

## A ERODIBILIDADE DO SOLO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PINTO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU/PR<sup>1</sup>

### LA EROSIONABILIDAD DEL SUELO EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIO PINTO, SÃO MIGUEL DO IGUAÇU/PR

Danieli Cristina CASSULI<sup>2</sup>  
Vanda Moreira MARTINS<sup>3</sup>  
Bruno Aparecido da SILVA<sup>4</sup>

**Resumo:** O conhecimento da erodibilidade do solo (K) é um importante aliado no combate às perdas de solo pela erosão hídrica. Por isso, este trabalho se propõe a realizar o mapeamento da erodibilidade dos solos na bacia do rio Pinto a partir dos valores de K propostos por Tomazoni (2003) e Caviglione *et al.* (2010). A referida bacia localiza-se no município de São Miguel do Iguaçu, região Oeste do estado do Paraná e integra a Bacia do Paraná III-BR. O principal objetivo foi apresentar e discutir a erodibilidade dos solos a fim de nortear o uso, a ocupação, o manejo e a conservação do solo em dois compartimentos da bacia, com atributos pedogeomorfológicos distintos. O compartimento 1 é caracterizado por relevo plano a suave ondulado, declividade fraca a muito fraca, interflúvios longos, vertentes divergentes retilíneas a convexas, Latossolos e Nitossolos Vermelhos Eutroféricos, com erodibilidade média. O compartimento 2 possui interflúvios estreitos, convexas, com rampas curtas e declividade entre 12 e >30%, relevo ondulado a forte ondulado, em que se desenvolvem os Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, com erodibilidade variando de muito alta a extremamente alta.

**Palavras-chave:** fator K, formas da vertente, erosão hídrica.

**Resumen:** El conocimiento de la erosionabilidad del suelo (K) es un importante aliado en el control a las perdidas del suelo pela erosion hídrica. Por eso, este trabajo propone realizar el mapeo de la erosionabilidad del suelo en la subcuenca del rio Pinto a partir de los valores de K propuestos por Tomazoni (2003) y Caviglione *et al.* (2010). La referida cuenca esta ubicada en la ciudad de São Miguel do Iguaçu, región oeste del estado do Paraná y integra la Cuenca del Paraná III-BR. El principal objetivo fue exponer y discutir la erosionabilidade de los suelos con el fin de gerir lo uso, la ocupación, el manejo e la conservación del suelo en dos compartimientos de la cuenca, con atributos pedogeomorfológicos distintos. Lo compartimento 1 es caracterizado por relieve llano y suave ondulado, declinación débil a muy débil, interflúvios largos, vertientes divergentes retilíneas a convexas, Latossolos y Nitossolos Eutroféricos, con erosionabilidade media. Lo compartimento 2 tiene interfluvios estrechos, convexas, con rampas cortas y declividad entre 12 y >30%, relieve ondulado a fuertemente ondulado, en que se desarrollan los Cambissolos Háplicos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos con erosionabilidade cambiando de muy alta a extremadamente alta.

**Palavras clave:** factor K, formas de vertiente, erosión hídrica.

<sup>1</sup> O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

<sup>2</sup> Mestra em Geografia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE/MCR. E-mail: dani\_cassuli@hotmail.com

<sup>3</sup> Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE/MCR. E-mail: mmvanda@hotmail.com

<sup>4</sup> Doutorando em Geografia - Programa de Pós-Graduação em Geografia - UNIOESTE/Francisco Beltrão. E-mail: brunoborchertesilva@gmail.com

## Introdução

No ano de 2014 a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), por meio do relatório *Status of the World's Soil Resources*, alerta que 33% dos solos de todo o mundo estão degradados. As causas da degradação do solo são: a erosão, a salinização, a compactação, a acidificação e a contaminação. Este relatório adverte que, somente a erosão hídrica é responsável pela perda de 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano, reduzindo significativamente a produtividade das culturas e a capacidade do solo de armazenar carbono, nutrientes e água. São estimadas perdas na produção de cereais de cerca de 7,6 milhões de toneladas por ano e, se não forem tomadas medidas para diminuir a erosão hídrica, estima-se perdas de aproximadamente 253 milhões de toneladas de cereais em 2050 (WRB, 2014). A dinâmica econômica atual (e passada) busca atender as demandas produtivas de forma imediata. Assim, as questões ambientais são deixadas em segundo plano, desencadeando impactos ambientais nas bacias hidrográficas sob diferentes usos do solo e em diferentes escalas.

No Brasil, o mau uso e manejo inadequado dos solos causam problemas relacionados à erosão hídrica, transporte de sedimento para os rios, depósito em locais indesejáveis e assoreamento dos canais (CARVALHO, 2006). O grande desafio da agricultura moderna é associar a exploração agrícola e os interesses financeiros do agricultor à conservação do solo. O planejamento racional do uso e manejo do solo leva em consideração suas características físicas, ecológicas e econômicas e será mais preciso quanto maior for o detalhamento e a análise das informações (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014). O manejo ambiental na escala da bacia hidrográfica é o que melhor se adapta ao desenvolvimento agrícola sustentável, pois, permite uma visão integrada ou ecossistêmica de manejo de recursos naturais, abrangendo interesses multidisciplinares (FUJIHARA, 2002).

A bacia hidrográfica do rio Pinto integra a Bacia do Paraná III/Brasil (BPIII-BR), na mesorregião Oeste do estado do Paraná, que apresenta relevante importância econômica regional (elevado potencial agropecuário e agroindustrial). Na região ainda são restritas as informações integradas e detalhadas dos aspectos fisiográficos (geomorfológicos, pedológicos, climáticos...) e socioambientais como o uso, a ocupação e o manejo adequado nas bacias hidrográficas.

O desconhecimento ou a falta de esclarecimento e acesso às informações e dados sobre a erosão hídrica, por parte do produtor, por exemplo, é o reflexo da carência de pesquisas socioambientais com o enfoque sistêmico na escala da bacia hidrográfica ou, ainda da incapacidade de comunicação entre a pesquisa e a comunidade. Ademais, determinar a erodibilidade do solo (K), por exemplo, é um processo lento e de alto custo financeiro, pois demanda técnicas especializadas e tempo para coleta de dados. As dimensões das áreas mapeadas e a diversidade climática e edáfica são outros obstáculos a superar (MARQUES, 2013). Na BPIII-BR, os atributos pedomorfológicos (textura muito argilosa a argilosa) e os geomorfológicos (vertentes retilíneas-convexas, declividades fraca a muito fraca) e a baixa erodibilidade atribuída aos solos muito argilosos ajudam, de certa maneira, a desestimular o interesse pelas pesquisas que abordam a perda de solos por erosão hídrica.

Por outro lado, nas regiões de climas tropicais e subtropicais, a necessidade de pesquisas detalhadas sobre a perda de solos é iminente. Na bacia do Rio Pinto, parte dos setores ocupados com agropecuária, e de forma descomprometida com o manejo adequado, gera prejuízos ambientais e econômicos relacionados à perda de solo e ao assoreamento de canais, conforme dados de São Miguel do Iguçu (2015) e Garlini (2015). Por isso, as informações sobre a erodibilidade do solo podem ser utilizadas, por exemplo, para calcular as perdas de solo a partir da Equação Universal de Perda de Solos - USLE e nortear os

produtores rurais e os gestores públicos na tomada de decisão (planejamento) e utilização de técnicas de manejo e conservação do solo nas sub-bacias da BPIII-BR.

Portanto, este trabalho se propôs a realizar o mapeamento da erodibilidade dos solos na bacia do rio Pinto a partir dos valores de K propostos por Tomazoni (2003) e Caviglione *et al.* (2010). Os objetivos foram estimar, apresentar e discutir a erodibilidade dos solos na bacia, além de nortear o planejamento e a gestão do uso, ocupação, manejo e conservação do solo.

### **Os solos e a erodibilidade (Fator K)**

O solo é meio para o crescimento de plantas, regulador do abastecimento de água, reciclador de matérias-primas, agente modificador da atmosfera, habitat para os seres vivos e meio para as obras de engenharia. A qualidade do solo influencia a natureza dos ecossistemas, das plantas e a capacidade do planeta de sustentar a vida animal e dos seres humanos (BRADY, 2013). Conhecer seus atributos físico-químicos e seu potencial natural é condição indispensável para o planejamento e gestão do uso e manejo, tanto no meio rural quanto no urbano. Por isso a erodibilidade do solo (K) necessita ser conhecida e amplamente divulgada à sociedade civil, uma vez que está diretamente relacionada às perdas de solos pela erosão hídrica, principal problema ambiental em regiões de clima tropicais e subtropicais úmidos, como na Bacia do Paraná III-BR.

