



UTILIZAÇÃO DO IDRISI NA MODELAGEM EROSIVA EM BACIA HIDROGRÁFICA.

Leandro de Souza Pinheiro - Doutorando em Geografia - IGCE - UNESP - Rio Claro.

bandopinheiro@yahoo.com.br;

Cenira Maria Lupinacci da Cunha - Prof^a. Dr^a – Depto de Planejamento Territorial e
Geoprocessamento. Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro/SP.

cenira@rc.unesp.br.

RESUMO: A erosão é um grande problema para a sociedade, pois o carreamento de sedimentos dos interflúvios resulta em problemas ambientais e econômicos. Assim, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a Carta de Fator Topográfico (Fator LS) da Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS), importante na identificação de áreas potencialmente susceptíveis aos processos erosivos, gerada em ambiente computacional. A área de estudo é a Bacia do Córrego Ibitinga no município de Rio Claro (Brasil - SP). Utilizou-se do geoprocessamento para a execução do trabalho, por permitir em tempo otimizado o cruzamento de mapas para a geração da Carta proposta. Para a elaboração da Carta foi necessária a criação dos Mapas de Extensão de Vertentes e do Mapa de Classes de Declividade. Estas duas cartas foram cruzadas utilizando o Software Idrisi, o resultado foi a geração da Carta de Fator Topográfico que aponta as áreas mais susceptíveis à dinâmica erosiva.

PALAVRAS CHAVE: Geoprocessamento, Modelagem erosiva, Fator LS, EUPS, Idrisi.

ABSTRACT: Erosion is a big problem for society, for the carrying of sediments in interfluves results in environmental and economic problems. Thus, this paper aims to present the Map of Topographic Factor (LS Factor) of Equation Universal Soil Loss (USLE), which is important in identifying areas potentially susceptible to erosion, generated in the computing environment. The study area is the Basin Creek Ibitinga in Rio Claro (Brazil - SP). We used the GIS to perform the work, allow time for the crossing of maps optimized for the generation of the proposed Map. For drafting the Map was necessary to create the maps and Extension Strands Map of slope. These two maps were combined using the software Idrisi, the result was the creation of the Map of Topographic Factor pointing the areas most likely to dynamic erosive.



KEYWORDS: GIS, Modelling erosive LS factor, USLE, Idrisi.

1 INTRODUÇÃO

A erosão é um grande problema para a sociedade, pois o carreamento de sedimentos dos interflúvios resulta em problemas ambientais e econômicos.

Nesta pesquisa considerou-se a importância dos estudos preditivos e prognósticos para os processos erosivos como auxiliador nas pesquisas ambientais envolvendo a perda de solos. O conhecimento geomorfológico aliado ao conhecimento mais amplo do meio físico, de seus recursos de água, solo e clima, suas potencialidades e limitações, constitui a base técnica sobre a qual o poder público deve estabelecer o processo de planejamento territorial.

Os modelos de predição à erosão são muito importantes, pois permitem de antemão prever impactos ambientais que podem interferir, de maneira drástica, nos ambientes naturais ou antrópicos, permitem ainda minimizar desperdícios econômicos causados pela perda de solo (PINHEIRO, 2008).

Como um dos componentes da EUPS, proposta por Wischmeier (1962), o fator LS interfere na dinâmica erosiva através do comprimento da vertente e da inclinação do relevo, são fatores fundamentais para a compreensão do processo do escoamento hídrico superficial. Por isso, torna-se extremamente indispensável o Planejamento Ambiental, através de um manejo adequado possibilitando a redução de impactos ambientais, maiores ganhos na esfera econômica e a conscientização social.

Para tanto o geoprocessamento surge como uma alternativa para a otimização do tempo de execução do trabalho proposto. No entanto, para confiabilidade dos resultados, é necessário o conhecimento científico pertinente a temática erosiva, pois os resultados devem ser, após a elaboração do mapa, interpretados e analisados para evitar informações errôneas ou discrepantes.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a Carta de Fator Topográfico (Fator LS) da Equação Universal de Perdas do Solo (EUPS), com vistas à identificação dos setores potencialmente susceptíveis a processos erosivos, gerada através do geoprocessamento, utilizando os softwares AutoCAD, Spring e Idrisi para a geração do produto cartográfico final.



