

Análise do papel exercido pela topografia na distribuição das feições erosivas da bacia hidrográfica Água da Faca, Piratininga (SP / Brasil), a partir de um modelo digital de elevação.

Rodrigo Augusto Stabile (rstabile@ymail.com)
Graduando em Geografia da Universidade de São Paulo (Brasil)

Bianca Carvalho Vieira (biancacv@usp.br)
Docente do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo (Brasil)

Resumo

Atualmente o uso de Tecnologias de Informação Geográfica tem crescido em todos os ramos da Geografia facilitando a coleta, armazenamento e tratamento de informações espaciais. Faz-se necessário, contudo, ponderar a sua utilização, de modo a não considerar os produtos destas tecnologias como os resultados da pesquisa, mas como meios de análise para se chegar aos resultados. Uma das ferramentas atualmente muito utilizadas, principalmente em estudos geomorfológicos, são os Modelos Digitais de Elevação (MDE's). Tais modelos permitem uma aproximação topográfica da realidade a partir de curvas de nível e canais de drenagem, dando suporte para o mapeamento de diversos parâmetros topográficos e para sua respectiva análise. Este trabalho tem por objetivo analisar o papel exercido pela topografia na distribuição das feições erosivas da bacia hidrográfica Água da Faca, Piratininga (SP), a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), sabendo que a topografia é um parâmetro essencial à definição da dinâmica hídrica de uma vertente e conseqüentemente ao desencadeamento de processos erosivos. Os atributos topográficos ou características da vertente estão entre uma série de fatores controladores que influenciam na distribuição dos processos erosivos. A compreensão de como cada atributo atua e sua resultante é de especial interesse aos estudos geográficos na busca de menores impactos da ação humana no meio. Declividade, comprimento e forma das vertentes são os parâmetros topográficos mais enfatizados na literatura específica a influir na distribuição dos processos erosivos, sendo relevantes na velocidade e concentração dos fluxos de água. Baseando-se nas leituras e consultas realizadas o trabalho está se desenvolvendo na região de Bauru (SP), localizada no Planalto Ocidental Paulista, onde substrato arenítico e solos com grandes descontinuidades hidráulicas somam-se a outras características naturais e antrópicas que dão às terras de tal compartimento geomorfológico do Estado de São Paulo a propriedade de serem muito afetadas pelos processos erosivos. Tornam-se assim áreas onde a erosão prejudica a agricultura, danifica infra-estruturas urbanas e rurais, além de assorear cursos de água. Para a efetivação da pesquisa as etapas metodológicas são divididas em quatro fases. A primeira tem por finalidade a seleção da área de estudo em escala de bacia hidrográfica. Optou-se pela sub-bacia da Água da Faca, afluente da margem esquerda do Rio Batalha. Entre os critérios utilizados para sua escolha estão: seu interesse sócio-ambiental, pois o Rio Batalha é o principal abastecedor de água para a cidade de Bauru; os processos erosivos intensos existentes na bacia, principalmente antes da criação da Área de Proteção Ambiental; e, a representatividade de suas características físicas em relação a seu entorno. A segunda etapa objetiva o mapeamento de detalhe das feições erosivas. Para tanto são estabelecidos polígonos correspondentes às áreas das feições, permitindo uma análise posterior da relação destas

com os parâmetros topográficos. A terceira fase de trabalho tem início na digitalização de cartas topográficas e construção do modelo digital de terreno realizados por meio do MDE e da ferramenta *Spatial Analyst Tool/Surface* do programa *ArcGis 9.2*. Tais ferramentas auxiliam na construção dos mapas temáticos como hipsometria, declividade, curvatura em perfil e planta das vertentes. Após o mapeamento, são gerados histogramas de distribuição do número de células de cada classe (por exemplo: no mapa de curvatura em planta, distribuição das formas côncavas, convexas e retilíneas) cujos valores são exportados para uma planilha gráfica (programa *Excel – Windows*) e é calculada a Frequência de Distribuição de cada classe (F), ou seja, a razão entre o número de células de cada classe e o total de células da bacia. O quarto e último passo consiste na realização de análises conjuntas entre os mapas temáticos topográficos e o mapa de feições erosivas. Desta maneira, são identificadas o número de células de cada classe afetadas pelas feições erosivas com as ferramentas *Extract grid theme using polygon/grid analyst* (programa *ArcView 3.3*). Destes produtos gerados são realizadas considerações, ponderações e conclusões, bem como análises estatísticas, a fim de se chegar ao objetivo do trabalho.

