

---

# Determinação de Potencial Erodível em Diferentes Morfologias de Vertentes na Amazônia por Métodos Físico, Químico e Mecânico de Solos

*Determination of Erodibility Potential in Different Morphologies of Slopes in the Amazon by Physical, Chemical and Mechanical Soil Methods*

*Determinación del Potencial Erosionable en Diferentes Morfologías de Taludes en la Amazonía por Métodos Físicos, Químicos y Mecánicos de Suelos*

Salem Leandro Moura dos Santos<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0003-2511-8964>

Eliomar Pereira da Silva Filho<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-6271-8435>

---

**RESUMO:** Este estudo tem o objetivo de quantificar a erodibilidade em Latossolo associado a três morfologias de vertentes distintas (convexa, retilínea e côncava), na bacia do Igarapé Belmont, em Porto Velho – RO. Estas foram classificadas em terços superior, médio e inferior. Em cada terço foram analisados os solos até a uma profundidade de 150 centímetros. Foram aplicados os métodos de granulometria, Índice de Plasticidade – IP e pelo Potencial Hidrogeniônico – pH, espacializado por meio da interpolação no QGIS 3. Os valores indicaram que a vertente convexa apresentou o Terço Inferior mais erodível, de 0 a 80 centímetros de profundidade. A vertente retilínea apontou em toda a extensão de sua superfície um elevado potencial à erodibilidade do solo, com destaque para o terço inferior e médio, que apresentaram a camada de solo (0-55 centímetros) muito erodível. Para a vertente côncava, observou-se uma peculiaridade, pois somente o terço superior e inferior apresentaram solos com elevado potencial à erosão, desde a superfície até a profundidade de análise. Os métodos de IP e de pH apresentaram os melhores resultados em diferentes profundidades de determinação da erodibilidade dos solos em detrimento do método de granulometria.

**PALAVRAS-CHAVES:** granulometria; índice de plasticidade; pantômetro.

**ABSTRACT:** *This study aims to quantize the erodibility in an Oxisoil associated with three different slope morphologies (convex, rectilinear and concave), located in the Belmont basin stream, in Porto Velho city – RO, Brazil. The slopes were classified into upper, middle and lower thirds. In each third, soil analyzes were carried out up to a depth of 150cm. Soil erodibility was determined by granulometry, Plasticity Index – IP and by Hydrogenionic Potential – pH and spacialized through interpolation in QGIS 3. The values of indicated that the convex slope presented the lower third, being the most erodible, from*

---

<sup>1</sup> Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR. Geógrafo na Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia - SEDAM. E-mail: salem santos@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Doutor em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de São Paulo - UNESP. Professor Titular da Universidade Federal de Rondônia - UNIR. E-mail: eliomar@unir.br.

*the 0 until 80 cm depth. The rectilinear slope, showed a high potential for soil erodibility along the entire surface, with emphasis on the lower and middle third, which presented a very erodible soil layer (0-55cm). For the concave slope, a peculiarity was observed, as only the upper and lower thirds presented soils with a high potential for erosion, from the surface to the depth of analysis. The IP and pH methods showed the best results at different depths of soil erodibility to the detriment of the granulometry method.*

**KEYWORDS:** *granulometry; plasticity index; pantometer.*

**RESUMEN:** *Este estudio tiene como objetivo cuantificar la erosionabilidad en un Oxisol asociado a tres morfologías de pendiente diferentes (convexa, rectilínea y cóncava), ubicado en la cuenca de arroyo Belmont, en Porto Velho – RO, Brasil. Las laderas se clasificaron en tercios superior, medio e inferior. En cada tercio se realizaron análisis de suelo hasta una profundidad de 150cm. La erosionabilidad del suelo se determinó por granulometría, Índice de Plasticidad – IP y por Potencial Hidrogeniónico – pH y se espacializó mediante interpolación en QGIS 3. Los valores indicaron que la pendiente convexa presenta el tercio inferior, siendo el más erosionable, desde la superficie hasta una profundidad de 80 cm. El talud recto, mostró un alto potencial de erosionabilidad del suelo en toda su superficie, con énfasis en el tercio inferior y medio, que presentó una capa de suelo muy erosionable (0-55cm). Para la pendiente cóncava se observó una peculiaridad, ya que solo los tercios superior e inferior presentaron suelos con alto potencial de erosión, desde la superficie hasta la profundidad de análisis. Los métodos IP y pH mostraron los mejores resultados a diferentes profundidades de erosionabilidad del suelo en detrimento de lo método granulometría.*

**PALABRAS-CLAVE:** *granulometría; índice de plasticidad; pantómetro.*

---

## INTRODUÇÃO

As superfícies inclinadas são as áreas mais dinâmicas do relevo, pois nelas verificam-se grande parte das dinâmicas que o terreno sofre, sejam de origem natural ou antrópica. Ao se analisar uma vertente é importante estar consciente de que ela está, muitas vezes, condicionada a um tipo de relevo originado pela morfogênese e que este modelado desenvolve solos que podem ser erodíveis de uma forma mais caracterizadora.

Silveira e Cunha (2018) e Goudie (1995) informam que a erosão que ocorre numa vertente é o resultado de processos como salpicamento, escoamento superficial difuso e acanalados e de processos químicos que, por sua vez, dependem das características morfológicas da vertente, das propriedades do solo e da vegetação existente.

Esta integração de atuação de diferentes processos erosivos em vertentes demonstra, segundo Silva (2005), que existem, em um determinado segmento da vertente, tipos predominantes de processos erosivos desencadeados ao longo desta superfície, condicionados às propriedades físicas, químicas e mecânicas do solo.

Ao avaliar as potencialidades de erosão em vertentes, considerando as diferentes formas das mesmas e as diferentes intensidades dos processos morfodinâmicos existentes, percebeu-se a necessidade de um estudo que abrangesse a associação existente entre formas de vertentes e as propriedades dos solos associados, buscando entender essas

relações para embasar consequências dos processos erodíveis na modelação do relevo em questão.

Dentre os métodos de cálculo de potencial erodível do solo em vertentes a Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS) é o método mais popular, contudo apresenta restrições em sua empregabilidade, o que dificultou sua execução neste estudo. Conforme Araujo, Almeida e Guerra (2010), a EUPS é um método empírico que prevê a erosão laminar e por ravinamentos, e que leva em consideração os fatores de erosão superficial do solo, somente. Sua própria relação de variáveis necessárias à sua execução, como erosividade da chuva (média acumulada - R), densidade da vegetação (C) e prática de controle da erosão (P) são valores aplicáveis somente em superfície do solo, impossibilitando aplicá-la em subsuperfície, além de ser um método somente de análise física do solo.

Santos, Della-Justina e Ferreira (2013) e Santos e Ferreira (2010) evidenciam que os processos erosivos nas vertentes na bacia do Igarapé Belmont, em escala de 1:25.000, são de formas lineares, com perdas mais acentuadas em superfícies com elevação acima dos 5 graus de declividade, mesmo em Latossolos sob diferentes formas de superfícies inclinadas. Estas vertentes apresentam maiores incisões erosivas em quantidade e intensidade somente a meia-vertente quando esta apresenta forma retilínea, já no formato côncavo as vertentes apresentam maiores erosões no topo.

Este tipo de variação da intensidade das erosões, ajustada conforme as diferentes superfícies de relevo, inclusive apresentando o mesmo tipo de solo, indicam que há características peculiares para a gênese erosiva em cada superfície, que podem estar agregada aos atributos físicos, químicos e mecânicos do solo para seu desenvolvimento.

Em uma avaliação de processos erosivos em superfícies inclinadas, Bloom (1970) e Stabile e Vieira (2009) observaram a necessidade de um estudo detalhado das formas da vertente (côncava, convexa e retilínea), pois os diferentes formatos, declividades e comprimentos de rampa fomentam diferentes dinâmicas de erosão em cada superfície considerada. Os trabalhos de Araújo, Almeida e Guerra (2010) informam que há a variação das propriedades físicas e químicas do solo ao longo da vertente, que, a princípio, impossibilita a generalização de um processo erosivo nestas.