2 MATERIAL 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. Neste sentido esta pesquisa aborda a questão relacionada aos processos de degradação ambiental dos solos na perspectiva de um entendimento sistêmico. Desta forma, compreende-se o relevo da bacia do Córrego Ibitinga (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).

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 deste 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 ou errôneos.

Para a elaboração da Carta foi necessária a criação dos Mapas de Extensão de Vertentes e do Mapa de Classes 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 susceptíveis à dinâmica erosiva.

Primariamente foi necessária a criação da base cartográfica da área de estudo, através da digitalização e vetorização de cartas topográficas de escala 1:10000. Para a elaboração do mapa de Extensão de vertentes utilizou-se a delimitação de bacias e sub-bacias hidrográficas em escala com um nível elevado de detalhe. Nesses polígonos gerados foram traçados os caminhos de escoamento hídrico e calculadas as médias para cada polígonos. 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 Idrisi32, no qual foi feito o cruzamento dessas duas cartas através do comando “Image Calculator”, 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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da área de estudo - a Bacia do Córrego Ibitinga está totalmente inserida no município de Rio Claro (SP) e em parte na Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (FEENA) (Figura 1). Possui área de 1070 ha e 34% da área localiza-se no interior da FEENA, representando uma área de cerca de 24% da totalidade desta Unidade de Conservação.

Por se tratar de uma Unidade de exploração sustentável a grande maioria da vegetação da FEENA é composta por espécies de *Eucaliptus*, mas existem ainda área de vegetação natural consideradas pela administração como áreas de conservação.

O Córrego Ibitinga possui seu curso final dentro dos limites da FEENA, porém suas nascentes estão localizadas externamente, em área rural, neste local a vulnerabilidade erosiva é aparente, como verificou Machi (2005) através dos diversos sulcos erosivos e até mesmo a interrupção do canal. Atravessando a FEENA no sentido NE-SW, o Córrego do Ibitinga desemboca no Córrego Santo Antônio, que por sua vez conflui com o Ribeirão Claro, responsável pelo abastecimento hídrico da cidade de Rio Claro. O Ribeirão Claro deságua no Rio Corumbataí, na porção final o Córrego Ibitinga é represado e dá origem a um açude localizado no interior da FEENA.

Concernente à Geomorfologia, a área de estudo localiza-se na Depressão Periférica Paulista, na Zona do Médio Tietê (ALMEIDA, 1974). Esta unidade geomorfológica tem sua origem vinculada ao estabelecimento de uma zona de fraqueza estrutural no contato entre as litologias sedimentares vinculadas à Bacia Sedimentar do Paraná, e pré-cambrianas, associadas ao Planalto Atlântico, à resistência oferecida à erosão pelos derrames basálticos e arenitos silicificados que sustentam o relevo de Cuestas, caracterizados pela existência de altas e

extensas escarpas estruturais, bem como a ação das águas oriundas de canais obsoletos e subsequentes que escavaram uma grande depressão relativa, exumando litologias paleozóicas (AB' SÁBER, 1956 citado por INSTITUTO FLORESTAL, 2005).