Palavras chave: TIG, MDE, Erosão, Curvatura, Declividade.

1. Introdução e Objetivo

Atualmente o uso de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) tem crescido em todos os ramos da Geografia facilitando a coleta, armazenamento e tratamento de informações espaciais. Faz-se necessário, contudo, ponderar a sua utilização, de modo a não considerar os produtos destas tecnologias como os resultados da pesquisa, mas como meios de análise para se chegar aos resultados.

Uma das ferramentas atualmente muito utilizadas, principalmente em estudos geomorfológicos, são os Modelos Digitais de Terreno (MDT's). SILVA (2003) afirma que tais modelos, que são um tipo de Modelo Digital de Elevação (MDE), correspondem à descrição espacial dos diversos tipos de terreno e expressam de forma contínua o tipo de relevo. Ainda segundo este autor, tais produtos são um dos meios pelos quais dados modelados em ambiente SIG podem ser expressos, neste caso, por um mapa de pontos de amostras regularmente espaçadas. Deste modo, os MDT's permitem uma aproximação topográfica da realidade a partir de curvas de nível e canais de drenagem, dando suporte para o mapeamento de diversos parâmetros topográficos e para sua respectiva análise.

Os atributos topográficos ou características da vertente estão entre uma série de fatores controladores da distribuição dos processos erosivos. Sua importância à erosão advém do fato da topografia condicionar a intensidade e direção dos fluxos hídricos pluviais, que por sua vez são os principais agentes erosivos no meio tropical úmido (DAEE, 1990; COELHO NETTO, 1994; GUERRA, 1994; LEPSCH, 2002; VIDAL-TORRADO *et al.*, 2005; entre outros). A compreensão de como cada atributo topográfico atua sobre estes processos e sua resultante é de especial interesse aos estudos geomorfológicos e geográficos na busca de menores impactos da ação humana no meio.

Este tipo de estudo é de especial interesse principalmente à compartimentos como o Planalto Ocidental Paulista, onde a erosão, ao ocorrer de maneira acelerada, pode ser considerada um problema sócio-ambiental, na medida em que degrada o recurso natural solo e assoreia cursos d'água, afeta infra-estruturas urbanas e rurais, etc.

Estas conseqüências muitas vezes têm por causa a utilização agrícola inadequada das terras, planejamento urbano impróprio, bem como outras atividades antrópicas que desconsideram a dinâmica do meio para seu uso. DAEE (1990) estima que em 1990 haviam cerca de 3000 voçorocas no Estado de São Paulo, sendo boa parte delas localizadas no Planalto Ocidental.

Partindo destas considerações, este trabalho tem por objetivo analisar o papel exercido pela topografia (hipsometria, ângulo da encosta e curvatura) na distribuição das feições erosivas da bacia hidrográfica Água da Faca, Piratininga (SP / Brasil), a partir de um Modelo Digital de Elevação (MDE), sabendo que a topografia é um parâmetro essencial à definição da dinâmica hídrica de uma vertente e conseqüentemente ao desencadeamento de processos erosivos.

2. Procedimentos Metodológicos

Para o cumprimento dos objetivos do trabalho, foram estabelecidas quatro fases de trabalho: seleção da área de estudo (2.1.); elaboração dos mapas de características das vertentes a partir (2.2.); mapeamento das feições erosivas (2.3.); e, análise conjunta (2.4.).

2.1. Seleção da Área de Estudo

Inicialmente foi selecionada a região de Bauru (SP), caracterizada pelo embasamento sedimentar de arenitos das formações Marília e Adamantina, que resultam em Latossolos arenosos ou Argissolos com altas descontinuidades hidráulicas entre os horizontes. Tais predicados associados a outras características naturais e à ocupação que vem se desenvolvendo na área desde o início do século XX fizeram com que essa região fosse classificada por IPT (1994) como área de “muita suscetibilidade a erosão por sulcos, ravinas e voçorocas”.

A partir desta seleção, foi feita a escolha de uma unidade de paisagem (bacia hidrográfica) em evidente desequilíbrio (atual ou passado), confirmado pela intensidade da ocorrência dos processos erosivos. Optou-se assim pela bacia Água da Faca (**Figura 1**), município de Piratininga, por esta incluir classes morfológicas e pedológicas muito comuns ao seu entorno e ser uma bacia onde as feições erosivas lineares ocorrem com maior representatividade de acordo com os mapeamentos de SALOMÃO (1994) e ALMEIDA FILHO (2000).

