



A INFLUÊNCIA DA DECLIVIDADE NOS PROCESSOS EROSIVOS DA BACIA DO TIJUCO PRETO – SP

SILVEIRA, A. ¹

1- Graduando em Geografia, Estagiário do Lab. De Geomorfologia/ Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN)/IGCE/UNESP – Rio Claro. alans@rc.unesp.br

CUNHA, C.M.L.da²

2- Prof. do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN)/IGCE/UNESP – Rio Claro. cenira@rc.unesp.br

RESUMO

Esta pesquisa teve como principal objetivo correlacionar o fator declividade com formas de relevo, visando à análise de como a inclinação das vertentes interfere na geração das formas vinculadas aos processos erosivos. Para avaliar o papel do componente características das encostas, utilizou-se dos recursos da cartografia geomorfológica, a partir da elaboração da carta de declividade, de acordo com orientação técnica de De Biase (1970) e da carta geomorfológica, a partir de procedimentos embasados em Tricart (1965). Assim, este trabalho, embasado metodologicamente na *Teoria Geral dos Sistema*, adotou como unidade de análise a bacia hidrográfica, mais especificamente a bacia do Ribeirão Tijuco Preto – SP. A escolha desta unidade de análise justifica-se dada à intensidade dos processos erosivos que foram registrados “in loco”, considerando que a intervenção humana procede-se via expansão da malha urbana e pelo cultivo da monocultura canavieira. O objeto selecionado para esse estudo, apresenta uma área aproximada de 85,15 Km² e está localizada no interior do estado de São Paulo, encontrando-se posicionada, de acordo com o IPT (1981a), na Província Geomorfológica denominada de Depressão Periférica Paulista, Zona do Médio Tietê, estabelecendo-se aproximadamente entre as latitudes 22°42'17" e 22°51'36" S, e as longitudes 47°30'30" e 47°37'03" W. Para esta unidade de análise, a bacia do Tijuco Preto, o declive tem papel significativo no desenvolvimento dos processos erosivos, sobretudo em áreas de classes elevadas, comprovados pela presença de formas vinculadas a processos erosivos lineares. Tais áreas, desprovidas de cobertura vegetal, tomada pela monocultura canavieira e/ou pela urbanização sofrem o agravo da dinâmica erosiva. No entanto, pode-se verificar na bacia de estudo que mesmo em áreas de classes reduzidas de declive, foram detectados processos erosivos atuantes, auxiliados pela presença da monocultura canavieira e/ou da urbanização, associados a outros processos controladores.

Palavras chaves: Bacia Hidrográfica, Declividade e Processos Erosivos

INTRODUÇÃO

A Geomorfologia tem como objeto de estudo as formas e os processos atuantes no sistema relevo, propiciando a compreensão e análise dos processos erosivos, considerando os

fatores controladores, como: erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características das encostas (CUNHA e GUERRA, 1996).

Embora considere tais fatores controladores como indissociáveis, perante uma abordagem sistêmica, o presente trabalho pretende avaliar o papel do componente características das encostas, utilizando-se dos recursos da cartografia geomorfológica, a partir da elaboração da carta de declividade, de acordo com orientação técnica de De Biase (1970) e da carta geomorfológica, a partir de procedimentos embasados em Tricart (1965).

Assim, esta pesquisa teve como principal objetivo correlacionar o fator declividade com formas de relevo, visando à análise de como a inclinação das vertentes interfere na geração das formas vinculadas aos processos erosivos. Koffler (1994, p.168), quanto à relevância da carta de declividade, argumenta:

A carta de declividade, como forma de representar quantitativamente o comportamento espacial do relevo, tem as mais diversas aplicações, especialmente nas áreas de geomorfologia, hidrologia, engenharia, atividades militares e planejamento territorial. O principal motivo disto é o fato de que a inclinação do terreno tem fundamental influencia nas taxas de escoamento superficial das águas da chuva, nos processos de erosão do solo, no assoreamento de rios e na ocorrência de inundações, bem como no fluxo de pessoas e veículos nas ruas e estradas.

O mapeamento geomorfológico, constituído de uma ampla concepção de símbolos, apresenta tanto as feições naturais quanto as antrópicas no modelado terrestre, permitindo o apontamento/localização dos processos erosivos atuantes na área de estudo. Cunha (2001, p.67), acrescenta que a informação da carta geomorfológica referente a morfografia, pode ser “identificada através dos diversos símbolos que localizam e espacializam as formas de relevo, e apresentando a extensão destas. Estes símbolos devem já transmitir a noção dos processos que deram origem a tais formas”.

