

Análise Morfométrica da bacia do córrego Tucum (São Pedro/SP) e Elaboração da Carta de Energia do Relevo em Meio Digital

Dener Toledo Mathias – IGCE/Unesp - Campus de Rio Claro. Email:
denertm@yahoo.com.br

Prof^oDr^o Pompeu Figueiredo de Carvalho – IGCE/Unesp – Campus de Rio Claro. Email:
pompeufc@rc.unesp.br

Abstract

In the study of landforms, the techniques of morphometric analysis are distinguished as important subsidy to the understanding of the geomorphological phenomena, over all in areas especially affected by the action of erosive processes. This way, the present work searches to understand the operating mechanisms in the basin of the stream Tucum - São Pedro (SP) from the analysis of its morphometrics attributes. They had been adopted as estimated metodologic the principles that base the General Theory of the Systems applied to geography. The procedures technician had followed the proposal of SPIRIDONOV (1981) for elaboration of the maps of Horizontal Dissection and Vertical Dissection and MENDES (1993), for the Map of Relief Energy, the last one has been conceived in digital way from the use Autocad 2004 software, consisting itself a technique developed in the present work. As result had been gotten data that allows to elucidate the operating phenomena in the basin in question, beyond the proposal of a new technique that optimizes the work of elaboration and interpretation of the Map of Relief Energy.

Keywords: Morphometric Analisis, Relief Energy, Erosion.

Resumo

No estudo das formas do relevo, destacam-se as técnicas de análise morfométrica como importante subsídio à compreensão dos fenômenos geomorfológicos, sobretudo em áreas especialmente afetadas pela ação de processos erosivos. Nesse sentido, o presente trabalho busca compreender os mecanismos atuantes na bacia do córrego Tucum – São Pedro (SP) a partir da análise de seus atributos morfométricos. Foram adotados como pressupostos metodológicos os princípios que fundamentam a Teoria Geral dos Sistemas aplicada à geografia. Os procedimentos técnicos seguiram a proposta de SPIRIDONOV (1981) para elaboração das cartas de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical e de MENDES (1993), para a Carta de Energia do Relevo, esta última, tendo sido concebida em meio digital a partir do uso do software Autocad 2004, constituindo-se uma técnica desenvolvida no presente trabalho. Como resultado foram obtidos dados que permitem elucidar os fenômenos atuantes na bacia em questão, além da proposta de uma nova técnica que otimiza o trabalho de elaboração e de interpretação da Carta de Energia do Relevo.

Palavras-chave: Análise Morfométrica, Energia do Relevo, Erosão.

1-Introdução

A crescente preocupação com os fatores ambientais no âmbito do planejamento constitui-se base para a tomada de decisões tanto de iniciativa pública quanto privada. Atenta-se para os entornos de áreas urbanas que se constituem em espaços especialmente afetados pelas ações antrópicas, tendo sido alvo de diversos estudos voltados à avaliação das perdas de solo e diagnóstico de processos erosivos acelerados, bem como à análise da contaminação dos mananciais. Tem-se como hipótese que o desenho da malha urbana é planejado e implantado em descompasso com as características físico-ambientais, resultando na grande maioria das vezes na degradação ambiental, cuja vítima é sempre o próprio homem. Considera-se de suma importância a prévia caracterização dos elementos físicos da paisagem para que a cidade possa se expandir oferecendo segurança à população residente. Nesse contexto destacam-se as técnicas de Análise Morfométrica a servirem de subsídio ao planejamento urbano.

2- Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo analisar a morfometria do relevo da bacia do córrego Tucum – São Pedro (SP). A escolha dessa área deve-se ao fato de ali serem encontrados processos erosivos nos mais diversos estágios de evolução e buscou-se a partir da análise proposta elucidar os mecanismos atuantes na bacia em questão, gerando com isso dados que poderão servir de subsídio à possíveis obras de contenção erosiva a serem realizadas futuramente. Tais objetivos se cumpriram após a elaboração e análise das cartas morfométricas, bem como da Carta de Energia do Relevo.

