

GERAÇÃO DO FATOR TOPOGRÁFICO (LS) EM BACIA HIDROGRÁFICA: ANÁLISE DA EXTENSÃO DE VERTENTES

GENERATION OF TOPOGRAPHIC FACTOR (LS) IN WATERSHED: ANALYSIS OF SLOPE LENGTH

Leandro de Souza Pinheiro

Universidade do Estado de Minas Gerais-DCET. Av. Mário Palmério, 1001, Frutal-MG, CEP 38200-000
bandopinheiro@yahoo.com.br

Thiago Torres Costa Pereira

Universidade do Estado de Minas Gerais-DCET. Av. Mário Palmério, 1001, Frutal-MG, CEP 38200-000
thiago.solos@gmail.com

Rafael de Ávila Rodrigues

Universidade do Estado de Minas Gerais-DCET. Av. Mário Palmério, 1001, Frutal-MG, CEP 38200-000
rafael.avila.rodrigues@gmail.com

Gabriela Alves Jonas

Universidade do Estado de Minas Gerais-DCET. Av. Mário Palmério, 1001, Frutal-MG, CEP 38200-000
alvesgabriela@outlook.com

Angela Silva Miazaki

Universidade do Estado de Minas Gerais-DCET. Av. Mário Palmério, 1001, Frutal-MG, CEP 38200-000
angelamiazaki@gmail.com

Venâncio Campos Silva

Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos. Av. Professor Roberto Frade Monte, 389, Barretos - SP, CEP:14783-226.
venancio_mg@hotmail.com

RESUMO

A erosão laminar, devido a sua característica peculiar, é dificilmente detectada por grande parte da população, principalmente nos estágios iniciais, havendo assim a necessidade do estabelecimento de práticas corretas de conservação do solo. A Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) busca estimar a perda de solo pela erosão laminar, considerando os fatores condicionantes da erosão. Contudo, existem fatores limitantes, inerentes da busca pela aproximação com a realidade, pois, a EUPS não considera a geometria das vertentes e aborda parcialmente a questão da extensão das vertentes, de grande influência no processo erosivo hídrico de superfície. Desta forma, o objetivo principal desta pesquisa foi aplicar sistemática de obtenção dos dados de comprimento de vertentes (Fator L), considerando como a dinâmica do escoamento superficial interfere nos resultados obtidos com a Equação Universal de Perda de Solo. Como área de estudo, foi selecionada uma bacia hidrográfica de um canal de segunda ordem, que banha a Floresta Escola do Instituto Hidroex em Frutal (MG). Os resultados obtidos indicaram que o Fator L influenciou sensivelmente nos dados, a técnica de obtenção dos dados de extensão de vertentes mostrou-se adequada, apresentando valores diferenciados do Fator LS (Fator Topográfico) ao longo da vertente, bem como a menor generalização dos dados.

Palavras-chave: Geomorfologia, Extensão de Vertentes, EUPS, Erosão Laminar, Fator LS.

ABSTRACT

The sheet erosion, due to its peculiar characteristic, is hardly detected by most of the population, especially in the early stages, so there is a need for the establishment of correct practices for soil conservation. Universal Soil Loss Equation (USLE) seeks to estimate soil loss by sheet erosion, considering the factors that influence in the erosion. However, there are limiting factors inherent in the quest for rapprochement with the reality, because the USLE does not consider the geometry of the sides and partially addresses the question of extending the slope of great influence in the erosion of surface water. Thus, the main objective of this research was to apply systematic data collection length slopes (L Factor), considering the dynamics of runoff affect the results obtained with the Universal Soil Loss Equation. As the study area, we selected a watershed of a second-order channel, which bathes the Forest School Hydroex Institute in Frutal (MG). The results indicated that the L factor significantly influenced the data, the technique of obtaining data extension slopes was appropriate, with different values of LS Factor (Topographical Factor) along the slope as well as the lowest data generalization.

Keywords: Geomorphology, length slopes, USLE, sheet erosion, LS factor.

1. INTRODUÇÃO

Alvo de várias pesquisas, a erosão mostra-se como um importante processo modelador do relevo, no entanto com o advento das atividades humanas principalmente na área rural, é cada vez mais frequente a problemática da erosão acelerada.

O interesse público pela dinâmica erosiva tem, ainda que não suficientemente, alçado maiores patamares. Os gestores do poder público carecem, ainda, da utilização de tais pesquisas para o planejamento de suas ações.

Dessa forma, é importante o planejamento ambiental levando-se em consideração as características das vertentes, pois, as distintas formas de vertentes influenciam no escoamento hídrico superficial e o estabelecimento das atividades pode ser comprometido.

A aplicação de modelagem erosiva assume, assim, fundamental importância, pois, permite a previsão e prevenção de impactos ambientais. Nessa perspectiva, a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) tem sido amplamente utilizada e adaptada para as diferentes regiões do globo e surge como contribuição para o planejamento ambiental.