Seguindo este entendimento, torna-se necessária a realização de análises distintas para cada formato de vertente, bem como para cada setor na superfície destas, pois cada formato e localização na superfície inclinada do ponto de análise apresenta valores singulares de potencial erodível (Guerra e Cunha, 1998).

Montanari *et al.* (2005) e Campos *et al.* (2007), destacam que as vertentes côncavas apresentam maiores valores de variação de texturas, de matéria orgânica e de taxa de erosão, se comparado às outras superfícies inclinadas de formato convexo e retilíneo. Um indicativo dessa variação de textura e erosão é mencionada por Queiroz Neto (2011), com base nos

estudos de Análise Estrutural da Cobertura Pedológica de Boulet (1988) que defende a transformação do horizonte latossólico a partir da base da vertente e que avança para o topo, com perdas progressivas de argila nos horizontes superficiais causando convexação da vertente em sua base, contudo o meio da vertente apresenta maiores índices de infiltração e maior flocculação das argilas, restando partículas mais grossas na superfície que são tragadas a jusante da encosta, causando modificações na forma da vertente, com início de uma concavidade que avança remontante à vertente e que aumenta sua declividade em referência à crista, influenciando na força de cisalhamento do fluxo superficial d'água.

Observa-se que os formatos diferentes de vertentes tendem aumentar a erosão conforme a dinâmica pedogenética que o solo destas superfícies está exposto. Para tanto, deverá ser observado uma maior variabilidade dos atributos físicos, químicos e mecânicos em vertentes com solos mais evoluídos, pedogeneticamente, cabendo à morfologia côncava ser a superfície mais antiga (Queiroz Neto, 2011). Contudo, é necessária uma análise detalhada dos outros dois formatos (convexo e retilíneo), no atento de diagnosticar quais destas vertentes apresentam maiores variabilidade espacial e conseqüentemente maiores intensidades erosivas do solo.

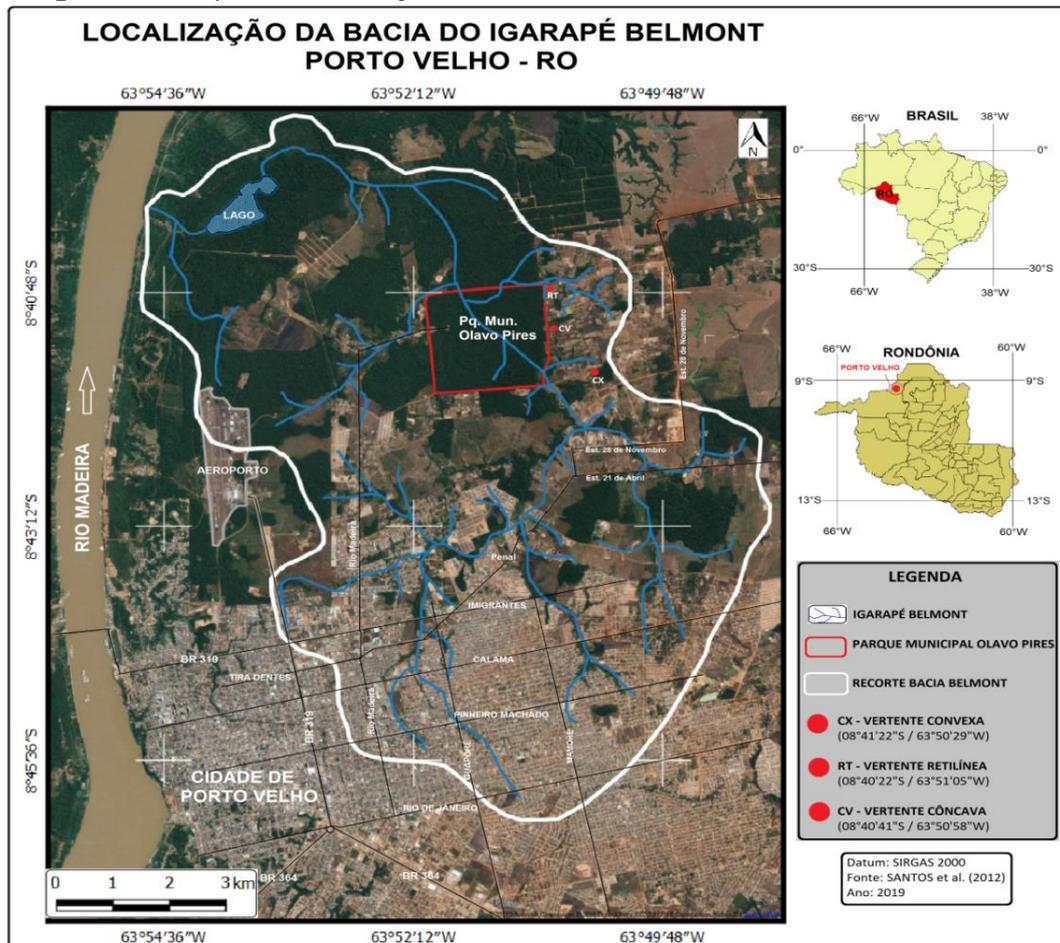
O objetivo deste estudo é de quantificar a intensidade da erodibilidade em mancha de Latossolo Vermelho Amarelo associado a três morfologias de vertentes distintas (convexa, retilínea e côncava) da superfície até a profundidade de 1,5 metros, considerando a caracterização espacial bidimensional morfológica dessas vertentes e sua dinâmica integrativa à paisagem da intra-bacia hidrográfica do Igarapé Belmont em Porto Velho – RO, visando a compreensão dos processos físicos, químicos e mecânicos de solo, instalados nestas superfícies inclinadas.

## **LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DAS VERTENTES**

A bacia do Igarapé Belmont apresenta uma extensão de 126,5 quilômetros quadrados e está localizada nas coordenadas: Lat. 08°39'02" S e 08°46'12" S; Lon. 63°48'41" O e 63° 54'48" O. A cidade de Porto Velho (RO) localiza-se ao sul da bacia, onde se encontra a maior parte das nascentes do igarapé. O médio e baixo curso do igarapé encontra-se em zona rural, que abriga formas de atividades agrícolas e pastoris. Deve-se destacar que no médio curso do igarapé localiza-se a área do Parque Natural Municipal Olavo Pires (Parque Ecológico), unidade de conservação que já sofre os efeitos da degradação ambiental de seu entorno, e esta unidade de conservação tem como seu principal afluente o Igarapé Belmont, de acordo com Santos, Della-Justina e Ferreira (2012) (Figura 1). As áreas das três vertentes amostrais situam-se no médio curso da Bacia do Belmont, onde o relevo intra-bacia apresenta sua maior

declividade, com o modelado de relevo, segundo o método do IBGE (2009), Denudacional Tabular de Fraco entalhamento dos vales e pequena dimensão interfluvial – DEt-24, com o entalhamento dos vales, nestas vertentes, que abrange uma dimensão entre 10 a 30 metros de profundidade e a dimensão interfluvial que varia entre 400 a 730 metros de distância de acordo com os estudos de Santos, Della-Justina e Ferreira (2012).