2.2. Elaboração dos Mapas de Características das Vertentes

Objetivando a análise das vertentes da bacia hidrográfica em estudo esta fase da pesquisa consistiu na confecção de um Modelo Digital de Terreno (MDT) e, a partir deste, na elaboração de mapas de alguns componentes geométricos das vertentes.

Após a vetorização das curvas de nível, canais de drenagem e pontos cotados das cartas topográficas (escala 1:10.000), o MDT foi gerado com resolução de 4 m² (*grid* de 2x2m) por meio do módulo *Topo to Raster* (ferramenta *3D Analyst*) do programa *ArcMap 9.2 (ArcGis 9)*. De acordo com RABACO (2005) *apud* VIEIRA (2007, p.81) tal módulo tem como uma das principais vantagens a continuidade da superfície, produzindo superfícies de alta precisão.

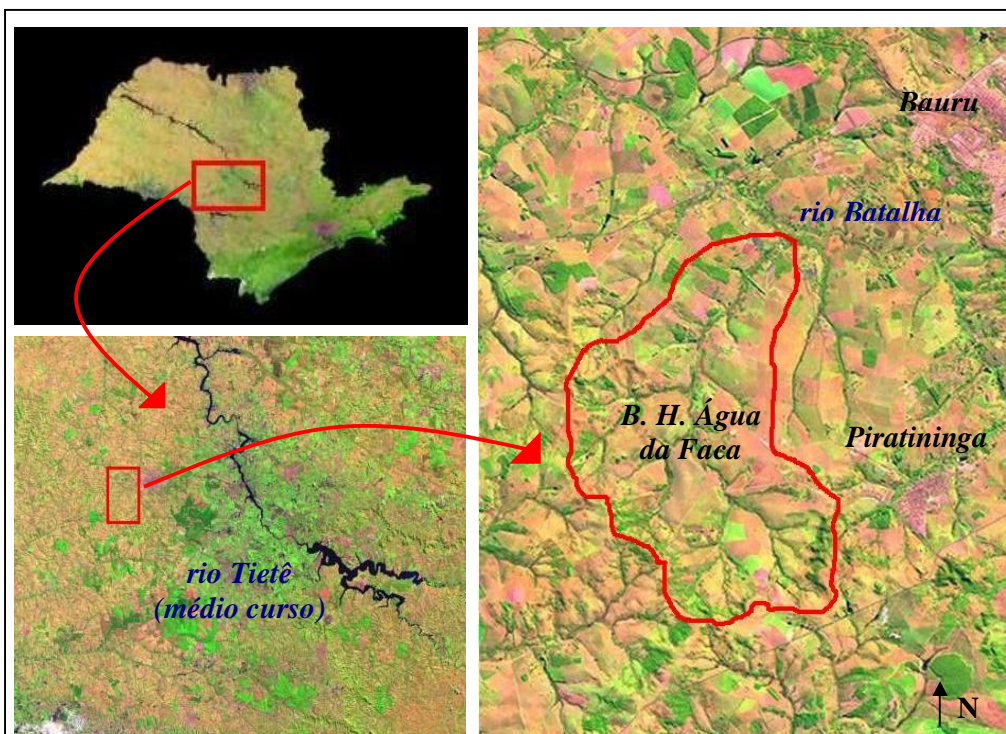


FIGURA 1: Localização da Área de Estudo (Bacia Hidrográfica da Água da Faca, Piratininga, SP). Figura modificada de: MIRANDA, E. E. e COUTINHO, A. C. (Coord.). Brasil Visto do Espaço. Campinas (SP): Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em 19 de maio de 2008.

Com o MDT gerado, a elaboração dos mapas foi feita utilizando-se os módulos específicos de cada mapa (ferramenta *3D Analyst*) do programa *ArcMap 9.2* (*ArcGis 9*). Os mapas gerados foram os seguintes: hipsométrico, curvatura e ângulo da encosta.

A definição das classes de hipsometria e ângulo da encosta foram feitas por meio da observação e análise da distribuição das curvas de nível da bacia e de perfis topográficos de diversos pontos da bacia. Desta maneira foram definidos seis intervalos de altitude para o Mapa Hipsométrico, cinco classes de ângulo para o Mapa de Ângulo da Encosta e a Curvatura foi dividida em três categorias (**Tabela 1**).