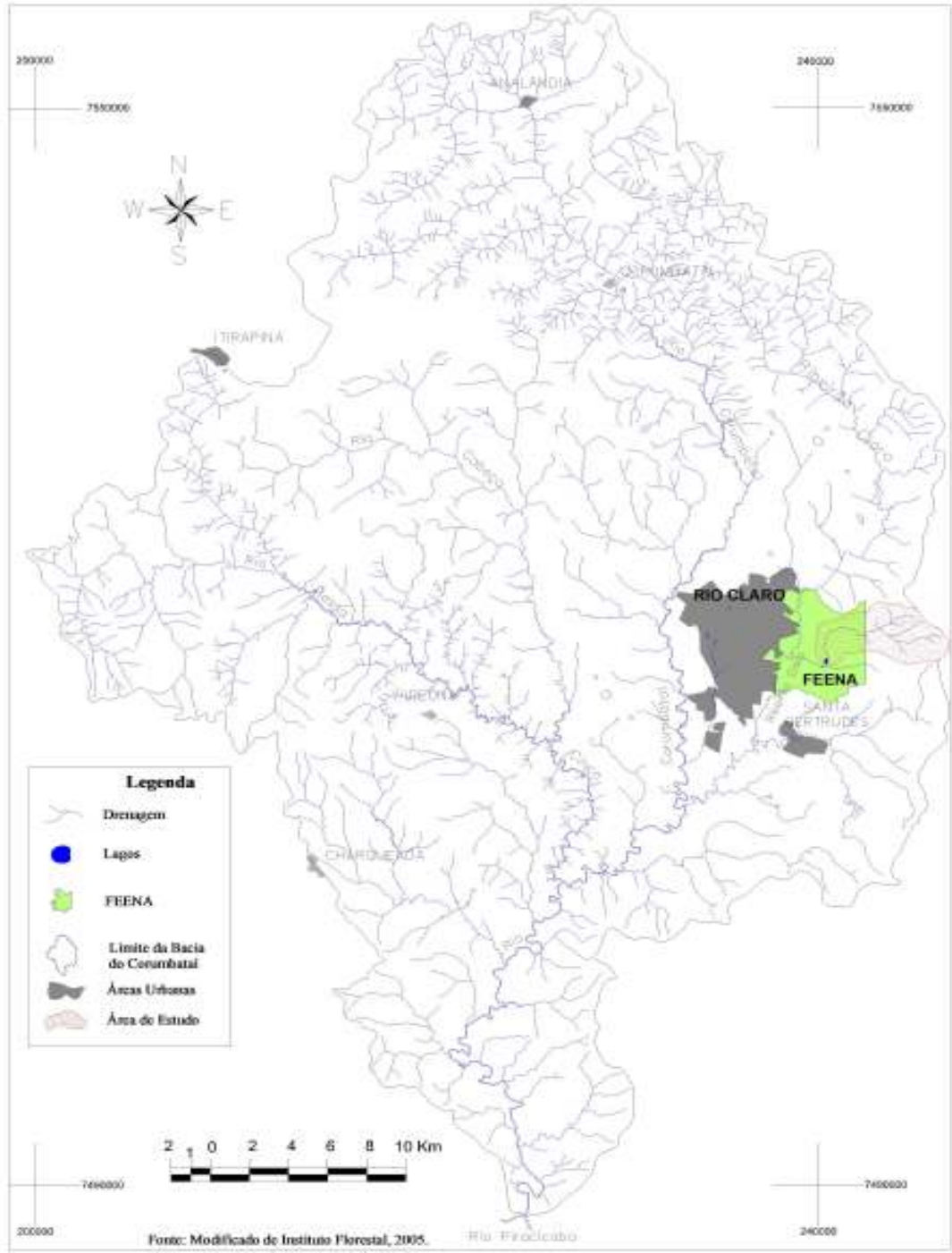


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego do Ibatinga no contexto da Bacia do Rio Corumbataí.



As altitudes variam de 550 a 750m, sua evolução morfogenética está associada ao trabalho erosivo dos rios e águas das chuvas, nas bordas de uma bacia de sedimentação, configurando uma unidade de relevo comprimida entre o Planalto Atlântico a leste e o Relevo de Cuestas a oeste (Figura 2).

