XXII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica
XI Simpósio Brasileiro de Engenheiros Geotécnicos Jovens
24 a 28 de agosto de 2026 – Brasília/DF
DOI: 10.47094/COBRAMSEG2026.6/55

Análise da Suscetibilidade à Erosão Utilizando o Modelo RUSLE Integrado a Dados Espaciais em Solos do Interior de São Paulo

Regis Eduardo Geroto
Coordenador de Geotecnia, Motiva Rodovias, Jundiaí, Brasil, regis.geroto@motiva.com.br

Luiza Caroline Marques
Engenheira Ambiental, Motiva Rodovias, Jundiaí, Brasil, luiza.marques@motiva.com.br

RESUMO: A erosão hídrica constitui um dos principais processos de degradação ambiental em regiões tropicais, sendo intensificada por intervenções antrópicas, mudanças no uso do solo e eventos pluviométricos intensos, comprometendo a estabilidade de taludes, favorecendo o assoreamento de dispositivos de drenagem e desencadeando processos erosivos concentrados. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a suscetibilidade à erosão hídrica em solos do interior do Estado de São Paulo, tendo como objeto o município de Piracicaba – SP, por meio da aplicação da Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) integrada a ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG). A metodologia baseou-se na espacialização dos fatores do modelo RUSLE: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), fator topográfico (LS), cobertura e manejo do solo (C) e práticas conservacionistas (P), utilizando bases de dados pedológicas, pluviométricas e topográficas disponíveis em plataformas públicas. Os resultados indicam maior suscetibilidade erosiva em áreas com declividades superiores a 12%, associadas a argissolos e setores com baixa cobertura vegetal, onde as perdas estimadas superam 10 t/ha·ano. A integração entre RUSLE e SIG demonstrou elevada capacidade de identificação espacial de áreas críticas, constituindo ferramenta relevante para o planejamento geotécnico, gestão territorial e definição de estratégias de controle de erosão.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão, Vulnerabilidade, RUSLE, SIG, Solos, Interior.

ABSTRACT: Water erosion is one of the main environmental degradation processes in tropical regions, being intensified by anthropogenic interventions, land-use changes, and intense rainfall events. These factors compromise slope stability, promote sedimentation in drainage structures, and trigger concentrated erosion processes. In this context, the present study aims to evaluate the susceptibility to water erosion in soils of the interior region of the State of São Paulo, Brazil, focusing on the municipality of Piracicaba (SP), through the application of the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) integrated with Geographic Information System (GIS) tools. The methodology was based on the spatialization of the RUSLE model factors: rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), topographic factor (LS), cover-management factor (C), and conservation practices factor (P), using pedological, pluviometric, and topographic datasets available from public databases. The results indicate higher erosion susceptibility in areas with slopes greater than 12%, associated with Ultisols (“Argissolos”) and sectors with low vegetation cover, where estimated soil losses exceed 10 t/ha·yr. The integration of RUSLE and GIS demonstrated a high capability for spatial identification of critical areas, representing a relevant tool for geotechnical planning, territorial management, and the definition of erosion control strategies.

KEYWORDS: Erosion; Vulnerability; RUSLE; GIS; Soils; São Paulo Hinterland.

1 INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um processo natural intensificado por atividades antrópicas e pelo uso inadequado da superfície e do material solo, representando um dos principais agentes de degradação ambiental e geotécnica em regiões tropicais. No interior do Estado de São Paulo, a combinação entre solos tropicais intemperizados, relevo suavemente ondulado a ondulado com presença (em muitos locais) de taludes íngremes, associados à antropização do solo e atividade agroindustrial, favorece a ocorrência de processos erosivos.

No contexto geotécnico, a ocorrência de processos erosivos impacta diretamente na condição de estabilidade de taludes em corte e aterro, na integridade e desempenho de obras rodoviárias e hidráulicas, na maior possibilidade de assoreamento de corpos hídricos (fundo de vale), na degradação ambiental e perda de produtividade agrícola, entre outros fatores.

Modelos empíricos como a RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) têm sido utilizados para estimar as taxas de perda de solo e orientar práticas conservacionistas, análise correlata ao objeto desse trabalho, que consiste na avaliação da vulnerabilidade erosiva dos solos do interior do Estado de São Paulo, com base na integração de parâmetros pedológicos, topográficos e climáticos aplicados em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), para a produção de cartas de vulnerabilidade.

