividade e em relação a posição na paisagem, a erosão ficou de média a alta, de modo que somando essas duas classes totalizam 79,7% de toda a bacia. Assim sendo, destaca-se a importância do uso do solo na atenuação dos processos erosivos nessa bacia, visto que 56,3% de seu território apresenta-se coberto com matas, fato que comprova que as classes de suscetibilidade natural à erosão que eram de altamente suscetíveis natural à erosão em 89,5% do território, quando aliadas à ocupação dos solos passam para média a alta, e perfazem 79,7% de toda a bacia. Estatisticamente as duas formas de suscetibilidade estão correlacionadas em 46,5867%, indicando uma correlação fraca e são diferentes em 53,4133%.

Palavras-chave: Estudo do Solo, Ocupação dos Solos, Erodibilidade do Solo.

Erosive Susceptibility of the São José River Basin in the Municipality of Francisco Beltrão – PR

ABSTRACT

Erosion is a natural process of landscape evolution. A series of factors determine the greater or lesser susceptibility of an area to this process, including: climate, vegetation, topographic characteristics and soil nature. In addition to natural factors, anthropogenic factors are also of fundamental importance, such as the different forms of land occupation and management. This work evaluates the natural susceptibility to erosion and the natural susceptibility to erosion combined with land occupation, in the São José River watershed, in the Municipality of Francisco Beltrão, PR, more precisely in the Locality of Nova Série. By evaluating the erosive susceptibility of the soils and the slope in relation to the position in the landscape, it was possible to determine the susceptibility to natural erosion of the basin. Based on these parameters, it was found that it is highly susceptible to natural erosion, as the upper and very upper classes comprise 89.5% of the territory. Now, quantifying the natural susceptibility to erosion combined with land occupation and evaluating the erosive susceptibility of soils on the slope and in relation to position in the landscape, erosion was medium to high, so that adding

Guimarães, E, Tomazoni, J. C, Tomazoni, E. C.

these two classes totals 79.7% of the entire basin. Therefore, the importance of soil use in mitigating erosion processes in this basin stands out, given that 56.3% of its territory is covered with forests, a fact that proves that the classes of natural susceptibility to erosion that were highly susceptible to erosion in 89.5% of the territory, when combined with land occupation they become medium to high, and make up 79.7% of the entire basin. Statistically, the two forms of susceptibility are correlated by 46.5867%, indicating a weak correlation and are different by 53.4133%.

Key words: Soil Study, Land Occupation, Soil Erodibility.

Introdução

No Brasil, nas últimas décadas, os solos têm sido impiedosamente maltratados seja pela agricultura de exploração, seja pela expansão das áreas urbanas. A agricultura de exploração é provocada por muitos agricultores que, na sua ignorância, ou na luta contra limitações de ordem econômico social fazem o mau uso do solo que pode desaparecer levado pela água e é varrido pelo vento.

A destruição dessa finíssima camada viva do planeta aumenta numa proporção não igualada na história. E, quando o solo desaparecer, as regiões férteis que existiram serão desertos inabitáveis. Exemplo disso aconteceu na região do deserto do Saara na África, cuja extensão desértica foi ampliada consideravelmente devido ao mau uso do solo pela agricultura.

Dessa forma, a pressão sobre os recursos naturais causada pelo aumento populacional e pela busca por alta qualidade de vida tem aumentado exponencialmente a taxa de degradação do meio ambiente, impossibilitando o planeta de autossustentar-se. Tendências como essa, aliada a outros fatores, tem resultado em perda de terras cultiváveis, desmatamento, erosão do solo, escassez de água, esgotamento de água subterrânea, desequilíbrio ecológico, risco de poluição, deterioração da qualidade da água e degradação ambiental (Zanella, Tomazoni & Aguiar, 2023).

Nas últimas décadas, a expansão das áreas urbanas e o crescimento das atividades econômicas de forma intensiva, em especial no setor agrícola, têm influência negativa na suscetibilidade erosiva, através da dinâmica física ambiental, principalmente no que diz respeito à vegetação, drenagem, relevo e solos (Trindade e Rodrigues, 2016).

Esse processo de expansão urbana e rural, promove a retirada da cobertura vegetal de áreas de florestas e os efeitos das atividades econômicas não planejadas previamente, alteram a paisagem natural e degradam o solo em uma velocidade superior à de renovação do meio ambiente (Moraes, 2016). Esse processo de alteração das superfícies vegetadas afeta o ciclo hidrossedimentológico, presente nos processos que

envolvem as bacias hidrológicas e constitui os processos de degradação, separação e erosão, transporte, decantação, depósito e consolidação de sedimentos. Dentre os processos desse ciclo, a erosão destaca-se em virtude de suas consequências e na redistribuição de partículas nas bacias hidrográficas (Bordas & Semmelman, 2009).

No ciclo hidrossedimentológico, naturalmente, a erosão do solo tem a finalidade de formação da paisagem e renovação do pedológica, mas as atividades desenvolvidas pelo homem ao longo dos anos têm ocasionado impactos na superfície terrestre e, por isso, a erosão do solo se acelera e torna-se um problema nas bacias hidrográficas (Pires & Souza, 2013). Para interferir nesse ciclo, a adoção de práticas conservacionistas visa conter a degradação ambiental, entretanto é necessário compreender a capacidade erosiva das chuvas, a suscetibilidade dos solos à erosão hídrica e, também, os demais fatores que influenciam na erosão (Bagio, 2016).

No ciclo hidrossedimentológico a erosão se constitui na degradação, no transporte e na deposição de partículas de solo pelos diferentes agentes, dentre eles, destaca-se a água e o vento, bem como o uso e a ocupação do solo. A perda de solo que ocorre através da água da chuva pode carregar a camada superior do solo, que concentra os maiores teores de matéria orgânica e atividade biológica, expondo uma subsuperfície menos fértil e sem as características originais. Já, as superfícies mais desniveladas e rugosas da superfície do solo possibilitam maiores perdas por erosão, favorecem a degradação superficial e facilitam seu transporte pelas chuvas (Tavares Filho, 2016; Jesuz & Cabral, 2019).

Como já citado, a erosão superficial de partículas de solo é ocasionada por agentes como o vento ou a água, gerando respectivamente erosão eólica e hídrica. No Brasil, a erosão hídrica é a mais relevante devido a predominância do clima tropical (Bertoni & Lombardi Neto, 2012). No ciclo hidrossedimentológico a erosão hídrica apresenta três etapas principais: desagregação ou desprendimento, transporte e deposição (Pruski, 2009).

Na erosão hídrica a desagregação ou desprendimento consiste na primeira etapa do

processo erosivo, é ocasionado pelo impacto das gotas de água das chuvas em solo exposto ou durante as práticas de preparação do solo. Posteriormente, ocorre o transporte pelo deslocamento das partículas desagregadas do local de origem para locais mais baixos pelo escoamento superficial. As partículas de solo sem a capacidade de transporte são depositadas nesses locais e as mais finas são transportadas para córregos e rios (Pasquatto & Tomazoni, 2016).

A erosão hídrica provocada pela chuva, juntamente com a enxurrada e o consequente desprendimento de material particular do solo e seu transporte trata-se de um fenômeno que tem uma atuação maior em áreas com índice pluviométrico elevado, com chuvas intensas e/ou com volume elevado, com declives muito inclinados e/ou longos, ou ainda, com cobertura vegetal reduzida; isso propicia a formação de enxurradas, pois ocasionam maior impacto das gotas de chuva no solo (Tavares Filho, 2016).

Bertoni e Lombardi Neto (2012) dividem a erosão hídrica em modalidades: erosão laminar, erosão em sulcos e erosão em voçorocas. Esses autores também citam que entre as modalidades de perdas de solo, no Brasil, a erosão laminar é a mais importante pois é responsável pela perda de aproximadamente 500 milhões de toneladas de solos por ano.

A intensificação da erosão hídrica é ocasionada pela intensidade das chuvas, relação de resistência e características do solo, grau de declive e comprimento de rampa, cobertura e manejo do solo. E dentre os impactos dessa erosão, destaca-se o empobrecimento do solo devido à perda de nutrientes e matéria orgânica, o assoreamento e a contaminação dos corpos hídricos pelo deslocamento de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos. Além disso, causa impactos diretos à fauna e à flora (Bertoni & Lombardi Neto, 2012; Pires & Souza, 2013).

Por outro lado, o processo erosivo nas bacias hidrográficas causa o assoreamento e, também, leva aos ambientes hídricos sedimentos e nutrientes, poluindo as águas por excesso de nutrientes (eutrofização) e contaminação tóxica por metais pesados e agrotóxicos em geral (Jesuz & Cabral, 2019).

Destarte, para estudos de suscetibilidade erosiva, as bacias hidrográficas são um recorte espacial de interesse, isso porque seu relevo se modifica ao longo do tempo por meio de processos erosivos naturais, além de que se intensifica com o uso inadequado do solo (Oliveira & Leite, 2018).

Para mensurar a perda de solo através de erosão hídrica laminar existem vários modelos matemáticos determinantes que podem ser Guimarães, E, Tomazoni, J. C, Tomazoni, E. C.

empregados, envolvendo a modelagem de parâmetros ambientais e dos processos dinâmicos envolvidos. A modelagem para a análise dos efeitos do uso do solo e dos processos hidrossedimentológicos possibilita integrar um conjunto de parâmetros e procedimentos de simulação que consegue assemelhar-se às condições reais, auxilia no entendimento da situação atual da área onde for aplicada, bem como no planejamento de ações preventivas (Vansan & Tomazoni, 2020).

Já, para caracterizar a suscetibilidade erosiva de uma bacia são utilizados diversos modelos e, neste trabalho, será utilizado o modelo proposto por Bonna (2011), que analisa a suscetibilidade natural à erosão baseado apenas na influência do relevo na suscetibilidade à erosão e na erodibilidade dos solos e a suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos, sendo, esta última, baseada na influência do relevo, na erodibilidade dos solos e na ocupação dos solos.

Nesse sentido, o presente estudo tem como objetivo quantificar a suscetibilidade natural à erosão e a suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos, na bacia do rio São José, em Francisco Beltrão – PR.

Material e métodos

Caracterização da área de estudo

A bacia do rio São José, indicada na Figura 1, está localizada na parte rural do Município de Francisco Beltrão e possui Área de 983,0994ha e Perímetro de 14.433,2780m.

Embasamento geológico

Conforme o Mapa Geológico do Estado do Paraná, elaborado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM (2021) a geologia da Bacia Hidrográfica do rio São José assim se enquadra:

K1βpr – Formação Paranapanema: derrames de basaltos pahoehoe espessos e inflados. Localmente rubbly pahoehoe. Camada vulcanoclástica na base da unidade.

K1βpi – Formação Pitanga (pi): derrames delgados de lavas básicas do tipo pahoehoe simples e/ou composto, associados a depósitos vulcanoclástico máficos (brechas, tufo-brechas e tufos). Intercalações comuns com arenitos e lamitos. Subordinadamente ocorrem derrames rubbly pahoehoe e derrames pahoehoe tabulares espessos. Localmente ocorrem paleolagos de lavas com disjunções colunares hexagonais de grande porte 134,4±1,1Ma (U-Pb SHRIMP). Membro Três Pinheiros (tp): derrames de lavas básicas hipohialinas de cor preta.