As categorias do mapa de curvatura foram definidas após diversos testes para adequação dos tipos de curvatura às informações das curvas de nível. Nesta etapa, os cálculos adotados pelo programa fornecem valores positivos para as curvaturas convexas, valores negativos para as curvaturas côncavas e valores nulos para a curvatura retilínea. VALERIANO (2003) e VALERIANO & CARVALHO JÚNIOR (2003) utilizando um outro método, mas que fornece padrões de valores semelhantes, afirmam que uma parcela muito pequena do que estimamos ser retilíneo apresenta curvatura rigorosamente nula, sendo necessária assim uma faixa de tolerância.

TABELA 1: Classes dos Mapas de Características das Vertentes	
Mapa	Classes
Hipsométrico (metros)	<490 / 490-525 / 525-550/ 550-575/ 575-625 / >625
Ângulo da Encosta (graus)	0-3 / 3-5 / 5-8 / 8-15/ >15
Curvatura	Convexa (> 0,08) / Retilínea (-0,08 - 0,08) / Côncava (< -0,08)

2.3. Mapeamento das Feições Erosivas

O mapeamento das feições erosivas foi realizado utilizando-se sete fotografias aéreas em escala aproximada de 1:25.000, com data de março de 1972, em levantamento feito pelo Instituto Brasileiro do Café (IBC). Tais fotografias foram cedidas pelo acervo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

As fotografias foram digitalizadas e georeferenciadas por meio do programa *ArcMap 9.2 (ArcGis 9)*. Em seguida foi realizado o mapeamento das feições com o auxílio do estereoscópio “de bolso”. Nesta etapa, as feições erosivas foram delimitadas por meio de polígonos correspondentes às suas áreas.

Com o objetivo principal de verificar os processos erosivos existentes na área, por meio da observação das feições erosivas lineares, foi realizado o trabalho de campo que permitiu a descrição do relevo e do uso da terra da bacia em estudo.

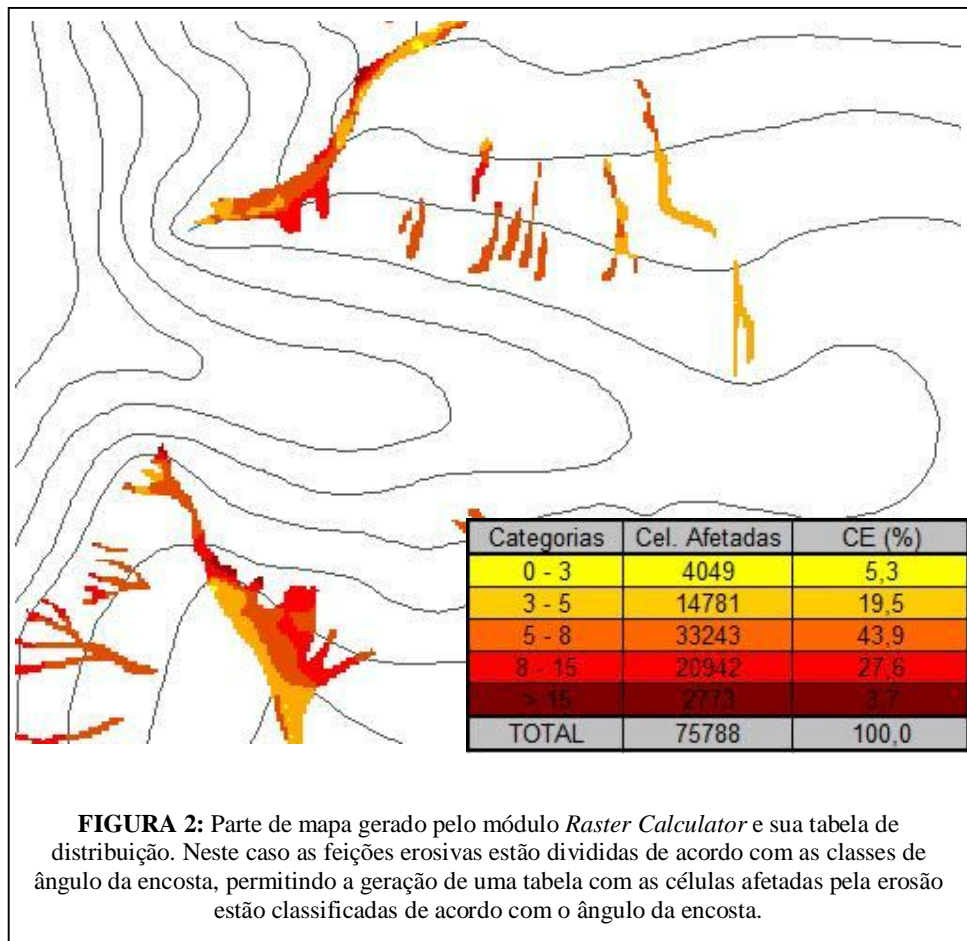
2.4. Análise Conjunta

A análise conjunta foi subsidiada por índices relativos à distribuição das classes de cada mapa e à distribuição das feições erosivas em cada uma destas classes. Portanto, foram calculados o índice de Frequência de Distribuição (FD) e a Concentração de Erosão (CE).