#### Os principais tipos de solos da BPIII-BR

Reconhecido na literatura como um sistema dinâmico, o solo é constituído por componentes sólidos, líquidos e gasosos, de procedência mineral e orgânica, que ocupa a maior parte da superfície continental do planeta. É estruturado em camadas chamadas de horizontes e que estão sujeitas às constantes transformações por meio de processos como adição, remoção, translocação química, física e biológica. O solo é, portanto, resultado da influência mútua entre atmosfera, hidrosfera, biosfera e litosfera (MENDONÇA, 2006). Um dos fatores que influencia na gênese, evolução e desenvolvimento dos solos é o relevo. Este fator de formação atua sobre a dinâmica hídrica e térmica dos solos e, assim, no microclima e na natureza da vegetação, bem como nas características e propriedades morfológicas do solo (PALMIERI; LARACH, 2000).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos apresenta 13 classes de solos em primeiro nível categórico (nível de Ordem): Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvisolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos, Planossolos, Plintossolos e Vertissolos (EMBRAPA, 2018). Destas, serão apresentadas a seguir, as classes que predominam na região Oeste do Paraná e sua relação de ocorrência com o relevo, na escala das vertentes e da bacia hidrográfica.

Os Latossolos que dominam a paisagem na BPIII-BR e na bacia do rio Pinto são formados por material mineral derivados das rochas basálticas. Os Latossolos Vermelhos Perféricos, Eutroféricos ou Distroféricos são profundos, argilosos ou muito argilosos, friáveis, porosos e bem acentuadamente drenados (KER, 1998). Desenvolvem-se predominantemente em paisagens de relevo plano ou suave ondulado (EMBRAPA, 2018). Este tipo de relevo, aliado às boas condições físicas, tornam essas classes de solos menos suscetível à erosão hídrica (PRADO, 1995). O sucesso da agricultura nas áreas de Latossolo Vermelho confirma a grande potencialidade agrícola, associada à fertilidade natural, à facilidade e resposta à correção da fertilidade, quando necessária e, também, à possibilidade de ampla mecanização e irrigação (KER, 1998).

Os Nitossolos Vermelhos da BPIII-BR e da bacia do rio Pinto, também são oriundos de rochas basálticas. Compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico, textura argilosa ou muito argilosa (teores de argila iguais ou maiores que 35%). Normalmente são profundos, bem drenados, estruturados e de coloração vermelha a brunada (MANZATTO *et al.*, 2002). São, em geral, de moderadamente ácidos a ácidos, com argila de atividade baixa ou com caráter alumínico conjugado com argila de atividade alta e composição caulínico-oxídica. Os Nitossolos Vermelhos estão associados às paisagens de relevo suave ondulado a ondulado (PRADO, 1995) e possuem boa aptidão agrícola, assim como os Latossolos Vermelhos.

Os Cambissolos, devido à natureza, a estrutura e a composição do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas em que são formados, apresentam atributos que variam muito de um local para outro (MANZATTO *et al.*, 2002). São solos constituídos por material mineral, pouco desenvolvidos e, geralmente, pouco profundos. Podem apresentar textura média, argilosa a muito argilosa (SILVA *et al.*, 2005). Estão relacionados às paisagens com relevo ondulado, forte ondulado ou montanhoso, e, por isso, a mecanização agrícola é dificultada (PRADO, 1995). Na bacia do rio Pinto os Cambissolos Háplicos, de textura argilosa a muito argilosa ocorrem em associação com os Neossolos Litólicos e os Neossolos Regolíticos.

Os Neossolos são solos pouco evoluídos (jovens), compostos por material mineral ou por material orgânico, com menos de 20 cm de espessura, que não apresenta alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem (como maior resistência ao intemperismo ou composição químico- mineralógica), seja em razão da influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos. São classificados como Litólicos quando têm horizonte A ou hístico (< 20 cm de espessura) diretamente sobre rocha ou a um horizonte C ou Cr, ou ainda sobre material com ao menos 90% de sua massa composta por fragmentos de rocha, com diâmetro maior que 2 mm, que apresente contato lítico ou fragmentário dentro de 50cm da superfície do solo. Os classificados como Regolíticos possuem contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm. Também devem ter horizonte A sobrejacente ao horizonte C ou Cr, podendo ocorrer Bi com menos de 10 cm de espessura (EMBRAPA, 2018). Na região, essa classe de solo está relacionada às paisagens de relevo acidentado, portanto são mais suscetíveis à erosão hídrica e menos indicados para a prática agrícola (MANZATTO *et al.*, 2002).

#### Fator erodibilidade do solo (K)

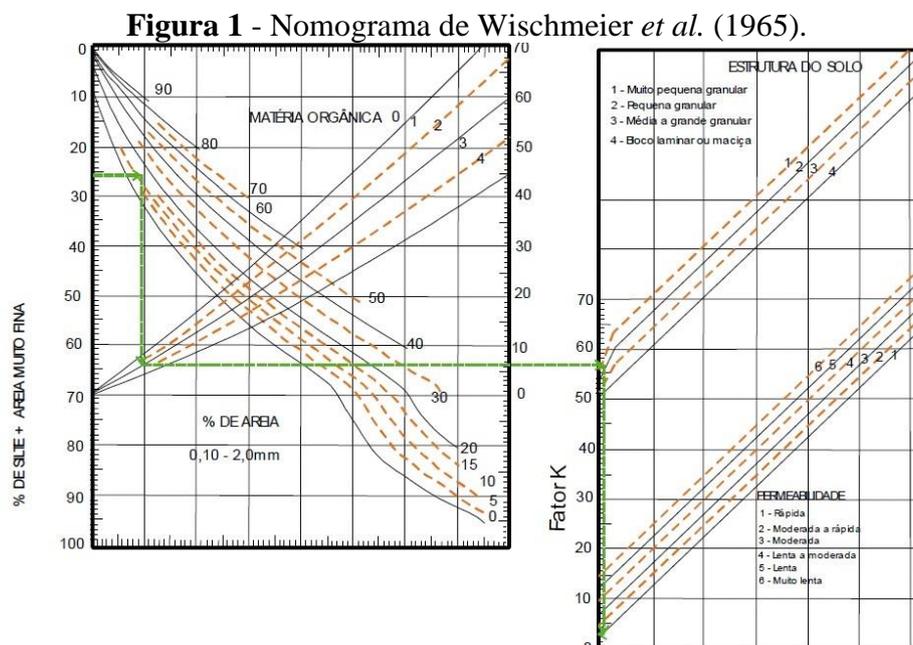
Sob condições fixas de declividade, precipitação, cobertura vegetal e práticas conservacionistas, a erodibilidade do solo varia. O fator K está relacionado diretamente às propriedades do solo que afetam a maior ou menor propensão à erosão hídrica que, por sua vez, depende da velocidade de infiltração, permeabilidade, capacidade de armazenamento, resistência às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pela chuva e escoamento superficial e subsuperficial (PAIVA, 2003). Quando comparados, os solos argilosos e os arenosos, sob as mesmas condições de uso e manejo, os últimos, devido aos seus atributos físicos e químicos, são mais suscetíveis à erosão hídrica (TOMAZONI, 2003).

A estrutura do solo influencia em sua resistência à erosão hídrica por meio das propriedades físico-químicas da argila. Esta contribui para que os agregados permaneçam estáveis em presença de água e de propriedades biológicas, devido à presença de matéria orgânica. Quanto maior a estabilidade dos agregados em água, maior a permeabilidade do solo e menor a desagregação e, por consequência, menor o escoamento superficial e o arraste

de partículas pela água (CORRECHEL, 2003). De acordo com Tomazoni (2003), entre os solos argilosos, os menos erodíveis são os Latossolos, pois são mais intemperizados (maduros), profundos, porosos e bem drenados. O autor acrescenta ainda que, à medida que o grau de maturidade e profundidade diminui, o grau de erodibilidade aumenta. No Brasil, a erodibilidade do solo (K) é o fator mais custoso e moroso para determinação, por sua extensão territorial, climática e diversidade edáfica (MARQUES, 2013). Assim, vários autores têm desenvolvido modelos para estimar a erodibilidade de maneira indireta como, por exemplo, Roloff; Denardin (1994); Denardin (1990); Wischmeier *et al.* (1971); a equação de Boyoucos, descrita por Bertoni; Lombardi Neto (1990); e a equação proposta por Wischmeier *et al.*(1971), modificada por Lima *et al.* (1990).

O fator K pode ser determinado diretamente em campo com chuva natural ou simulada em parcelas padrão, bem como, empregando-se métodos empíricos (CORRECHEL, 2003). As equações de estimativa do fator K, em geral, são elaboradas por meio de regressões múltiplas entre o fator K, medido diretamente no campo, e os atributos do solo (CORRECHEL, 2003). As equações existentes possuem algumas limitações devido à grande diversidade de características que os solos possuem. Porém, quando bem empregadas, fornecem valores próximos aos medidos diretamente em campo (RUTHES *et al.*, 2012). Também se pode utilizar, para a determinação do fator K, o nomograma de Wischmeier *et al.* (1971). Este nomograma (Figura 1) utiliza parâmetros como a porcentagem de silte, areia muito fina (0,002 a 0,1mm), porcentagem de areia (0,1 a 2,0mm), matéria orgânica, estrutura e permeabilidade. Os parâmetros analisados são referentes ao horizonte superficial (A), já que a Equação Universal de Perda de Solos - USLE é aplicada para estimar a erosão laminar (FARINASSO *et al.* 2006).

Tomazoni (2003) coloca que, comparando alguns métodos do cálculo de K, por meio de equações, a grande maioria apresenta valores confiáveis próximos aos obtidos pelo nomograma de Wischmeier *et al.* (1971).