A espacialização desses dados consta na Figura 2 e a quantificação na Tabela 1.

Pela Tabela 1 observa-se que a Formação K1 β pr ocorre em 42,5% da área e a Formação K1 β pi em 57,5% da área.

Tabela 1 - Quantificação do parâmetro litológico da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR.

Tipo de rocha	Área ha	% da área
K1 β pr	418,1893	42,5
K1 β pi	564,9101	57,5
Total	983,0994	100,0

Tipos de solos que ocorrem na bacia

Segundo Bhering et al (2008) e a EMBRAPA (2006), os tipos de solos que ocorrem na bacia do rio São José são:

LVdf8 - Latossolo Vermelho distroférrico úmbrico, textura argilosa, fase floresta subtropical perenifólia, relevo ondulado.

NVdf6 - Nitossolo Vermelho distroférrico típico, textura argilosa, A moderado, fase floresta subtropical perenifólia, relevo suave ondulado e ondulado.

RRe9 - Associação Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico, fase pedregosa, floresta subtropical subperenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso, substrato rochas eruptivas básicas mais Nitossolo Vermelho Eutroférrico chernossólico, fase floresta subtropical perenifólia, relevo forte ondulado mais Chernossolo Háplico Órtico léptico, fase pedregosa, floresta subtropical subperenifólia, relevo forte ondulado, substrato rochas eruptivas básicas, todos textura argilosa.

A espacialização dos tipos de solos consta na Figura 3 e a quantificação na Tabela 2.

Pelo que consta na Tabela 2, predominam na bacia a associação Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico + Nitossolo Vermelho Eutroférrico chernossólico + Chernossolo Háplico Órtico léptico (RRe9), em 61,1% da área. Em segundo lugar aparece o Latossolo Vermelho distroférrico úmbrico (LVdf8), em 31,9% da área. Por último aparece o Nitossolo Vermelho distroférrico típico (NVdf6), em 7% da área.

Portanto, predominam na bacia solos rasos a medianamente profundos, conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2 - Quantificação dos tipos de solos que ocorrem na bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

Tipo de solo	Área ha	% da área	Erosividade
RRe9	600,5600	61,1	5
NVdf6	68,7228	7,0	4
LVdf8	313,8156	31,9	3
Total	983,0984	100,0	

Caracterização do relevo.

A altimetria, foi obtida, através de Modelo Digital de Elevação, baixado do site da EMBRAPA. A espacialização da altimetria consta na Figura 4 e a quantificação na Tabela 3.

De acordo com os dados da Tabela 3, a altimetria existente na bacia vai de 500m a 751m, sendo que em 37,8% da área ocorre altimetria de 550 a 600m; em 29,5% da área ocorre a altimetria de 650 a 700m; em 24,1 % da área ocorre a altimetria de 600 a 650m; em 4,6% a altimetria de 700 a 751m; e em 4,2% a altimetria de 500 a 550m.

Tabela 3 - Quantificação da altimetria da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

Classe de altimetria	Área ha	% da área
500 a 550m	40,9330	4,2
550 a 600m	371,3145	37,8
600 a 650m	236,4920	24,1
650 a 700m	289,6253	29,5
700 a 751m	44,7345	4,6
Total	983,0994	100,0

A partir do MDE SRTM – EMBRAPA, no QGIS 3.30, foi elaborado o mapa de Relevo que consta na Figura 5, já, a quantificação das formas de relevo consta na Tabela 4.

Tabela 4 - Quantificação do relevo da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

Classe declive	Área ha	% da área
0 a 3% - Plano	24,6659	2,5
3 a 8% - Suave ondulado	185,4804	18,9
8 a 20% - Ondulado	411,1866	41,8
20 a 45% - Forte ondulado	351,0690	35,7
45 a 75% - Montanhoso	10,6974	1,1
> 75% - Escarpado	0,0000	0,0
Total	983,0994	100,0

Conforme a Tabela 4, predomina a classe de relevo ondulado em 41,8% da área; o forte ondulado aparece em 35,7% da área; o suave ondulado em 18,9% da área; o plano em 2,5%; e o

montanhoso em 1,1%. O ondulado e o forte ondulado estão em 77,5% da área.

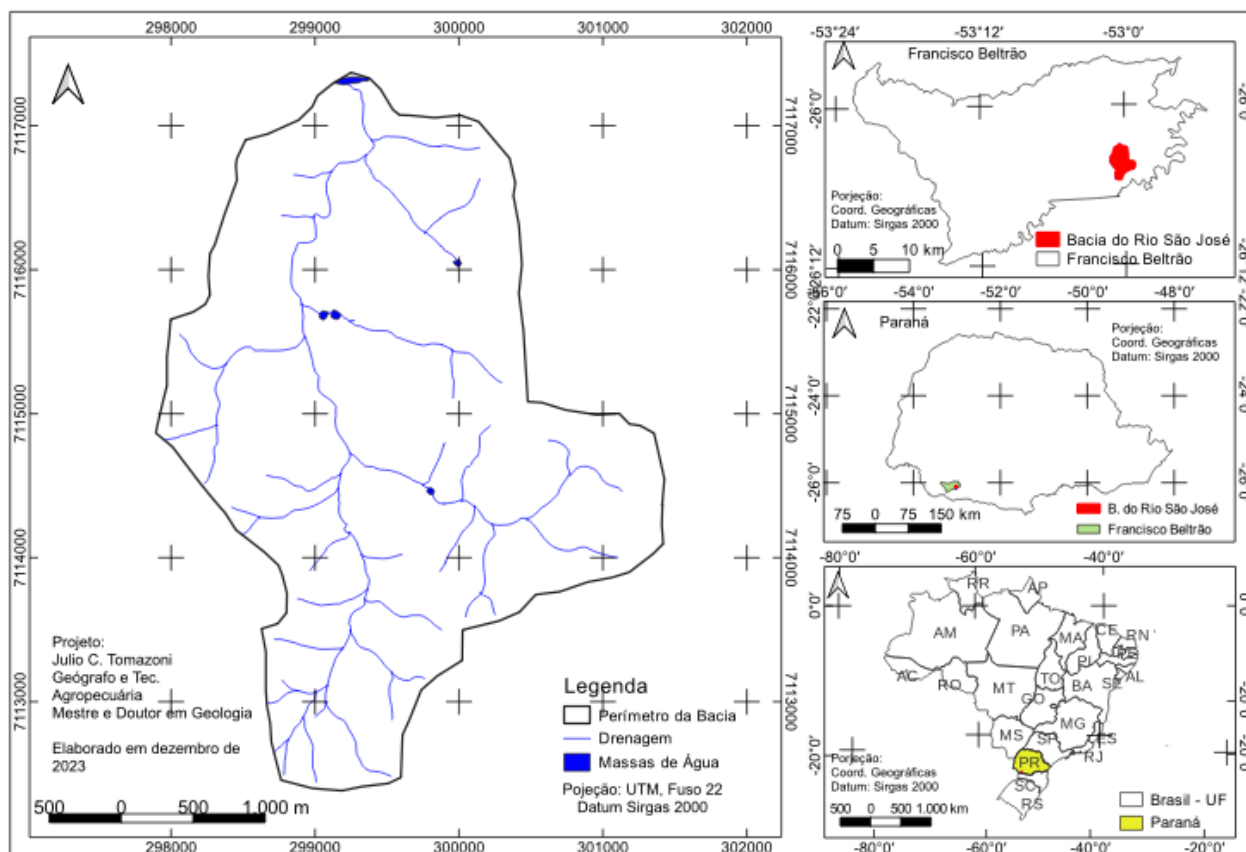


Figura 1 - Localização da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR. Fonte: Autores (2023).

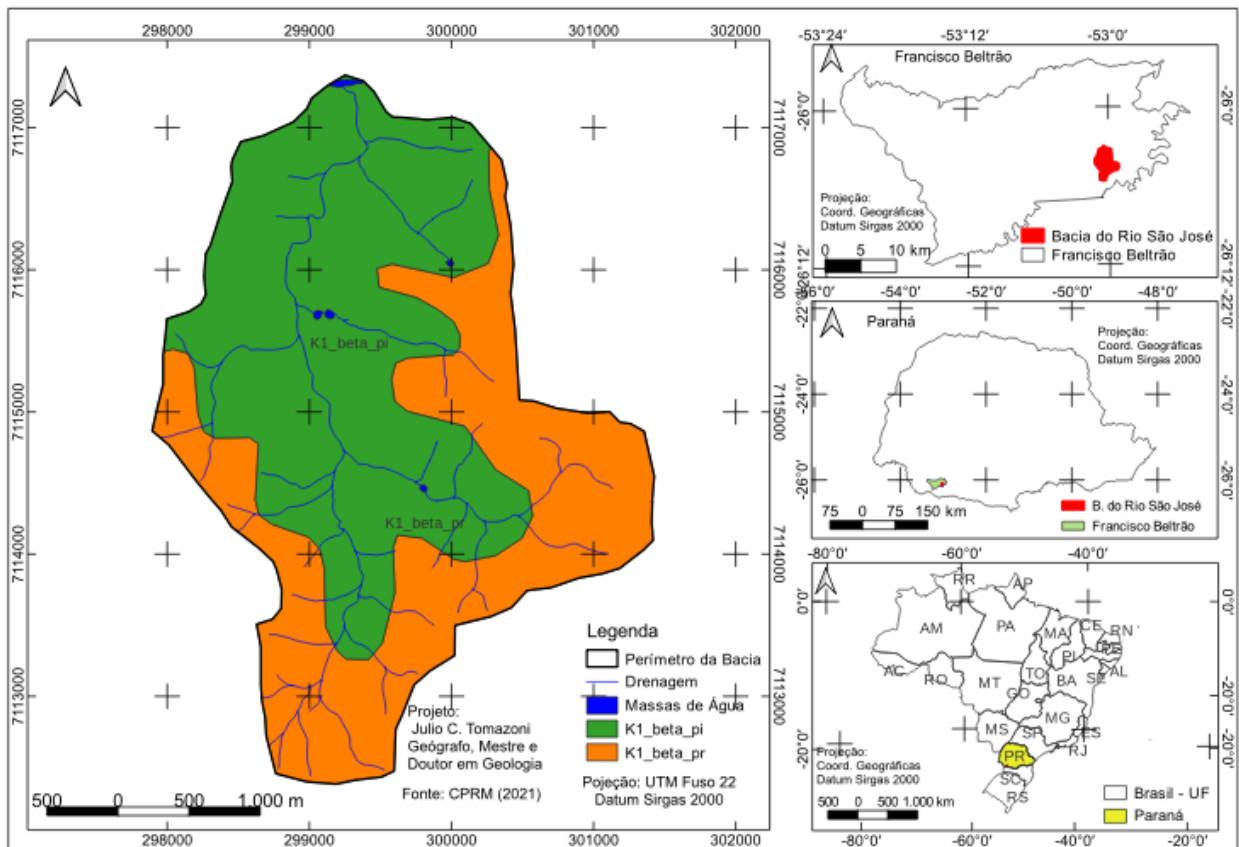


Figura 2 - Mapa Geológico da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR. Fonte: Adaptado de CPRM (2021).