O primeiro índice foi obtido a partir de tabelas relativas à distribuição das classes nos diferentes mapas de características das vertentes. Já o segundo foi obtido a partir de um mapa que relaciona estes mapas ao mapeamento das feições erosivas. Este mapa é gerado pelo módulo *Raster Calculator (Spatial Analyst)* do programa *ArcMap 9.2 (ArcGis 9)*.

Para isto, foi inserido um campo no mapa de feições erosivas cujas áreas afetadas são preenchidas com o valor 1, e portanto as áreas não afetadas recebem um valor nulo. Assim por meio do módulo citado foi realizada uma multiplicação entre o mapeamento das feições (1 para áreas afetadas e 0 para áreas não afetadas) e os valores das classes dos mapas de características das vertentes (por exemplo, no mapa de ângulo de encosta, os diversos valores de cada classe). O mapa gerado por esta função apresenta a delimitação das feições erosivas com as classes correspondentes a todas as áreas afetadas (**Figura 2**). Assim, a tabela atrelada a cada mapa apresentará o número de células afetadas pela erosão linear em cada classe, permitindo o cálculo da Concentração de Erosão (CE).

Para demonstrar estatisticamente se a distribuição das feições erosivas lineares da bacia hidrográfica da Água da Faca está associada ou independe da topografia, foram construídas cinco tabelas de contingência (uma para cada parâmetro analisado: hipsometria, ângulo da encosta, curvatura, curvatura em perfil e, curvatura em planta) a partir do número de células afetadas e não afetadas pela erosão linear em cada classe dos diversos mapas. Então, foram feitos testes Qui-quadrado (X^2), especificamente Testes de Independência, para cada uma das tabelas (programa *Minitab 15*).

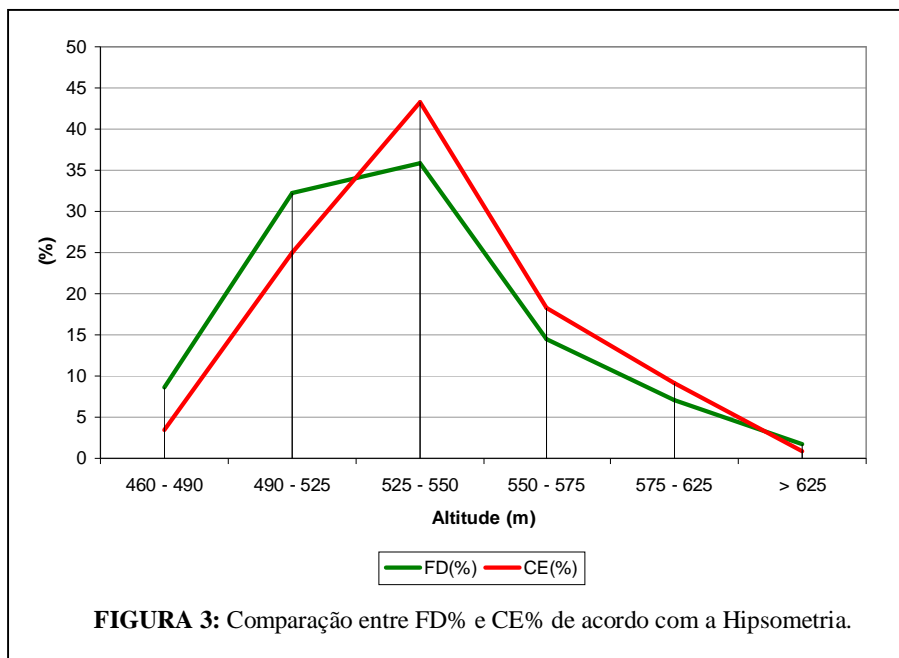


3. Resultados e Discussões

Os Testes Qui-quadrado mostraram a dependência entre a distribuição das feições erosivas lineares e todos os parâmetros topográficos analisados. Deste modo verificou-se a sua associação com a hipsometria, cuja relação com a erosão não é direta, mas pela qual pode definir-se uma certa regionalização da bacia hidrográfica; com o ângulo da encosta, que é um componente quase que unanimemente associado à erosão; e com a curvatura das vertentes (partes côncavas, convexas e retilíneas), que na maior parte dos estudos são parâmetros negligenciados na análise da erosão, e quando utilizados são alvos de discórdia sobre seu papel na ocorrência deste processo.