**Figura 1** – Mapa de localização das vertentes amostrais na Bacia do Belmont



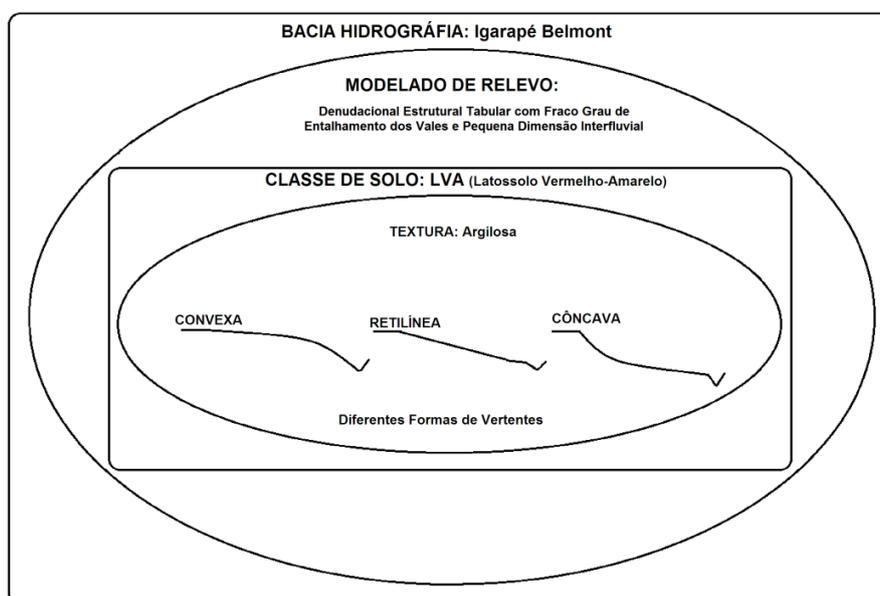
Fonte: Os autores.

As vertentes amostrais localizam-se em mancha de solo do tipo Latossolo vermelho-amarelo Distrófico bem drenado. De acordo com CPRM (2007), se caracteriza por ser bem desenvolvido (profundo) com horizonte B espesso, causado pela intemperização. Segundo Rondônia (2002) este Latossolo é caracterizado como distrófico, causado pela baixa saturação de materiais alcalinos com horizonte superficial chernozêmico, tipicamente caulinitico. A descrição morfológica deste solo apresentou horizonte A com a profundidade entre 0-12 centímetros de porosidade elevada; horizonte AB entre 12-50 centímetros com porosidade muito elevada; horizonte Bw1 de profundidade entre 50-80 centímetros de porosidade elevada e o horizonte Bw2 de profundidade entre 80-120 centímetros de média porosidade.

## MATERIAIS E MÉTODO

Para realizar as análises das vertentes amostrais, são necessários critérios de homogeneidade das amostras. Para isso, os três formatos diferentes de vertentes precisam estar no mesmo relevo, ter o mesmo tipo de solo e a mesma textura com o objetivo de padronizar e quantizar as amostras num mesmo universo estatístico de variáveis dependentes (Figura 2).

**Figura 2** - Universo amostral da Bacia do Igarapé Belmont



**Fonte:** Os autores.

Para o reconhecimento do perfil topográfico das vertentes, seguindo o conceito de Análise Estrutural da Cobertura Pedológica de Bocquier (1973) e Boulet (1988) que interpreta as formas e os processos responsáveis pela distribuição dos solos nas vertentes e paisagens, utilizou-se um pantômetro com base em Pitty (1968) com escala de 1 metro (Figura 3). Os valores de declividade e distância das vertentes obtidos pelo pantômetro foram plotados no programa AutoCAD Map, com o objetivo de construir os perfis esquemáticos superficiais das mesmas, além do uso de regressão estatística por interpolação dos dados para espacializar os resultado nos perfis de vertente utilizando o software Qgis 3 na aplicação do método Peso Pelo Inverso da Distância (*Inverse Distance Weighted*) – IDW, que é um método estatístico exato de valores, necessitando apenas de uma distribuição equilibradas de pontos sobre a área com tendências de acréscimo ou decréscimo de variação dos valores amostrais (Jakob e Young, 2006).

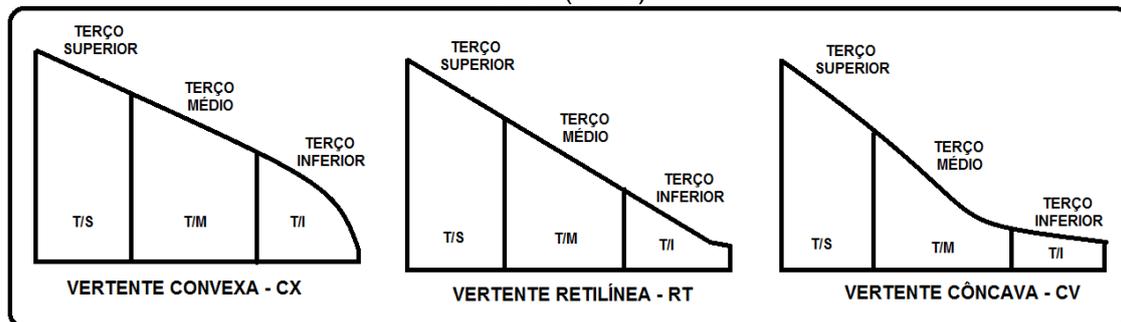
**Figura 3 - Pantômetro de Pitty**



Fonte: Os autores.

O reconhecimento topográfico visa classificar as vertentes nos formatos convexo (CX), retilíneo (RT) e côncavo (CV), segundo Silva *et al.* (2023), Guasselli *et al.* (2009) e Berndtsson e Larson (1987), como também dividir cada formato de vertente em terços: terço superior (T/S), terço médio (T/M) e terço inferior (T/I), de acordo com Martins *et al.* (2013); Grigorowitshs e Rodrigues (2009); e Pachepsky *et al.* (2001), objetivando a análise detalhada espacial das frentes de erosão instala ao longo das rampas (Figura 4).

**Figura 04 - Formatos de vertentes e divisão em terços topográficos de acordo com Martins et al. (2013)**



Fonte: Os autores.

Em cada terço de vertente foram realizadas tradagens, obedecendo os preceitos de IBGE (2017) e Santos *et al.* (2015), com destaque nas observações da cor e textura tátil, com finalidade de localizar a área mais peculiar de cada terço para a abertura da trincheira de análises, obedecendo ao limite de coesão imposto pelo solo, de acordo com a NBR 9603/1986 e Vieira e Fernandes (2002).

Para as trincheiras, foram obedecidos os padrões do IBGE (2015) e de Santos *et al.* (2015) para a abertura destas, para ensaios no local e para obtenção de amostras deformadas e indeformadas dos solos de acordo com Sousa (2019), EMBRAPA (2017), IBGE (2017), Souza *et al.* (2016); Marcatto *et al.* (2015); Costa e Nishiyama (2007); Celligoi *et al.* (2006); Vieira e Fernandes (2002) e Baird (1997) a uma profundidade de 150 centímetros. Para a interpolação (krigagem) dos valores de potencial de erodibilidade, foi utilizado uma rede espacial de 30X30 metros para aplicação dos pontos amostrais.

O período de ensaios de campo e coletas de amostras de solo compreendeu os meses de junho, julho, agosto, setembro e início de outubro do ano de 2018, onde o déficit hídrico anual é maior, de acordo com Fabian e Ottoni Filho (2000); Menezes *et al.* (2015) e EMBRAPA (2017).

Para a determinação física da erodibilidade dos solos pela granulometria foram divididas as amostras de solo em solos granulares e solos finos de acordo com o percentual (%), passante na peneira nº. 200 (malha 0,074 milímetros), que corresponde à textura passante de silte e argila, juntas.

Serão considerados solos potencialmente erodíveis os que apresentarem valores inferiores a 55% passante na peneira e altamente erodíveis valores menores que 35% passante, de acordo com Bastos, Milititsky e Gehling (2000, 2001).

A determinação mecânica da erodibilidade dos solos será pelo método do Índice de Plasticidade (IP). Segundo Bastos, Gehling e Milititsky (2001), os solos com o Índice de Plasticidade (IP), mediante as Normas NBR 6459/1984 e 7180/1984, igual ou menor que 5% são altamente erodíveis. Valores entre os 5% e 10%, são considerados solos com médio potencial erosivo e solos com valores de IP acima de 10% são considerados pouco erodíveis.