Atuando como fator fundamental da modelização, o relevo fornece os dados referentes às vertentes, como extensão e declividade, os quais estão inseridos na EUPS, como o Fator Topográfico (Fator LS, onde L refere-se à extensão e S à declividade da vertente). Assim, o foco principal deste trabalho foi aplicar sistemática de obtenção dos dados de comprimento de vertentes (Fator L), considerando como a dinâmica do escoamento superficial interfere nos resultados obtidos com a Equação Universal de Perda de Solo.

Para tanto, o presente trabalho baseou-se na metodologia desenvolvida por Pinheiro (2012), o qual desenvolveu estudo sobre a perda de solo, considerando a modelagem erosiva (EUPS), utilizando a experimentação em campo, analisando a interferência, nos resultados obtidos, da sistemática de obtenção dos valores de comprimento de vertentes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa aqui apresentada buscou na visão sistêmica o apoio teórico-metodológico para analisar as relações entre o meio físico e os dados obtidos com a aplicação da do fator topográfico da EUPS. A Teoria sistêmica permite, dessa forma, o estabelecimento das relações entre o conhecimento geomorfológico da área e os valores quantitativos fornecidos pela modelagem, contribuindo, portanto, na execução do trabalho, pois os resultados da aplicação do modelo devem ser correlacionados tendo em vista os fluxos de matéria e energia, evitando, deste modo, resultados discrepantes.

Nesta perspectiva Pinheiro (2011), ao compreender o relevo como sistema, afirma:

Compreende-se o relevo [...] (sistema morfológico) como um sistema aberto, pois necessita ser mantido por constante suplementação e remoção de material e energia para sua manutenção e preservação (Chorley, 1971). A energia é fornecida pelos agentes de erosão (Lal, 2001); a energia para causar a erosão hídrica vem inicialmente do impacto da gota de chuva (Wischmeier, 1962), aumentando quando a intensidade do escoamento é exacerbada pela declividade e pela quantidade de material transportado (Bertoni; Lombardi Neto, 2005).

Segundo Pinheiro (2008), a erosão acelerada, provocada pela ação humana, representa alteração na hidrografia (sistema em seqüência) e no relevo (sistema morfológico). A nova conjuntura (desequilíbrio), estabelecida por essa intervenção, provocará uma busca pelo equilíbrio, o que implicará em uma nova dinâmica de entrada e saída de energia e matéria.

Assim, a abordagem sistêmica é muito importante em Geomorfologia, pois, permite a busca da inter-relação dos fenômenos pesquisados. Seguindo essa perspectiva, na análise dos dados pesquisados, há um entendimento interligado dos fatores observados, ou seja, nenhum fenômeno pode ser considerado isoladamente.

Foco desta pesquisa, a erosão é um importante agente escultor do relevo a qual pode ser compreendida como um processo que ocorre em um sistema aberto, pois necessita de constante suplementação e remoção de material e energia para sua existência (Chorley, 1971). Desta forma, é essencial a dinâmica de entrada (*input*) e saída (*output*) de matéria e energia.

As alterações de natureza humana têm relação direta com a variação na quantidade de *input* e *output* no sistema. Nesse sentido, é importante a compreensão do sistema de processos-resposta, no qual todo sistema está em funcionamento através do processo, que é alimentado pela entrada de matéria e energia, mas também possui saída de matéria e energia. O *output* do sistema é a resposta do processo para o *Input*. Assim, qualquer alteração na entrada de matéria e energia altera o processo do sistema e, conseqüentemente, altera a saída de matéria e energia e, portanto, sua forma.

Os sistemas de processos-resposta podem ser influenciados por mudanças nos fluxos de matéria e energia, que ocorrem por força da natureza ou pela ação humana. Ou seja, pode haver, dependendo dos parâmetros envolvidos, a busca pelo controle ou minimização da resposta ao processo. Nesse sentido, Pinheiro (2008) afirma que:

Surgem então os sistemas controlados, que representam a atuação humana sobre os sistemas de processos-resposta (Christofoletti, 1979). Quanto maior é a intervenção antrópica, maior será a complexidade desse sistema. Trata-se da tentativa humana de utilizar e explorar a natureza, sendo que os resultados podem ser esperados ou acidentais. Os resultados acidentais geram impactos ambientais, de maiores ou menores proporções, muitas vezes irreversíveis. O terreno ocupado por uso agrícola, o reflorestamento por espécies nativas ou pela silvicultura pode ser considerado como um sistema controlado.

O presente trabalho realizou a quantificação das extensões das vertentes para inserção na UEPS, que foi proposta por Wischmeier e Smith (1965). No Brasil, a EUPS foi adaptada para as condições locais por Bertoni e Lombardi Neto (2005), que realizaram várias pesquisas nesse sentido.

Assim, a EUPS é expressa da seguinte forma:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

Onde:

A = Perda média anual de solos;

R = Erosividade das chuvas;

K = Erodibilidade dos solos;

LS = Fator topográfico (declividade e comprimento da vertente);

C = Cultivo e manejo;

P = Práticas conservacionistas.