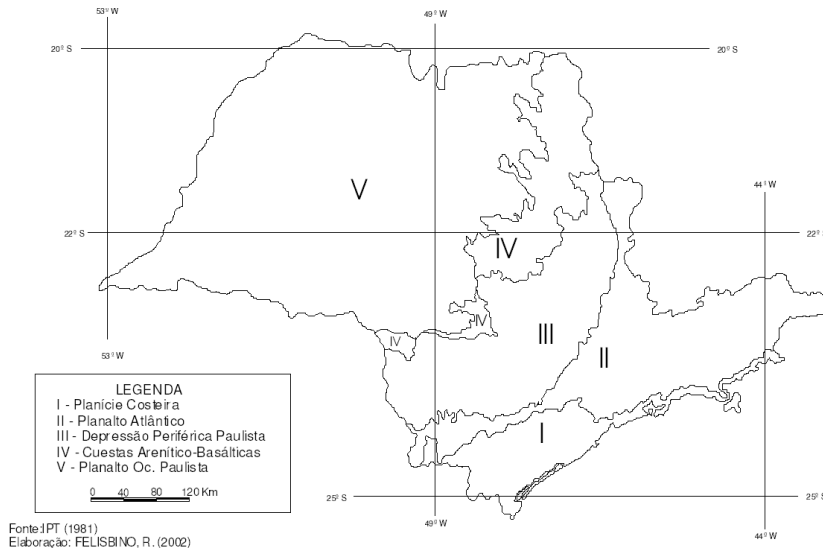


Figura 2 - Mapa Geomorfológico do estado de São Paulo

A Geomorfologia da área mantém estreita relação com a geologia local, onde:

predominam na área litologias vinculadas as intrusivas básicas, representadas por "sills de diabásio" do mesozóico, onde se observa a presença de três falhamentos. (...) Ocorrem litologias vinculadas a Formação Rio Claro, datada do cenozóico onde se verifica a presença de arenitos inconsolidados de textura arenosa a areno-argilosa; entre 600 e 650 metros aparecem litologias vinculadas a Formação Corumbataí, cujos depósitos remontam ao paleozóico, sendo constituídas por siltitos e argilitos; vinculadas à era mesozóica, têm-se as intrusivas básicas e, ao longo do canal do Ribeirão Claro destaca-se a presença contínua de depósitos aluvionares quaternários constituídos de areias e argilas. (INSTITUTO FLORESTAL, 2005 p. 38).

Existe um falhamento responsável pelo soergimento do setor posicionado no interflúvio entre os córregos Ibitinga e Santo Antonio, este setor é constituído por uma grande mancha vinculada às litologias mesozóicas-intrusivas básicas, pela Formação Rio Claro, Formação Corumbataí e Formação Pirambóia.

Nos terrenos da Formação Rio Claro, a retirada da vegetação e o preparo da terra para o plantio ou para a expansão urbana favorecem grandemente a formação de voçorocas, principalmente face o contato desta formação, de textura mais arenosa, com a Formação Corumbataí, de textura mais argilosa.



A Geologia e Geomorfologia da área, bem como o clima local, condicionam a formação dos solos. Concernente a isso, a FEENA compõe-se em duas unidades principais referentes à abrangência de solos, o setor Norte, composto de solos com textura média a arenosa, e analiticamente distróficos; e o setor Sul, composto de solos com textura argilosa a muito argilosa, e analiticamente eutróficos (INSTITUTO FLORESTAL, 2005).

Localizada no setor Norte, a Bacia do Ibitinga é marcada pela distinção dos solos ocorrentes a NW e a NE. A porção NE é composta predominantemente de Argissolo Vermelho-Amarelo, e a porção NW é composta predominantemente de Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo. Ocorrem também solos hidromórficos nas faixas marginais do Córrego Ibitinga. No setor norte, a ocorrência de solos distróficos com textura mais grosseira é justificada como consequência dos materiais de origem: arenitos das formações Rio Claro e Pirambóia; siltitos e argilitos da formação Corumbataí. Quanto à declividade, a distribuição de solos é coerente, ou seja, Neossolo Quartzarênico e Latossolo em declividade pouco acentuada (até 5 %), e Argissolo em declividade ligeiramente mais acentuada. Onde o relevo é mais acidentado, este apresenta-se como o principal fator de diferenciação e formação dos solos menos desenvolvidos (Neossolos Litólicos). Num sentido geral o solo predominante é o Argissolo (antigo podzólico). Estes solos apresentam certa susceptibilidade à erosão, sendo tanto maior quanto maior for a declividade do terreno.

Apresentação e Discussão dos Resultados - os resultados evidenciam as combinações de L. S. (comprimento de vertentes e declividade) e indicam áreas propensas à dinâmica erosiva, no entanto os valores não são qualitativos, mas devem ser considerados como parâmetros relativos da análise do potencial erosivo verificado na diversidade do relevo da bacia.

Para tanto, foi necessário o cruzamento dos dados para geração do fator LS da EUPS que foi realizado no Software Idrisi 32, através do comando “Image Calculator” (Figura 3).