3- Metodologia e Técnicas

Foram adotados, como orientação metodológica, os princípios que fundamentam a Teoria Geral dos Sistemas aplicados à Geografia, segundo os quais, de acordo com Chorley e Kennedy (1971, apud Christofolletti, 1979), devem-se compreender os fluxos de matéria e energia e suas inter relações no trabalho de gênese e esculturação do relevo, dando-se

ênfase às estruturas de sistemas do tipo “processos-respostas” e “controlados”, sendo este último o que dá enfoque às influências antrópicas introduzidas num determinado sistema.

A fim de se realizar a análise morfométrica do relevo, foram confeccionados três documentos cartográficos, que são a Carta Clinográfica, a Carta de Dissecção Vertical e a Carta de Dissecção Horizontal. Em seguida foi confeccionada a Carta de Energia do Relevo que se constitui na integração dos dados morfométricos contidos nas três cartas mencionadas e que tem por finalidade indicar setores de maior ou menor energia potencial do relevo aos processos denudativos. A elaboração da citada carta teve como diretriz a proposta de Mendes (1993) que orienta a integração dos dados das outras cartas através da sobreposição das mesmas em uma mesa de luz.

No presente trabalho optou-se pela concepção da Carta de Energia do Relevo em meio digital, através de uma nova técnica fundamentada no uso do software Autocad 2004, no qual realiza-se a leitura das cartas morfométricas por meio da sobreposição em layers definidos digitalizando-se posteriormente polígonos que delimitam as classes de energia do relevo conforme proposto por Mendes (1993). Trata-se de um procedimento semi-automático, uma vez que os polígonos deverão ter seus limites digitalizados manualmente por meio da ferramenta Polyline.

A fim de proceder à construção da Carta de Energia do Relevo em meio digital foram necessárias primeiramente a digitalização de uma Base Cartográfica da área de estudo, em escala de 1:10000, utilizando-se para isso cartas topográficas do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (1978). Após essa etapa, realizou-se a confecção das cartas morfométricas já citadas, iniciando-se pela Carta Clinográfica. Foi adotado para a concepção dessa carta o procedimento analógico de acordo com a proposta de De Biasi (1992), levando-se em conta as modificações propostas por Sanchez (1993). Em seguida a carta foi escaneada e compatibilizada no programa Autocad 2004.

As cartas de Dissecção Horizontal e Dissecção Vertical foram elaboradas segundo a proposta de Spiridonov (1981), tendo sido adotados os procedimentos técnicos desenvolvidos por Zacharias (2001), os quais propõem a elaboração de ambas as cartas em meio digital utilizando-se do programa Autocad 2004. Após obter as cartas mencionadas, atentando-se para o fato de todas fazerem parte de um mesmo desenho do Autocad, procede-se à construção da carta de Energia do Relevo, conforme a proposta já citada e

seguindo as orientações técnicas de Mendes (1993). A figura 1 mostra um recorte da Carta de Energia do Relevo.