Para a determinação química da erosão dos solos foi utilizado o método do potencial Hidrogeniônico – pH dos solos das vertentes e suas respectivas mineralogias em ataque sulfúrico, e foram retiradas amostras da superfície (0-20 centímetros) e da subsuperfície (120-140 centímetros). Seguindo os preceitos de Sousa (2019), que informa que em Latossolos a ação erosiva, seja ela química ou mecânica, pode atingir até uma profundidade de 150 centímetros, dado os fluxos hídricos paralelos à vertente.

Solos superficiais e subsuperficiais com valores de pH em água inferior a cinco serão considerados, segundo EMBRAPA (2017) e IBGE (2017) como solos muito ácidos e de elevado potencial da dissolução mineral de sílica e de destruição dos oxi-hidróxidos de ferro, indicado, segundo Melfi e Pedro (1977, 1978); Mafra *et al.* (2002); Moreau *et al.* (2006) e Ávila e Carvalho (2012), ação de processo erosivo geoquímico de Acidólise.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises granulométricas das amostras, de 0-150 centímetros de profundidade, observa-se que a textura varia ao longo de todo o curso das vertentes. No entanto a variabilidade desses solos foi de muito argilosa à franca. Nota-se um padrão de maior quantidade de teor de areias do topo para o sopé das vertentes (Quadro 1).

Conforme Queiroz Neto (2011) e Santana *et al.* (2022) as perdas progressivas de argila ao longo das vertentes são causadas por fluxos internos hídricos, transformando os horizontes

argilosos em arenoso, a iniciar da base das vertentes e avançando remontantemente para o topo. Esse processo é aumentado na porção mediana da vertente, devido à maior acumulação de água, fato observável nas três amostras de vertentes em que há a diminuição no teor de argila no sentido sopé.

**Quadro 01** – Granulometria e texturas dos solos das vertentes

GRAOS	VERTENTE CX (%)	VERTENTE RT (%)	VERTENTE CV (%)
<b>TERÇO SUPERIOR (T/S)</b>			
Areia Grossa	3,93	1,36	20,9
Areia. Fina	8,93	18,13	22,05
Silte	16,73	16,30	11,65
Argila	62	65,23	47
Textura	Muito Argilosa	Muito Argilosa	Argilosa
<b>TERÇO MÉDIO (T/M)</b>			
Areia Grossa	7,47	1,66	7,33
Areia. Fina	12,72	26,96	25
Silte	17	14,63	13,33
Argila	63,57	57,73	57,33
Textura	Muito Argilosa	Argilosa	Argilosa
<b>TERÇO INFERIOR (T/I)</b>			
Areia Grossa	20,98	8,63	16,50
Areia. Fina	17,18	30,13	38,23
Silte	13,43	12,5	8,60
Argila	53,26	49,73	37
Textura	Argilosa	Argilosa	Franca

**Fonte:** Os autores.

Seguindo o método proposto, de erodibilidade pela granulometria, que considera solos com potencial à erosão se obtiverem valores inferiores a 55% de material passante pela peneira nº #200 (0,075 milímetros) e com elevado potencial erodível quando os valores forem menor que 35%, segundo Bastos, Milititsky e Gehling (2000; 2001), o que pudemos verificar nas amostras é que há camadas de solo com elevado potencial erodível em diferentes terços e profundidades das vertentes (Quadro 2 e Figura 5).

A vertente convexa registrou apenas a parte superficial do terço inferior como erodível, correspondente às camadas de solo com os maiores teores de areias. Já a vertente côncava revelou, por este método, somente a camada superficial de solo do terço superior e todas as camadas de solo do terço inferior como erodíveis, o que é corroborado com o elevado percentual de areias e silte nestas camadas.

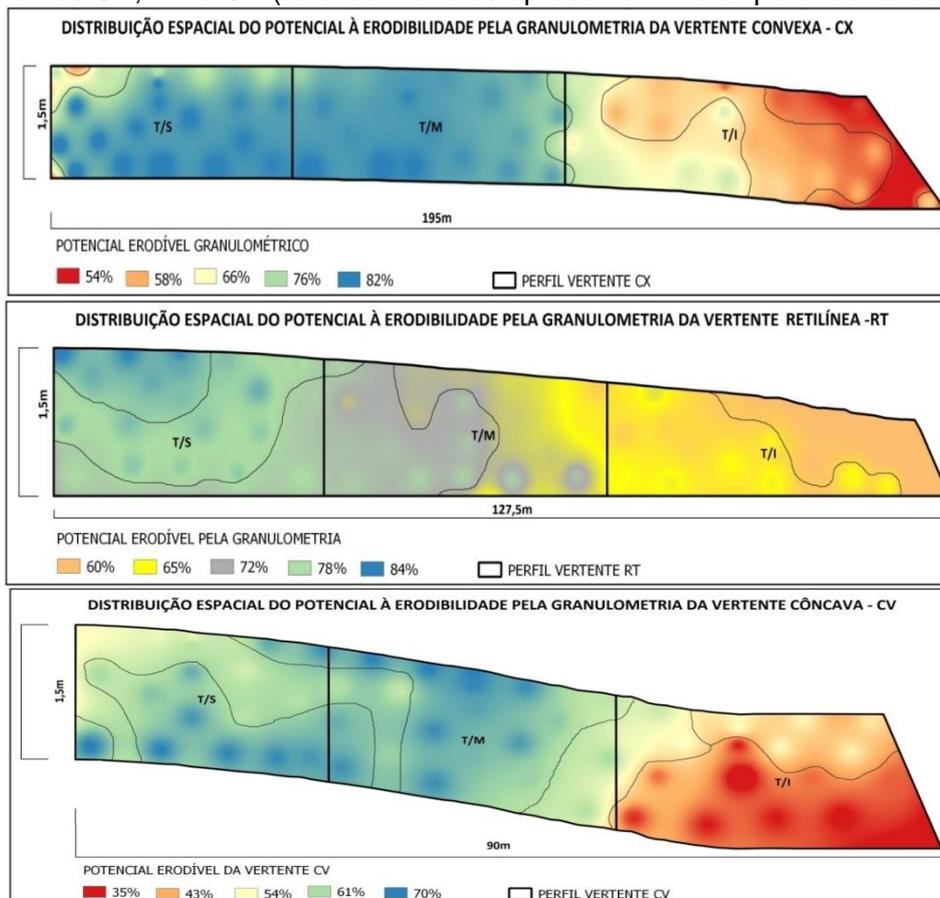
Nota-se por este método de erodibilidade pela granulometria a sensibilidade deste, na questão da textura do solo, observado na textura muito argilosa da vertente retilínea, que contribui para o aumento do percentual de solo passante na peneira de 0,075 milímetros (malha #200), pois, segundo Bastos (1999); Bastos, Gehling e Milititsky (2001), estes solos identificam-se como finos, passando facilmente pela peneira e são classificados como pouco erodíveis, não considerando o processo de desagregação das estruturas das partículas do solo no ato do peneiramento.

**Quadro 02** – Erodibilidade pela granulometria dos solos das vertentes

CAMADAS prof. cm	VERTENTE CX	VERTENTE RT	VERTENTE CV
	Pot. Erosão (%)	Pot. Erosão (%)	Pot. Erosão (%)
<b>TERÇO SUPERIOR (T/S)</b>			
0-20	72,20	83,40	<b>54,50</b>
60-80	82,00	81,20	60,15
120-140	82,00	80,05	65,80
<b>TERÇO MÉDIO (T/M)</b>			
0-20	79,80	70,70	70,50
60-80	80,00	70,80	69,50
120-140	81,50	75,60	67,00
<b>TERÇO INFERIOR (T/I)</b>			
0-20	<b>54,00</b>	60,00	<b>52,00</b>
60-80	64,50	61,07	<b>52,70</b>
120-140	69,30	65,00	<b>35,20</b>
POT. EROSÃO (Potencial à Erosão pela Granulometria – Solos Erodíveis <55%)			

Fonte: Os autores.