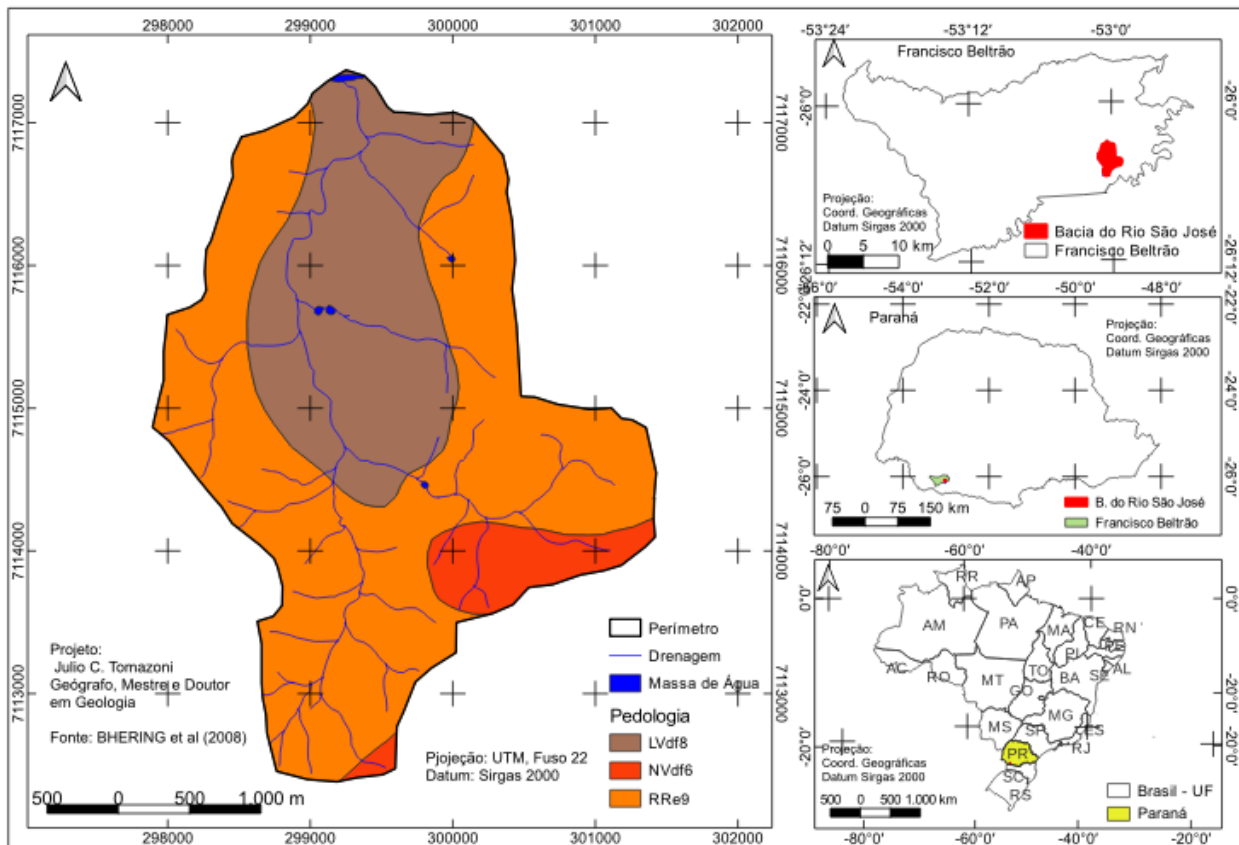


Figura 3 - Tipos de solos que ocorrem na bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR. Fonte: Adaptado de Bhering et al (2008).

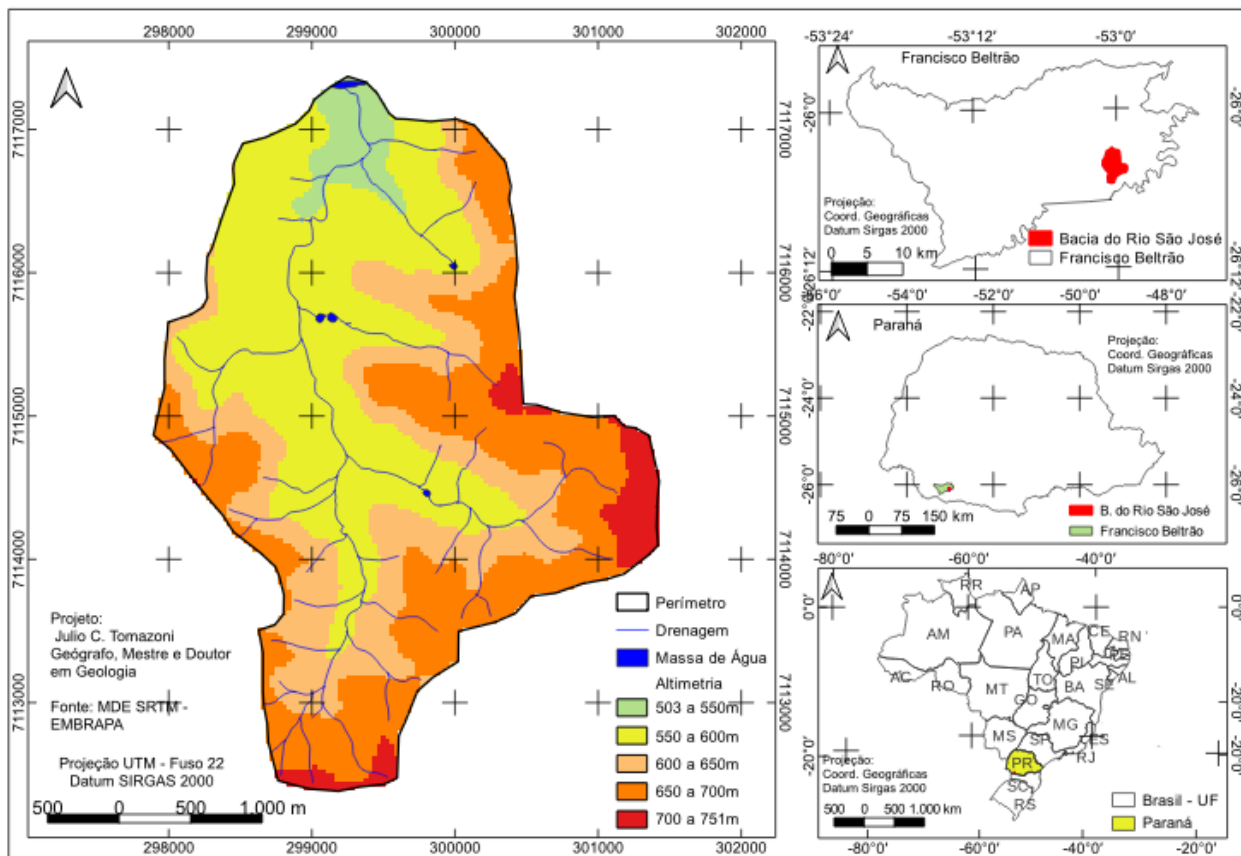


Figura 4 - Mapa altimétrico da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR. Fonte: MDE SRTM - EMBRAPA (2023).

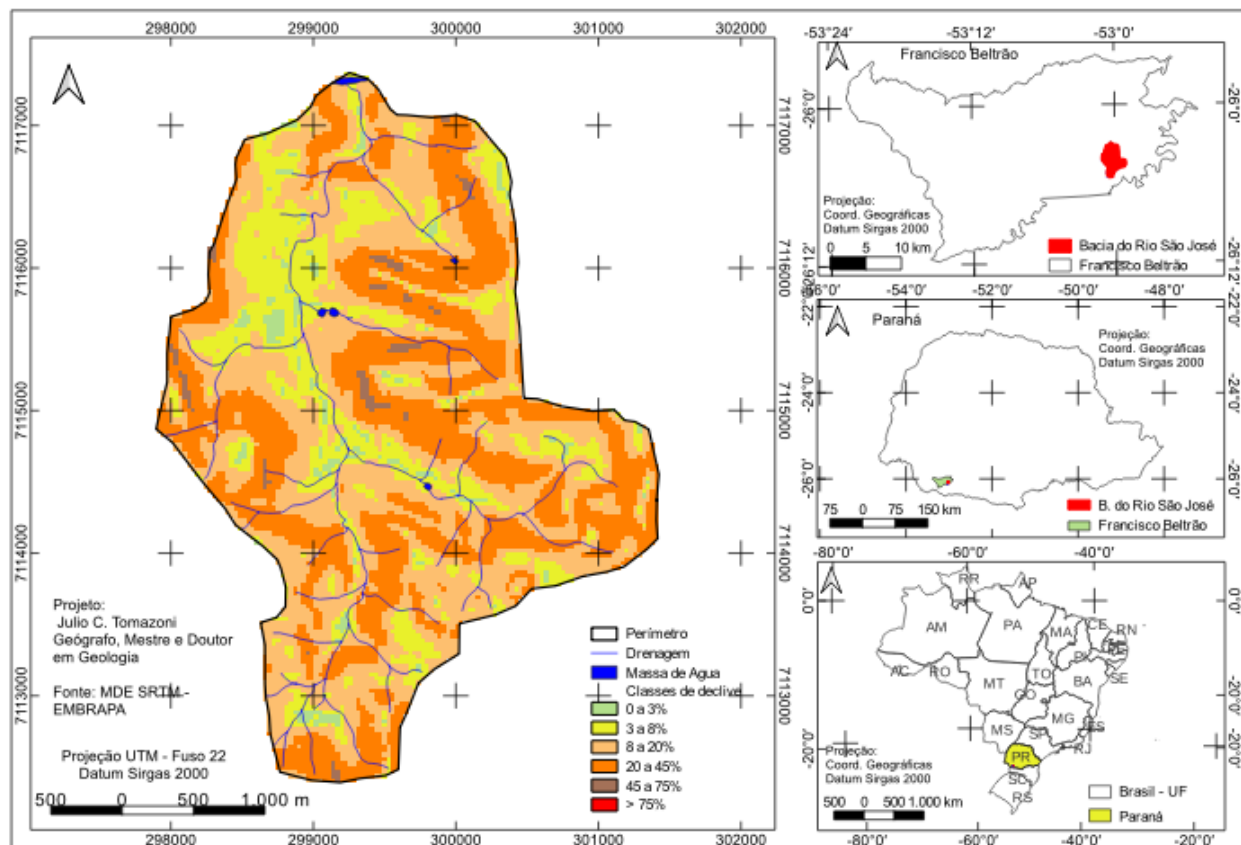


Figura 5 - Mapa de relevo da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR. Fonte: MDE SRTM - EMBRAPA (2023).