Nesse contexto, a integração de modelos de perda de solo com ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG) pode contribuir para a identificação de áreas suscetíveis à erosão, permitindo subsidiar decisões relacionadas ao planejamento territorial, projetos de infraestrutura e gestão ambiental.

2 CONTEXTO TEÓRICO

2.1 Erosão Hídrica

O processo de erosão hídrica ocorre principalmente pelo impacto das gotas de chuva (efeito splash), escoamento superficial concentrado, transporte (carreamento) e deposição sedimentar. Sob a ótica da geotecnia, esses efeitos podem resultar em: exposição de camadas menos resistentes, redução da resistência ao cisalhamento e deflagração de processos erosivos, comprometendo o terreno local e estruturas apoiadas.

Para desenvolvimento do contexto teórico, apresenta-se na sequência um contexto macro dos solos (pedologia) presentes no interior de São Paulo, bem como aspectos relacionados ao modelo RUSLE.

2.2 Solos Tropicais do Interior de São Paulo

A pedogênese tropical, em especial no interior de São Paulo, impõe particularidades aos solos presentes nas áreas avaliadas, sendo estas apresentadas de forma sucinta na Tabela 1.

Tabela 1. Características Pedológicas dos Solos do Interior de São Paulo (adaptado de EMBRAPA, 2018; Lepsch, 2010; Bertoni e Lombardi Neto, 2014).

Classe de solo (SiBCS)	Características Pedológicas	Comportamento Hidrológico	Suscetibilidade Erosiva (K)
Latossolos (Vermelho; Vermelho-Amarelo)	Solos profundos, intemperizados; estrutura estável	Quando conservado, boa drenagem. Sob degradação pode ocorrer selamento	Baixa–moderada (dependente de estrutura e manejo)
Argissolos (inclui "podzólico" em legados cartográficos)	Horizonte B com argila, controlando condutividade e erodibilidade	Contraste hidráulico favorece escoamento lateral/subsuperficial	Moderada–alta (varia por textura, estrutura e manejo)
Neossolos Litólicos (rasos)	Pequena profundidade efetiva com baixa espessura "protetora"	Resposta hidrológica rápida; maior escoamento superficial em eventos intensos	Alta (baixa proteção e exposição)
Neossolos Quartzarênicos (muito arenosos)	Textura dominada por areia; baixa coesão e retenção	Infiltração alta, mas compactação aumenta runoff e erosão por destacamento	Alta (destacamento e transporte)
Cambissolos	Solos menos desenvolvidos, estrutura variável	Resposta hidrológica variável; sensível a compactação e manejo	Moderada (alta variabilidade espacial)
Nitossolos	Estrutura forte, argilosos; horizonte B nítico; boa agregação	Infiltração moderada; mais sensíveis com concentração de fluxo e perda de cobertura	Baixa–moderada (em geral menor que Argissolos/Neossolos)

2.3 Modelo RUSLE

Nesse contexto de avaliação de vulnerabilidade e risco de erosão de solos, modelos preditivos para a determinação da taxa de perda do solo (erosão), como a Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), derivado da Equação Universal de Perda de Solo – USLE (WISCHMEIER; SMITH, 1978), tornam-se ferramentas essenciais para o planejamento e manutenção de infraestruturas, sobretudo em contextos de intensificação de eventos extremos de precipitação. Apesar das atualizações e complementos quanto às aplicações, estes novos modelos preservam sua equação básica, apresentada a seguir:

$$A = R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P \quad (1)$$

Onde:

A = perda média anual de solo (t/ha·ano)
R = erosividade da chuva (MJ.mm.ha-1.h-1.ano-1)
K = erodibilidade do solo (t.ha-1.MJ-1.mm-1)
LS = fator topográfico (adimensional)
C = cobertura e manejo (adimensional)
P = práticas conservacionistas (adimensional)

Embora a RUSLE tenha origem em conservação do solo agrícola, os seus fatores têm interpretação direta em geotecnia ambiental e de infraestrutura, especialmente para erosão superficial e evolução de instabilidades rasas, incorporando atualizações com: bases climáticas ampliadas, simulação de manejo agrícola dinâmico e melhor representação de processos hidrossedimentológicos.