**Figura 5** – Distribuição espacial do Potencial de Erodibilidade pela granulometria das vertentes CX, RT e CV (valores menores apresentam maior potencial erodível)



Fonte: Os autores.

A vertente côncava é apontada como a mais erodível neste método, com destaque para o terço superior e inferior da vertente, devido ao maior percentual de areias no solo. A areia, dada a sua física, pouco coesiva, causa uma elevada taxa de erodibilidade por este método, principalmente nas camadas mais profundas de solo analisado, situação semelhante com as de Lucas *et al.* (1984), Chauvel e Lucas (1992), Ker (1997), Vidal-Torrado *et al.* (1999), Mafra *et al.* (2002), Espindola (2010) e Cassol *et al.* (2023).

Porém, o terço médio desta vertente côncava foi o que apresentou menor percentual erodível, o que justamente é o terço mais argiloso da vertente, revelando a sensibilidade metodológica pela textura do solo.

O uso do Índice de Plasticidade (IP) para a análise da erodibilidade dos solos, segundo Bastos, Milititsky e Gehling (2001), indica que no percentual de IP menor que 10% o solo é potencialmente erodível e que menor que 5% é um indicativo do solo muito erodível (Quadro 3). Para tanto, a vertente convexa apresentou ter um solo muito erodível, com um valor de IP abaixo dos 4,2% para toda a superfície desta vertente (Fig. 6).

**Quadro 03** – Índice de Plasticidade dos solos das vertentes

CAMADAS (prof. cm)	VERTENTE CX	VERTENTE RT	VERTENTE CV
	IP (%)	IP (%)	IP (%)
<b>TERÇO SUPERIOR (T/S)</b>			
0-20	0,52	6,40	8,30
60-80	14,16	0,13	10,37
120-140	13,60	5,49	12,45
<b>TERÇO MÉDIO (T/M)</b>			
0-20	4,18	8,02	11,29
60-80	10,90	12,75	6,11
120-140	14,82	7,07	13,98
<b>TERÇO INFERIOR (T/I)</b>			
0-20	2,10	14,06	5,53
60-80	15,60	8,73	6,76
120-140	12,72	12,91	1,62
IP (Índice de Plasticidade)			

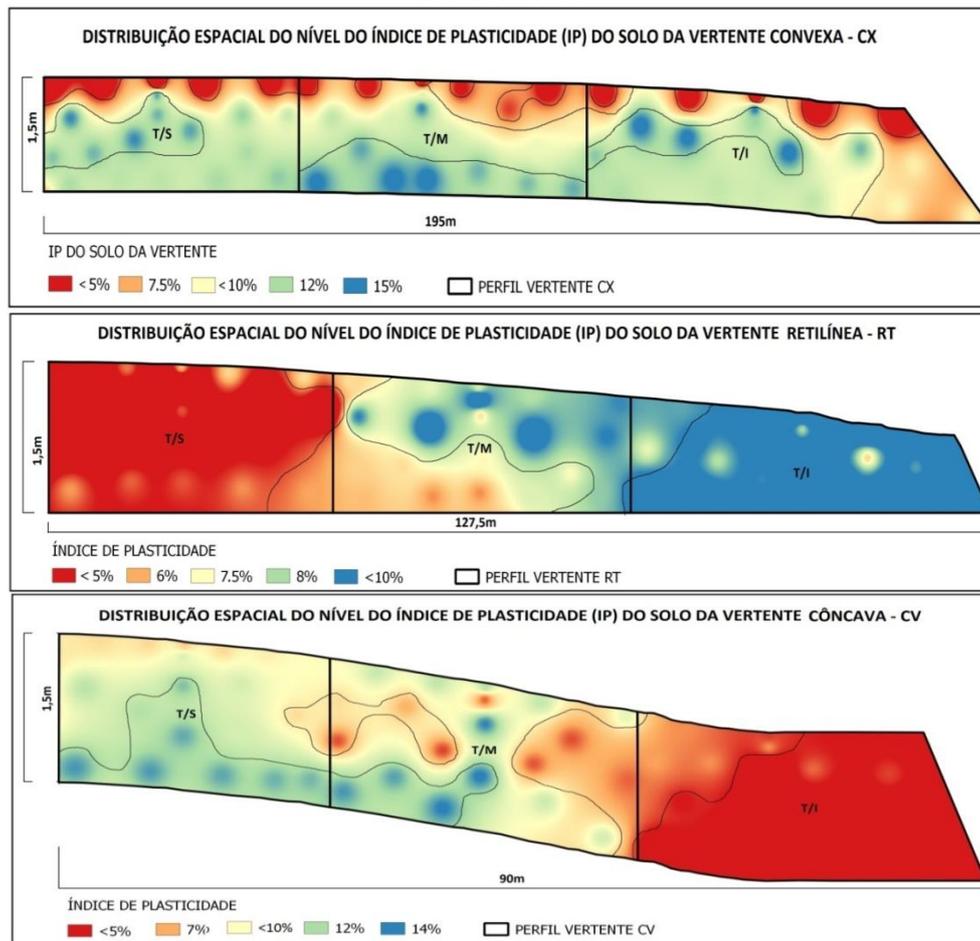
**Fonte:** Os autores.

Destaca-se o valor muito baixo de IP, de 0,52% da superfície do T/S, indicando ser o mais erodível da vertente CX. Este valor abaixo de 1% de IP pode ser justificado pelo percentual de areias acima dos 25% desta camada, neste terço da vertente CX (Quadro 1), que induzem negativamente no IP, dada a falta de coesão natural dos grãos de areia, que denotam plasticidade, de acordo com o entendimento de Guidicini e Nieble (1984); Fiori e Carmignani (2009) e Bertolini *et al.* (2022).

A vertente retilínea revelou pelo IP que toda sua superfície apresenta solos erodíveis, com valores abaixo dos 10%, a exceção foi o sopé (T/I) que apresentou um valor elevado de IP de 14,06%, indicando solo pouco erodível. Diferentes das demais vertentes analisadas, a menor plasticidade está, justamente, no T/S desta vertente RT, apesar de apresentar as camadas de solo mais argilosas. Uma das possíveis causas para os baixos valores de IP

neste terço seria o elevado percentual do Limite de Plasticidade, dado que, em solos muito intemperizados, há um elevado potencial de adsorção de água intrapartícula, que necessita uma quantidade maior de líquido para causar a mudança de estado, principalmente do estado sólido para o plástico, de acordo com Prado (2016) e Caputo (1988).

**Figura 6** – Distribuição espacial do potencial de erodibilidade pelo Índice de Plasticidade das vertentes



Fonte: os autores.

Destaca-se que estes solos, do topo da vertente, apresentaram a relação silte/argila abaixo de 0,25 e, segundo EMBRAPA (2017), solos com baixos valores de relação silte/argila indicam fortemente elevada intemperização química nos mesmos.