Esta equação é dividida em dois grupos de variáveis:

- RKLS: relacionados às características naturais da área em estudo e são considerados para análise do Potencial Natural à Erosão Laminar.
- CP: relacionados às formas de ocupação e uso da terra, derivados da interferência humana, auxilia na geração do mapeamento de perda de solos.

Para a elaboração da Carta do Fator LS foi necessária a criação das Cartas de Extensão de Vertentes e da Carta Clinográfica, também chamada de Carta de Declividade. Estas duas cartas foram cruzadas, em ambiente SIG, o resultado foi a geração da Carta de Fator Topográfico, que aponta as áreas mais suscetíveis à dinâmica erosiva, no tocante aos aspectos do relevo.

Primariamente foi necessária a criação da base cartográfica da área de estudo, para tanto, foi utilizado o software Sketchup para extração das curvas de nível, tendo em vista a pequena disponibilidade de material cartográfico e de maior detalhe para a região. Assim, apesar da limitação, inerente ao processo de extração das curvas, a equidistância das curvas de nível resultante (2 m) permitiu relativa qualidade do material.

Para a elaboração do mapa de Extensão de vertentes utilizou-se da metodologia descrita por Pinheiro (2012), a qual realiza a segmentação das vertentes em quadrículas, o que será discutido posteriormente nesse artigo, com valores crescentes em sentido à baixa vertente. Nesse âmbito, o local de estudo foi compartimentado em bacias e sub-bacias hidrográficas, mapeadas todas as formas de vertentes e divididos em quadrículas de 200 m. Esses procedimentos estão bem detalhados pelo autor supracitado.

Nos polígonos gerados foram traçados os caminhos de escoamento hídrico e calculadas as médias para cada polígono. Tal procedimento realizou-se através do AutoCAD, em seguida o arquivo foi exportado para o Spring, onde criou-se o banco de dados e novamente exportou-se o arquivo para o Idrisi, para o cruzamento dos dados e a reclassificação do mapa elaborado. O mapa Clinográfico ou de declividade, foi gerado pelo Spring e exportado para o Idrisi.

Após a elaboração destas duas cartas em ambiente AutoCAD (arquivo de extensão DWG) o arquivo resultante foi exportado (em extensão DXF versão R12) para o Spring e, então, novamente exportado (TIFF / GEOTIFF) para o Idrisi, no qual foi feito o cruzamento dessas duas cartas através do comando `õImage Calculatorõ`, aplicando a fórmula proposta por Bertoni e Lombardi Neto (2005) que possibilita calcular, para o estado de São Paulo, os fatores LS conjuntamente:

$$LS = 0,00984 \cdot C^{0,63} \cdot D^{1,18}$$

Onde:

C = Comprimento de rampa em metros (Carta de Dissecação Horizontal);

D = Grau de declividade em porcentagem (Carta Clinográfica).

O resultado, do cruzamento das Cartas Clinográfica e de Extensão de Vertentes foi a geração da Carta do fator LS.

2.1. Área de Estudo

A área utilizada para a execução deste trabalho é uma bacia hidrográfica de um canal de segunda ordem, o qual banha a área da Floresta Escola, do Instituto Hidroex -Fundação Unesco, localizado em Frutal - MG (Figura 1).

O município de Frutal localiza-se na região oeste do Estado de Minas Gerais e de acordo com dados do IBGE a área total do município é de 2.427,0 km² com uma população de 53.474 habitantes. Na divisão administrativa de Minas Gerais suas terras estão na Região Administrativa do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba.

Em relação às características físicas da área, o relevo de Frutal é, em geral, bastante plano ou suavemente ondulado, suas altitudes variam entre 500 e 600 m acima do nível do mar. O clima predominante na área de estudo é o tropical sazonal, de inverno seco e verão chuvoso. A cidade localiza-se na unidade geomorfológica do Planalto do Rio Grande no estado de Minas Gerais, que apresenta relevo residual de chapadões e morros testemunhos, que resistiram à dissecação.

O clima predominante na área de estudo é o tropical sazonal, de inverno seco e verão chuvoso. De acordo com Goodland e Ferri (1979) o clima apresenta uma estação seca bem definida, variando de três a quatro meses de duração, compreendendo os meses de junho, julho, agosto e boa parte de maio e setembro, nesse período as temperaturas são pouca coisa mais baixa que os demais meses. Os três meses mais úmidos são novembro, dezembro e janeiro, onde se concentram a metade da precipitação anual.

A Floresta Escola localiza-se na porção sul do município, em área marginal ao Rio grande, sua importância vem aumentando em função da maior frequência de pesquisadores em parceria com o Instituto Hidroex. Trata-se de um reduto de vegetação nativa em bom estado de conservação. O relevo local é suavemente ondulado, com algumas rupturas topográficas que indicam o desenvolvimento da erosão diferencial. Predominam as vertentes côncavas e convexas em detrimento às retilíneas, no setor leste prevalecem as vertentes de menor extensão, enquanto que as de maior comprimento localizam-se no setor oeste, assim, há discrepância do relevo, principalmente na margem direita do curso hídrico, base desse estudo.