2.4 Interpretação Geotécnica dos Fatores RUSLE

Apresenta-se na sequência a interpretação geotécnica dos fatores intervenientes na equação RUSLE, que serve como base para a matriz de suscetibilidade dos solos em ocorrência de processos erosivos.

2.4.1 Erosividade (R) e gatilhos de instabilização superficial

O fator R representa a energia das chuvas e sua capacidade de desagregar e transportar partículas. Em encostas e cortes rodoviários, chuvas intensas elevam simultaneamente: (a) o potencial de desagregação superficial e (b) o escoamento superficial concentrado quando a capacidade de infiltração é excedida. Esse mecanismo atua como gatilho de erosão laminar → sulcos → ravinas, e pode preceder processos de instabilidade rasa ao remover a camada superficial mais resistente (Renard et al., 1997; Morgan, 2005).

2.4.2 Erodibilidade (K) como indicador de comportamento geotécnico superficial

O fator K agrega efeitos de textura, estrutura, permeabilidade e matéria orgânica. Em termos geotécnicos, K se relaciona com a resistência à desagregação e à suscetibilidade ao arrancamento por cisalhamento hidráulico (Morgan, 2005). Solos mais arenosos tendem a apresentar maior desprendimento por impacto das gotas, enquanto que solos argilosos, são mais resistentes à ocorrência do desprendimento, porém, uma vez mobilizado/desprendido suas partículas em suspensão podem elevar o assoreamento (Morgan, 2005).

2.4.3 Fator topográfico (LS) e conectividade hidrossedimentológica

O fator LS controla o aumento do potencial erosivo com declividade e comprimento de rampa. Na geotecnia rodoviária, o fator LS é particularmente útil para identificar trechos com maior probabilidade de formação de caminhos preferenciais (concentração) e necessidade de dissipação de energia (Renard et al., 1997). Importante salientar que, quando o LS é derivado do Modelo Digital de Elevação (MDE), este pode superestimar a contribuição de áreas onde pode haver interrupções de fluxo (bermas, sarjetas, canaletas) ou subestimar a conectividade onde existem trilhas de enxurrada não representadas (Desmet & Govers, 1996).

2.4.4 Cobertura e manejo (C) e desempenho de soluções geotécnicas superficiais

O fator C é o principal discriminador de cenários de projeto: solo exposto em obras (C alto) versus cobertura vegetal/mantas/biomantas (C baixo). Em obras lineares, "janelas" temporais de solo exposto durante a terraplenagem podem criar picos de risco erosivo, sendo necessário a avaliação com cautela, pois a perda de solo pode se concentrar em poucos eventos críticos (Renard et al., 1997; RUSLE, 2008).

2.4.5 Práticas conservacionistas (P) como intervenções geotécnicas

O fator P permite modelar medidas como terraceamento e plantio em contorno. Em infraestrutura, o equivalente inclui drenagem superficial, microterraceamento, canaletas em contorno, escadas hidráulicas, dissipadores e controle de lançamento, porém, por ser menos padronizado, exige calibração local.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Para o desenvolvimento do trabalho, a metodologia estará estruturada em quatro etapas principais.

3.1 Levantamento e Organização de Dados

A etapa inicial consistiu na definição da área de estudo e no levantamento das bases de dados necessárias para a aplicação do modelo RUSLE em ambiente SIG, sendo utilizadas bases pedológicas, topográficas, climáticas e de uso do solo provenientes de instituições oficiais e bases públicas de dados geoespaciais, como por exemplo: cartas pedológicas (IBGE e EMBRAPA), séries pluviométricas históricas (ANA), Modelo Digital de Elevação (bases altimétricas disponíveis), mapas de uso e cobertura do solo (MapBiomas) e informações complementares sobre processos erosivos registradas em literatura regional.

3.2 Aplicação em Ambiente SIG

O emprego da ferramenta SIG permite a integração eficiente dos dados obtidos na área de interesse, espacializando os fatores da equação, análise integrada dos fatores RUSLE, mapas de suscetibilidade erosiva, com abordagem ampliada e consolidada em estudos ambientais, projetos rodoviários e agrícolas.