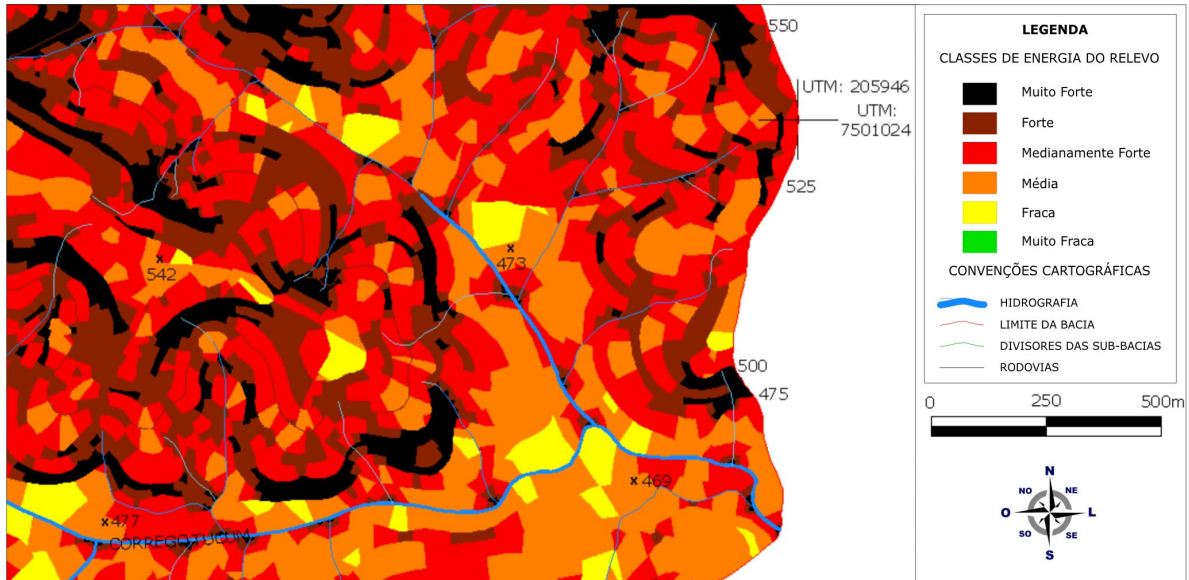


Figura 1- Recorte da Carta de Energia do Relevo

4 – Análises

Pode-se constatar que a bacia do córrego Tucum apresenta declividades marcadas principalmente pelo entalhamento do talvegue nas cabeceiras dos principais afluentes e nas áreas onde se observa um maior dinamismo das formas resultantes de processos erosivos acelerados, sobretudo voçorocas, que se encontram concentradas nas nascentes deste córrego.

Outro fator determinante nas altas declividades encontra-se vinculado à influência da componente lito-estrutural. A esse respeito ressalta-se o fato de que a área em questão encontra-se nos domínios da Bacia Sedimentar do Paraná o que faz com que apresente litologias típicas desta Unidade Geo-estrutural do relevo brasileiro. Capeando os topos dos interflúvios há o predomínio da Formação Botucatu, do Grupo São Bento, que se constitui de arenitos de granulação fina a média, uniforme e com boa seleção de grãos foscos de alta esfericidade, avermelhados, apresentando estratificação cruzada. No interior da bacia, aparecem as litologias da Formação Pirambóia, também integrante do Grupo São Bento, e que se caracterizam por uma seqüência de camadas arenosas geralmente vermelhas, de

granulação média a fina, apresentando em alguns setores arenitos grossos e conglomeráticos, ou então, lâminas de silte ou argila, e possui estratificação plano-paralela e cruzada (Carpi, 1996).

Ocorre também a presença dos Depósitos Aluviais, de idade atribuída ao Quaternário, formados durante o Holoceno, constituídos de sedimentos arenosos mal consolidados, com areias de granulação média. São encontrados nas várzeas dos rios que compõem a bacia em questão. Tratam-se de terrenos escuros, hidromórficos, de espessura variada, cuja utilização mostra-se inviável, pois apresentam excesso de água e de acidez, apesar de sua aparente fertilidade (Sanchez, 1971), possuem origens distintas relacionadas a deposições ocorridas sob diferentes ambientes, o que ocasiona a “sucessão de fácies litológicas com diferenciados graus de resistência imposta aos agentes externos” (Carpi, 1992).

Os atributos geológicos supracitados exercem notável influência na esculturação do relevo da bacia. Soma-se a isso a influência de diferentes condições climáticas ocorridas ao longo dos períodos que se sucederam, submetendo a superfície à ação de diferenciados ciclos morfogenéticos e obtêm-se o que hoje se observam como formas relíquias exercendo certo grau de controle lito-estrutural.

O citado autor aponta a presença de uma superfície de cimeira que seria uma dessas formas relíquia, mas que se encontra já fora dos limites da bacia. Contudo teria sido o arrasamento desta superfície, aliado a zonas de fraqueza estrutural, que possibilitou o recuo das vertentes propiciando o encaixe e posterior entalhamento dos cursos de água sobre fácies litológicas menos resistentes, aprofundando os talvegues e gerando assim vertentes com grau de declividade acima de 30%.