3.1. Hipsometria

Apesar de diretamente não ser possível evidenciar uma associação entre hipsometria e distribuição das feições erosivas, o Teste Qui-quadrado negou independência entre as variáveis e, a comparação entre FD e CE permite a visualização de como está relação ocorre (**Figura 3**).



Entre 460 a 525 metros (classes correspondentes aos fundos de vale principais e ao terço inferior das vertentes) a ocorrência da erosão é mais restrita, as feições ocupam uma área menor que o esperado caso as variáveis fossem independentes. Neste intervalo as feições erosivas mapeadas correspondem principalmente a alguns sulcos relacionados ao terço inferior das vertentes. Porém entre 525 e 625 metros são mais suscetíveis à erosão (**Figura 4**). Tais altitudes correspondem a relevos mais escarpados que compõe boa parte da borda da bacia às colinas subjacentes. Entre 575 e 625 metros (escarpas) é perceptível que a força da relação é menor que nas altitudes de 525 a 575 metros, pois nestas áreas a vegetação está normalmente mais preservada e o uso da terra é bem menos intenso. Já o intervalo de altitude citado é afetado por grandes voçorocamentos e sistemas erosivos de ravinamento e formação de sulcos associados. Tais feições localizam-se principalmente na ruptura de declive entre as escarpas e as colinas ou nas cabeceiras de drenagem.

Nas altitudes acima de 625 ocorre novamente um CE menor que FD. São áreas de topo, pouco declivosas, onde a maioria das feições são ravinhas e sulcos associados a estradas rurais e ferrovias.

3.2. Ângulo da Encosta

A **Figura 5** evidencia o papel do ângulo da encosta na distribuição das feições erosivas lineares. O ângulo de 5 graus delimita duas situações diferentes, abaixo deste ângulo a concentração das feições é bem menor que nas áreas com ângulo da encosta maior que este valor.

Na área de estudo as áreas com ângulos superiores a 5 graus estão localizadas no terço inferior das vertentes a partir de rupturas de declive convexas e nas bordas da bacia em cabeceiras de drenagem. Já as áreas com ângulo inferior a 5 graus são representadas pelos topos e terço superior e médio das vertentes das amplas colinas formadas nos interflúvios dos principais cursos d'água da bacia.



FIGURA 4: Exemplo de feição erosiva desenvolvida em vertentes a cerca de 600 metros de altitude.