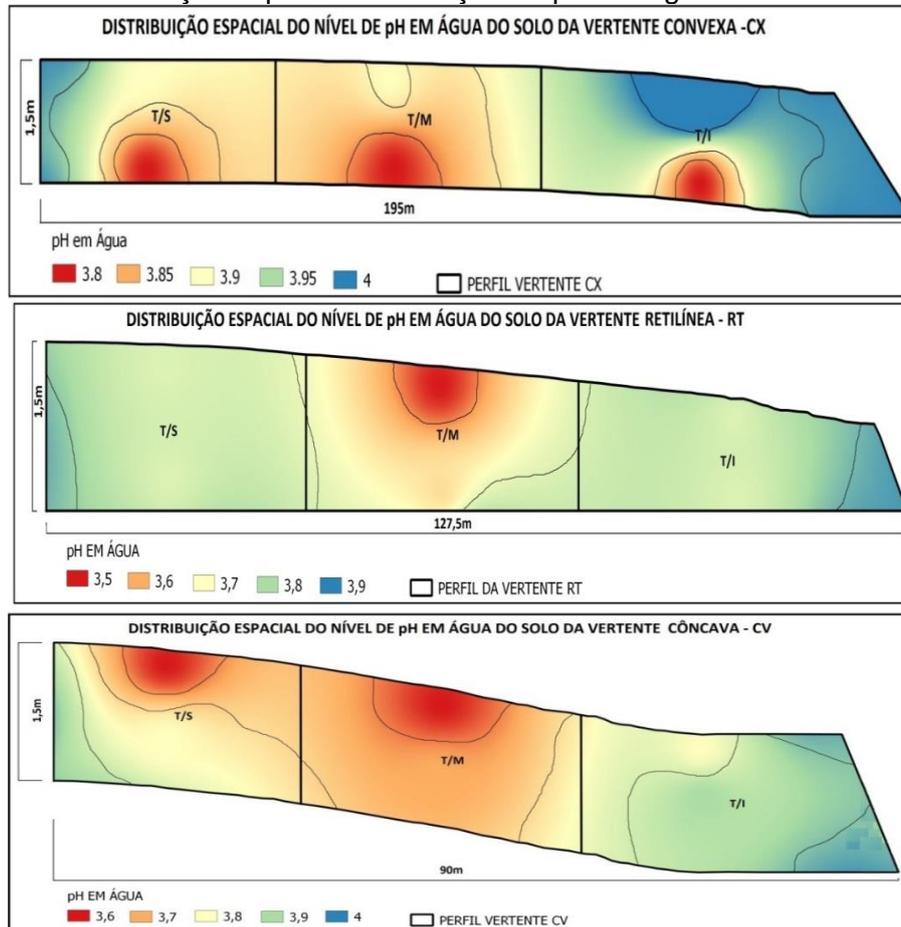
A vertente CV apresentou em sua superfície de solo o T/S e o T/I como erodíveis, somente o T/M que revelou ser menos erodível em superfície. Esse terço médio apresentou o maior teor de argila da vertente CV, com 55% (Quadro 1), que colabora para o aumento da plasticidade desta superfície, mesmo sob um significativo percentual de areias maior que 32%, que influi na plasticidade do solo neste terço. Pelo método de potencial hidrogeniônico (pH), todas as camadas dos solos das vertentes (CX, RT e CV) apresentaram valores em água abaixo dos 4,2 (Quadro 5 e Fig. 7).

**Quadro 5 – PH em água dos solos das vertentes**

CAMADAS (prof. cm)	CX $H_2O$ pH	RT $H_2O$ pH	CV $H_2O$ pH
<b>TERÇO SUPERIOR (T/S)</b>			
0-20	3,9	3,8	3,6
120-140	3,8	3,8	3,8
<b>TERÇO MÉDIO (T/M)</b>			
0-20	3,9	3,5	3,6
120-140	3,8	3,7	3,7
<b>TERÇO INFERIOR (T/I)</b>			
0-20	4,1	3,8	3,8
120-140	3,8	3,8	3,9

Fonte: Os autores.

**Figura 7 – Distribuição espacial da variação do pH em água do solo das vertentes**



Fonte: Os autores.

Estes baixos valores de pH são classificados, segundo EMBRAPA (2018) e IBGE (2017) como solos muito ácidos. Observa-se que todas as vertentes apresentam pouca variabilidade no pH, com os valores mais baixos no meio das vertentes, o que é condizente com os resultados de análise de pH em vertentes de Silva *et al.* (2023). Uma causa disto seria que no meio da vertente é onde se encontra a maior declividade e conseqüentemente há maior fluxo

lateral hídrico, o que contribui para uma maior circulação de ácidos orgânicos diluídos em água, proveniente da matéria orgânica das camadas de solos superficiais e a montante deste terço médio.

## CONCLUSÃO

Neste estudo, procurou-se dar ênfase às análises de erodibilidade, utilizando parâmetros mecânicos, físicos e químicos de solo em observação à desagregação hídrica do mesmo; visando o potencial erodível de três diferentes modelados de vertentes em Latossolos.

Pelas análises do potencial erodível, a vertente convexa apresentou o terço inferior (sopé), como o mais erodível, desde a superfície até a uma profundidade de 80 centímetros; enquanto no terço superior (topo), somente a camada superficial (0-20 centímetros) é a mais erodível. O terço médio mostrou-se o mais complexo desta vertente, revelando as camadas superior (0-30 centímetros) e inferior (+60 centímetros) como mais erodíveis, enquanto a camada intermediária (30-60 centímetros) mais resistente à erosão, comportando-se como um enclave entre as camadas mais erodíveis, abaixo e acima. Já a vertente retilínea apontou em toda a extensão de sua superfície um elevado potencial de erodibilidade do solo, com destaque para o terço inferior e médio, que apresentaram a camada de solo (0-55 centímetros) muito erodível. O terço superior desta vertente retilínea revelou uma estreita camada de solo, entre 10-20 centímetros de profundidade, com elevado potencial de erodibilidade. Para a vertente côncava, observou-se uma peculiaridade, pois somente o terço superior e inferior apresentaram solos com elevado potencial à erosão, desde a superfície até a profundidade máxima de análise (150 centímetros). Para o terço médio, nota-se como o menos erodível, desta vertente côncava, por apresentar teor de argila mais elevado no solo, porém, ao se comparar este terço médio com as outras vertentes analisadas, convexa e retilínea, nota-se que os valores de erodibilidade deste terço médio são mais elevados do que das outras. Ao analisar os três métodos, utilizados neste estudo, para a potencialidade erodível dos solos das vertentes, observou-se que:

- **O método de Granulometria** identificou camadas de solo superficiais como subsuperficiais das vertentes com moderado e elevado potencial erodível de maneira prática e bastante condizente com os outros métodos de erodibilidade, aqui usados. Porém, deve-se observar a alta sensibilidade deste método na questão da textura do solo, pois este procedimento não leva em consideração a estrutura do solo, o que pode causar divergências de resultados com o potencial real de erodibilidade, dada à coesão das amostras serem menor, por destruir a sua estrutura para o procedimento de análise deste.

- **O método Índice de Plasticidade** apresentou ser muito útil para análise do potencial erodível ao longo do curso das vertentes e em diferentes profundidades deste estudo. As observações devem ser em relação ao percentual de matéria orgânica no solo que podem influenciar nos resultados, diminuindo a plasticidade, como também, camadas de solo com elevado intemperismo químico também podem reduzir os valores de plasticidade neste método de erodibilidade.