**Fonte:** Adaptado de Resende & Almeida (1985).

Conforme o procedimento, a linha verde é um exemplo de leitura do fator K de um Latossolo Vermelho, com as seguintes características: entra-se no ábaco com os 26% de silte+areia muito fina; traça-se um seguimento de reta até 14% de areia; traça-se um novo

seguimento de reta até 2,14% de matéria orgânica; interpola-se com o segundo gráfico até a estrutura do horizonte A que, para o caso, é muito pequena granular; vai até a permeabilidade que, neste caso, é rápida e liga na coluna do gráfico, obtendo o fator K de 0,03.

## Materiais, métodos e técnicas

Parte da área do município de São Miguel do Iguazu, região Oeste do estado do Paraná, é drenada pela bacia do rio Pinto com cerca de 66,5 km<sup>2</sup>. Geomorfologicamente, a bacia hidrográfica do rio Pinto integra a Bacia do Paraná III-BR, localizada na subunidade morfoescultural denominada de Planalto de Foz do Iguazu, por Santos *et al.* (2006). O relevo suave ondulado do Planalto de Foz do Iguazu é formado por topos aplainados, de dissecação baixa, vertentes convexas e vales abertos, cujas altitudes não ultrapassam os 420 m (SANTOS *et al.*, 2006).

É importante informar que este estudo é produto da dissertação de mestrado defendida junto ao programa de Pós-Graduação em Geografia - PPGG da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, cujos resultados integram o projeto “Relação solo-paisagem na Bacia do Paraná III: subsídios para o uso do solo”, vinculado ao Grupo Multidisciplinar de Estudos Ambientais – GEA e ao PPGG/UNIOESTE-MCR.

### Relevo: declividade e formas das vertentes

A partir do uso da imagem de satélite SRTM SG-21-X-D e das ferramentas disponibilizadas pelo SIG QGIS, foram extraídas a hipsometria e a declividade da bacia hidrográfica do rio Pinto. Como produto, foram gerados os mapas de hipsometria, com equidistância de 20m entre as curvas, e o mapa de declividade, ambos com escala de 1: 50.000. A hierarquia das classes de declividade foi realizada com base na metodologia de Ross (1994), sistematicamente adotada nos estudos da relação solo-vertente nas bacias hidrográficas da Bacia do Paraná III-BR. As classes de declividade de Ross (1994) estão divididas em cinco (05) categorias: muito fraca (0-6%), fraca (6-12%), média (12-20%), forte (20-30%) e muito forte (>30%) (Tabela 1).

Entretanto, cabe ressaltar que para analisar e compatibilizar as interpretações da relação solo-vertente-paisagem na bacia do rio Pinto, com os demais estudos pedológicos realizados no Brasil, lançou-se mão da classificação do relevo, em escala regional, utilizada pela Embrapa (1979). Esta classificação, via de regra, integra os manuais de descrição, levantamentos, mapeamentos e classificação de solos no Brasil. (Tabela 1)

**Tabela 1** - Hierarquia das classes de declividade proposta por Ross (1994) e da classificação do relevo utilizada pela Embrapa nos levantamentos de solos (Embrapa, 1979).

Classes de Declividade	Classes de Relevo
Muito fraca (0-6%)	Plano (0-3%)
Fraca (6-12%)	Suave-ondulado (3-8%)
Média (12-20%)	Ondulado (8-20%)
Forte (20-30%)	Forte-ondulado (20-45%)
Muito forte (>30%)	Montanhoso (45-75%)
	Forte-montanhoso (>75%)

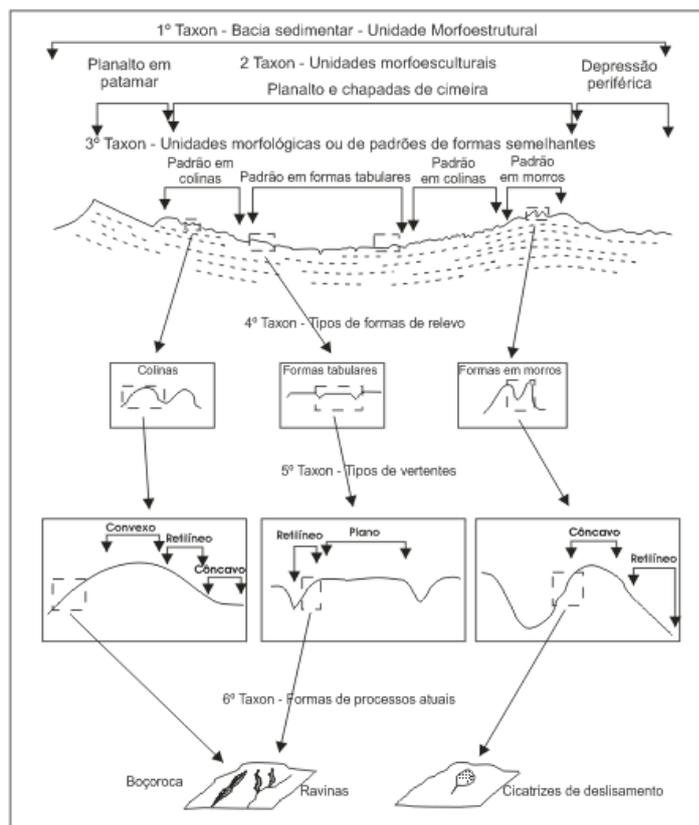
Fonte: ROSS (1994).

Fonte: Embrapa (1979).

Os tipos de vertente, enquanto unidade básica da paisagem, correspondem ao 5º táxon da taxonomia do relevo de Ross (1992) (Figura 2). E, para a caracterizar a morfologia das vertentes (curvatura vertical: retilínea, convexa e côncava; curvatura horizontal: convergente, planar e divergente), foram utilizadas as propostas de Ross (1992) e de Valeriano (2008). A proposta do último autor traz elementos complementares à análise das vertentes, apresentando a curvatura horizontal (convergente, planar e divergente) em associação com a curvatura vertical (côncavo, retilínea e convexa) de Ross (1992), conforme representação da Figura 3.

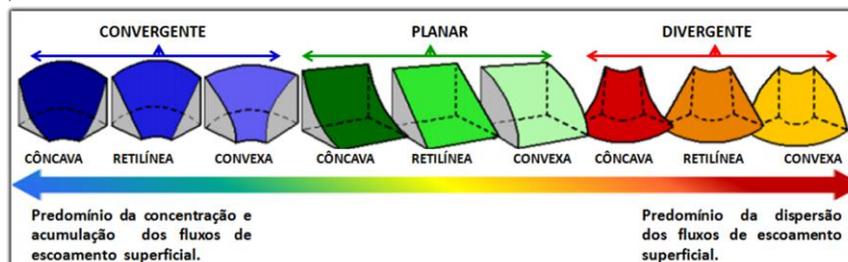
Dessa forma, o mapa de curvatura do terreno foi obtido a partir dos dados organizados por Valeriano (2008), disponibilizados no site do INPE-TOPODATA, com o objetivo de auxiliar na interpretação da concentração dos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais, da interação solo-vertente, assim como da estimativa da erodibilidade do solo (K) na bacia do rio Pinto (VALERIANO, 2008).

**Figura 2** - Representação esquemática das Unidades Taxonômicas do relevo.



Fonte: Ross (1992).

**Figura 3** - Bloco diagrama da representação das formas do terreno (curvaturas verticais e horizontais).



Fonte: Silva Neto (2013).

## Distribuição espacial dos solos

Para realizar a estimativa da erodibilidade do solo (K) na bacia do rio Pinto, foi necessário conhecer a distribuição espacial dos solos. Por isso foi procedeu-se ao aferimento e à readequação do mapa de solos da bacia hidrográfica, na escala de 1:50.000, tendo como base o mapeamento da EMBRAPA (1981), produto do Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná, representado em escala 1:250.000.

A obtenção e o aferimento dos limites espaciais entre as unidades de mapeamento de solo na bacia hidrográfica ocorreram por meio do método do caminhamento livre (EMBRAPA, 1995). Esta etapa foi realizada a fim de localizar os pontos de observação, geralmente em locais representativos, com intuito de que cada observação fornecesse o máximo de informações para o aferimento do mapeamento das classes de solos na bacia. Para a aplicação deste método foram utilizadas: observações, descrições, inferências e interpretação dos dados em campo, além de informações obtidas por meio da fotoidentificação e interação entre a declividade, as formas das vertentes, a rede de drenagem e as características de uso e ocupação do solo. Estes procedimentos tradicionais (EMBRAPA, 1995) também foram utilizados, com êxito, em estudos realizados por Danzer (2015), Moresco (2007), Rocha (2011), Rocha *et al.* (2012), Magalhães *et al.* (2014), Bade (2014) e Martins *et al.* (2015).