Apesar da pouca disponibilidade de material para pesquisa o local possui grande potencial de desenvolvimento de pesquisas futuras, tendo em vista as parcerias de outras universidades que estão fomentando os estudos no local.

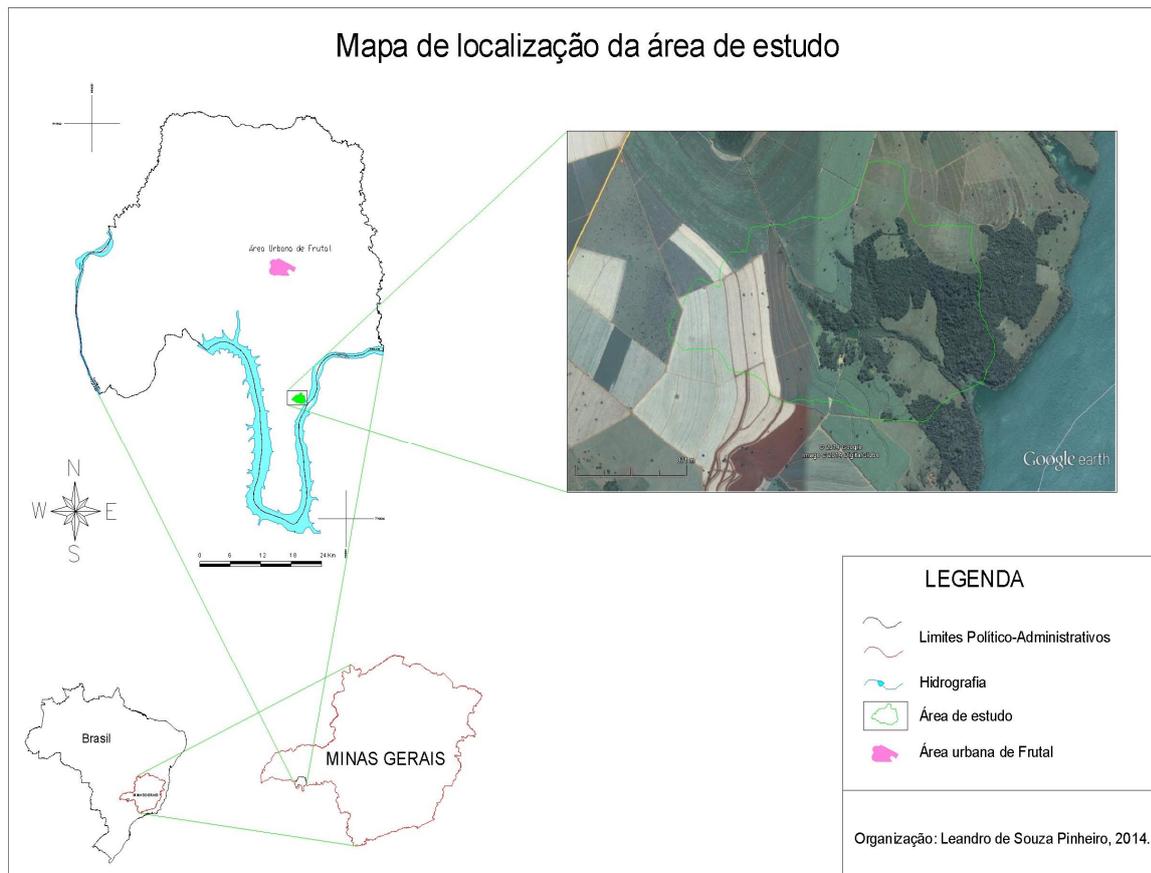


Figura 1 Localização da área de estudo. Elaboração: Pinheiro, L. S. (2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No cenário nacional, o escoamento superficial é preponderante na esculturação do relevo. Nesse aspecto, a análise do Fator LS recebe grande importância, pois, influencia diretamente nos fluxos de matéria e energia, fornecidos pelo escoamento superficial das águas pluviais, que vão condicionar a dinâmica erosiva no sistema vertente.

Notou-se que as maiores extensões de vertente localizam-se na margem direita e direcionada à alta bacia (Figura 2), com destaque para as vertentes côncavas que concentram o escoamento (Figura 3), potencializando a dinâmica erosiva. As maiores declividades localizam-se nas porções da baixa vertente, enquanto que na alta vertente prevalecem as baixas declividades.