Mapeamento de suscetibilidade erosiva

Para fazer o mapeamento de suscetibilidade erosiva, utilizou-se uma correlação dos parâmetros que se acredita ser uma das mais influenciáveis na erodibilidade dos solos da bacia do rio São José. Segundo Bonna (2011), essa metodologia de correlação de parâmetros é muito utilizada nesse tipo de mapeamento, pois produz resultados normalmente coerentes com a realidade observada.

Observando a paisagem, fez-se a avaliação dos principais elementos que influenciam na erodibilidade dos solos da bacia e utilizando a metodologia proposta por Bonna (2011), optou-se pela utilização dos seguintes parâmetros:

a) Características do relevo – declividade e posição na paisagem: dados obtidos a partir dos mapas temáticos extraídos do MDE SRTM da área de estudo;

b) Erodibilidade dos solos: obtida a partir do levantamento pedológico realizado;

c) Ocupação dos solos: informações obtidas a partir da fotointerpretação da imagem Landsat-9 de março de 2023.

Ao tomar como base os parâmetros acima apontados, foram gerados dois mapas de suscetibilidade erosiva:

a) Mapa de suscetibilidade natural à erosão: baseado apenas na influência do relevo na suscetibilidade à erosão e na erodibilidade dos solos – cada um desses parâmetros teve peso de 50%.

b) Mapa de suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos: baseado na influência do relevo, na erodibilidade dos solos e na ocupação dos solos – cada parâmetro teve um peso de 33,3%.

Desse modo, a construção de dois mapas teve como objetivo comparar os resultados e inferir se a suscetibilidade à erosão na bacia do rio São José está mais relacionada aos fatores naturais ou à atuação antrópica sobre a área de estudo. Entretanto, vale ressaltar que nos dois mapas a influência do relevo foi considerada 50% na declividade e 50% na posição da paisagem.

Como os mapas de suscetibilidade basearam-se no cruzamento das matrizes dos mapas dos parâmetros, utilizou-se duas equações desenvolvidas por Bonna (2011), para a formulação dos mapas:

a) Mapa de suscetibilidade natural à erosão (equação 1).

$$\frac{\frac{d+p}{2} + e}{2} \dots\dots\dots(1)$$

b) Mapa de suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos (equação 2).

$$\frac{\frac{d+p}{2} + e + o}{3} \dots\dots\dots(2)$$

e: valor atribuído a classe de erodibilidade do solo (Tabela 6)

d: valor atribuído a classe de declividade (Tabela 7)

p: valor atribuído a classe de posição na paisagem (Tabela 8)

o: valor atribuído a classe de ocupação do solo (Tabela 9)

Os valores atribuídos ao nível de erodibilidade dos solos e a suscetibilidade à erosão de cada um dos parâmetros estão resumidos nas Tabelas 5 e 6.

Para elaboração do mapa de suscetibilidade erosiva utilizou-se do mapa pedológico, que é baseado em unidades de mapeamento propostas Bhering et al (2008) e englobam mais de uma classe pedológica.

Os dados da Tabela 6 apontam a valoração de cada uma dessas unidades considerando o valor atribuído à erodibilidade ao tipo de solo predominante naquela unidade.

Tabela 5 - Valoração das Classes pedológicas do bacia do rio são José quanto à erodibilidade.

Classe pedológica	Nível de erodibilidade	Valor atribuído
Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico	Muito alto	5
Chernossolo Háplico Órtico léptico	Alto	4
Nitossolo Vermelho Eutroférico chernossólico	Alto	4
Nitossolo Vermelho distroféricos típico	Alto	4
Latossolo Vermelho distroféricos úmbrico	Médio	3

Tabela 6 - Valoração das unidades de mapeamento pedológico da bacia do rio São José quanto à erodibilidade

Unidade de mapeamento pedológico:	Nível de erodibilidade	Valor atribuído
RRe9 - Associação Neossolo Regolítico Eutrófico chernossólico + Nitossolo Vermelho Eutroférico chernossólico + Chernossolo Háplico Órtico léptico	Muito alto	5
NVdf6 - Nitossolo Vermelho distroféricos típico	Alto	4
LVdf8 - Latossolo Vermelho distroféricos úmbrico	Médio	3

Para a avaliação da influência do relevo, como foram consideradas a declividade (Tabela 7) e a posição na paisagem (Tabela 8), optou-se por adotar a média aritmética dos valores atribuídos a esses dois atributos avaliados.

Tabela 7 - Valoração das classes de declive quanto à suscetibilidade erosiva

Declive	Suscetibilidade à erosão	
	Classe	Valor atribuído
0 - 3 %	Muito baixa ou ausente	1
3 - 8%	Baixa	2
8 - 20%	Média	3
20 - 45%	Alta	4
> 45%	Muito alta	5

Tabela 8 - Valoração das unidades de: posição na paisagem quanto à suscetibilidade à erosão

Unidade de posição na paisagem	Suscetibilidade à erosão	
	Classe	Valor atribuído
Vales aplainados	Muito baixa ou ausente	1
Topos de morro aplainados	Média	3
Vertentes	Muito alta	5

Já, a Tabela 9 sintetiza os valores atribuídos à suscetibilidade à erosão das principais formas de ocupação dos solos na bacia do rio São José.

Tabela 9 - Valoração das classes de ocupação dos solos quanto à suscetibilidade à erosão

Tipo de ocupação	Suscetibilidade à erosão	
	Classe	Valor atribuído
Mata	Muito baixa ou ausente	1
Pastagem	Média a alta	3,5

Guimarães, E., Tomazoni, J. C., Tomazoni, E. C.

Agricultura anual	Alta	4
Silvicultura	Baixa	2
Área urbana	Média	3
Solo exposto	Muito alta	5

As classes de suscetibilidade erosiva foram caracterizadas com base nos intervalos de valores que abrangem a média aritmética dos parâmetros avaliados conforme Tabela 10.

Tabela 10 - Classes de suscetibilidade erosiva

Suscetibilidade erosiva	Valor
Ausente a baixa	1 – 2
Média	2 – 3
Alta	3 – 4
Muito alta	4 – 5

Para os cálculos e consequente elaboração dos mapas da suscetibilidade natural à erosão e da suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos, foi utilizado o QGIS 3.30.1.

A determinação da suscetibilidade natural à erosão, conforme demonstra a Figura 6, parte do Modelo digital de Elevação – MDE, da Shuttle Radar Topography mission – SRTM com resolução espacial de 30m. A partir desse MDE, através da ferramenta Raster/Análise/Declividade, foi gerada uma imagem tif com resolução de 30m, com o declive da bacia em %. Utilizando o algoritmo r.reclass, converteu-se a declividade para uma imagem tif, com resolução espacial de 30m à suscetibilidade erosiva quanto às classes de declive, variando de 1 a 5.

A partir da imagem declive da bacia em porcentagem (%), com o algoritmo r.reclass, procedeu-se a classificação da mesma e manualmente sobre a imagem resultante, foi digitalizado uma camada vetorial de polígonos denominada suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem (vales aplainados, topos de morros aplainados e vertentes). Nesse arquivo vetorial foi criado um campo numérico, com a suscetibilidade natural à erosão que variou na escala de 1 a 5. Com a ferramenta Raster/Converte/Converter vetor para raster, o arquivo foi convertido em uma imagem tif com resolução espacial de 30m, denominada

suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem. Para que a imagem tivesse suscetibilidade erosiva de 1 a 5, usou-se o campo numérico já mencionado.

No mapa vetorial de solos da EMBRAPA da bacia, na tabela de atributos do arquivo, gerou-se um campo numérico, com a suscetibilidade erosiva para cada tipo de solo variando na escala de 1 a 5. Utilizando a ferramenta Raster/Converte/Converter vetor para raster, converteu-se o arquivo vetorial em uma imagem usando o campo numérico já mencionado, gerando a imagem tif com resolução espacial de 30m da suscetibilidade erosiva dos solos.

Empregando as imagens: suscetibilidade erosiva em relação às classes de declive, suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem e suscetibilidade erosiva dos solos, com a equação 1, utilizando a ferramenta Raster/Calculadora Raster, foi calculado a suscetibilidade natural à erosão, gerando uma imagem tif. Com o algoritmo r.recode classificou-se essa imagem e foi gerado o mapa final classificado de suscetibilidade natural à erosão.

A determinação da suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos observa-se de acordo com a Figura 7. Utilizou-se as imagens já

geradas de suscetibilidade erosiva em relação às classes de declive, suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem e suscetibilidade erosiva dos solos, mais a imagem de suscetibilidade à erosão em relação da ocupação dos solos.

Para gerar a imagem de suscetibilidade à erosão em relação da ocupação dos solos, foi utilizado uma imagem Landsat 9 de 17-03-2023 e foram classificadas as formas de uso com a ferramenta SCP&Dock. Dessa classificação resultou uma imagem tif com as formas de uso. Utilizou-se o algoritmo r.reclass para converter esse arquivo em uma imagem tif com resolução espacial de 30 de suscetibilidade à erosão em relação da ocupação dos solos, com valores nos pixels que variaram de 1 a 5.

De posse das imagens de suscetibilidade erosiva em relação às classes de declive, suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem, suscetibilidade erosiva dos solos e suscetibilidade à erosão em relação da ocupação dos solos, utilizou-se a equação 2 na ferramenta Raster/Calculadora raster, que determinou a suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos. Com o algoritmo r.recode, essa imagem foi classificada e gerou o mapa final.

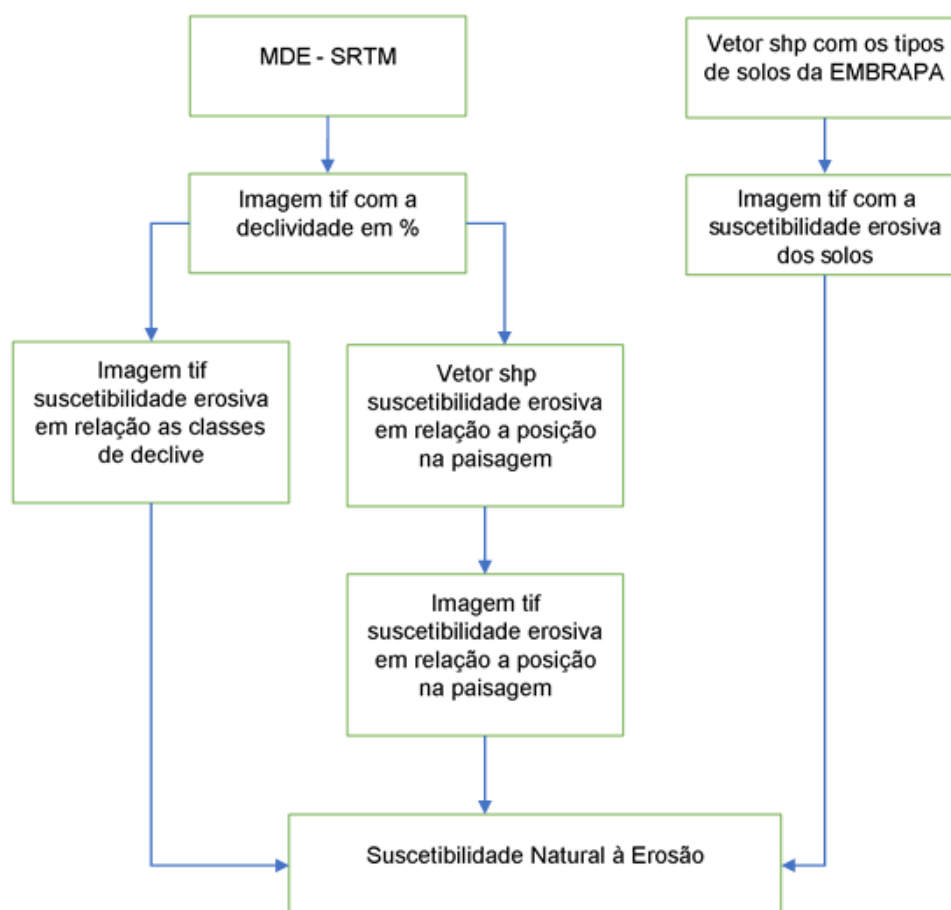


Figura 6 - Fluxograma de procedimentos adotados para determinação da suscetibilidade natural à erosão.