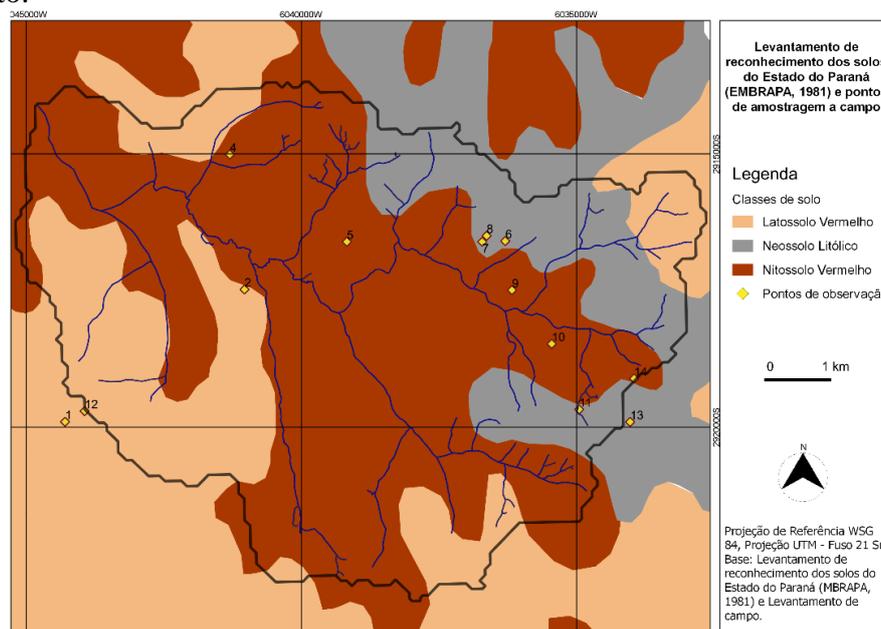
Com o auxílio das cartas topográficas (Folha de Santa Terezinha de Itaipu/SG.21-X-D-III-3 MI – 2832/3 e Folha de Medianeira/SG.21-X-D-III-4 MI – 2832/3) e da fotoidentificação de imagens de satélite referente ao ano de 2013 e das informações de hipsometria, declividade, uso e ocupação do solo, foram selecionados e monitorados 14 pontos, em locais com diferentes padrões de drenagem, de relevo, das vertentes, do uso e ocupação do solo (Figura 4). Nestes pontos foram observadas as classes de declividade, o comprimento e as formas das vertentes, os atributos do solo, além da densidade da drenagem, do uso, ocupação e manejo dos solos. Dessa maneira, os dados e as informações obtidos em campo e a fotoidentificação (EMBRAPA, 1995) permitiram a atualização do mapa de solos da bacia hidrográfica do rio Pinto, conforme procedimentos e critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos-SiBCS (EMBRAPA, 2018) e no manual de procedimentos normativos de levantamentos pedológicos (EMBRAPA, 1995).

Para auxiliar a interpretação visual das áreas com cobertura vegetal e a classificação das demais classes de ocupação do solo, foram utilizadas imagens de satélite do ano de 2013 do banco de imagens de alta resolução espacial disponibilizado pelo *Google Earth PRO*. Estas permitiram delimitar as nascentes e os limites das áreas de interesse. As formas de uso e ocupação identificadas foram: agricultura, área urbana, avicultura ou suinocultura, vegetação natural (campestre), vegetação natural (mata), pastagem, pedreira e silvicultura.

Por meio do complemento *OpenLayersPlugins*, disponibilizado dentro do SIG QGIS, que viabiliza a abertura de imagens de satélite pelo programa *Google Earth Pro*, foi realizada a extração e o detalhamento da rede de drenagem e o mapa de uso e ocupação do solo, utilizando-se de técnicas de fotoidentificação. As áreas de uso e ocupação foram representadas por polígonos, enquanto que a rede de drenagem por linhas. Como resultado foi obtido o mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Pinto em escala de 1:50.000.

As áreas correspondentes de cada uso e ocupação do solo, bem como os percentuais relativos à área total da bacia, foram calculados por meio do próprio SIG.

**Figura 4** - Principais classes de solos e localização dos pontos de monitoramento na bacia do rio Pinto.



Fonte: Autores.

#### Fator k (erodibilidade do solo)

Os valores de fator K atribuídos aos solos da área de estudo foram baseados em índices estipulados por Tomazoni (2003) e Caviglione *et al.* (2010), uma vez que as classes de solos estudadas pelos referidos autores apresentam características físicas e morfológicas semelhantes às encontradas na bacia do rio Pinto. Esses valores são obtidos a partir de medidas experimentais realizadas em monitoramento de campo ou determinados por meio de modelos matemáticos, que utilizam como variáveis as características físicas e químicas do solo.

Deste modo, serão atribuídos os valores de K para cada classe de solo conforme tabela 2. Para a análise da erodibilidade do solo foram utilizadas as classes propostas por Mannigel *et al.* (2012), conforme tabela 3.

**Tabela 2** - Classes de solo e valor para o Fator K.

Classe de solo	Valor para Fator K
Nitossolo Vermelho	0,02
Latossolo Vermelho	0,03
Cambissolo Háplico	0,05
Neossolo	0,10

Adaptado de Tomazoni (2003) e Caviglione *et al.* (2010).

**Tabela 3** - Classes de erodibilidade do solo.

Classificação	Classe definida $Mg.ha.h.ha^{-1}.MJ^{-1}.mm^{-1}$
Extremamente alto	>0,0600
Muito alto	0,0450 a 0,0600
Alto	0,0300 a 0,0450
Médio	0,0150 a 0,0300
Baixo	0,0090 a 0,0150
Muito baixo	<0,009

Adaptado de Mannigel *et al.* (2002).

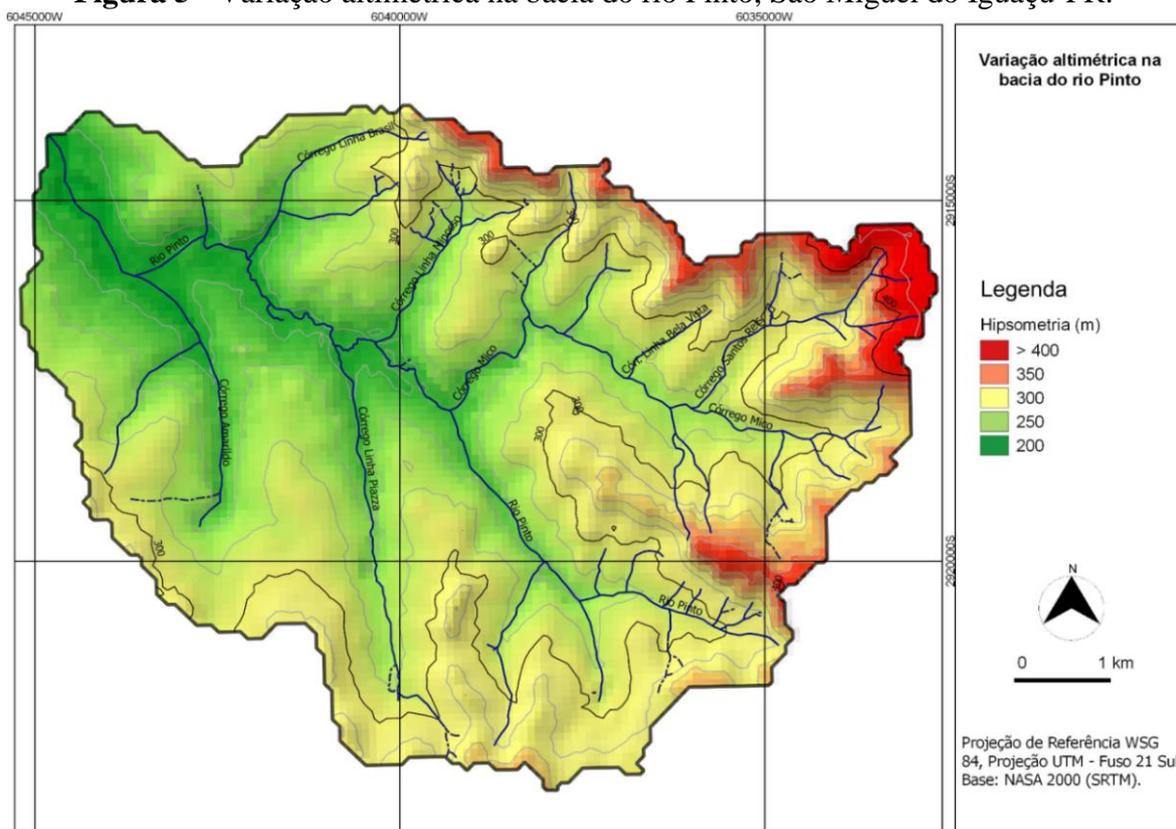
## O relevo e a morfologia das vertentes na bacia do rio Pinto

Na bacia do rio Pinto, as áreas mais elevadas concentram-se na região nordeste da bacia, atingindo altitude máxima de 430 m na Serra do Mico (Figura 5). As áreas de menor altitude concentram-se na região da confluência dos rios Pinto e Ocoí, chegando a 220 m. O desnível altimétrico é de 210 m, porém, 77% da área compreendida pela bacia apresenta altitude inferior a 300 m. A maioria das nascentes está localizada próxima às cotas de 300 m de altitude ou mais elevadas.