3.3 Classificação de Suscetibilidade (Fatores da RUSLE)

Para o presente trabalho, a classificação (análise multicritérios) baseia-se nos fatores indicados/apresentados no método RUSLE, a saber:

- Fator R – Erosividade (obtido por séries pluviométricas e índices EI30, no site da ANA);
- Fator K – Erodibilidade (estimado a partir de dados do IBGE sobre a pedologia local);
- Fator LS – Topografia (derivado do Modelo Digital de Elevação (MDE) de terreno);
- Fator CP – Uso do solo e práticas conservacionistas (MapBiomas), resultando em fator CP.

Os fatores K e CP foram determinados considerando as bases obtidas em literatura científica, enquanto que a erodibilidade do solo (fator K) foi determinada por meio do método indireto da equação de Bouyoucos, conforme estudo apresentado por Mannigel (2002) para solos do Estado de São Paulo.

Os valores utilizados para cada classe de solo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores do fator K (Mannigel, 2002).

Classe de solo	Fator K (t.ha-1.MJ-1.mm-1)
Latossolo Vermelho Distrófico	0,0061
Latossolo Vermelho – Amarelo Distrófico	0,0112
Argissolo Vermelho – Amarelo Distrófico	0,0466

Os valores do fator CP foram obtidos a partir de diferentes estudos da literatura. A Tabela 3 apresenta os coeficientes adotados para cada classe de uso e cobertura do solo, bem como suas respectivas referências.

Tabela 3. Valores do fator CP.

Uso do solo	Fator CP	Referência
Formação Florestal	0,0004	Barbosa et al, 2015
Formação Savânica	0,0007	Carneiro, 2019
Mangue	0,0000	Barbosa et al, 2015
Formação Campestre	0,2500	Barbosa et al, 2015
Pastagem	0,0100	Barbosa et al, 2015
Agricultura	0,2500	Carneiro, 2019
Urbanização	0,0688	Pasquatto & Tomazoni, 2016
Solo exposto	1,0000	Barbosa et al, 2015
Afloramento Rochoso	0,0010	Pasquatto & Tomazoni, 2016
Água	0,0000	Barbosa et al, 2015

3.4 Elaboração da Carta de Suscetibilidade

Por fim, como resultado do trabalho, foram elaboradas as bases de referência e a Carta de Suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos, produtos esses que subsidiam o manejo, uso e ocupação do solo, através do indicativo de áreas com maior risco, denotando a necessidade de estudos mais aprofundados e intervenções mais robustas para evitar a deflagração de processos erosivos nesses locais.

4 ÁREA DE ESTUDO

A área selecionada é a do município de Piracicaba – SP (Figura 1), inserida na unidade geomorfológica da Depressão Periférica Paulista, com relevo suavemente ondulado a ondulado. Os solos predominantes são Latossolos e Argissolos desenvolvidos sobre formações sedimentares da Bacia do Paraná, frequentemente associados a materiais arenosos e franco-arenosos com elevada suscetibilidade à erosão quando expostos.

Nessa região, o clima tropical apresenta estação chuvosa bem definida, associado a eventos de precipitação intensa no verão, favorecendo o escoamento superficial concentrado, sobretudo em áreas com declividades moderadas. Além disso, o município possui um histórico de uso agrícola intensivo, com destaque para a cultura da cana-de-açúcar e a expansão urbana, que contribuem para a redução da cobertura vegetal e para a compactação do solo, aumentando a suscetibilidade à erosão hídrica (Weill e Sparovek, 2008).

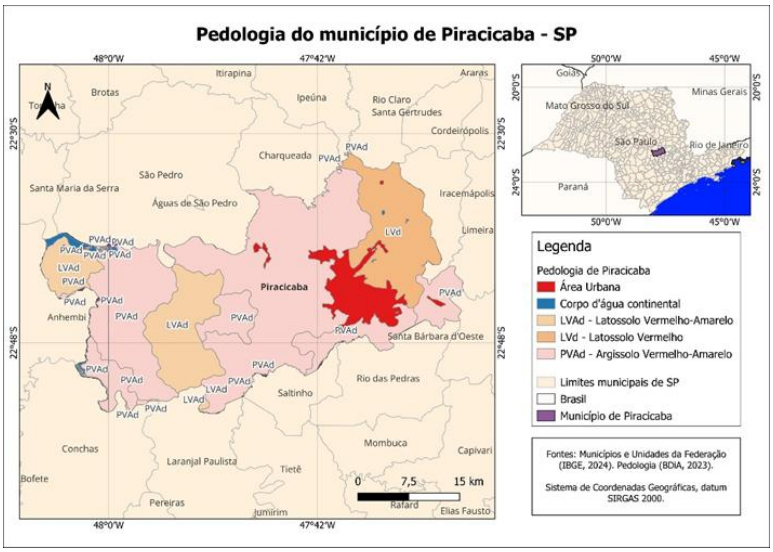


Figura 1. Pedologia e localização do município de Piracicaba – SP.