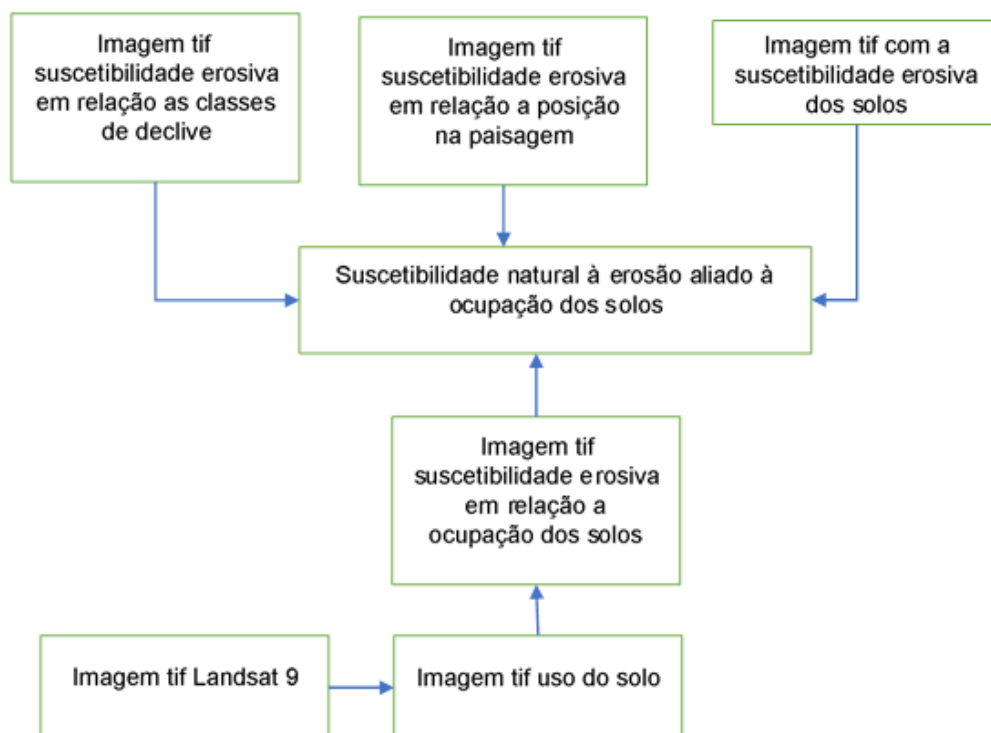


Figura 3 - Fluxograma adotado para determinação da suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos.

Resultados e discussão

Suscetibilidade erosiva da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

Suscetibilidade erosiva dos da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

A suscetibilidade erosiva do solo está demonstrada na Figura 8 e a quantificação consta na Tabela 11. A suscetibilidade erosiva do solo variou de 1 a 5, sendo 1 muito baixa ou ausente, 2 baixa, 3 média, 4 alta e 5 muito alta. Na bacia em 61,1% da área, onde ocorre a associação de solos RRe9, predominou a classe 5 muito alta; em 31,9%, onde ocorre o LVdf8, a suscetibilidade é a 3 média; e em 6,9% onde está o NVdf6, a classe é 4 alta.

Tabela 11 - Quantificação da Suscetibilidade Erosiva dos Solos da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR.

Tipo de Solo	Suscetibilidade erosiva	Área ha	% da área
LVdf8	3 - Média	313,9869	31,9
NVdf6	4 - Alta	68,2345	6,9
RRe9	5 – Muito alta	600,8780	61,1
Total		983,0994	100,0

).

Fica perceptível que predominam na bacia solos com suscetibilidade erosiva de média a muito alta.

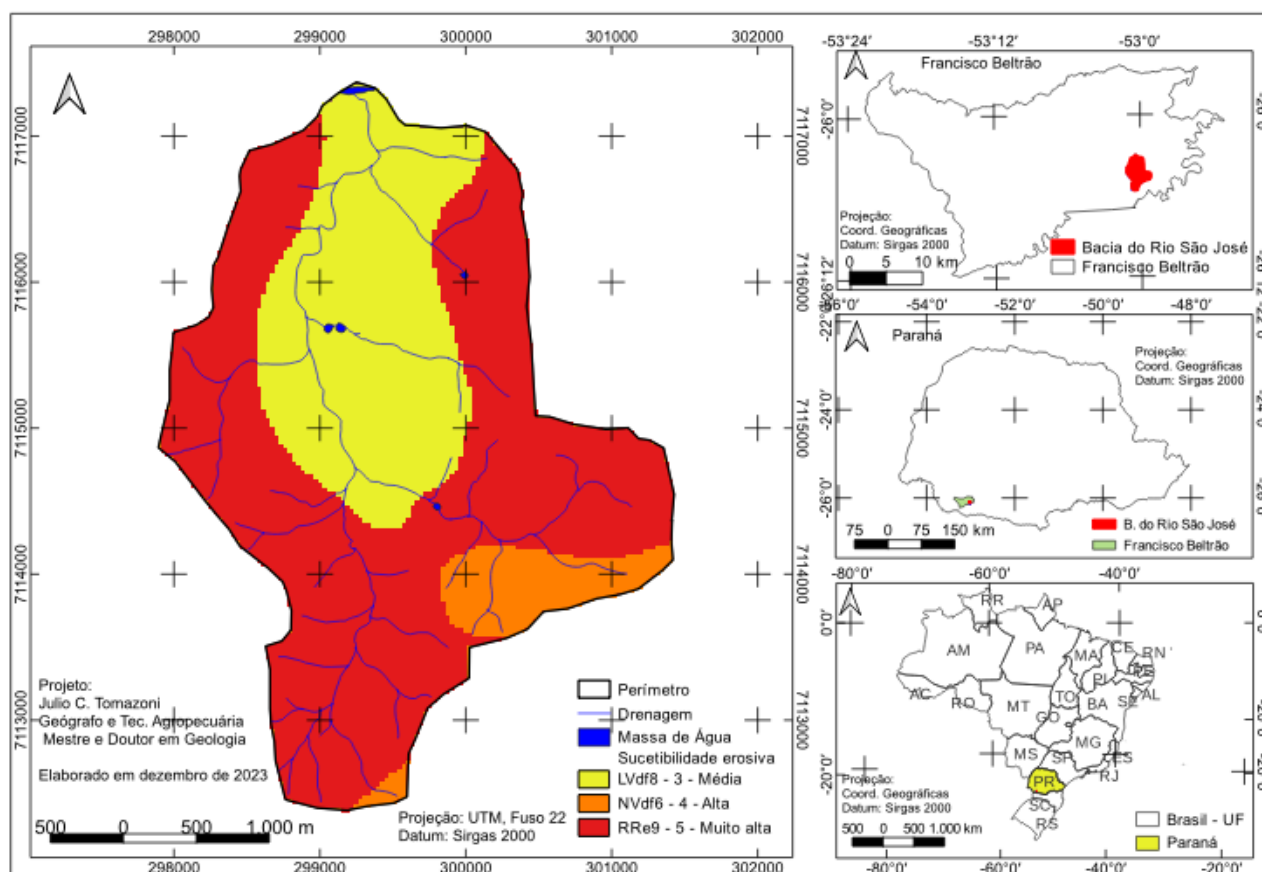


Figura 8 - Suscetibilidade erosiva dos solos da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR.

Suscetibilidade erosiva em relação às classes de declive da bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

A suscetibilidade erosiva, em relação à declividade, está demonstrada na Figura 9 e a quantificação consta na Tabela 12. A suscetibilidade erosiva em função da declividade variou de 1 a 5, sendo 1 muito baixa ou ausente, 2 baixa, 3 média, 4 alta e 5 muito alta.

Na bacia em 41,8% da área, onde ocorre a classe de declive 8 a 20% e a suscetibilidade

erosiva é 3 (média); em 35,7% da bacia sucede a classe de declive 20 a 45%, a suscetibilidade erosiva é 4 (alta); em 18,9% da área ocorre a classe de declive de 3 a 8%, a suscetibilidade erosiva é 2 (baixa); em 2,5% da área percebe-se a classe de declive de 0 a 3%, a suscetibilidade erosiva é 1 (muito baixa ou ausente); e em 1,1% da área, há a classe de declive de > 45%, a suscetibilidade erosiva é 5 (muito alta). Portanto, predominam as classes de suscetibilidade erosiva de média a alta em 77,5% da bacia.