As classes de declividade variam de muito fraca a muito forte na bacia, conforme a classificação proposta por Ross (1994) (Figura 6). Regionalmente, o relevo é suave ondulado (EMBRAPA, 1979), formado por interflúvios amplos, vertentes longas e retilíneas nos segmentos superiores, vales em V abertos e classes de declividade fraca a muito fraca (0 a 12%). As declividades classificadas como média, forte e muito forte (12-30%) abrangem, sobretudo, o setor nordeste da bacia, com cotas altimétricas acima dos 300 m, acompanhando os interflúvios estreitos do relevo ondulado a forte ondulado, representado pelos patamares dissecados, com vertentes convexo-côncavas e vales em V encaixados e abertos.

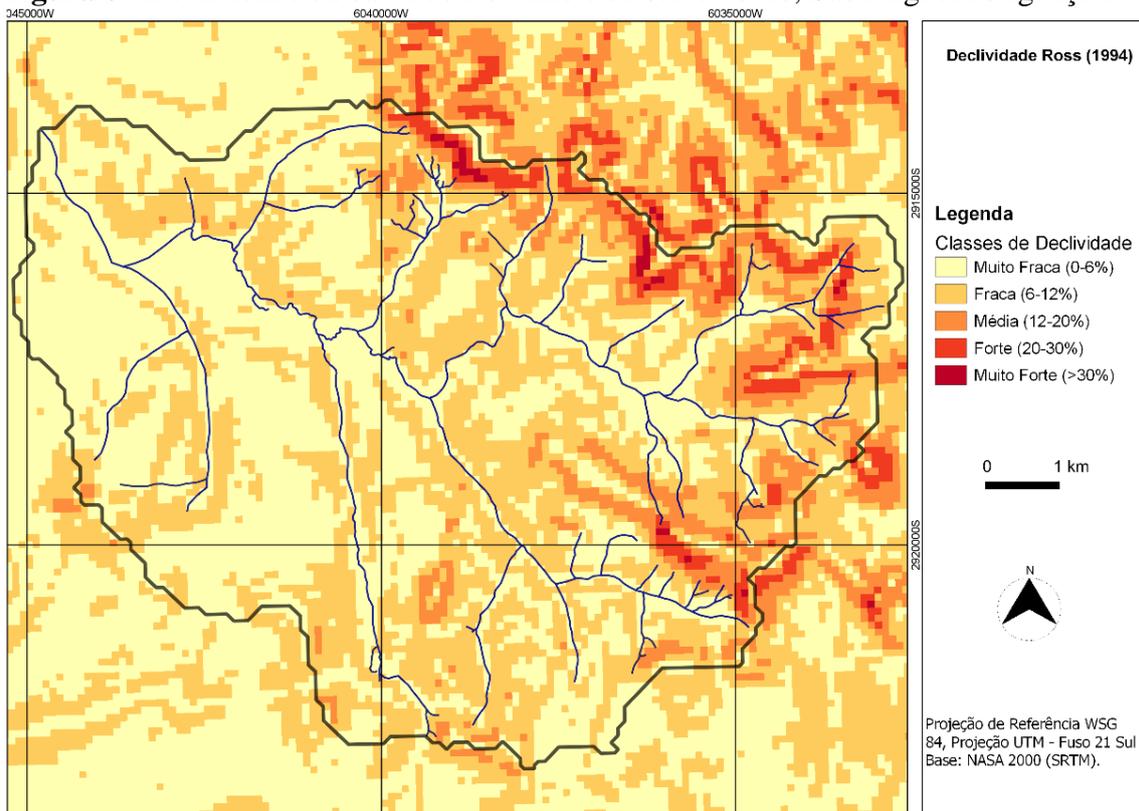
O relevo da bacia foi dividido em dois compartimentos geomorfológicos em decorrência das diferenças de declividade, altimetria e morfologia das vertentes, conforme a figura 7.

**Figura 5** - Variação altimétrica na bacia do rio Pinto, São Miguel do Iguazu-PR.



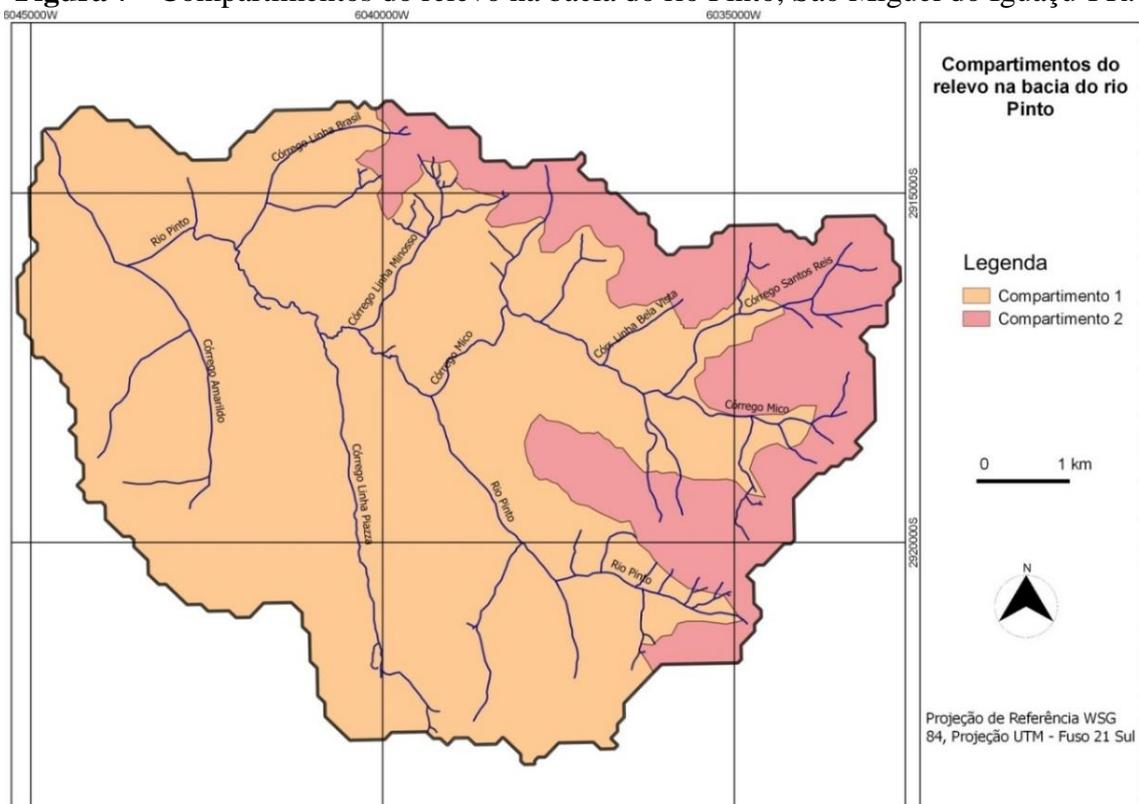
Fonte: Autores.

**Figura 6** - Declividade da bacia do rio Pinto e de seu entorno, São Miguel do Iguaçu-PR.



Fonte: Autores.

**Figura 7** - Compartimentos do relevo na bacia do rio Pinto, São Miguel do Iguaçu-PR.

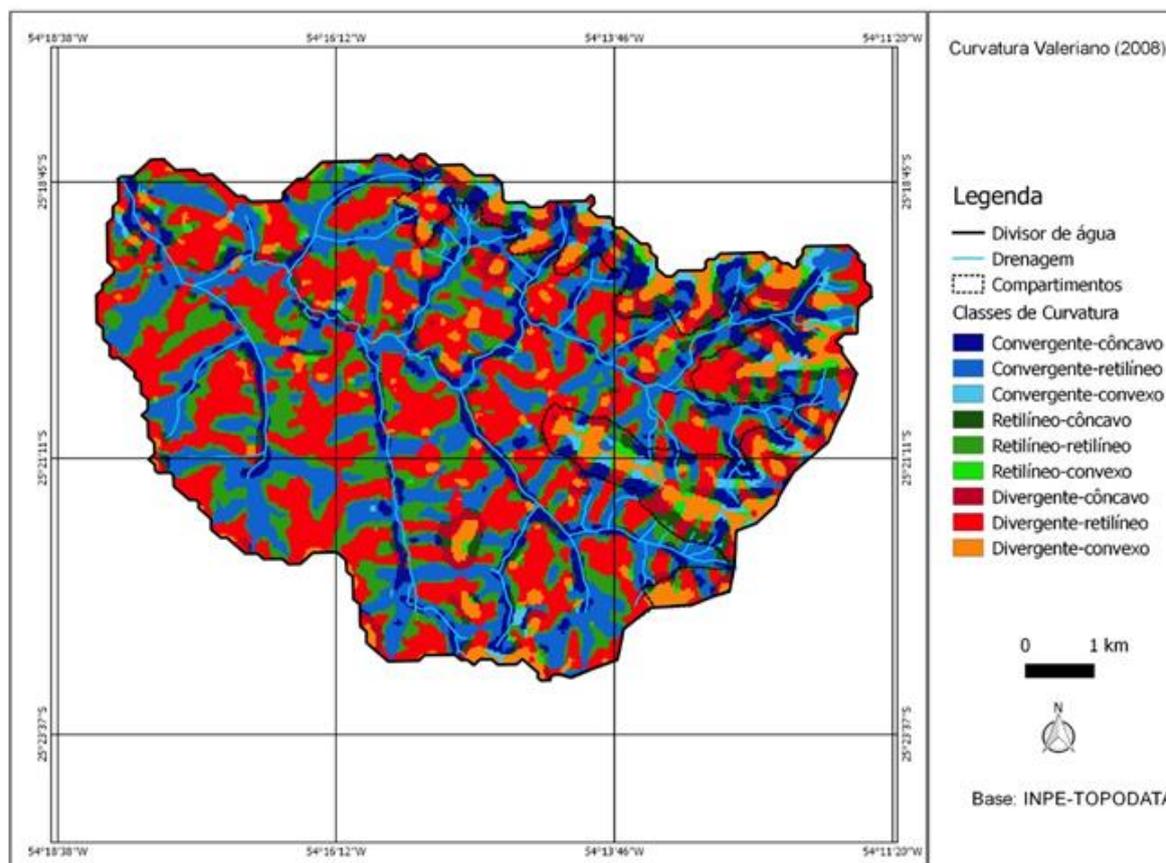


Fonte: Autores.