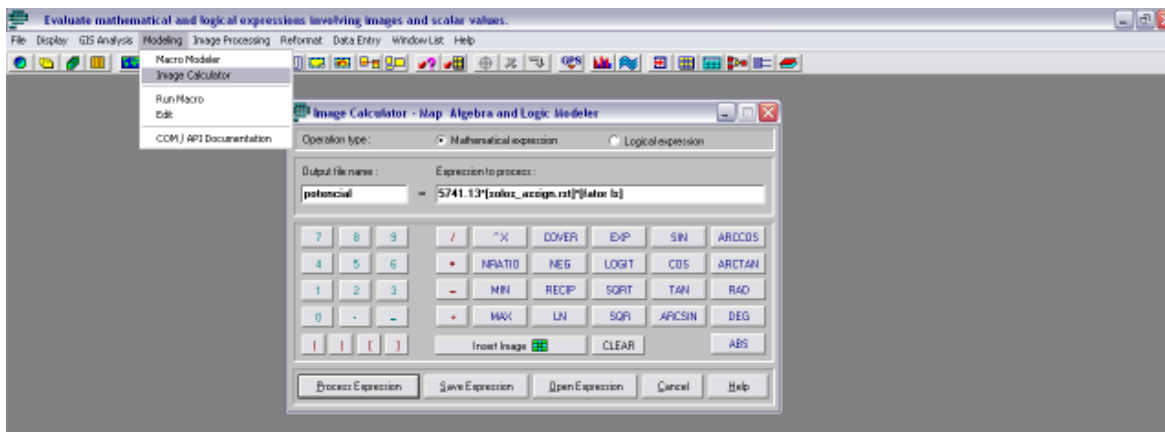


Figura 3 - Utilização do comando Image Calculator.

Desta forma, foram inseridos e cruzados os valores da Carta de Declividade e da Carta Extensão de Vertentes e aplicada a fórmula do Fator LS. O mapa resultante trata-se de um trabalho preliminar, sendo necessário redefinir os valores, agora qualitativos, através do comando “Data Entry - Edit” (Figura 4).

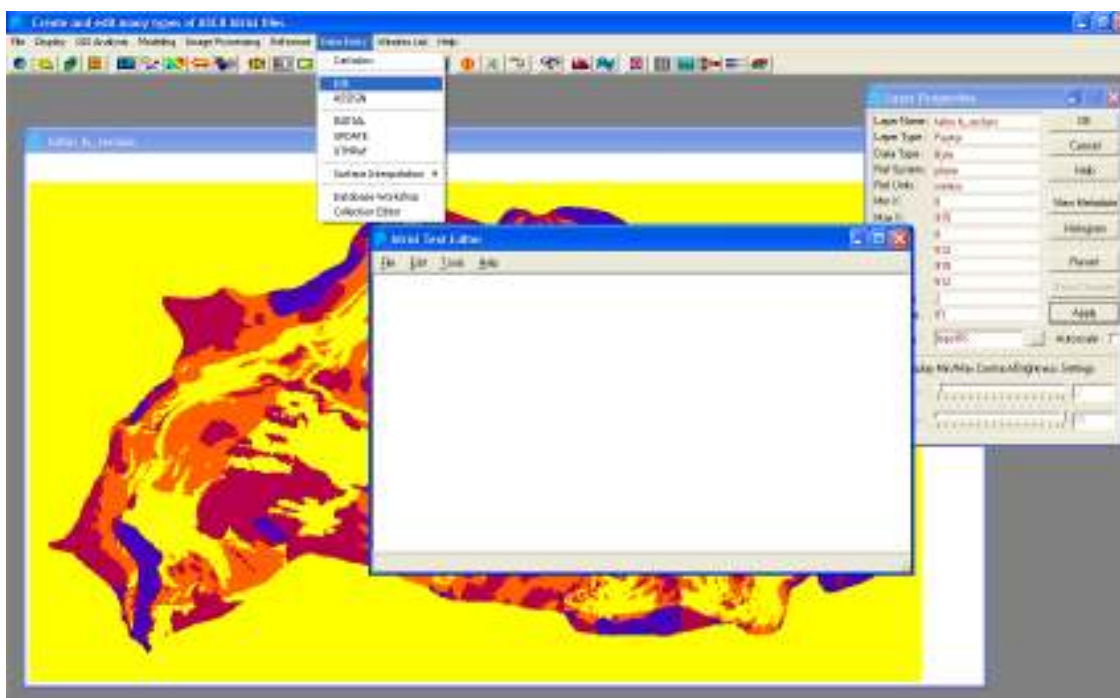


Figura 4 - Utilização do comando Edit.