5 PRODUTOS DESENVOLVIDOS

Os produtos (bases e Cartas de Suscetibilidade) apresentados na Figura 2, foram desenvolvidos com o software QGIS e apresenta o potencial de erosão do município de Piracicaba, considerando os fatores da Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), integrando os fatores R (erosividade da chuva), K (erodibilidade do solo), LS (comprimento e declividade de vertente) e CP (uso e manejo do solo).

A representação desses parâmetros permite visualizar a distribuição espacial da perda média anual de solo (Fator A, em t/ha.ano) e, consequentemente, determinar as áreas com maior vulnerabilidade aos processos erosivos, constituindo uma ferramenta de apoio à análise ambiental e planejamento para uso da terra.

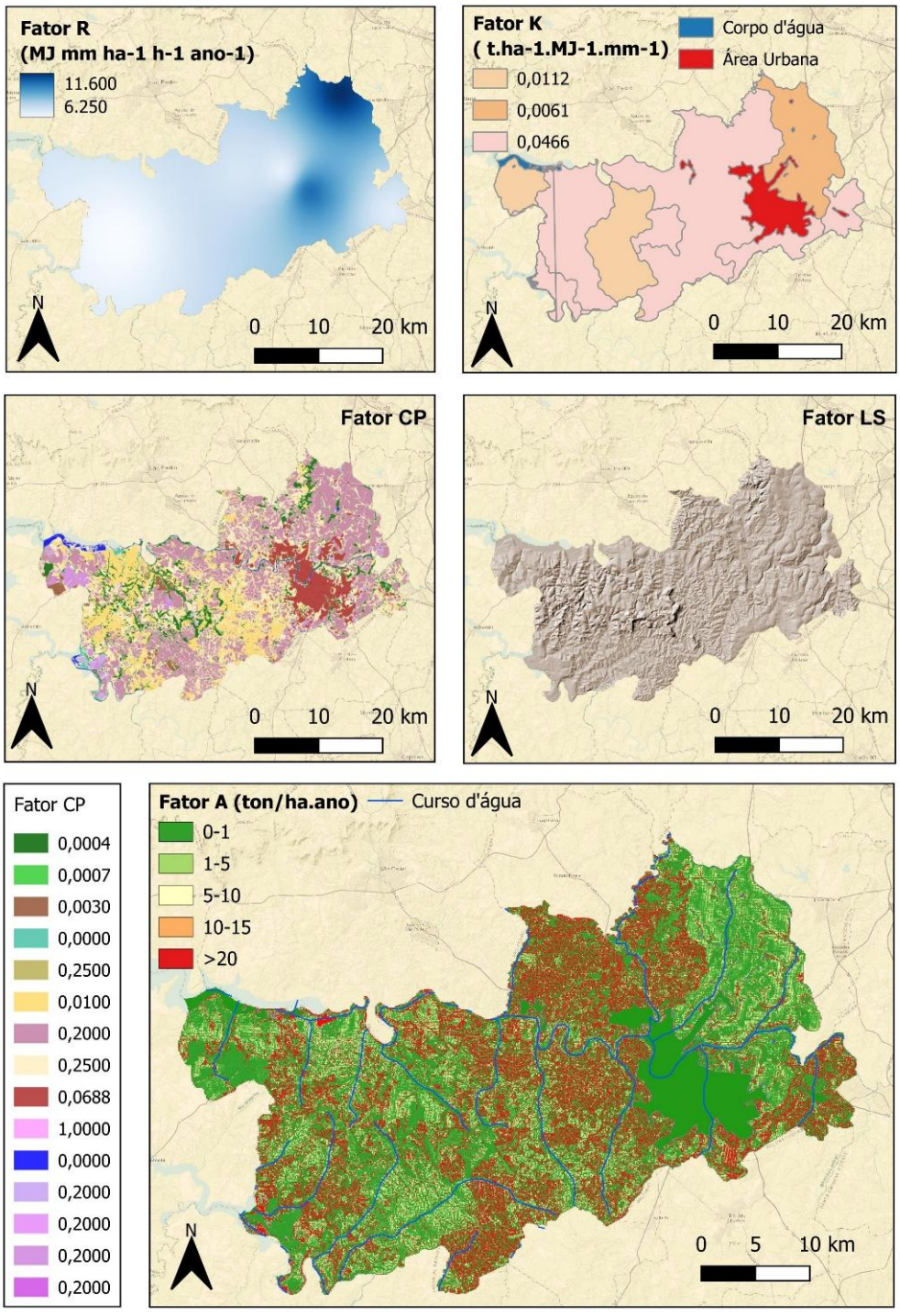


Figura 2. Bases e Carta de Suscetibilidade (potencial de erosão) no município de Piracicaba-SP.

6 COMENTÁRIOS E DISCUSSÕES

6.1 Fatores Condicionantes da Erosão

A análise integrada dos fatores do modelo Revised Universal Soil Loss Equation para o município de Piracicaba-SP evidencia que a suscetibilidade erosiva não depende de um único condicionante, mas sim da combinação entre características naturais e intervenções antrópicas. Em áreas onde solos mais suscetíveis coincidem com maiores declividades e cobertura vegetal reduzida, observa-se potencial significativo para a ocorrência de processos erosivos concentrados.

A influência do relevo é determinante na distribuição das áreas com maiores perdas estimadas. O fator LS apresenta valores significativamente elevados em setores com declividades superiores a 12%, onde o comprimento de rampa e a inclinação potencializam a energia do escoamento superficial. Nessas áreas, o mapa final indica concentrações expressivas de classes de perda acima de 10 ton/ha.ano, reforçando o papel do relevo como condicionante geomorfológico central na dinâmica erosiva. Esse comportamento é amplamente descrito na literatura de erosão hídrica, que aponta a declividade como um dos principais condicionantes da intensificação do escoamento superficial e da evolução de processos erosivos (Morgan, 2005).