O compartimento 1 possui área de 51,9 km<sup>2</sup>, o que representa 78,06% da área total da bacia hidrográfica. Neste compartimento predomina o relevo plano a suave ondulado, com interflúvios amplos, vertentes longas e declividades muito fraca (0-6%) a fraca (6-12%). Setores com topos estreitos estão presentes neste compartimento, em que a declividade chega a 20% (relevo ondulado). A altimetria varia de 230m a 340m, com amplitude de 110m.

Quanto a morfologia das vertentes, predominam nos segmentos de topo e alta vertente deste compartimento as formas divergente-retilínea, convergente retilínea e planar-retilínea (Figura 8).

**Figura 8** - Classes de Curvatura do terreno na bacia do rio Pinto.



**Fonte:** Autores.

As formas convergentes-côncavas e convergentes-convexas caracterizam os segmentos baixos das vertentes e os fundos de vale. As formas divergentes-convexas representam a maior dispersão e o menor acúmulo de escoamento superficial, com baixa capacidade de transporte e de remoção das partículas do solo e, portanto, reduzida vulnerabilidade potencial à erosão hídrica, conforme destacou Silva Neto (2013). Já a forma divergente-retilínea, que domina os segmentos de topo do compartimento 1, indica vertentes longas de baixa amplitude topográfica e fraca declividade e são reconhecidas como a forma que representa vulnerabilidade potencial moderada a erosão hídrica.

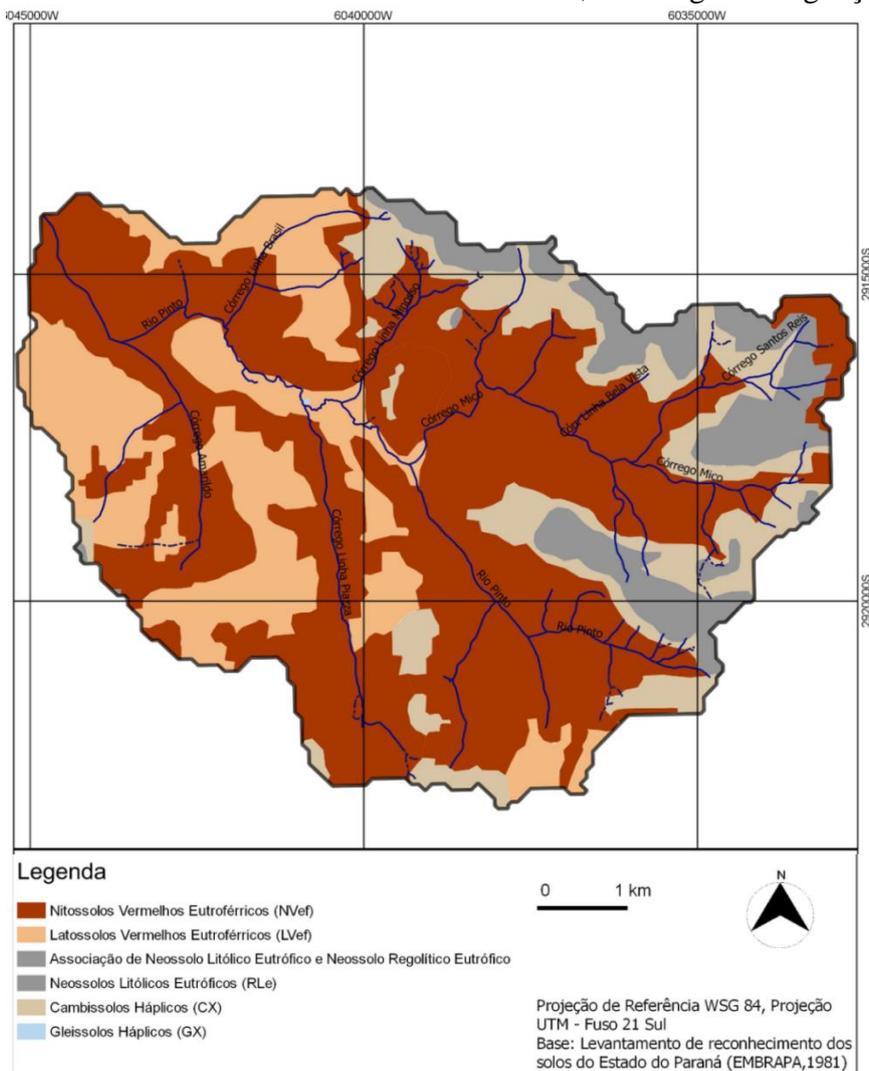
O compartimento 2 abrange os setores entre a cota altimétrica de 280 m e os interflúvios da bacia hidrográfica ao norte e nordeste. Possui 14,58 km<sup>2</sup> ou 21,93% da área total da bacia do rio Pinto. Apresenta vertentes curtas e topos estreitos com predomínio das declividades de 12 a >30%, o que caracteriza o relevo como ondulado a forte ondulado. Neste compartimento encontram-se as maiores cotas altimétricas da bacia (430 m). Como a cota

altimétrica mínima do setor é 280 m, a amplitude topográfica é de 150 m (Figura 5). Neste compartimento, a irregularidade dos atributos topográficos do relevo se reflete na diversidade da morfologia das vertentes, as quais, via de regra, apresentam curvaturas convergente-côncava, convergente-retilínea e divergente-convexa. Estas correspondem às classes de maior vulnerabilidade potencial aos processos erosivos. Os segmentos de vertente com forma convergente-côncava ocupam os fundo de vales do compartimento 2. Esta forma do terreno é considerada a classe de maior concentração e acúmulo do escoamento superficial e a de maior vulnerabilidade potencial aos processos erosivos intensos quando comparadas com os outros tipos de curvatura.

### Solos, uso e ocupação na bacia do rio Pinto

Na figura 9 observa-se a distribuição espacial das classes de solo na bacia do rio Pinto: Latossolos Vermelhos Eutroféricos (LVef), Nitossolos Vermelhos Eutroféricos (NVef), Neossolos Litólicos eutróficos (RLe), Neossolos Regolíticos eutróficos (RRe) e Cambissolos Háplicos (CX).

**Figura 9** - Classes dos solos na bacia do rio Pinto, São Miguel do Iguazu-PR.



Fonte: Autores.

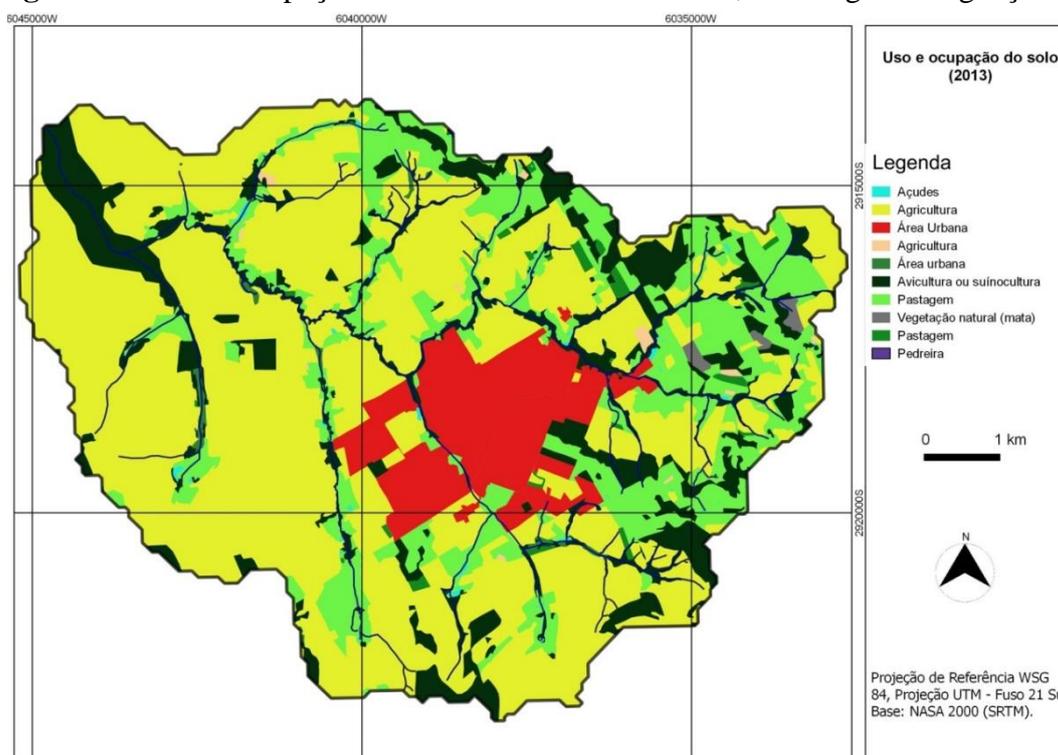
Os Latossolos Vermelhos, originados das rochas basálticas, são encontrados em 13,67 km<sup>2</sup> da bacia hidrográfica, o que corresponde a 20,56% do total da área. Desenvolvem-se, predominantemente, nos setores de relevo plano ou suave ondulado onde predominam vertentes longas, retilíneas a convexas, com declividades entre 0 e 6%; condições que dominam o relevo do compartimento 1 na bacia do rio Pinto.