Em toda a área nota-se a predominância da classe de declividade que vai de 12% a 20%, fato que aliado às características do solo, inviabiliza seu uso para a agricultura, o que explica a presença marcante de pastagens, sendo a pecuária uma das atividades mais exercidas que podem ser ali observadas.

A partir do médio curso, ao longo das baixas vertentes que envolvem o canal fluvial do córrego Tucum, vê-se declividades entre 2% e 5% que correspondem às áreas de deposição dos sedimentos de montante. Essa classe também é observada nos topos que se mostram assim, relativamente planos, o que denota haver um possível controle estrutural.

Apesar das discrepâncias existentes em setores isolados, onde uma vertente com baixa declividade bruscamente se converte em vertente abrupta (no caso das áreas onde se encontram as formas erosivas mais acentuadas), ou onde ocorrem topos mais ou menos planos de possível controle estrutural, toda a bacia apresenta uma declividade razoavelmente homogênea, resultante de uma uniformidade das formas de relevo.

Ressalta-se contudo, que ao longo das principais rodovias que cortam a bacia ocorre uma descaracterização do relevo em função dos cortes e aterros por essas produzida.

Analisando a Carta de Dissecação Horizontal o que se nota é o predomínio de duas classes na bacia do córrego Tucum: A classe que vai de 80 a 160 metros e a de 160 a 320 metros, ambas aparecendo em todos os setores da bacia. A primeira é a que ocorre mais, demonstrando o predomínio de um padrão médio nas distâncias interfluviais. A segunda está ligada à presença de cimeiras relativamente planas que possuem maior distância entre si.

As classes de dissecação que indicam setores menores que 10 metros e de 10 a 20 metros aparecem espacialmente bastante reduzidas, sendo encontradas principalmente nas confluências fluviais. O setor em que essas classes são mais notáveis é a alta bacia devido ao fato de haver ali um intrincado conjunto de canais bem próximos entre si decorrente da evolução dos processos de voçorocamento.

A classe de dissecação superior a 320 metros acontece em apenas cinco pontos em toda a área estudada, sendo os que aparecem na média/alta bacia os que possuem maior expressividade.

A análise das vertentes da bacia do córrego Tucum permite destacar que se tratam de longas rampas, com baixo gradiente clinográfico, cuja acentuação se produz às margens do canal principal. A esse respeito novamente pode-se atribuir a influência da superposição litológica ocorrente na área. Destaca-se que a Formação Botucatu, apresenta arenitos mais friáveis, de baixíssima resistência aos agentes intempéricos, sendo inclusive mais permeáveis, enquanto a Formação Pirambóia possui arenitos de maior resistência, sendo ambos contudo, litologias sedimentares de fraco grau de consolidação. A permeabilidade diferenciada produz uma dissimetria no comportamento do fluxo de escoamento da água superficial bem como na dinâmica das águas subterrâneas. Assim, observa-se na figura 2 a ocorrência de patamares estruturais e rupturas de declive que são indicadores do controle

exercido pela componente litoestrutural.