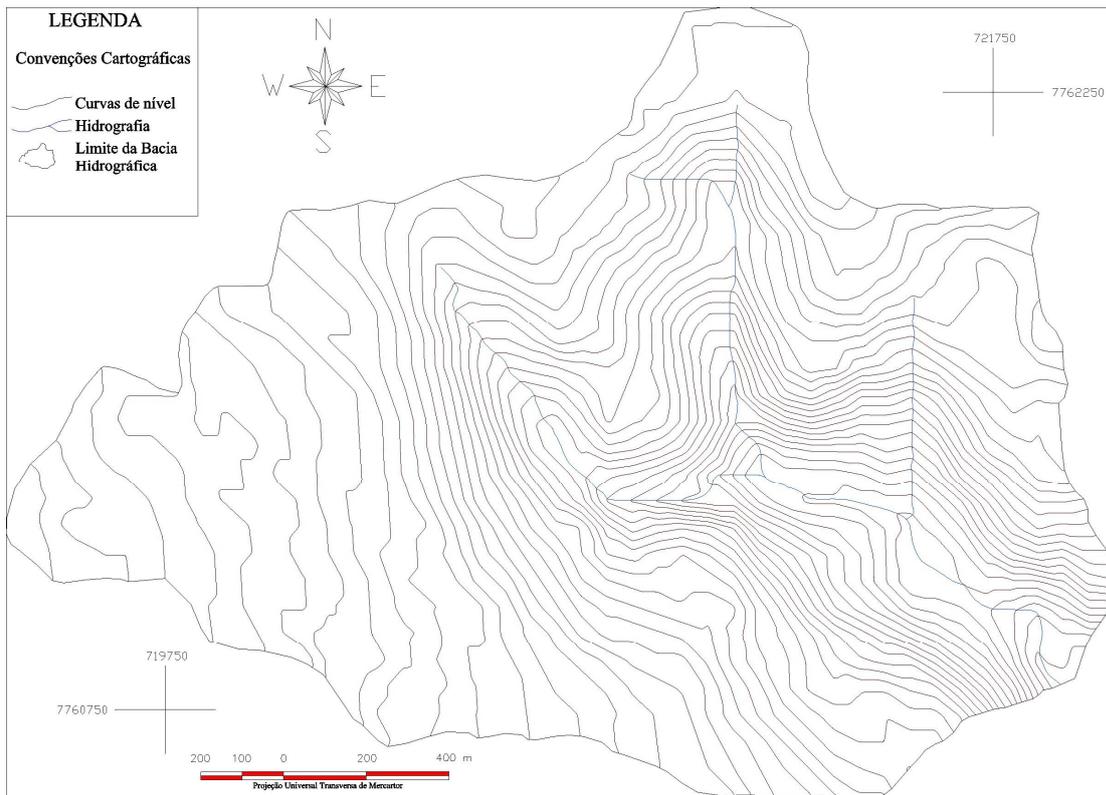


Figura 2 ó Carta Topográfica da Bacia Hidrográfica. Elaboração: Pinheiro, L. S.; Miazaki, A. S.; Silva, V. C. (2014).

Verificou-se ainda que no setor da alta bacia, a superfície foi muito alterada pela atividade agrícola, o que fez com que as curvas de nível extraídas não mantivessem um padrão uniforme.