Tabela 12 - Quantificação das classes de declive quanto à suscetibilidade erosiva

Declive	Suscetibilidade à erosão		Área ha	% da área
	Classe	Valor atribuído		
0 - 3 %	Muito baixa ou ausente	1	24,6659	2,5
3 - 8%	Baixa	2	185,4804	18,9
8 - 20%	Média	3	411,1866	41,8
20 - 45%	Alta	4	351,0690	35,7
> 45%	Muito alta	5	10,6974	1,1
Total			983,0994	100,0

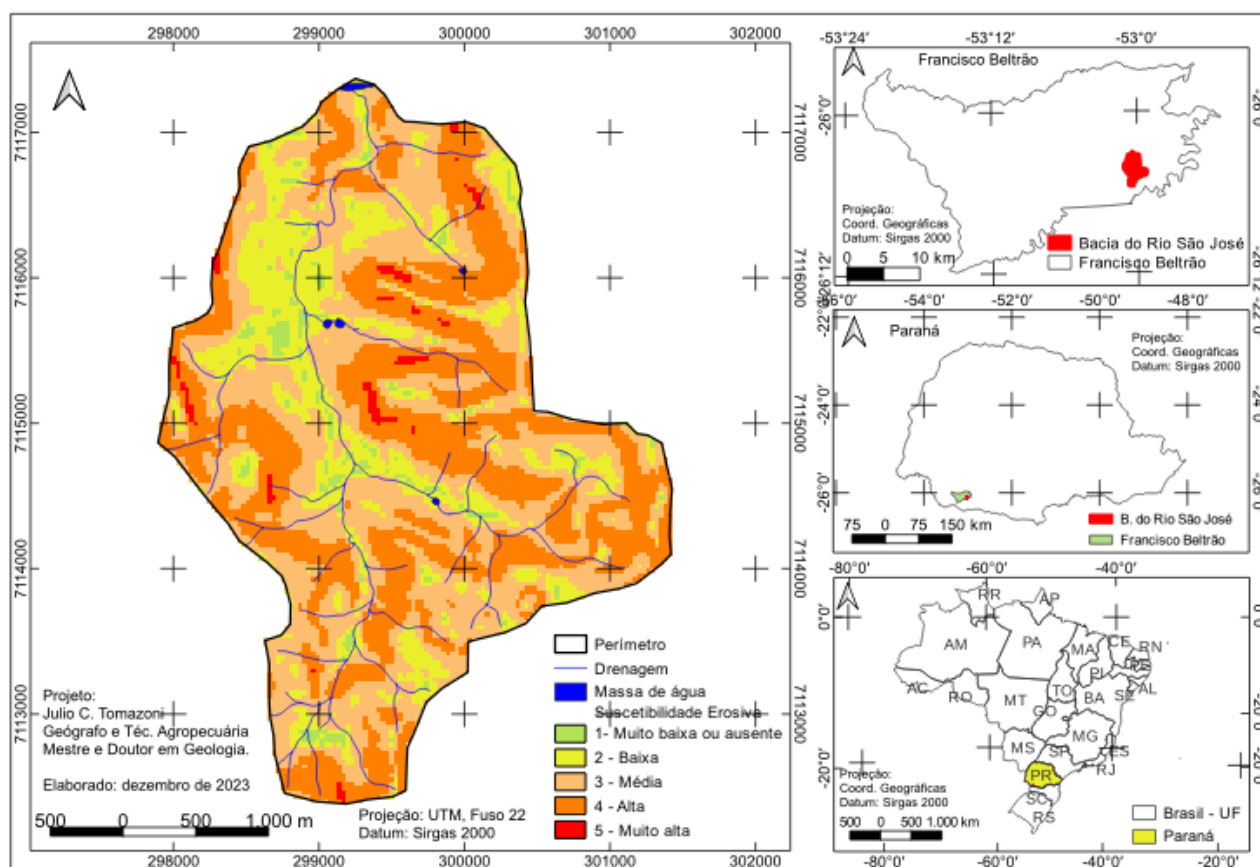


Figura 9 - Classes de declive quanto à suscetibilidade erosiva.

Suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem na bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

A suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem está demonstrada na Figura 10 e a quantificação consta na Tabela 13. A suscetibilidade erosiva em função da posição na paisagem variou na escala de 1 a 5, sendo 1 muito

baixa ou ausente, 2 baixa, 3 média, 4 alta e 5 muito alta.

Em 78,2% da bacia, onde ocorrem as vertentes, a suscetibilidade erosiva é 5 – muito alta; em 16,1%, nos considerados vales aplainados, a suscetibilidade erosiva é 1 – muito baixa ou ausente; e em 5,7%, nos topos de morro aplainados, a suscetibilidade erosiva é 3 – média.

Tabela 13 – Quantificação das unidades de posição na paisagem quanto à suscetibilidade à erosão

Unidade de posição na paisagem	Suscetibilidade à erosão		Área ha	% da área
	Classe	Valor atribuído		
Vales aplainados	Muito baixa ou ausente	1	158,3437	16,1
Topos de morro aplainados	Média	3	56,0819	5,7
Vertentes	Muito alta	5	768,6737	78,2
Total			983,0994	100,0

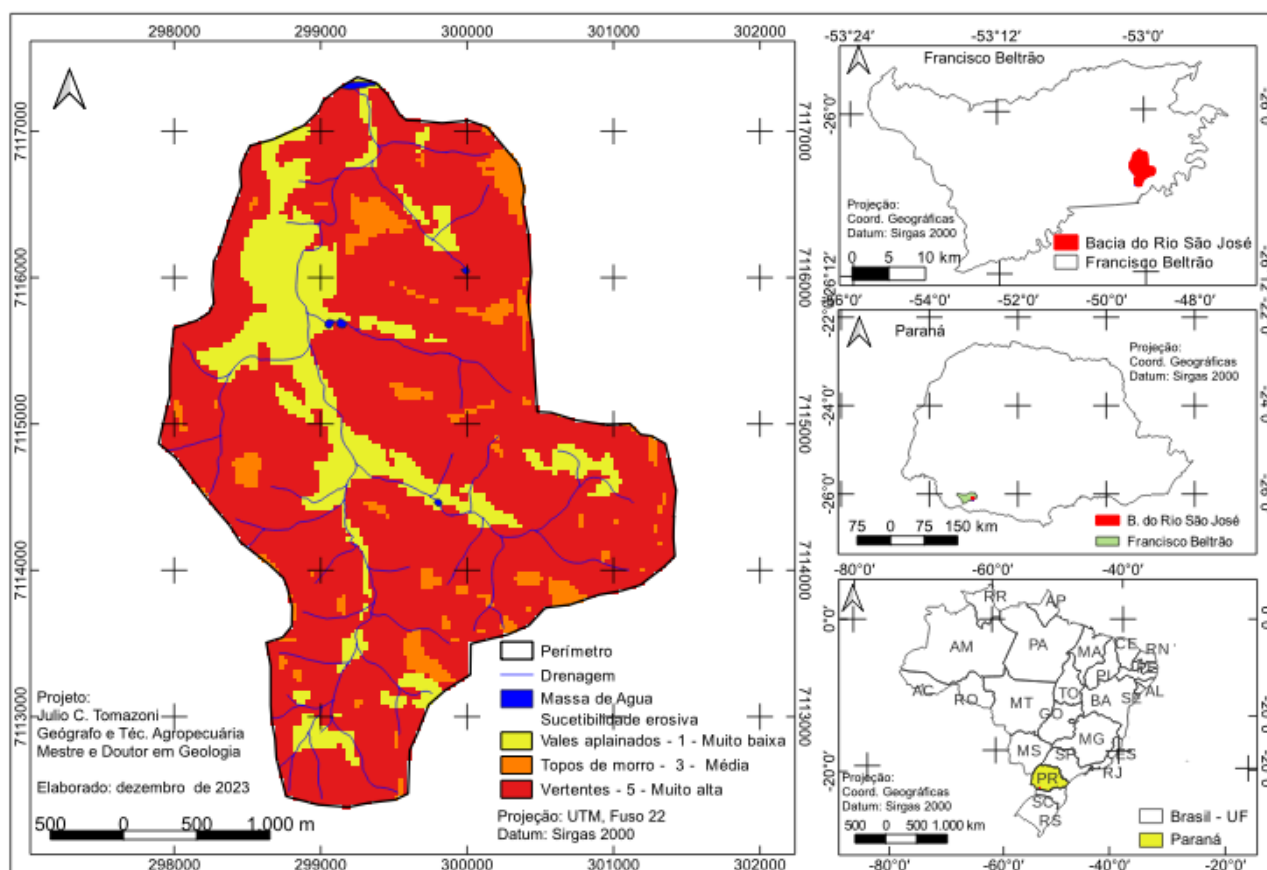


Figura 10 - Posição na paisagem quanto à suscetibilidade à erosão

Suscetibilidade erosiva em relação à ocupação dos solos na bacia do rio São José, Francisco Beltrão-PR

A suscetibilidade erosiva em relação às classes de ocupação dos solos encontra-se demonstrada na Figura 11 e a quantificação consta na Tabela 14. A suscetibilidade erosiva em função das classes de ocupação dos solos variou de 1 a 5, sendo 1 muito baixa ou ausente, 2 baixa, 3 média, 3,5 média a alta, 4 alta e 5 muito alta.

Em relação às classes de ocupação dos solos quanto à suscetibilidade à erosão, verifica-se que em 56,3% da bacia, com forma de uso mata, a

suscetibilidade erosiva é 1 (muito baixa ou ausente); em 15,9% da bacia, onde ocorre o solo exposto, a suscetibilidade erosiva é 5 (muito alta); em 12,6% da bacia, a com agricultura anual, a suscetibilidade erosiva é 4 (alta); em 11,0% da bacia onde há a silvicultura, a suscetibilidade é 2 (baixa); e em 4,2% da bacia, as com pastagem, a suscetibilidade erosiva é 3,5 (média a alta).

Pelas análises, percebe-se que se trata de uma bacia bem preservada, pois em 56,3% da área existem matas, tornando a suscetibilidade erosiva muito baixa ou ausente.

Tabela 14 - Quantificação das classes de ocupação dos Solos quanto à suscetibilidade à erosão

Tipo de ocupação	Suscetibilidade à erosão		Área ha	% da área
	Classe	Valor atribuído		
Mata	Muito baixa ou ausente	1	553,3597	56,3
Pastagem	Média a alta	3,5	41,0263	4,2
Agricultura anual	Alta	4	123,6200	12,6
Silvicultura	Baixa	2	108,4718	11,0
Área urbana	Média	3	0,0000	0,0
Solo exposto	Muito alta	5	156,6214	15,9
Total			983,0994	100,0