- **O método Erodível pelo pH** demonstrou uma boa interação com os demais métodos erodíveis, possibilitando o entendimento da dinâmica processual em que ocorre a erosão subsuperficial, pois identificou as camadas de solo com maior tendência à perda mineral, o que corrobora para com os demais métodos, no aspecto das camadas com maior potencial erodível, apontando ser um método eficiente no reconhecimento da dinâmica erosiva subsuperficial dos solos em vertentes.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Gustavo Henrique Sousa; ALMEIDA, Josimar Ribeiro; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- ÁVILA, Frederico Fernandes; CARVALHO, Vilma Lúcia Macagnan. Morfogênese, Pedogênese e Etchplanação: análise integrada dos aspectos geoquímicos, mineralógicos e micromorfológicos do solo de uma toposequência na depressão de Gouveia – Serra do Espinhaço – Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geomorfologia – RGB**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 223-233, abr./jun. 2012.
- BAIRD, Andrew J. Field estimation of macropore functioning and surface hydraulic in a fen peat. **Hydrological Process**, Chichester, v. 11, p. 287-295, 1997.
- BASTOS, Cezar Augusto Burkert. **Estudo geotécnico sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BASTOS, Cezar Augusto Burkert; MILITITSKY, Jarbas; GEHLING, Way. Avaliação da erodibilidade dos solos sob o enfoque geotécnico – pesquisas e tendências. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Porto Alegre, n. 1, p. 17-25, nov. 2000.
- BASTOS, Cezar Augusto Burkert; MILITITSKY, Jarbas; GEHLING, Way. Proposta metodológica para avaliação geotécnica da erodibilidade de solos residuais não saturados. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE CONTROLE DE EROSÃO, 7, 2001. **Anais [...]**, Goiânia, 2001. p.1-8.
- BASTOS, Cezar Augusto Burkert; GEHLING, Way; MILITITSKY, Jarbas. Estudo sobre a erodibilidade de solos residuais não saturados a partir de propriedades geomecânicas. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Porto Alegre, n. 2, p. 9-18, maio, 2001. Disponível em: 7/2021.<https://repositorio.furg.br/handle/1/1422>. Acesso em: 2 jul. 2021.
- BERNDTSSON, Ronny; LARSON, Magnus. Spatial variability of infiltration in a semi-arid. **Environment Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 90, p. 117-133, 1987.
- BERTOLINI, William Zanete; SANTOS, Marcos Cesar Pereira; LOURDEAU, Antoine; CRBONERA, Mirian; CHEREM, Luis Felipe Soares. Geoquímica das coberturas pedogenizadas no planalto dissecado do Rio Uruguai – Santa Catarina/RS, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 1379-1393, 2022.

BLOOM, Arthur. **Superfície da terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1970.

BOCQUIER, Gérard. Génèse et évolution de deux toposéquences de sols tropicaux du Tchad: interprétation biogéodynamique. Mém. **Cahiers ORSTOM, Serie Pedologie**, v. 9, n. 4, p. 510-515, 1973. Disponível em: [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cahiers/PTP/18441.PDF](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cahiers/PTP/18441.PDF) . Acesso em: 20 maio 2021.

BOULET, René. Análise estrutural da cobertura pedológica e cartografia. *In*: MONIZ, Antonio Carlos; FURLANI, Angela Maria Cangiani; FURLANI, Pedro; FREITAS, Sérgio Silva (coord.). **Responsabilidade social da ciência do solo e os simpósios microbiologia do solo: só simbioses? A importância do conhecimento da cobertura pedológica: a análise estrutural**. Campinas: SBCS, 1988. p.79-90.

CAMPOS, Milton César Costa; MARQUES JÚNIOR, José; PEREIRA, Gener Tadeu; MONTARANI, Rafael; CAMARGO, Livia Arantes. Relações Solo-Paisagem em uma Litossequência Arenito-Basalto na Região de Pereira Barreto – SP. **Revista Brasileira de Ciência do Solo – RBCS**, Viçosa, v. 31, p. 519-529, 2007.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações: mecânica das rochas, fundações e obras de terra**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988. v. 2.

CASSOL, Cleidimar João; ARRUDA, Eduardo José; ALOVISI, Alessandra Mayumi Tokura; ABRÃO, Cleiton Messias Rodrigues. Utilização de variáveis físico-químicas do solo para o mapeamento da fragilidade potencial e ambiental da bacia hidrográfica do Rio Ivilhema. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 1, p. 466-488, 2023.

CELLIGOI, André; SOUSA, Rodrigo V. B.; MEDEIROS, Hugo; LAMÔNICA, Diogo; MACHADO, Andressa. Utilização do permeâmetro de Guelph na determinação da condutividade hidráulica da zona não saturada do Aquífero Freático nas imediações do lixão de Londrina – PR. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 14., Curitiba, 2006. **Anais** [...], Curitiba, p. 1-14, 2006. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23194/15305>. Acesso em: 14 jul. 2021.

CHAUVEL, Arthur; LUCAS, Yago. Soil formation in tropically weathered terrains. *In*: GOVETT, Gerry (ed.). **Handbook of exploration geochemistry**. New York: Elsevier, 1992. p. 57-77.

CPRM - COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico de Rondônia**. Porto Velho: CPRM, 2007. 1 mapa. Escala 1:1.000.000.

COSTA, Felipe Provenzale Mariano; NISHIYAMA, Luiz. Utilização do permeâmetro Guelph e penetrômetro de impacto em estudos de uso e ocupação dos solos em bacias hidrográficas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 8, n. 24, p. 131- 143, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2017.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília – DF: EMBRAPA, 2018.

ESPINDOLA, Carlos Roberto. A pedologia e a evolução das paisagens. **Revista do Instituto Geológico de São Paulo**, São Paulo, v. 31, n. 1 e 2, p. 67-92, 2010.

FABIAN, Adelar José; OTTONI FILHO, Theophilo Benedicto. Determinação de capacidade de campo in situ ou através de equações de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 5, p. 1029-1036, maio 2000.

FIORI, Alberto Pio; CARMIGNANI, Luigi. **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas**. Curitiba: UFPR: Oficina de Textos, 2009.

GOUDIE, Aeolian. **The changing earth: rates of geomorphological processes**. Oxford: Blackwell, 1995.

GUASSELLI, Laurindo Antonio; EVERS, Henrique; OLIVEIRA, Mateus Gleiser; SUERTEGARAY, Dirce Maria. Definição de padrões de formas das vertentes relacionadas com a ocorrência de areais, através de dados geomorfométricos em sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí – RS. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 14., 2009, Natal. **Anais [...]**. Natal: INPE, 2009. p. 3867-3874. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.18.02/doc/3867-3874.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021.

GRIGOROWITSCHS, Helga; RODRIGUES, Cleide. Estudo morfológico, pedológico e fitofisionômico em vertente amostral na reserva floresta do Morro Grande – Planalto de Ibiúna. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA*, 13., 2009, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: UFV, 2009. p.1-22.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

GUIDICINI, Guido; NIEBLE, Carlos. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edigard Bulcher, 1984.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. (Manuais técnicos em geociências; 5).

IBGE. **Manual técnico de pedologia: guia prático de campo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

IBGE. **Manual técnico de pedologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. (Manuais técnicos em geociências; 4).

JAKOB, Alberto Augusto; YOUNG, Andrea Ferraz. Uso de métodos de interpolação espacial de dados nas análises sociodemográficas. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS*, ABEP, 15., 2006, Caxambu. **Anais [...]**. Caxambu: ABEP, 2006. p. 1-22. Disponível em: <https://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1530/1494>. Acesso em: 16 jun. 2021.

KER, João Carlos. Latossolos do Brasil: uma revisão. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 17-40, 1997.

LUCAS, Yago; CHAUVEL, Arthur; BOULET, René; RAZANI, Guido; SCATOLINI, Francisco. Transição latossolos-podzóis sobre a formação barreiras na região de Manaus, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 325-335, 1984.

MAFRA, Alvaro Luiz; MIKLÓS, Andreas Attila; VOLKOFF, Boris; MELFI, Adolpho José. Pedogênese numa seqüência latossolo-espodossolo na região Alto Rio Negro, Amazonas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 381-394, 2002.

MARCATTO, Francieli Sant'ana; HERCOLI, Angélica; SILVEIRA, Hélio; GRAÇA, Carlos Henrique. Avaliação dos atributos físico-hídricos dos solos em Iguaraçu – PR: subsídios para o manejo e conservação do solo e da água. **Revista Científica ANAP Brasil**, São Paulo, v. 8, n. 13, p. 84-100, 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/e740/7708c1009234d396e749abe01a6282093430.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2021.

MARTINS, Ramom Messias; AMORIM, Maurício Anderson; AUGUSTIN, Cristina Helena Rocha; AZEVEDO, Pedro A. Amorni. Relação entre forma da vertente, cobertura superficial e sítios geomorfológicos na bacia do Ribeirão do Chiqueiro, Depressão de Gouveia, Serra do Espinhaço Meridional – MG. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, v. 21, n. 2, p. 38-45, 2013.