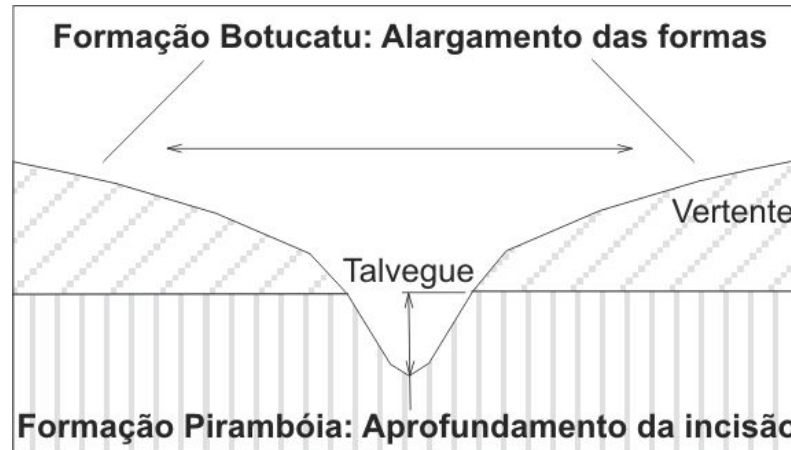


Fig. 2 – Influência da componente lito-estrutural na esculturação do relevo

A respeito da Carta de Dissecação Vertical, o que se pode tomar como análise é o fato de mesmo nos topos relativamente planos não haver uma aparente concordância na distribuição das classes. Isso pode ser explicado como um atributo da geometria da bacia do córrego Tucum, que possibilita a ocorrência de setores com classes entre 10 e 15 metros emparelhados com setores onde a dissecação encontra-se acima de 25 metros. Tal geometria pode ser compreendida tomando-se como pressuposto que há vertentes drenando para canais relativamente próximos, mas que cada canal possui seu próprio grau de dissecação vertical que irá ou não ser discrepante em relação ao do canal vizinho.

Assim sendo, o mosaico apresentado pela citada carta poderia ser interpretado como uma representação equivocada se não fossem consideradas as peculiaridades de cada sub-bacia, que no conjunto deste documento cartográfico produz um efeito de heterogeneidade sobre a bacia estudada.

É notável portanto que algumas vertentes, cuja diferença altimétrica em relação ao talvegue é mais expressiva, apresentem a classe ≥ 25 metros sem possuir contudo aparente relação entre si. Os únicos setores onde isso é uma exceção estão localizados no médio/baixo curso do córrego Tucum, na margem esquerda do canal principal.

Além da classe ≥ 25 metros que atua sobre diversas vertentes na área estudada, nota-se com mais relevância espacial as classes ≤ 5 metros e de 5 a 10 metros, correspondentes aos setores cuja dissecação vertical é baixa. A predominância desta classe

sobre as demais pode ser explicada pela grande quantidade de pequenos afluentes distribuídos na área da bacia do córrego Tucum e sua complexidade levando-se em conta o padrão dendrítico que impera na drenagem da região. O próprio canal do citado córrego possui relevância espacial particular em relação as vertentes que o envolvem, principalmente por possuir um amplo vale deposicional.

Novamente cita-se que as características litológicas contribuem para que haja na área da bacia uma forte dissecação atribuída ao aprofundamento do talvegue em relação às vertentes que o circundam, fato que se relaciona como já foi dito às diferenças de friabilidade e resistência das rochas sedimentares ali encontradas.

Por fim, o cruzamento das informações acima descritas, realizado com a elaboração da Carta da Energia do Relevo, possibilitou a constatação de que predominam em toda a bacia do córrego Tucum classes de energia desde Medianamente forte a Muito forte. Tal constatação permite que sejam levantadas as seguintes considerações:

- 1 Setores com baixa declividade, mas com alta dissecação horizontal denotam a energia potencial atuante, sobretudo nas confluências dos cursos fluviais. Em campo pode-se verificar que este dado é bastante visível na forma de entalhamentos expressivos do talvegue nos setores da alta bacia e nas áreas sob influência dos processos erosivos remontantes, que produzem uma retirada de material a partir da base das vertentes;
- 2 As áreas em que a classe de Dissecação vertical é mais elevada são os interflúvios com maior altura em relação ao talvegue. Este dado representa um fator determinante para a classe de energia do relevo Medianamente forte, pois se considera que as vertentes que se estendem a partir desses topos tenham maior potencialidade de transporte dos sedimentos ocasionada pela componente gravitacional.
- 3 Verifica-se que, muito embora haja vertentes com declividades médias (entre 5% e 12%) os setores por estas ocupados encontram-se mapeados sob a classe de Energia do relevo Forte. Tal fato se explica pelo comprimento de rampa muito longo, que funciona como potencializador da energia do escoamento pluvio-erosivo.

- 4 É quase inexistente a classe de energia do relevo Fraca, sendo o setor de maior expressividade desta vinculado à um colo topográfico bastante notável. Dessa forma pode-se inferir que este é um dos únicos setores da bacia que apresentam relativa estabilidade do ponto de vista denudativo

Conclui-se, portanto que a bacia do córrego Tucum apresenta atributos morfométricos potencializadores dos processos morfogenéticos, fato evidenciado pela expressividade das classes mais elevadas de energia do relevo. Este dado aliado à fragilidade das estruturas litológicas que compõem o substrato geológico na bacia, demonstra haver uma grande suscetibilidade da área a sofrer processos de erosão linear acelerada.