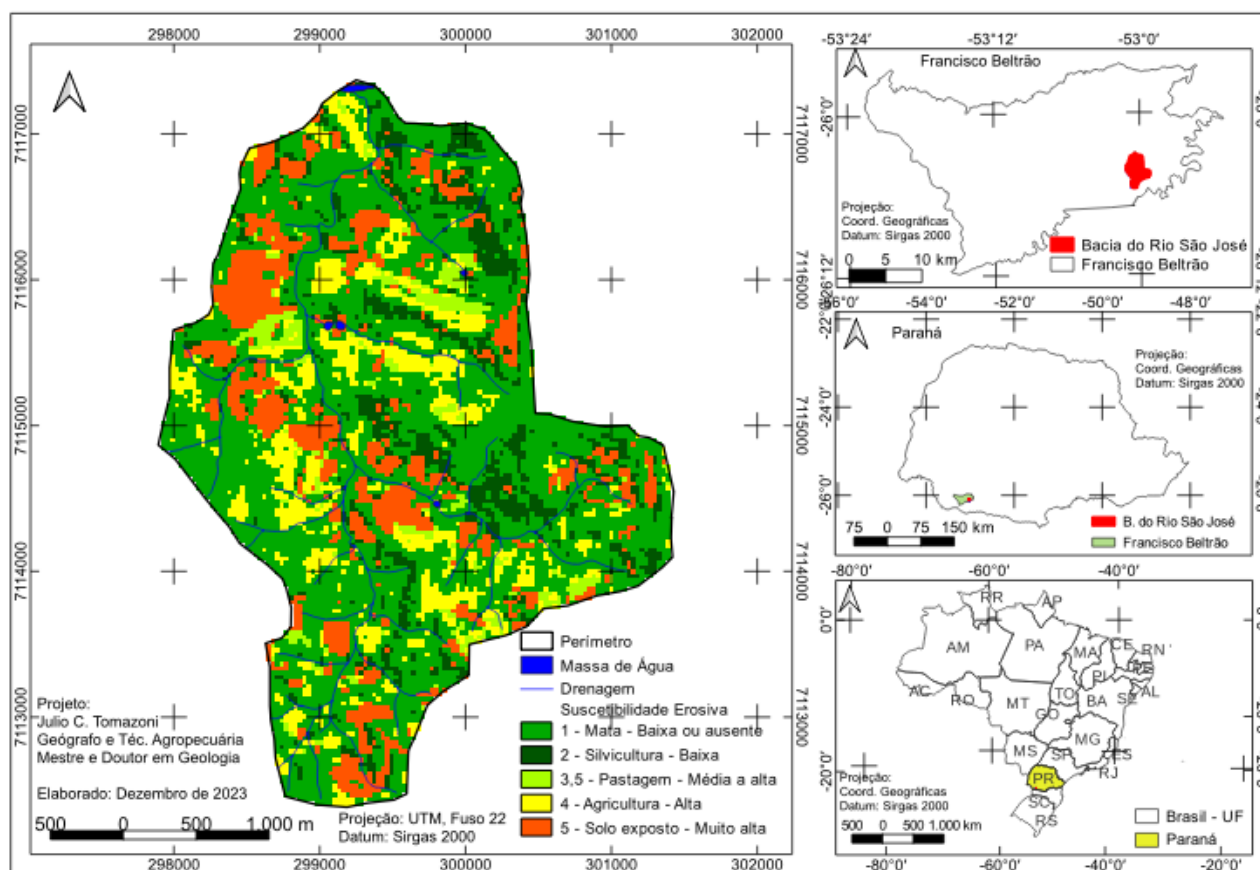


Figura 11 - Classes de ocupação dos solos quanto à suscetibilidade à erosão. Fonte: Autores (2023).

Determinação da suscetibilidade erosiva

Determinação da suscetibilidade erosiva

Considerando a suscetibilidade erosiva dos solos, a suscetibilidade erosiva em relação às classes de declive e à suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem, procedeu-se a determinação da suscetibilidade natural à erosão. As classes consideradas foram: ausente a baixa – 1 a 2; média – 2 a 3; alta – 3 a 4; e muito alta – 4 a 5.

A suscetibilidade natural a erosão encontra-se demonstrada na Figura 12 e a quantificação consta na Tabela 15. A classe predominante na bacia considera-se como muito alta, pois ocorre em 51,9% da área; em 37,6% da bacia ocorre a alta; em 9,3%, classifica-se como

média; e somente em 1,2% ocorre de ausente a baixa.

Tabela 15 - Quantificação da suscetibilidade natural à erosão

Suscetibilidade erosiva		Área ha	% da área
Classe	Valor		
Ausente a baixa	1 – 2	11,7437	1,2
Média	2 – 3	91,4003	9,3
Alta	3 – 4	369,4247	37,6
Muito alta	4 – 5	510,5307	51,9
Total		983,0994	100,0

Assim sendo, pode-se concluir que a bacia é altamente suscetível natural à erosão, haja vista as classes muito alta a alta abrangerem 89,5% do território.

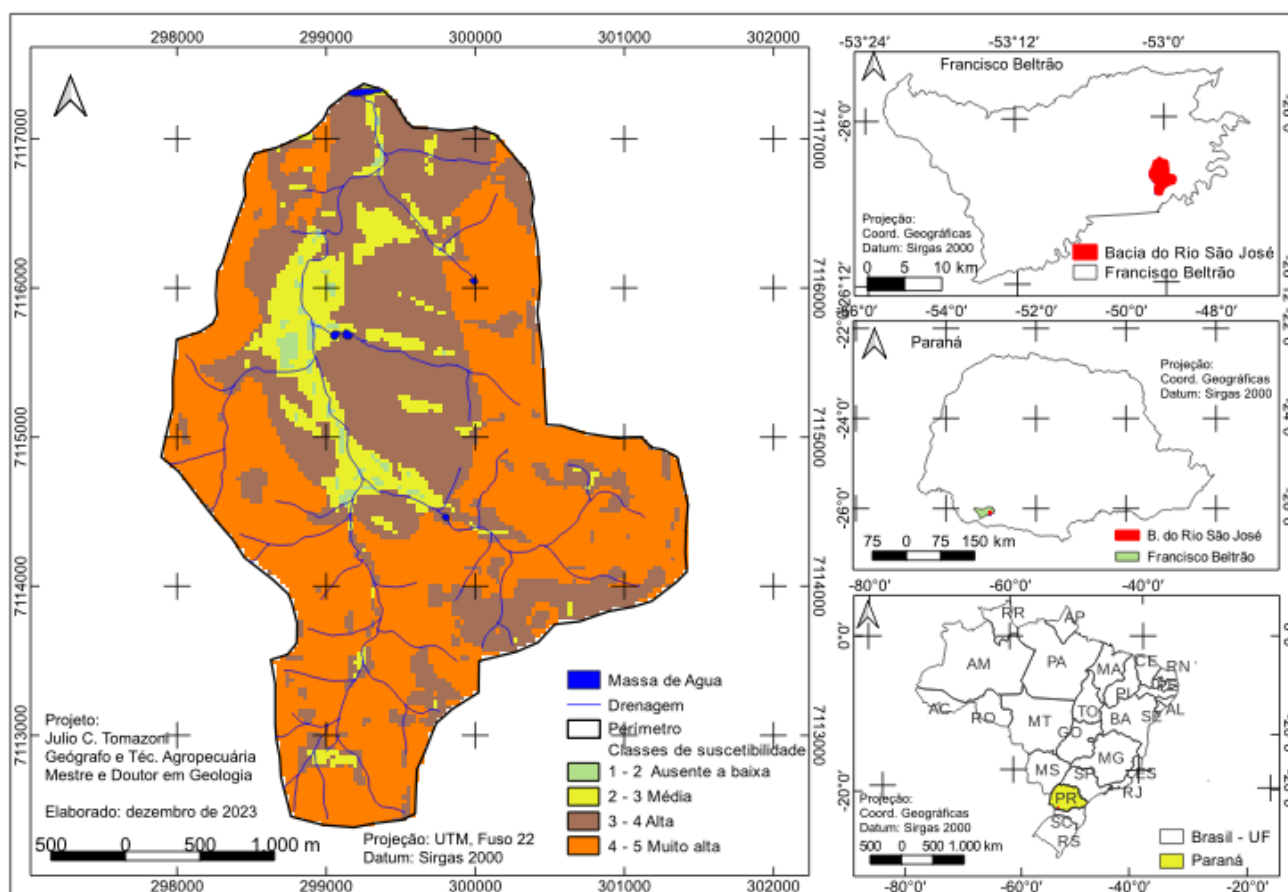


Figura 12 - Suscetibilidade natural à erosão. Fonte: Autores (2023).

Determinação da suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação dos solos

Ao considerar a suscetibilidade erosiva dos solos, a suscetibilidade erosiva em relação às classes de declive, à posição na paisagem e a ocupação do solo, procede-se à determinação da suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação do solo. As classes consideradas foram: ausente a baixa - 1 a 2; média - 2 a 3; alta - 3 a 4; e muito alta - 4 a 5.

A suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação do solo está demonstrada na Figura 13 e a quantificação consta na Tabela 16. Predomina a classe alta em 54,4% da bacia; em segundo lugar aparece a classe média em 25,3% da bacia; em terceiro lugar está a classe muito alta que ocorre em 16,1% da bacia, e em quarto e último lugar está a classe ausente a baixa, que ocorre em 4,3% da bacia.

Desse modo, conclui-se que considerando o uso do solo à suscetibilidade da bacia à erosão ficou de alta a média, pois somando, as duas classes ocorrem em 79,7% dessa bacia.

Tabela 16 - Quantificação da suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação dos solos

Suscetibilidade erosiva		Área ha	% da área
Classe	Valor		
Ausente a baixa	1 - 2	42,0587	4,3
Média	2 - 3	248,6197	25,3
Alta	3 - 4	534,4732	54,4
Muito alta	4 - 5	157,9477	16,1
Total		983,0994	100,0

Sobre a importância do uso na atenuação dos processos erosivos nessa bacia, a Tabela 14 demonstra que 56,3% de seu território é coberto com matas, de modo que as classes de suscetibilidade natural à erosão – que eram de altamente suscetível natural à erosão, pois predominavam as classes alta e muito alta em 89,5% do território – quando aliadas à ocupação dos solos passaram de alta a média, ou seja, estão em 79,7% de toda a bacia.

Tabela 17 - Suscetibilidade natural à erosão natural e suscetibilidade à erosão natural aliado à ocupação dos solos

Suscetibilidade erosiva		Suscetibilidade natural à erosão		Suscetibilidade à erosão natural aliado à ocupação dos solos	
Valor	Classe	Área ha	% da área	Área ha	% da área
1 – 2	Ausente a baixa	11,7437	1,2	42,0587	4,3
2 – 3	Média	91,4003	9,3	248,6197	25,3
3 – 4	Alta	369,4247	37,6	534,4732	54,4
4 – 5	Muito alta	510,5307	51,9	157,9477	16,1
Total		983,0994	100,0	983,0994	100,0