Os Nitossolos Vermelhos Eutróféricos (NVef) estão presentes em 37,43 km<sup>2</sup> (56,30%) bacia do rio Pinto e, assim como os Latossolos, são solos profundos e oriundos de rochas basálticas. Ocupam, via de regra, os segmentos intermediários e de baixa vertente, com declividades entre 8 e 15%, com rampas convexas e abaixo da cota altimétrica de 300 m. Da mesma forma que os Latossolos Vermelhos, os Nitossolos Vermelhos apresentam textura argilosa a muito argilosa, são bem drenados e amplamente utilizados para a prática agrícola.

Os solos rasos e pedregosos, como os Neossolos Litólicos Eutróficos (RLe) e os Neossolos Regolíticos Eutróficos (RRe), ocorrem principalmente no compartimento 2 da bacia, muitas vezes, em associação com os Cambissolos Háplicos (CX). Os setores com declividade acima de 12%, com rampas curtas e topos estreitos, convexas e altimetria superior a 300 m, são os setores em que ocorrem os Neossolos Litólicos e Regolíticos. Os Neossolos Litólicos Eutróficos (RLe) dominam os setores com declividades superiores a 18%, representados pelas rampas curtas dos interflúvios estreitos que se destacam na paisagem.

Assim, nos setores de declividade média-forte a muito forte (12-30%), com relevo ondulado à forte ondulado, os solos rasos (Cambissolos e Neossolos) influenciam diretamente no uso, ocupação e manejo, predominando as pastagens ou fragmentos de mata (Figura 10), representadas, via de regra, pelas áreas de reserva legal.

**Figura 10** - Uso e ocupação do solo na bacia do rio Pinto, São Miguel do Iguazu-PR.



Fonte: Autores.

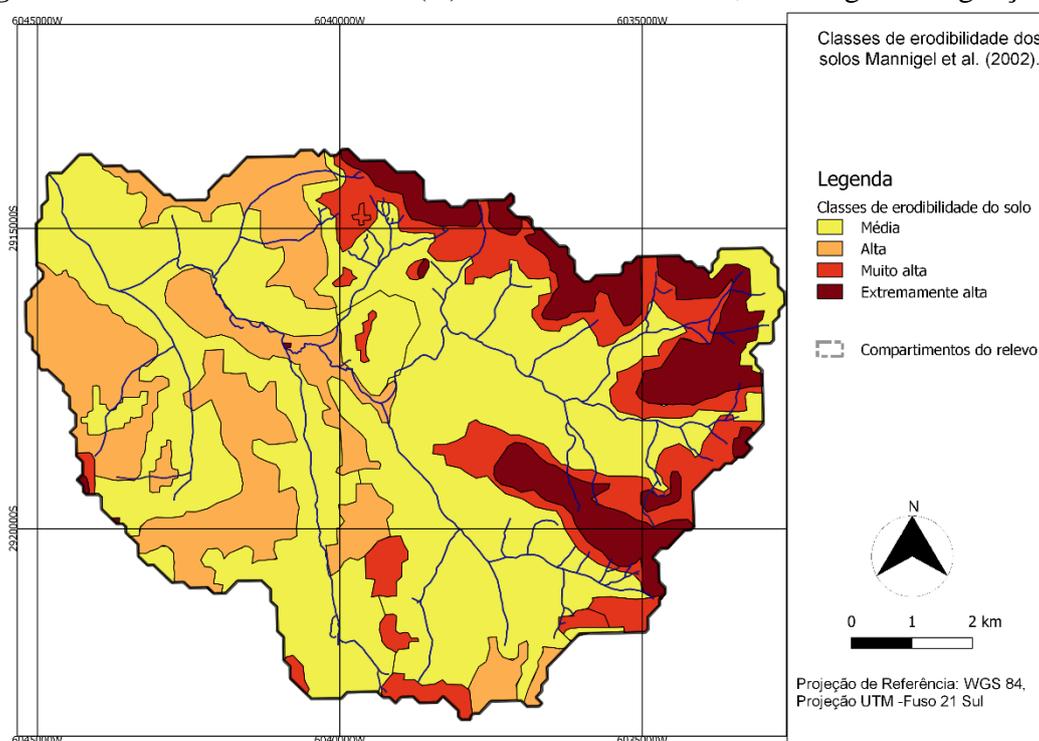
As áreas com declividade muito fraca a fraca, ocupadas com agricultura mecanizada (37,49 km<sup>2</sup>), representam 56,39%, em concordância com as áreas de ocorrência dos Latossolos Vermelhos Eutróféricos (LVef) e Nitossolos Vermelhos Eutróféricos (NVef).

Estas classes de solos dominam cerca de 77% da área total da bacia do rio Pinto (Figura 9). Nas áreas com declividades média, forte ou muito forte e ocorrência de Cambissolos Háplicos (CX), Neossolos Litólicos Eutrófico (RLe) e Neossolos Regolíticos (RRe), predomina a pastagem que, por sua vez, abrange uma área de 11,72 km<sup>2</sup> (17,63%) da bacia. Sob estas condições de declividade, também podem ser encontrados os fragmentos de mata; entretanto, pouco representativos quando se compara as condições de declividade, a quantidade de cursos d'água e de nascentes com a legislação vigente (Figura 9 e 10).

### O fator K e a interação com os atributos do solo e do relevo

O fator erodibilidade do solo (K) está diretamente relacionado à classe de solo que ocorre no local. Deste modo, a distribuição dos valores de K para a bacia do rio Pinto está representada conforme a ocorrência de cada classe de solo (Figura 11).

**Figura 11** - Erodibilidade do Solo (K) na bacia do rio Pinto, São Miguel do Iguçu-PR.



**Fonte:** Autores.

Os valores de K (erodibilidade do solo) variam de 0,02 (médio) a 0,1 (extremamente alto) e, como ocorre predominância de Nitossolo Vermelho Eutrófico (56,30%) e Latossolo Vermelho Eutrófico (20,56%) na bacia, os valores de K estão entre 0,02 e 0,03, conforme classes definidas por Mannigel *et al.* (2002). Isto significa que, na maior parte da área da bacia (76,86%), as classes de solos apresentam erodibilidade média.

O relevo plano a suave ondulado, com declividades muito fraca a fraca, vertentes longas e divergentes retilíneas, influencia diretamente na erodibilidade potencial dos solos, pois são importantes fatores de controle dos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais. Ao associar as formas das vertentes e a declividade ao predomínio dos processos de escoamento superficial e infiltração, observa-se que: no compartimento 1, embora a declividade seja muito fraca a fraca, o que pode contribuir para o aumento da velocidade e do volume do escoamento

superficial, em detrimento da infiltração, é o comprimento das vertentes. Ou seja, quanto maior o comprimento da rampa, maior é o acúmulo do escoamento superficial e maior é a capacidade de erosão (PALMIERI; LARACH, 2000).

Por outro lado, a curvatura das vertentes (divergente-retilínea), colabora para a adequada distribuição do escoamento superficial rumo aos diferentes pontos neste compartimento da bacia. Alguns atributos, como a forma, a densidade da rede de drenagem, a dimensão e a vazão dos canais de primeira ordem, aumentam a eficácia da captação do escoamento superficial, diminuindo os picos de enchente nos canais de drenagem. As técnicas de manejo e conservação do solo, como os terraceamentos, são aliados indispensáveis nesse processo, uma vez que o uso agrícola, por exemplo, influencia na erodibilidade potencial do solo, podendo agravá-la ou reduzi-la.

Os valores de erodibilidade do solo muito alta (0,45 – 0,06) ocorrem em cerca de 13,18% da bacia hidrográfica, sobretudo, no compartimento 2, associada aos Cambissolos Háplicos, em interação com os atributos do relevo ondulado a forte ondulado. A área de ocorrência da erodibilidade extremamente alta (>0,06) acompanha a associação de Neossolos Litólicos Eutróficos e Neossolos Regolíticos Eutróficos (10,03%) na bacia. Neste compartimento as vertentes curtas e as declividades médias, forte e muito forte (12 - >30%) contribuem para a ocorrência de escoamento superficial. As curvaturas convergentes-côncava e retilíneas favorecem o surgimento do escoamento superficial e a formação de enchentes. Dessa forma, a rede de drenagem, composta por afluentes com canais curtos e estreitos, têm suas calhas facilmente entulhadas por sedimentos, corroborando o indicativo de picos de enchentes nos períodos de chuvas intensas e concentradas.