Em seguida, é preciso aplicar a técnica da reclassificação, através do comando “GIS Analysis - Database Query - ASSIGN” (Figura 5), no qual o mapa gerado deverá conter valores aritméticos iniciando com zero.

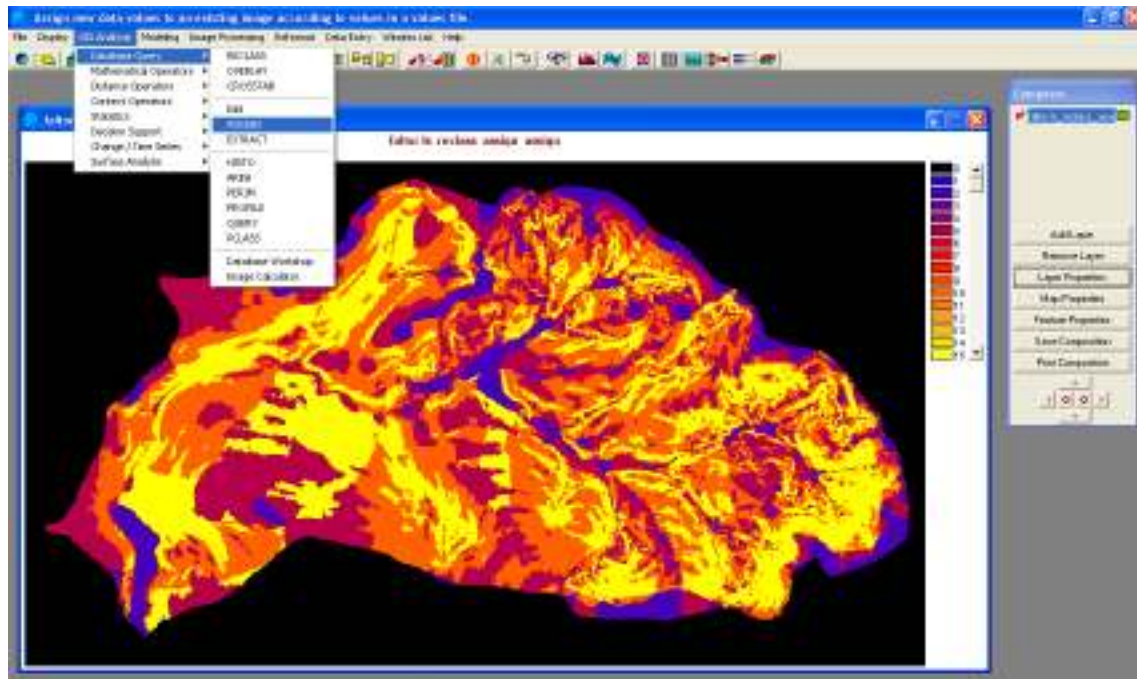


Figura 5 - Utilização do comando ASSIGN.

Após ser executado o comando ASSIGN, os dados foram então reclassificados através do comando “GIS Analysis - Database Query - RECLASS” (Figura 6).