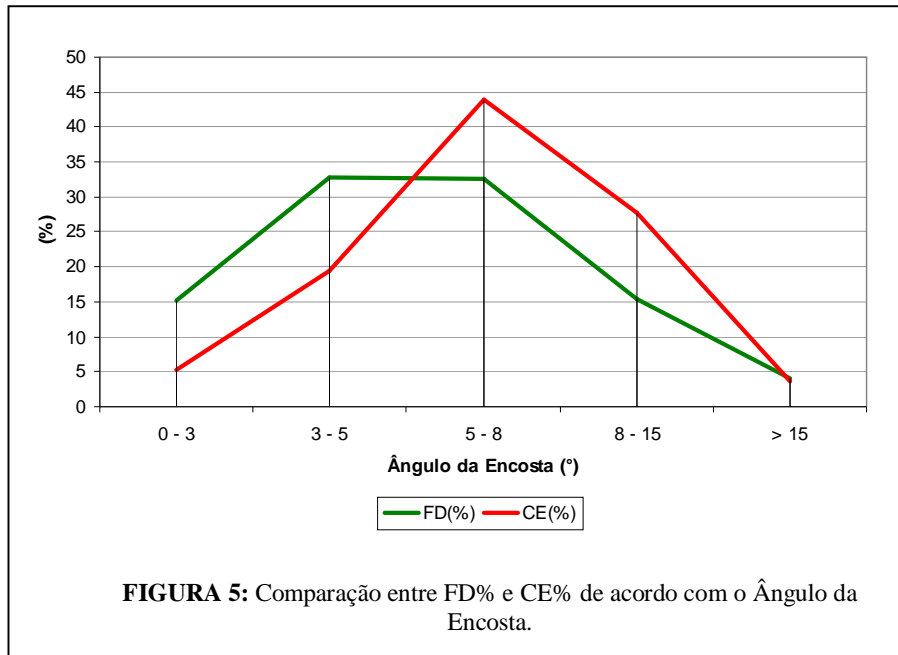
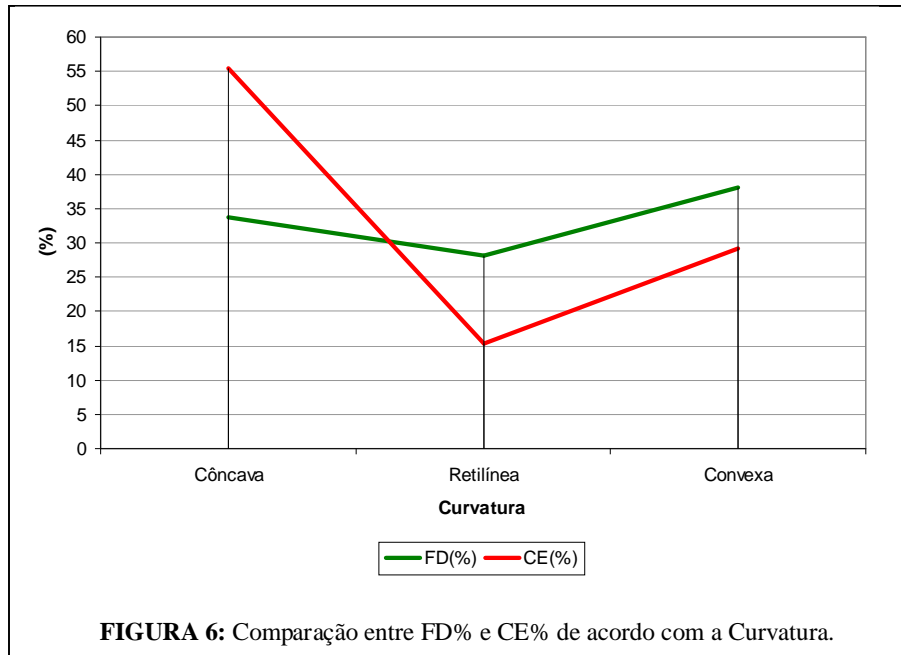


FIGURA 5: Comparação entre FD% e CE% de acordo com o Ângulo da Encosta.

Contudo, chama a atenção os locais com ângulo da encosta superior a 15 graus. A ocorrência erosiva diminui sensivelmente nestas áreas, pois estas correspondem àquelas com altitude entre 575 e 625 metros, tendo um uso do solo bem menos intenso e com boa parte de sua extensão coberta por vegetação secundária. Além disso, aparentemente tais ângulos não permitem que se desenvolvam grandes formas erosivas, de modo que as maiores feições estão associadas à ângulos da encosta de 5 a 15 graus.

3.3. Curvatura

A curvatura é uma característica da vertente que normalmente não é destacada nas literaturas relativas à influência da topografia nos processos erosivos e, menos ainda é utilizada para analisar esta associação em trabalhos empíricos. Além disso, os autores que tratam deste assunto divergem na opinião sobre como tal parâmetro pode influir nos processos erosivos. É muito clara a maior ocorrência da erosão em vertentes côncavas (**Figura 6**), estando associadas a cabeceiras de drenagem e anfiteatros de encosta (**Figura 7**). CASTRO (2005) encontrou uma associação semelhante na alta bacia do rio Araguaia, afirmando que as voçorocas estão localizadas principalmente nas cabeceiras de drenagem concavizadas ou em nas proximidades dos canais de drenagem também em setores concavizados das vertentes. Pode-se explicar tal relação pela possibilidade de nestes locais ocorrer maior convergência dos fluxos hídricos pluviais, permitindo o incremento de sua força de retirada e transporte de partículas do solo.



As vertentes convexas e retilíneas apresentaram ocorrência erosiva muito menor que as áreas côncavas, contudo ainda assim as convexidades têm maior concentração de feições que as vertentes retilíneas. Tal fato pode ser explicado pelas vertentes convexas, assim como as côncavas, situarem-se em locais de relevo mais movimentado nas cabeceiras da bacia. Já as vertentes retilíneas estão claramente relacionadas a áreas mais planas e vertentes mais suaves.