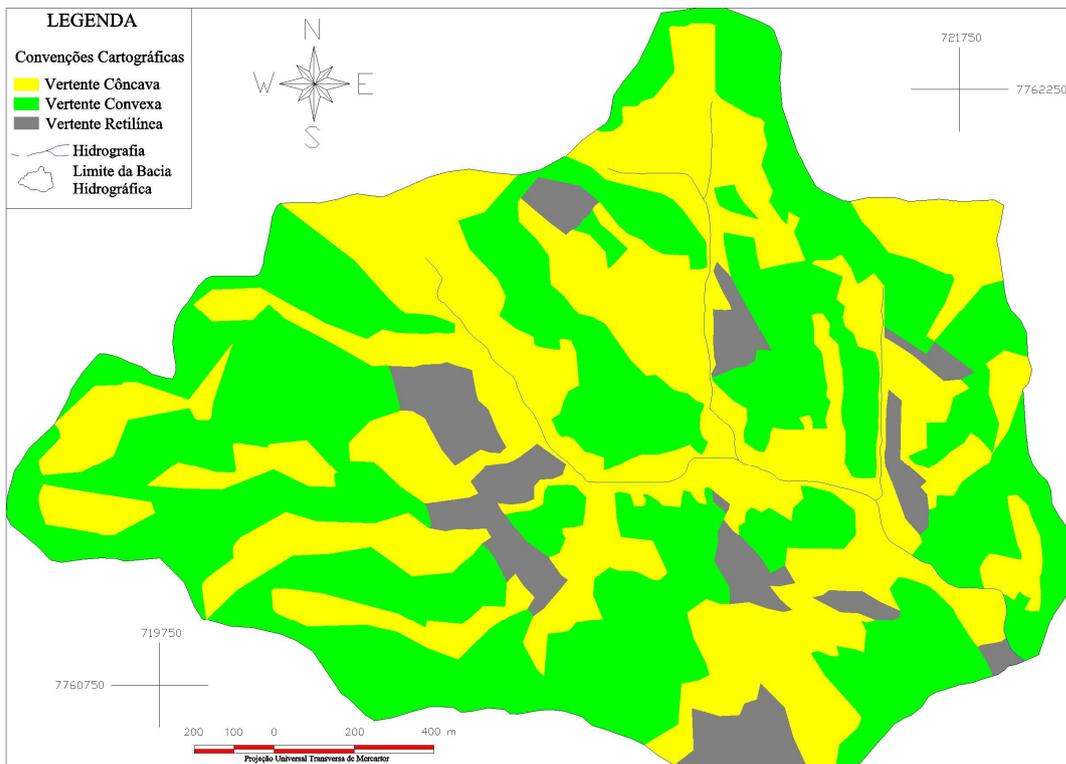


Figura 3 ó Carta de Formas de Vertentes da Bacia Hidrográfica. Elaboração: Pinheiro, L. S. (2014).

No tocante ao foco da pesquisa, Bigarella (2003) afirma que o escoamento superficial é o grande responsável pela erosão pluvial, porém, no início do processo não há energia suficiente para haver erosão, no entanto, o potencial erosivo aumenta vertente abaixo, influenciado pelo aumento do comprimento da vertente e da inclinação da superfície.

No entanto, quando os dados são inseridos nos modelos erosivos os valores das extensões de vertente são realizados quantificando a distância entre a linha do divisor de água e a linha de drenagem, assim, a vertente é homogeneizada e considera-se que a erosão ocorre de igual maneira em todos os seus setores.

Bueno e Stein (2004) consideraram como valor de extensão da vertente toda distância entre a linha do divisor de água e a linha de drenagem, observando o caminho preferencial das águas como orientação para a quantificação da mesma. Arnoldus (1977), seguindo as idéias de Wischmeier e Smith (1978), afirma que o comprimento da vertente tem início no ponto onde começa o escoamento superficial, terminando quando o escoamento superficial verte para um outro canal hídrico ou para uma área de sedimentação, encerrando o escoamento. Essa linha de raciocínio é utilizada, de maneira geral, pela grande maioria dos pesquisadores, para determinação do fator referente ao comprimento da vertente.

Pinheiro (2012) avançou nesse sentido ao segmentar as vertentes para a quantificação de sua extensão. Ressalta-se que a proposta da divisão da vertente em setores e posterior quantificação se aplica apenas para a inserção dos dados nos modelos, pois, ao ser inserido um único valor para uma mesma vertente considera-se que os dados erosivos referentes àquele valor também se aplicam igualmente na alta e baixa vertente.

Notadamente a inclinação da vertente possui grande influência no potencial erosivo, pois, aumenta substancialmente a energia do escoamento superficial, que é acelerado pela gravidade. Porém, no tocante ao comprimento das vertentes, apesar de sua reconhecida importância na análise erosiva, observa-se, na literatura referente ao uso da EUPS, que as extensões de vertentes são superestimadas na maioria dos trabalhos.

Segundo Pinheiro (2012):

Diversos autores consideram como valor de comprimento da vertente toda distância entre a linha do divisor de água e a linha de drenagem. Métodos automáticos de geração do comprimento da vertente fornecem valores únicos de extensão da vertente, o que compromete a confiabilidade dos dados inseridos no modelo EUPS. Desta forma, a vertente, ao receber valor de Fator L que não diferencia seus segmentos, irá gerar, na EUPS, valores superestimados de estimativa de perda de solo, principalmente nos setores de alta vertente, onde prevalece a infiltração face ao escoamento hídrico superficial.

De grande contribuição para a temática erosiva, Bertoni e Lombardi Neto (2005) verificaram que a perda de solos na vertente ocorre de maneira diferenciada em sua extensão, assim, há menor perda de solos na porção inicial em detrimento às porções inferiores, condicionando maior fluxo de escoamento e mais energia cinética.

Para Tánago (1991), é notória a existência de uma zona de menor erosão nas partes altas da vertente, a ocorrência de fenômenos erosivos de maior intensidade na parte média e a sedimentação dominante na parte mais baixa, onde predominam as baixas declividades. A autora ainda afirma que a aplicação do Fator LS, componente da EUPS, é muito subjetiva e podem ocorrer erros.

Assim, a Carta do Fator LS gerada neste trabalho (Figura 4), seguindo a metodologia proposta por Pinheiro (2012), apresentou dados satisfatórios, onde os valores mais elevados localizam-se nas porções das baixas vertentes, onde o escoamento superficial possui mais energia. A declividade exerceu papel preponderante também, pois, as maiores declividades localizam abaixo da linha de ruptura topográfica na média vertente nos dois lados do canal fluvial.