O uso com pastagens, ou qualquer outro tipo de uso, e o manejo adequado devem considerar os valores de K, visto que os Neossolos (solos rasos) possuem camadas pouco espessas de material pedogenizado. As perdas de solos são nocivas para qualquer tipo de solo. Espessos ou rasos, argilosos ou arenosos, eles são naturalmente (potencialmente) frágeis, e diante das intervenções antrópicas, essa condição é alterada.

## Considerações finais

A distribuição espacial dos solos na bacia hidrográfica do rio Pinto segue a relação solo-declividade descrita em Martins *et al.* 2015 para os compartimentos geomorfológicos da BPIII-BR, sob domínio dos derrames basálticos. O elemento norteador das transições e dos limites espaciais entre as classes dos solos no sistema pedológico (a declividade), acompanha os atributos morfológicos da vertente, representados, sobretudo, pelas curvaturas verticais e horizontais (formas), além do comprimento total da rampa e das rupturas dos seus segmentos.

Via de regra, as rampas longas e retilíneas, a declividade fraca e muito fraca, indicam o domínio dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos Eutroféricos. As rampas curtas, com declividades média, forte ou muito forte, indicam a presença dos Cambissolos, Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos, corroborando a relação solo-relevo abordada, também, nos estudos de Prado (1995), Palmieri; Larach (2000).

Associada às classes de solo e, indiretamente, aos atributos morfológicos das vertentes, a erodibilidade potencial dos solos foi classificada na bacia hidrográfica do rio Pinto como média, alta, muito alta e extremamente alta, contrariando o senso comum do imaginário regional de que os solos argilosos derivados do basalto seriam “ímunos” a erosão hídrica e que, portanto, possuiriam erodibilidade potencial baixa.

Os produtos deste trabalho têm o difícil propósito de informar e alertar a comunidade para a necessidade da utilização adequada das práticas conservacionistas, principalmente no setor da agricultura e da pecuária que são as atividades predominantes na área. As técnicas de

plântio direto, plântio em nível, rotação de culturas, terraceamento, recuperação das APPs Fluviais etc. são essenciais para minimizar as perdas de solos, visto que o conhecimento da erodibilidade potencial dos solos é apenas um elemento norteador das intervenções e ações socioambientais adequadas.

## Referências

BADE, M.R. Definição e caracterização das unidades de paisagem das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai). Marechal Cândido Rondon, 114p. Dissertação de Mestrado em Geografia. 2014.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. Ícone, São Paulo, 1990.

\_\_\_\_\_. *Conservação do Solo*. 9ª edição, Ícone Editora, São Paulo, 2014.

BRADY, N. C. EIL, R. R. Elementos da Natureza e Propriedades dos Solos. 3ª Ed. São Paulo: Bookman, 2013.

CARVALHO, D. F. SILVA, L. D. B. Hidrologia. 2006. Disponível em: [www.em.ufop.br%2Fdeciv%2Fdepartamento%2F~antenorrodriques%2F2\\_Bacia%2520hidrografica.pdf&ei=9N9xVYfhIYbksASirIPABQ&usg=AFQjCNGZUpUX49AWJ3bpxhmnT518615y5w&sig2=RsYhfV4RFg0hsuFwRLwfPA](http://www.em.ufop.br%2Fdeciv%2Fdepartamento%2F~antenorrodriques%2F2_Bacia%2520hidrografica.pdf&ei=9N9xVYfhIYbksASirIPABQ&usg=AFQjCNGZUpUX49AWJ3bpxhmnT518615y5w&sig2=RsYhfV4RFg0hsuFwRLwfPA). Acessado em jan. 2015.

CAVIGLIONE, J. H., FIDALSKI, J., ARAÚJO, A. G., BARBOSA, G. M. C., LLANILLO, R. F., SOUTO, A. R. Espaçamento entre terraços em plântio direto. Londrina: IAPAR, 2010.  
CORRECHEL, V. Avaliação de índices de erodibilidade do solo através da técnica de análise da redistribuição do “fallout” do <sup>137</sup>Cs. 2003. 99 p. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

DANZER, M. Relação solo-relevo na subunidade morfoescultural de Nova Santa Rosa-PR. Marechal Cândido Rondon, 95p. Dissertação de Mestrado em Geografia. 2015.

DENARDIN, J. E. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. 1990. 113 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

\_\_\_\_\_. Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1995. 101p.

\_\_\_\_\_. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos ... [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

FARINASSO, M; CARVALHO JÚNIOR, O. A. GUIMARÃES, R. F. GOMES, R. A. T. RAMOS, V. M. 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, Ano 7, n° 2, pp. 73-85, 2006.

FUJIHARA, A. K. Predição de erosão e capacidade de uso do solo numa microbacia do oeste paulista com suporte de geoprocessamento. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 2002.

GARLINI, P. Avaliação da qualidade da água em um trecho do arroio Pinto de São Miguel do Iguazu – PR. 2015. Monografia (Pós-Graduação em Gestão Ambiental em Municípios) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Medianeira, 2015.

KER, J.C. Latossolos do Brasil: uma revisão. Geonomos, 5:17-40, 1998.

LIMA, J. M., CURI, N., RESENDE, M., SANTANA, D. P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade em Latossolos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 14, n. 1, p. 85-90, 1990.

MAGALHÃES, V.L.; CUNHA, J.E.; NÓBREGA, M.T. Indicadores de vulnerabilidade ambiental. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 7, p. 1133-1144, 2014.

MANNIGEL, A.R.; CARVALHO, M. P. MORETI, D., MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. Acta Scientiarum, Maringá, v. 24, n5, p. 1335-1340, 2002.

MANZATTO, C. V.; FREITAS JUNIOR, E. de; PERES, J. R. R. Uso agrícola dos solos brasileiros. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002 (174 p.).

MARQUES, V. S. Erosão hídrica em microbacias utilizando geotecnologias, 2013.178p. Tese (doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, 2013.

MARTINS, V. M; DANZER, M.; CASSULI, D. C.; SILVA, B. A.; FRUET, J. G. W.; SOUZA, D. G. Os solos e a declividade na Bacia do Paraná III. In: IX Expedição Geográfica da União e I Semana Integrada de Graduação e Pós-Graduação em Geografia de Marechal Cândido Rondon, 2015, Marechal Cândido Rondon. *Anais...* Marechal Cândido Rondon, 2015, p 166-168

MORESCO, M. D. Estudos de paisagem no município de Marechal Cândido Rondon – PR. 137p. Dissertação de Mestrado. 2007.

PAIVA, E. M. C. D. Método de estimativa da produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas. IN: PAIVA, J. B. D. PAIVA, E. M. C. D (Org.) Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias. Porto Alegre: ABTH, 2003.

PALMIERI, F. LARACH J. O. I. Pedologia e Geomorfologia. IN: GUERRA, A. T. G CUNHA, S. B. (Org.) Geomorfologia e meio ambiente. 3ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

PRADO, H. Pedologia simplificada. Arquivo Agrônomo n° 1. Dezembro/95. 2ª Edição. 16 p. 1995.

ROCHA, A.S. da. Morfopedologia e fragilidade ambiental nos fundos de vale do trecho superior do Córrego Guavirá Marechal Cândido Rondon – PR. Francisco Beltrão, 2011. 125p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

ROCHA, A.S.; CUNHA, J.E.; MARTINS, V.M. Relações morfopedológicas nos setores de fundos de vale da bacia hidrográfica do córrego Guavirá, Marechal Cândido Rondon-PR. Boletim de Geografia (UEM), v. 30, p. 99-100, 2012.

ROLOFF, G. P.; DENARDIN, J. E. Estimativa simplificada da erodibilidade do solo. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 10, 1994, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1994. p. 146-147.

ROSS, J. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Rev. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

\_\_\_\_\_. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia. n. 8, p.63-74. 1994.

RUTHES, J. M., TOMAZONI, J. C., GUIMARÃES, E., GOMES, T. C., Propriedades do solo da bacia hidrográfica do rio Catorze que intensificam a erosão laminar. Revista Brasileira de Geografia Física. 2012. P. 160-169.

SANTOS, L.J.C. Mapeamento Geomorfológico do Estado do Paraná. Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 7, nº 2 (2006) 03-12.

SILVA, F. H. B. B.; SILVA, M. S. L.; CAVALCANTI, A. C. Descrição das principais classes de solo. Recife: EMBRAPA, 2005.

SILVA NETO, J. C. A. Avaliação da vulnerabilidade à perda de solos na bacia do rio Salobra, MS, com base nas formas do terreno. In: Revista Geografia. v. 22, n. 1, p. 5-25. Londrina, 2013.

TOMAZONI, J. C. Morfodinâmica e transporte fluvial no sudoeste do estado do Paraná por método de levantamento de microbacias hidrográficas através de geoprocessamento. 2003. 279f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

VALERIANO, M. M. Topodata: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. São José dos Campos: INPE, 2008.

WISCHMEIER, W. H., JOHNSON, C. B., CROSS, B. V. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. Jour. Soil Wat. Conserv., v. 26, 189-193, 1971.

Artigo recebido em 18-02-2019

Artigo aceito para publicação em 24-07-2019