A análise do fator de erodibilidade do solo (K) indica que os solos predominantes na área de estudo exercem papel fundamental na suscetibilidade à erosão. Solos com maior teor de areia e menor grau de agregação estrutural tendem a apresentar maior facilidade de desagregação quando submetidos ao impacto das gotas de chuva e ao escoamento superficial. Os Latossolos Vermelhos (K = 0,0061) e Latossolos Vermelhos – Amarelos (K = 0,0112) apresentam valores médios de erodibilidade e indicam maior resistência à desagregação e transporte de partículas pela ação da chuva, dada sua estrutura mais estável (textura e permeabilidade), enquanto que os Argissolos Vermelho – Amarelos (K = 0,0466) apresentam maiores valores de K, decorrente da marcante descontinuidade textural entre horizontes, que limita a infiltração e favorece o escoamento concentrado (CONCIANI, 2008), favorecendo o surgimento de sulcos erosivos e ravinamentos.

O fator CP, que representa a influência da cobertura vegetal e das práticas de manejo do solo, também impactam a maior (ou menor) suscetibilidade aos processos erosivos. Áreas com ausência ou baixa densidade de cobertura apresentam aumento expressivo do fator C, elevando diretamente o potencial erosivo, destacando nesse contexto as áreas agrícolas intensivas, onde práticas de manejo convencional e exposição do solo ampliam a suscetibilidade, especialmente quando associadas a vertentes mais inclinadas. Assim, áreas com cobertura florestal ou vegetação densa tendem a apresentar taxas significativamente menores de perda de solo em comparação com áreas agrícolas ou superfícies expostas

6.2 Aplicações no Planejamento Ambiental e Geotécnico

A integração entre o modelo RUSLE e ferramentas de Sistema de Informações Geográficas demonstrou elevada capacidade de identificar áreas potencialmente suscetíveis à erosão hídrica, com grande potencial de aplicação em estudos de planejamento geotécnico e gestão territorial, apoiando a tomada de decisão e seleção de medidas de mitigação para minimizar ou evitar a deflagração (e os impactos) dos processos erosivos.