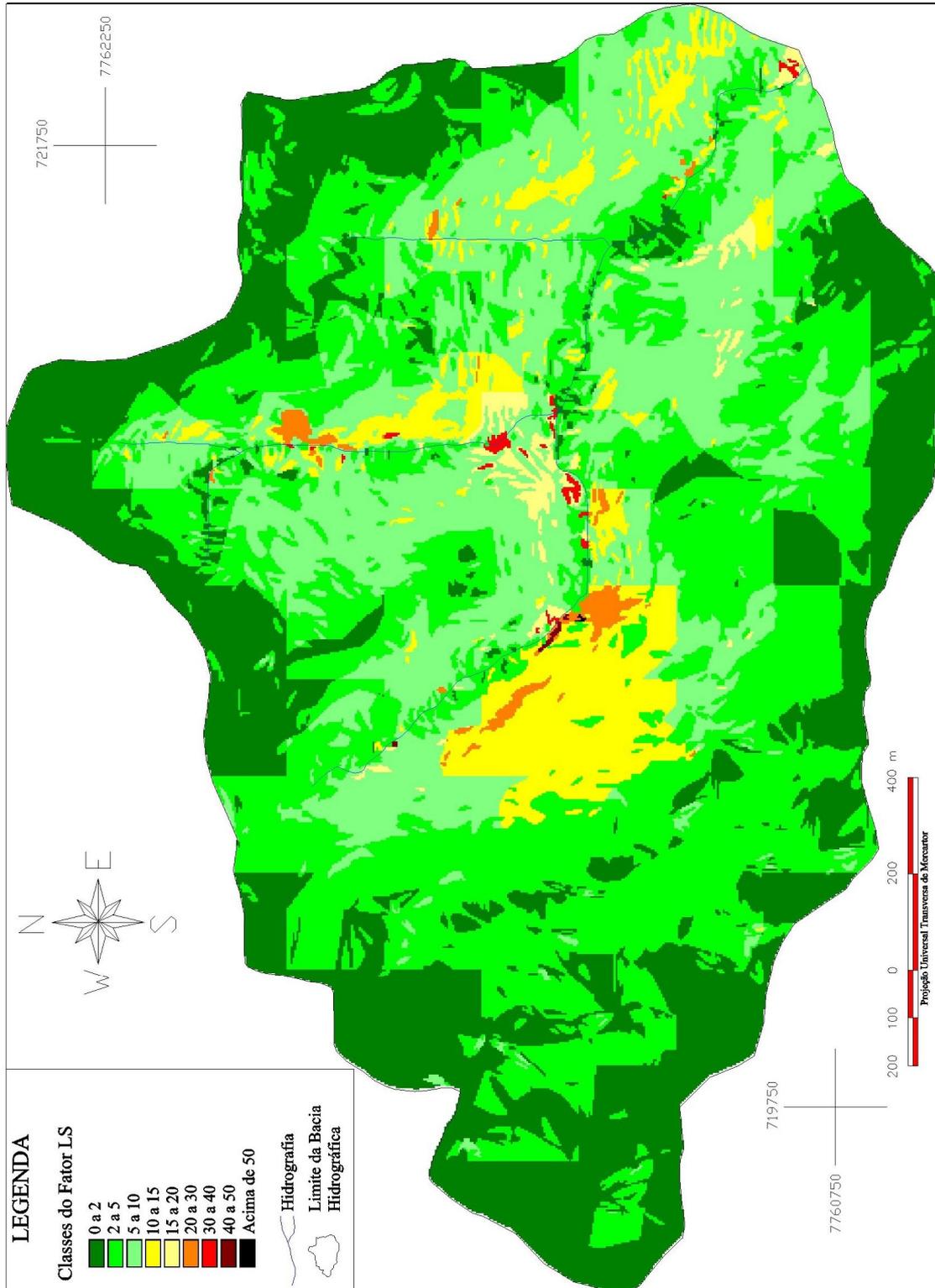


Figura 4 6 Carta do Fator LS da Bacia Hidrográfica. Elaboração: Pinheiro, L. S. (2014).

Verifica-se, na Figura 4, que nos topos de interflúvio estão os valores mais baixos do Fator LS. Apesar dos valores serem adimensionais, servem como parâmetro de comparação entre os diferentes setores da bacia. No entanto, apesar de prevalecerem os valores mais baixos, conforme se verifica na Tabela 1, todos os valores são elevados, tendo em vista que valores superiores a 1,5 são considerados como significativos.

Tabela 1 - Proporção das áreas da bacia hidrográfica ocupadas pelas classes do Fator LS. Fonte: Pinheiro, L. S. (2014)

| Classe do Fator LS | Área (%) | Área (ha) |
|--------------------|----------|-----------|
| 2 | 29,13 | 90,65 |
| 5 | 36,78 | 114,45 |
| 10 | 25,04 | 77,94 |
| 15 | 6,94 | 21,61 |
| 20 | 1,15 | 3,58 |
| 30 | 0,72 | 2,26 |
| 40 | 0,20 | 0,61 |
| 50 | 0,04 | 0,11 |
| 60 | 0,005 | 0,01 |

Os valores menores do que 1 não foram ilustrados devido à pequena expressão areal, levando-se em consideração que quanto maior o número de classes, maior a dificuldade para elaboração da legenda, pois, a variação tende a diminuir e confundir o leitor.