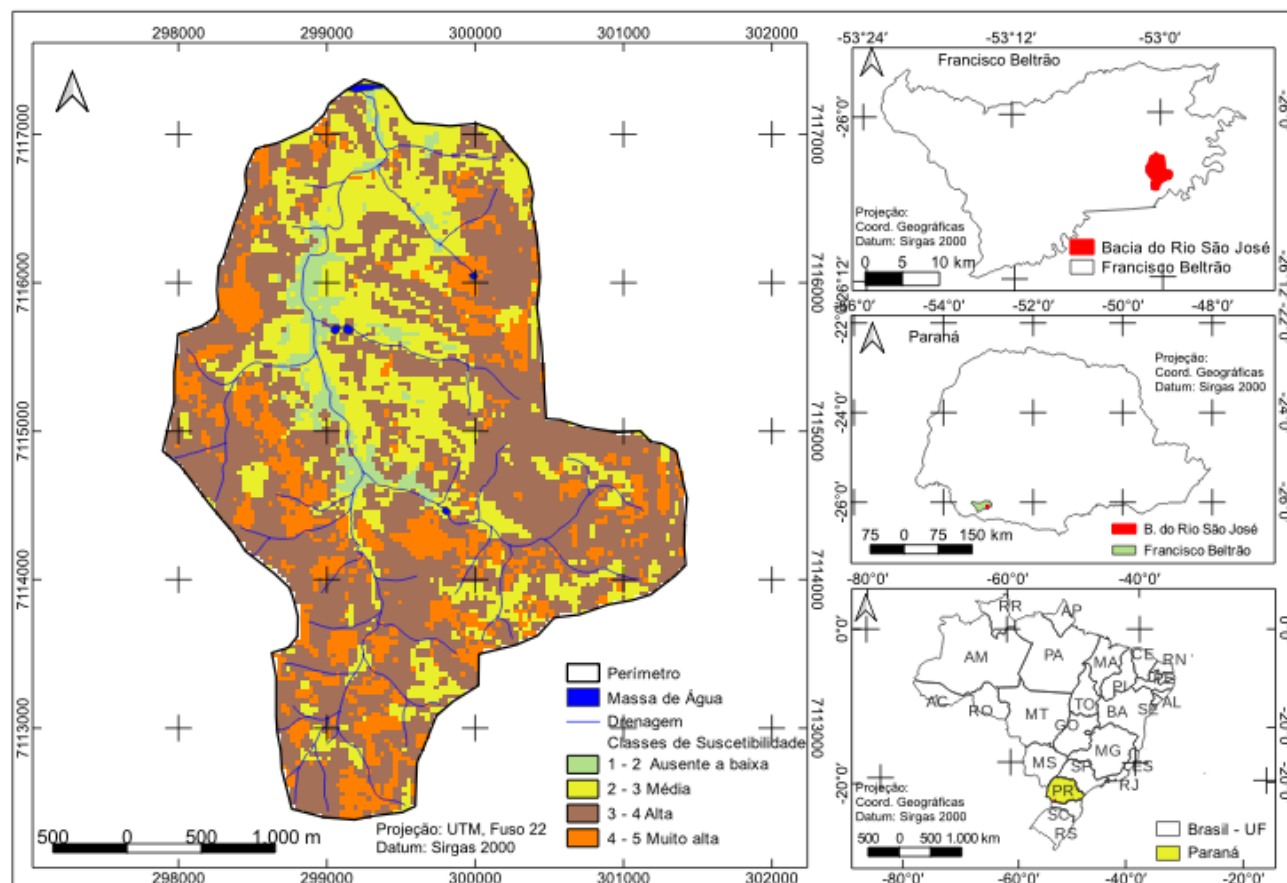


Figura 13 - Suscetibilidade natural à erosão aliado à ocupação dos solos

Para fazer uma análise estatística do objeto de estudo, como mostra a Tabela 18, realizou-se uma tabulação cruzada entre a suscetibilidade natural à erosão e a suscetibilidade natural à erosão aliado ao uso do solo. Nessa tabela os valores das colunas representam a suscetibilidade natural à erosão e os das linhas a suscetibilidade natural à erosão aliado ao uso do solo.

Analisando as colunas suscetibilidade natural à erosão, em relação à suscetibilidade natural à erosão aliado ao uso do solo, verifica-se o seguinte: dos 11,7437ha, enquadrados na classe ausente a baixa, 6,4636ha continuaram na mesma classe e 5,2801ha passaram para a classe média; dos 91,4003ha da classe média, 35,5951ha foram

para a classe ausente a baixa, 31,4075ha continuaram na mesma classe, 24,3977ha foram para a classe alta; dos 369,4247ha da classe alta, 211,9322ha foram para a classe média, 142,3805ha continuaram na mesma classe e 15,1120ha foram para a classe muito alta; dos 510,5207ha da classe muito alta, 367,6950ha passaram para a classe alta e 142,8357ha permaneceram na mesma classe. Portanto, percebe-se que as maiores mudanças foram na classe muito alta seguida pela classe alta.

Analisando estatisticamente a correlação entre a suscetibilidade natural à erosão e a suscetibilidade natural à erosão aliado ao uso do solo, obtém-se um coeficiente de correlação r 0,682545. Esse valor, se transportado para o

coeficiente de determinação R^2 , torna-se em 0,465867. Isso significa que as duas formas de suscetibilidade à erosão estão correlacionadas em

46,5867%, indicando uma correlação fraca, e são diferentes em 53,4133%.

Tabela 18 - Tabulação cruzada da suscetibilidade natural à erosão x suscetibilidade natural à erosão aliado ao uso do solo.

Suscetibilidade Natural Aliado ao Uso do Solo	Suscetibilidade Natural à Erosão				Total
	1 a 2 - Ausente a baixa	2 a 3 - Média	3 a 4 -Alta	4 a 5 - Muito alta	
1 a 2 - Ausente a baixa	6,4636	35,5951	0,0000	0,0000	42,0587
2 a 3 - Média	5,2801	31,4075	211,9322	0,0000	248,6197
3 a 4 -Alta	0,0000	24,3977	142,3805	367,6950	534,4732
4 a 5 - Muito alta	0,0000	0,0000	15,1120	142,8357	157,9477
Total	11,7437	91,4003	369,4247	510,5307	983,0994

Conclusões

Em termos geológicos a bacia do rio São José situa-se no Terceiro Planalto Paranaense, sendo coberta por rochas basálticas, cujas formações predominantes são: Formação K1 β pr em 42,5% da área e a Formação K1 β pi em 57,5% da área. O intemperismo das rochas basálticas deu origem a solos rasos a medianamente profundos. As formas de relevo predominantes são o ondulado e o forte ondulado que estão em 77,5% da área.

Verifica-se, em relação à suscetibilidade erosiva, que: 1) Predominam na bacia solos com suscetibilidade erosiva de muito alta a alta em 93,0% da bacia, ou seja, predominam na bacia solos suscetíveis a erosão; 2) Quanto à suscetibilidade erosiva em relação à declividade, predominam as classes de suscetibilidade erosiva de média a alta em 77,5% da bacia; 3) Para a suscetibilidade erosiva em relação à posição na paisagem, em 78,2% da bacia onde ocorrem as vertentes, a suscetibilidade erosiva é muito alta; 4) Já para a suscetibilidade erosiva em relação às classes de ocupação dos solos, percebe-se que é uma bacia bem preservada, pois em 56,3% da área existem matas, tornando a suscetibilidade erosiva muito baixa ou ausente.

Ao avaliar a suscetibilidade erosiva dos solos, da declividade e em relação à posição na paisagem, pode-se determinar a suscetibilidade natural à erosão da bacia. Com base nesses parâmetros é possível constatar que a bacia é altamente suscetível natural à erosão, pois as classes alta e muito alta abrangem 89,5% do território.

Já, quantificando a suscetibilidade natural à erosão aliada à ocupação do solo, ao avaliar a suscetibilidade erosiva dos solos da declividade em relação à posição na paisagem e considerando o uso do solo à suscetibilidade da bacia à erosão, considera-se de alta a média, pois somando as duas classes nota-se que ocorrem em 79,7% de toda a bacia.

Assim sendo, a aplicação dessa metodologia, que avalia o potencial natural à suscetibilidade à erosão sem e com o uso do solo, permitiu destacar a importância do uso na atenuação dos processos erosivos nessa bacia, visto que 56,3% de seu território encontra-se coberto com matas, de modo que as classes de suscetibilidade natural à erosão que eram de altamente suscetível natural à erosão, 89,5% do território, quando aliadas à ocupação do solo, passaram de alta a média, ou seja, reduziram para 79,7% de toda a bacia. Estatisticamente as duas formas de suscetibilidade estão correlacionadas em 46,5867%, indicando uma correlação fraca e são diferentes em 53,4133%.

Referências

- Bagio, B., 2016. Erosão Hídrica em Diferentes Comprimentos de Declive em Solo Descoberto. Dissertação (Mestrado). Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1467/Disserta_o_Final_15693543126765_1467.pdf
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F., 2012. Conservação do solo. 8 ed. São Paulo, SP: Ícone.

- Bhering, S. B., Dos Santos, H. G. Bognola, I. A. Cúrcio, G. R. Manzatto, C. V. De Carvalho Junior, W. Chagas, C. S. Áglío, L. D. De Souza, J. S., 2008. Mapa de Solos do Estado do Paraná. Escala 1:250.000: legenda/Silvio Barge Bhering ... [et al.]. Rio de Janeiro: Embrapa Solos.
- Bonna, J. L., 2011. Mapeamento Pedológico e de Suscetibilidade Erosiva no Alto Córrego Prata (Ouro Preto/MG). Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MP-BB-8RBKKX/1/disserta__o_joyce_bonna.pdf
- Bordas, M. P.; Semmelman, F. R., 2009. Elementos de engenharia de sedimentos. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). Hidrologia: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre, RS: UFRGS – Faculdade de Agronomia.
- CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, 2021. Mapa Geológico e de Recursos Minerais do Estado do Paraná. Escala 1:600.000.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 306 p.
- Jesuz, C.R., Cabral, I.L.L., 2019. Análise da erosão laminar em áreas com uso agrícola e pastagem: bacia hidrográfica do rio Tenente Amaral – MT. Geosul, v. 34, n. 72, p. 254-279. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n72p254>
- Moraes, I.C., 2016. Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica MEUPS e WEPP: contribuição em bacias hidrográficas. Tese (Doutorado). Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/138149>
- Oliveira, W.F., Leite, M.E., 2018. Perda de solo por erosão hídrica em bacia hidrográfica: o caso da área de drenagem da barragem do rio Juramento, no norte do estado de Minas Gerais. Caminhos de Geografia, v. 19, n. 67, p. 16-37. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/RCG196702>
- Pasquatto, M. C. Tomazoni, J. C., 2016. Estudo do processo erosivo laminar na bacia de captação do rio Barro Preto, em Coronel Vivida – PR. Revista Brasileira de Geografia Física, V.9 N.02, p. 555 a 570. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v9.2.p555-570>
- Pires, F. R.; Souza, C. M. de, 2013. Práticas mecânicas de conservação do solo e da água. 3. ed. Viçosa, MG: Autor.
- Pruski, F. F., 2009. Processo Físico de Ocorrência da Erosão Hídrica. In: Pruski, F. F. (Ed.). Conservação de solo e água: práticas mecânicas para o controle da erosão hídrica. 2. ed. Viçosa, MG: UFV.
- Tavares Filho, J., 2016. Física e conservação do solo e água. Editora Edue, Londrina.
- Trindade, S.P., Rodrigues, R. A., 2016. Uso do solo na microbacia do Ribeirão Samambaia e sua relação com a suscetibilidade à erosão laminar. Revista Geografia Acadêmica. Boa Vista, v.10, n.1, p. 163-181. Disponível em: <https://revista.ufr.br/rga/article/view/3421/pdf>
- Vansan, A. P. Tomazoni, J. C. Uso de Técnicas de Geoprocessamento para Estudo da Erosão Hídrica Laminar em Microbacia Hidrográfica do Sudoeste do Paraná. Revista Brasileira de Geografia Física. v.13, n.03, 2020, P. 1117 a 1131. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.3.p1117-1131>
- Zanella, J. R. D. Tomazoni, J. C. Aguiar, W. de., 2023. Determinação da Erosão e Transporte de Sedimentos em Bacia Hidrográfica do Sudoeste do Paraná. Revista Brasileira de Geografia Física, v.16, n.04, P. 2103 a 2118. Disponível em: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.4.p2103-2118>