5 – Conclusões

O mapeamento morfométrico permitiu constatar que a morfologia da bacia do córrego Tucum apresenta imensa fragilidade evidenciada pela análise quantitativa das formas de seu relevo. Os indicadores da forte energia do relevo encontram-se na maioria dos casos relacionados a vertentes com grande comprimento de rampa ou a altos gradientes clinográficos, ambos determinantes no aumento da energia do fluxo de águas pluviais, os principais agentes denudativos.

A dinamização de processos de erosão linear acelerada encontra-se estreitamente ligada às características morfométricas apontadas. Contudo, soma-se a isso atributos físicos de notável influência nos processos de elaboração do relevo, tais como o arcabouço geológico, a componente climática, as características do solo e a vegetação deteriorada. Além disso, a atuação antrópica apresenta-se como um dos elementos mais expressivos, seja através do mau uso do solo, seja pelo mau planejamento urbano, cujo desenho viário promove a concentração das águas pluviais, encaminhando-as diretamente às áreas de maior fragilidade do terreno.

A partir dos resultados obtidos pode-se inferir que a técnica proposta contribuiu de maneira satisfatória para as análises morfométricas do projeto em que o presente trabalho encontra-se inserido. A Carta de Energia do Relevo apresentou um acabamento de melhor

qualidade, uma vez que as cores referentes às classes de energia foram preenchidas digitalmente. O tempo para elaboração da carta também foi um dos fatores indicativos de que a técnica empregada é substancialmente mais vantajosa que os procedimentos analógicos.

6 - Referências Bibliográficas

CARPI JR, S. (1992) As vertentes do córrego Tucum (São Pedro, SP) e seu significado morfogênético. GEOGRAFIA, Rio Claro, 17(1):. 77-90.

CARVALHO, P.F.de (2003) Águas nas cidades: reflexões sobre usos e abusos para aprender novos usos. In BRAGA, R. e CARVALHO, P.F. de. Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional. Rio Claro, LPM/Deplan/IGCE-Unesp:. 09-35

CHRISTOFOLETTI, A. (1979) Análise de sistemas em Geografia. São Paulo: HUCITEC. 106p.

CUNHA, C.M.L. (2001) A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental. Tese de doutorado. UNESP/IGCE – Rio Claro. 128p.

DE BIASI, M. (1992) A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, n.6, p. 45-60.

ESTADO DE SÃO PAULO – COORDENADORIA DE AÇÃO REGIONAL DIVISÃO DE GEOGRAFIA (1978) Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. Cartas Topográficas: São Pedro III (SF-23-Y-A-IV-1-NE-D), Ribeirão da Grama (SF-23-Y-A-IV-1-NE-C), Águas de São Pedro I (SF-23-Y-A-IV-1-NO-F), Águas de São Pedro II (SF-23-Y-A-IV-1-NE-E).

MENDES, I.A. (1993) A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do córrego Lafon – Araçatuba – SP. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFCHL, Universidade de

São Paulo, São Paulo. 171p.

SANCHEZ, M.C. (1986/87) Monitoramento de forma de erosão acelerada no córrego Tucunzinho, no município de São Pedro (SP, Brasil). Boletim de Geografia Teorética V. 16-17 (31-34) p. 276-284.

SILVA, D.L. (2004) Análise morfométrica da bacia do córrego do Lageado(SP). Trabalho de Conclusão do curso. Deplan- IGCE/UNESP – Rio Claro. 66p.

SPIRIDONOV, A.I. (1981) Principios de la metodologia de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico. Habana: Universidad de la Habana, Facultad de geografia. 3v.

TRICART, J. (1965) Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris: Masson, 496p.

ZACHARIAS, A. A. (2001) Metodologias convencionais e digitais para a elaboração de cartas morfométricas do relevo. Tese (Doutorado) – IGCE/UNESP, Rio Claro. 166p.