A Carta do Fator LS apresenta detalhamento espacial da variação do valor de LS, fato este devido aos setores onde as vertentes são mais extensas. Neste setor, localizado na porção oeste da bacia, os valores aumentam da alta para a baixa vertente, essa perspectiva é coerente com o pensamento de Bertoni et al. (1972) que afirmam que:

O comprimento de rampa é um dos mais importantes fatores na erosão do solo. Entretanto, os dados são freqüentemente mal interpretados. Duplicando-se o comprimento de rampa, as perdas de solo são mais do dobro, porém a perda por hectare não é duplicada.

O autor supracitado alerta que a quantidade de solo erodido não pode ser generalizada para toda a vertente; não se deve fazer uma média por hectare dos dados quantitativos obtidos no final da vertente. Dessa forma, ao se considerar um único valor para toda a vertente, os dados do Fator L compreendem aqueles que seriam obtidos ao final da vertente.

Do exposto, registra-se que os dados ilustrados são menores em relação àqueles obtidos por outras técnicas de coleta da extensão das vertentes, pois, os valores do Fator LS variam, nessa situação, de vertente para vertente, mas não ao longo de uma mesma vertente.

Os avanços nesse raciocínio são importantes para que, no futuro, o trabalho de cálculo das extensões segmentadas das vertentes seja otimizado, pois, a elaboração do mapa de extensão de vertentes e o cálculo das mesmas demanda de muito tempo, já que é feito analogicamente, apesar do auxílio dos diversos softwares.

Outros progressos poderão ocorrer ainda para desenvolver as modelagens erosivas, como indicou Pinheiro (2012) a respeito da inserção de parâmetros como as formas das vertentes e a densidade da vegetação.

Apesar do presente trabalho apresentar apenas a Carta do Fator LS, pesquisas futuras serão realizadas, ainda, no sentido de aplicar os outros fatores da EUPS e assim, colaborar, com a pesquisa em dinâmica erosiva, bem como contribuir para o Planejamento Ambiental.

AGRADECIMENTOS

A UEMG - Unidade Frutal, pela estrutura e ambiente de trabalho e ao Instituto Hidroex, por auxiliar nos trabalhos de campo, principalmente na pessoa do Prof. Markus Gastauer.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arnoldus, H.M.J. 1977. Prediction des Pertes de Terre par Erosion en Nappe et en Griffé. *In: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Aménagements des Bassins Versants. Cahier FAO: Conservation des Sols, V.1. P. 121-149.*
- Bertoni, J., Pastana, F. I., Lombardi Neto, F., Benatti Júnior, R. 1972. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo, no Instituto Agrônomo. Campinas: Instituto Agrônomo. (Circular, n.20)
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. 2005, Conservação do Solo. (5. ed.) Ícone, São Paulo.
- Bigarella, J.J. 2003. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. V.3, Ed. UFSC, Florianópolis.
- Bueno, C. R. P.; Stein, D. P. Potencial natural e antrópico de erosão na região de Brotas, Estado de São Paulo. *Acta Scientiarum. Agronomy. Maringá*, v. 26, N. 1, 2004. pp. 1-5.
- Chorley, R. J. A. 1971, Geomorfologia e a Teoria do Sistemas Gerais. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 11, n. 21, p. 3 ó22,
- Goodland, R. J. A.; Ferri, M, G. 1979. *Ecologia do Cerrado*. Tradução Eugênio Amado. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo.
- LAL, R. 2001, Soil Degradation by erosion. *Land Degradation e Development*, p. 519-539,
- Pinheiro, L. S. 2008. Análise da Dinâmica Plúvio-erosiva na Bacia Hidrográfica do Córrego da Água Branca (SP). 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Pinheiro, L. S.; Cunha, C. M. L. 2011. A Importância da Geração do Fator Topográfico (LS) da EUPS para Modelagem Erosiva de Bacia Hidrográfica. *In: XIII Encuentro de Geógrafos de América Latina*. San José, Costa Rica: 2011. Anais... Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Pinheiro, L. S. 2012. A Dinâmica Erosiva na Bacia do Córrego Ibitinga ó Rio Claro (SP): uma Abordagem Empírico-Dedutiva. 2012. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- Tánago, M.G. La Ecuación Universal de pérdidas de suelo: Pasado, presente y futuro. *Ecología. Madri ó Espanha*. V. 5, 1991. P. 13-50.
- Wischmeier, W. H. 1962, *Storms and Soil Conservation. Journal of soil and water conservation*. Vol. 17, p. 55-59,
- Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. 1965. Predicting Rainfall-Erosion Losses from Cropland East of the Rocky Mountains: Guide for selection of Practices for Soil and Water Conservation. EUA. Washington: Department of Agriculture: Agric. Handbook, n. 282.
- Wischmeier, W. H.; Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. EUA. Washington: Department of Agriculture: Agric. Handbook, n. 537.