MELFI, Adolpho José; PEDRO, Georges. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil, parte 1: caracterização e repartição dos principais tipos de evolução pedogenética. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 7, p. 271-285, 1977.

MELFI, Adolpho José; PEDRO, Georges. Estudo geoquímico dos solos e formações superficiais do Brasil, Parte 2: considerações sobre os mecanismos geoquímicos envolvidos na alteração superficial e sua repartição no Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 8, p. 11-22, 1978.

MENEZES, Stélio Maia; SILVA, Cinara Bernardo; SILVA, Julianna; SANTOS, Luan Wamberg; BARROS, Allan Cunha. Estimativa da umidade na capacidade de campo de um latossolo amarelo-vermelho 'in situ' em vasos. In:– CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM - CONIRD, 25., Aracajú, 2015. **Anais [...]**. Aracajú: UFS, 2015. p. 1276–1283. Disponível em: <https://docplayer.com.br/33199357-Estimativa-da-umidade-na-capacidade-de-campo-de-um-latossolo-amarelo-vermelho-in-situ-e-em-vasos.html>. Acesso em: 7 jul. 2021.

MONTANARI, Rafael; MARQUEZ JÚNIOR, José; PEREIRA, Gener Tadeu; SOUZA, Zigomar Menezes. Forma da paisagem como critério para otimização amostral de latossolos sob cultivo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, p. 69-77, 2005.

MOREAU, Ana Maria Santos; KER, João Carlos; COSTA, Liovando; GOMES, Felipe Haenel. Caracterização de solos de duas toposequências em tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 30, p. 1007-1019, 2006.

PACHEPSKY, Yakov; RITICHIE, John; SOBECK, Ted; BLOODWORTH, Horacio. Soil water retention as related to topographic variables. **Soil Science Society American Journal**, [s. l.], v. 65, p. 1787–1795, 2001.

PITTY, Antony. A simple device for the field measurement of hillslopes. **Journal of Geology**, Chicago, v. 76, p. 717-720, 1968.

PRADO, Hélio. **Pedologia fácil**: aplicações em solos tropicais. Piracicaba: FUNDAG, 2016.

QUEIROZ NETO, José Pereira. Relações entre as vertentes e os solos: revisão de conceitos. **Revista Brasileira de Geomorfologia - RBG**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 15-24, 2011.

RONDÔNIA. Secretaria de Estado do Planejamento. **Plano agroflorestral e pecuário de Rondônia**: PLANAFLORO. Porto Velho: Secretaria de Estado do Planejamento, 2002. (Banco de Dados Geográfico Vetorial).

SANTANA, Édina; DINIZ, Alisson Duarte; ROSA, Marcio; ANDRADE, Ilo Cesar; SOUSA, José; BOMFIM, Marcela Rebouças. Caracterização e evolução de solos em vertentes assimétricas na reserva ecológica da Sapiranga – Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 15, n. 6, p. 2903-2920, 2022.

SANTOS, Salem Leandro Moura; FERREIRA, Maria Madalena. Avaliação das vertentes da bacia do Igarapé Belmont – Porto Velho – RO. **Revista Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 19, n. 2, p. 85-114, 2010. Disponível em: <https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/3961>. Acesso em: 13 set. 2023.

SANTOS, Salem Leandro Moura; DELLA-JUSTINA, Eloiza Elena; FERREIRA, Maria Madalena. Mapeamento geomorfológico da bacia do Igarapé Belmont Porto Velho – RO. **Revista Brasileira de Geomorfologia – RBG**, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 255-266, 2012. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/184/300>. Acesso em: 13 set. 2023.

SANTOS, Salem Leandro Moura; DELLA-JUSTINA, Eloiza Elena; FERREIRA, Maria Madalena. Classificação geoambiental das unidades de relevo da bacia do Igarapé Belmont

em Porto Velho – RO. **Revista Geografia (Londrina)**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 25-41, maio/ago. 2013.

SANTOS, Raphael David; SANTOS, Humberto; KER, João Carlos; ANJOS, Lúcia Cunha; SHIMIZU, Sérgio Hiditi. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015.

SILVA, Joalison Brito; MELO, João Henrique; SANTOS, Luiz Fernando; CAVALCANTE, Emanuel Costa; SANTOS, Robson; CAMPOS, Milton; LIMA, Alan; OLIVEIRA, Flávio. Impactos nos atributos do solo sob conversão de floresta para área de pastagens em áreas de mata atlântica, Areia, PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 16, n. 3, p. 1407-1418, 2023.

SILVA, Antonio Soares. Análise morfológica dos solos e erosão. *In*: GUERRA, Antonio José Teixeira; SILVA, Antonio Soares; BOTELHO, Rosangela Garrido (org.). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 101-124.

SILVEIRA, Araken; CUNHA, Cenira Maria Lupinacci. Mensuração da capacidade de infiltração em sistemas vertentes e sua relação na dinâmica erosiva. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 12., 2018, Crato. **Anais [...]**. Crato: [s. n.], 2018. p. 1-11.

SOUSA, Flávio Alves. Metodologia para avaliação do escoamento subsuperficial em vertentes. **Boletim Goiano de Geografia – BGG**, Goiania, v. 39, p. 1-22, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/bgg/article/view/56995>. Acesso em: 13 set. 2023.

SOUZA, Cristiano; BERTOLINO, Ana; BERTOLINO, Luiz Carlos; COSTA, Alexia Rerigna; ANTUNES, Franklin Santos. Caracterização física e hidráulica de um perfil de intemperismo residual em rocha gnáissica no município de São Gonçalo – RJ. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 11., 2016, Maringá. **Anais [...]**. Maringá: [UEM], 2016. p. 1-11. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0071.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

STABILE, Rodrigo Augusto; VIEIRA, Bianca Carvalho. O Papel do ângulo da encosta e da forma das vertentes na distribuição das feições erosivas da bacia Água da Faca, Piratininga – SP. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13., 2009, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: [...], 2009. p. 1-12. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/242257979\\_O\\_papel\\_do\\_angulo\\_da\\_encosta\\_e\\_da\\_forma\\_das\\_vertentes\\_na\\_distribuicao\\_das\\_feicoes\\_erosivas\\_da\\_bacia\\_Agua\\_da\\_Faca\\_Piratininga\\_SP/link/54da43ab0cf2ba88a68c2d94/download](https://www.researchgate.net/publication/242257979_O_papel_do_angulo_da_encosta_e_da_forma_das_vertentes_na_distribuicao_das_feicoes_erosivas_da_bacia_Agua_da_Faca_Piratininga_SP/link/54da43ab0cf2ba88a68c2d94/download). Acesso em: 13 set. 2023.

VIDAL-TORRADO, Pablo; LEPSH, Igor; CASTRO, Selma Simões; COOPER, Michael. Pedogênese em uma seqüência latossolo-podzólico na borda de um platô na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 909-921, 1999. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/237026748\\_Pedogenese\\_em\\_uma\\_sequencia\\_Latossolo-Podzolico\\_na\\_borda\\_de\\_um\\_plato\\_na\\_Depressao\\_Periferica\\_Paulista](https://www.researchgate.net/publication/237026748_Pedogenese_em_uma_sequencia_Latossolo-Podzolico_na_borda_de_um_plato_na_Depressao_Periferica_Paulista). Acesso em: 13 set. 2023.

VIEIRA, Bianca Carvalho; FERNANDES, Nelson Ferreira. Avaliação dos resultados da ksat obtidos pelo permeâmetro de Guelph considerando-se diferentes equações de fluxo. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA – SINAGEO, 4., 2002, São Luis. **Anais [...]**. São Luis: UFMA, 2002, p. 1. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/4/2/33.pdf>. Acesso em: 13 set. 2023.

**Recebido:** julho de 2023.  
**Aceito:** setembro de 2023.