FIGURA 7: Exemplo de feição erosiva desenvolvida a partir de um canal de drenagem em um processo de expansão de suas cabeceiras.

4. Considerações Finais

Esta pesquisa demonstrou a complexidade de se analisar quais são e como os fatores controladores da erosão atuam na sua distribuição. A hipsometria (indiretamente), o ângulo da encosta e a curvatura são características da vertente que têm papel relevante na distribuição das feições erosivas, estando associadas, principalmente à forma e intensidade dos fluxos hídricos. Por meio da avaliação destes três fatores demonstrou-se que tais processos ainda necessitam de estudos mais aprofundados sobre os mecanismos que atuam na sua origem e desenvolvimento, voltando-se a parâmetros às vezes negligenciados como a curvatura.

O Modelo Digital de Terreno (MDT) foi um instrumento de muita importância para o cumprimento da metodologia proposta. Tal tecnologia permite uma análise mais profunda da relação entre os parâmetros por meio de sua sobreposição, além de facilitar testes com diversos intervalos para os mapas, subsidiando uma escolha mais acurada das classes utilizadas. Contudo, como foi visto, a elaboração do modelo não é suficiente, sendo necessárias reflexões dos seus produtos. Assim o apoio bibliográfico é necessário para a obtenção de resultados e considerações satisfatórias para a compreensão do problema.

Demonstrando como cada fator analisado influi na distribuição das feições erosivas, este trabalho pode, por meio dos mapeamentos e resultados, subsidiar etapas futuras objetivando a investigação da dinâmica hidrológica destas vertentes, de modo a compreender a gênese e dinâmica dos processos erosivos.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de iniciação científica concedida para a realização desta pesquisa; aos pesquisadores Gérson Salviano de Almeida Filho e Marcelo Fischer Gramani, e ao técnico em geologia Airton Marambaia Santa, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT); e ao funcionário da Prefeitura Municipal de Piratininga Antônio Álvares Rodrigues pela colaboração no desenvolvimento desta pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA FILHO, G. S. (2000) **Diagnóstico de Processos Erosivos Lineares associados a Eventos Pluviosos no município de Bauru, SP**. Campinas (SP): UNICAMP, Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Campinas. 224p.

BIGARELLA, J. J. (2003) **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis (SC): Ed. da UFSC, v. 3, p. 877-1436.

CASTRO, S. S. (2005) Erosão Hídrica na Alta Bacia do Rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo (SP), n. 17, p. 38-60.

COELHO NETTO, A. L. (1994) Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil, p. 93-148.

DAEE. (1990) **Controle de Erosão**. São Paulo (SP): Departamento de Águas e Energia Elétrica (Secretaria de Energia e Saneamento do Estado de São Paulo) / Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 2. ed., 92 p.

GUERRA, A. J. T. (1994) Processos Erosivos nas Encostas. *In*: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Orgs.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro (RJ): Bertrand Brasil, p. 149-209.

IPT (1994) **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo, Escala 1:500.000**. São Paulo (SP): Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

LEPSCH, I. F. (2002) **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 178p.

SALOMÃO, F. X. T. (1994) **Processos Erosivos em Bauru (SP): Regionalização Cartográfica Aplicada ao Controle Preventivo Urbano e Rural**. São Paulo (SP): USP, Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo. 200p.

SELBY, M. J. (1982) **Hillslope Materials & Processes**. New York (NY/US): Oxford University Press, 264p.

SILVA, A. B. (2003) **Sistemas de Informações Geo-referenciadas**. Campinas (SP): Editora UNICAMP, 236p.

VALERIANO, M. M. (2003) Curvatura Vertical de Vertentes em Microbacias pela análise de Modelos Digitais de Elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande (PB): DEAg/UFCG, v. 7, n. 3, p. 539-546.

VALERIANO, M. M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. (2003) Geoprocessamento de Modelos Digitais de Elevação para Mapeamento da Curvatura Horizontal em Microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, União da Geomorfologia Brasileira, ano 4, n. 1, p. 17-29.

VIDAL-TORRADO, P. *et al.* (2005) Conceitos e Aplicações das Relações Pedologia-Geomorfologia em Regiões Tropicais Úmidas. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa (MG): Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 4, p. 145-192.

VIEIRA, B. C. (2007) **Previsão de Escorregamentos Translacionais Rasos na Serra do Mar (SP) a partir de Modelos Matemáticos em Bases Físicas**. Rio de Janeiro (RJ): UFRJ, Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 193p.