As medidas de mitigação devem considerar abordagens complementares, como a implementação de práticas conservacionistas que aumentem a cobertura vegetal do solo, reduzindo a erosão hídrica através da proteção da superfície do terreno contra o impacto direto das gotas de chuva, diminuindo a desagregação e a velocidade do escoamento superficial (carreamento). Sistemas como o plantio direto permitem preservar a estrutura do solo, aumentando a infiltração de água e elevando os teores de matéria orgânica, enquanto que o terraceamento (em curvas de nível) organiza o escoamento superficial de forma controlada, reduzindo seus comprimento de rampa (energia de escoamento) e favorecendo a retenção de água no perfil geológico local.

Portanto, a integração entre os modelos e o emprego de ferramenta SIG demonstrou ser uma ferramenta estratégica para subsidiar a tomada de decisão, direcionar estudos e campanhas de investigação no campo, bem como priorizar intervenções e promover maior segurança e sustentabilidade no uso do território municipal, aumentando a eficiência das estratégias de controle de erosão.

7 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos evidenciam que a erosão hídrica deve ser compreendida como um processo resultante da interação entre fatores naturais e intervenções antrópicas no território.Observa-se que os fatores considerados na equação RUSLE e utilizados na presente análise, como o relevo (Fator LS) e tipo de solo (Fator K) exercem influência significativa sobre a suscetibilidade natural à erosão, enquanto que uso e ocupação do solo (Fator C e P) desempenham papel determinante na intensificação desses processos, principalmente na ocorrência de eventos pluviométricos intensos (Fator R)

A análise integrada realizada em específico para o município de Piracicaba - SP, evidenciou que solos com maior teor (fração) arenosa, mais suscetíveis ao desprendimento e carreamento, associado às regiões com maior declividade e baixa cobertura vegetal, apresentam maior suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos (perda de solo), confirmando que a dinâmica erosiva local é condicionada tanto pelas características pedológicas quanto pelo relevo, pela chuva e pelo uso da terra.

Apesar das limitações inerentes aos modelos empíricos, a metodologia RUSLE aplicada em ambiente SIG demonstrou ser eficiente para a elaboração de cartas de suscetibilidade erosiva e para o suporte ao planejamento territorial e geotécnico e apoiar decisões relacionadas a projetos ambientais, expansão urbana, manejo agrícola e implantação de obras de infraestrutura urbana e rural, demonstrando elevada capacidade de avaliação espacial preditiva da suscetibilidade erosiva, permitindo identificar áreas críticas e subsidiar o planejamento territorial e geotécnico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, A. F.; Oliveira, E. F.; Mioto, C. L.; Paranhos Filho, A. C. (2015). *Aplicação da Equação Universal de Perda do Solo (USLE) em softwares livres e gratuitos*. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. (2014). *Conservação do solo*. 9. ed. São Paulo-SP.

Carneiro, A. F. S. (2019). *Fragilidade ambiental em bacias hidrográficas do Vão do Paranã – GO*. Monografia (Graduação) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Conciani, W. (2008). *Processos erosivos: conceitos e ações de controle*. Cuiabá: CEFET-MT.

EMBRAPA (2018). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF.

LEPSCH, I. F. (2010). Formação e conservação dos solos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos.

Mannigel, A. R.; Carvalho, M. P.; Moreti, D.; Medeiros, L. R. (2002). *Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo*. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 24, p. 1335–1340.

Morgan, R. P. C. (2005). *Soil erosion and conservation*. 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing.

Pasquatto, M. C.; Tomazoni, J. C. (2016). *Estudo do processo erosivo laminar na bacia de captação do rio Barro Preto, em Coronel Vivida – PR*. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, n. 2, p. 555–570.

Renard, K. G.; Foster, G. R.; Weesies, G. A.; Mccool, D. K.; Yoder, D. C. (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE).* Washington, D.C.

RUSLE2 (2008). United States Department of Agriculture – USDA. *Revised Universal Soil Loss Equation version 2 (RUSLE2): science documentation*. Washington, D.C.

Weill, M. A. M.; Sparovek, G. (2008). *Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP): I – Estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 2, p. 801–814.

Wischmeier, W.H. and Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation planning*. USDA-SEA, Washington DC- Estados Unidos. 69p.