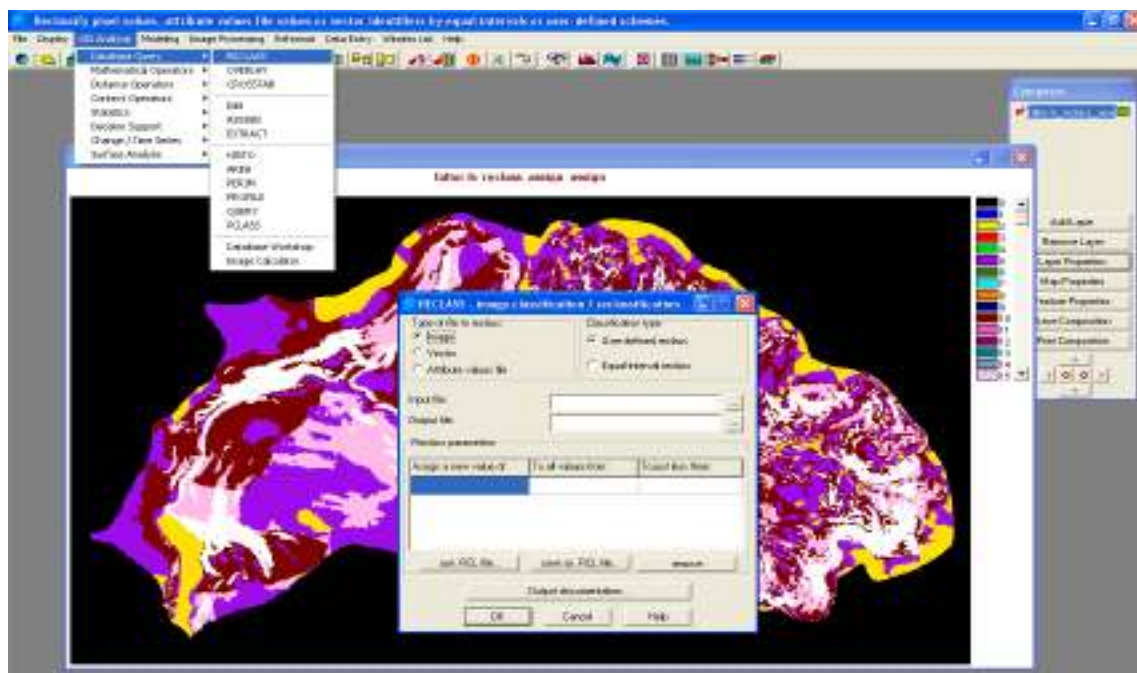


Figura 6 - Utilização do comando RECLASS.



A técnica da reclassificação, através do Idrisi, é muito importante porque esta permite a divisão das classes resultantes do último cruzamento, pois o mapa gerado não apresenta divisão de classes. Sua importância se deve também pelo fato de que após esse procedimento torna-se possível a exportação do arquivo para a elaboração do *layout* final (Figura 7).

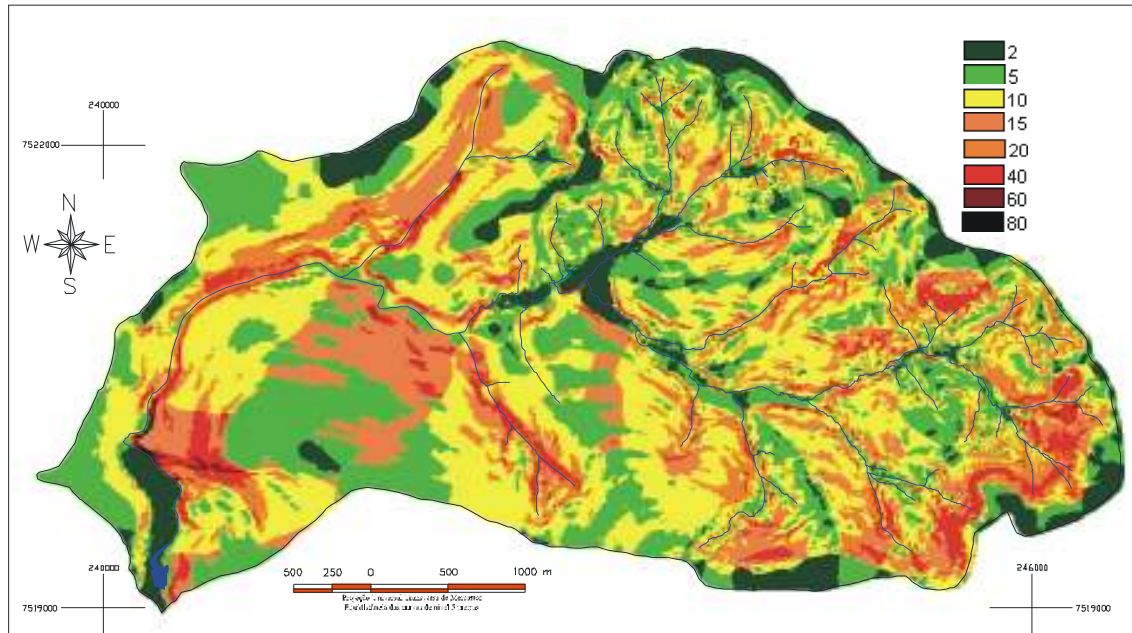


Figura 7 – Carta do Fator LS da Bacia Hidrográfica do Córrego Ibitinga. Elaboração: Pinheiro, L. de S., 2010.

É muito importante a compreensão do comportamento das características físicas, pois, através delas torna-se possível relacioná-las com os processos erosivos existentes na área de estudo. A Carta do Fator LS (Figura 7) apresenta áreas que possuem vulnerabilidades à dinâmica erosiva, como no setor à Oeste onde predominam as extensas vertentes, sendo que as distinções ocorrem pelas diferenciações de declividade.

As áreas mais propensas à erosão localizam-se marginalmente ao baixo curso do Córrego Ibitinga. De maneira geral prevalece a baixa e média suscetibilidade erosiva, no entanto a ocorrência de solos arenosos e a ausência da vegetação ou um manejo inadequado da agricultura, podem ocorrer diversos fenômenos erosivos.

Notou-se que em alguns setores as linhas de cumeada são suaves e, por isso, possuem baixa susceptibilidade. No entanto, existe uma ruptura topográfica, notada no Mapa de Declividade, que representa uma diferenciação erosiva e um aumento da declividade e, conseqüentemente, uma elevação da vulnerabilidade erosiva da área. Esse maior potencial da



erosão ocorre no alto curso do Córrego Ibitinga, bem como nas cabeceiras dos demais cursos tributários e também acompanhando toda a linha de ruptura topográfica que margeia o lado esquerdo do curso principal, em função das maiores declividades, principalmente nas vertentes côncavas.

O fator LS interfere na dinâmica erosiva através do comprimento da vertente e da inclinação do relevo, são fatores fundamentais para a compreensão do processo do escoamento hídrico superficial. Por isso, torna-se extremamente indispensável o Planejamento Ambiental, através de um manejo adequado possibilitando a redução de impactos ambientais, maiores ganhos na esfera econômica e a conscientização social.

4 CONCLUSÕES

1. A utilização do Geoprocessamento na execução da geração dos produtos cartográficos obteve resultados satisfatórios não apenas na qualidade do produto final, mas também na confiabilidade dos dados.
2. O Fator LS interfere diretamente na dinâmica erosiva, sendo importante não apenas como um componentes da EUPS, mas pode ser utilizado como um parâmetro para diversas utilizações, tomando-se como exemplo para o poder público.
3. Apesar de exigir certo grau de conhecimento o SIG Idrisi se mostrou de fácil compreensão para o utilizador.
4. É muito importante o conhecimento geomorfológico para que a execução do Geoprocessamento produza resultados satisfatórios e confiáveis, pois através deste torna-se possível relacionar os processos erosivos existentes na área de estudo.
5. As áreas de maior declividade possuem vulnerabilidades à dinâmica erosiva, bem como onde predominam as extensas vertentes, de maneira contrária aos locais de baixa declividades e vertentes menores.



5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. de. *Os fundamentos geológicos do relevo paulista*. IGEOG, São Paulo, 1974.

INSTITUTO FLORESTAL *Plano de manejo: Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade, SP*. SMA, Instituto Florestal de São Paulo. Rio Claro, 2005. (Não publicado).

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. (5. ed.) Ícone, São Paulo, 2005.

CHORLEY, R. J. A. Geomorfologia e a Teoria do Sistemas Gerais. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 11, n. 21, 1971. p. 3 –22,

LAL, R. Soil Degradation by erosion. *Land Degradation e Development*, 2001. p. 519-539,

MACHI, D. A. *Análise do relevo da Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade (Rio Claro – SP) e circunvizinhanças: subsidio para a avaliação da área de entorno*. Trabalho de Graduação. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

PINHEIRO, L. de S. *Análise da Dinâmica Plúvio-erosiva na Bacia do Córrego da Água Branca (SP)*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

WISCHMEIER, W. H. Storms and Soil Conservation. *Journal of soil and water conservation*. Vol. 17, 1962. p. 55-59.