Portanto, este trabalho, embasado metodologicamente na *Teoria Geral dos Sistema*, adotou como unidade de análise a bacia hidrográfica, mais especificamente a bacia do Ribeirão Tijuco Preto – SP. A escolha desta unidade de análise justifica-se dada à intensidade dos processos erosivos que foram registrados “in loco”, considerando que a intervenção humana procede-se via expansão da malha urbana e pelo cultivo da monocultura canavieira.

A ÁREA DE ESTUDO

O objeto selecionado para esse estudo apresenta uma área aproximada de 85,15 Km² e está localizada no interior do estado de São Paulo, encontrando-se posicionada, de acordo com o IPT (1981a), na Província Geomorfológica denominada de Depressão Periférica Paulista, Zona do Médio Tietê, estabelecendo-se aproximadamente entre as latitudes 22°42'17'' e 22°51'36'' S, e as longitudes 47°30'30'' e 47°37'03'' W.

Para Almeida, (1964) a zona do Médio-Tietê é coberta por uma rede de drenagem bastante organizada, em que se destacam o Tietê e seus dois afluentes, o Piracicaba e o Sorocaba. O padrão geral da drenagem é dendrítico, notando-se porém algum controle estrutural a partir de diáclases e da presença de corpos litológicos mais resistentes, especialmente de diabásio. Os sistemas de relevo mais característico da zona do Médio-Tietê são as Colinas Amplas, Colinas Médias e os Morretes Alongados e Espigões (IPT, 1981a).

De acordo com IPT (1981b) encontram-se sob a área de estudo litologias Paleozóicas referentes ao Grupo Tubarão e Passa Dois e Mesozóicas referentes ao grupo São Bento. O Grupo Tubarão se faz presente através das Formações Itararé, do Carbonífero Superior e Tatuí, do Permiano Médio, enquanto o Grupo Passa Dois é representado pela Formação Iratí, do Permiano Superior. No Grupo São Bento registra-se a presença da Formação Serra Geral, vinculada ao Jurássico e compreendida por rochas vulcânicas dispostas em derrames basálticos e intrusões de diabásio.

As litologias citadas dão origem, segundo a Carta Pedológica Semi-detalhada do IAC (1989), na Bacia do Tijuco Preto, a solos do tipo Latossolos, Terra Roxa, Litólicos e Podzólicos. Atualizando essas informações, a partir da nova classificação de solos estabelecida pela EMBRAPA (1999), a área fica caracterizada pela presença de: Latossolos, Nitossolos, Neossolos e Argissolos.

As condições pedológicas mencionadas estão sujeitas, conforme dados obtidos por Silva e Pfeifer (1998), a um regime pluviométrico de duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão, que se estende de outubro a abril e outra seca de inverno, se estendendo de maio a setembro. O mês de agosto é o mais seco, com precipitação média de 30mm e março é o mais chuvoso, com média de 221mm de chuva. A precipitação média anual é de 1.374mm.

Diante do quadro natural apresentado, a área de estudo é marcada, do ponto de vista da interferência humana, pela expansão urbana do município de Rio das Pedras, no setor de nascente e do município de Piracicaba, já no setor de deságüe. No entanto, a grande

interferência antrópica detectada na bacia do Tijuco Preto é a monocultura canavieira, grande responsável pelos processos erosivos atuantes nesta área.

O MÉTODO

A orientação metodológica esteve calcada nos princípios que norteiam a *Teoria Geral dos Sistemas* aplicada à ciência geográfica, principalmente no que diz respeito aos constituintes geomorfológicos. Christofolletti (1997, apud Vicente e Peres Filho 2003, p.333), ressaltou a importância de tal método definindo sua utilidade para a análise geomorfológica:

A abordagem sistêmica surge como plenamente adequada à análise geomorfológica, pois considera que um sistema é constituído por um conjunto de elementos interconectados que funcionam compondo uma complexa entidade integrada. Nos sistemas geomorfológicos, as partes constituintes são representadas pelas formas topográficas, integradas pela ação dos processos morfológicos, enquanto os condicionamentos ambientais são representados pela dinâmica atmosférica e fatores geodinâmicos terrestres.

Quanto às definições de sistemas, Hall e Fagem (1956, apud Chistofolletti 1979), além de Thornes e Brunsten (1977, apud Chistofolletti 1979), argumentam respectivamente que os sistemas se caracterizam pelo seu funcionamento e relacionamento, e o sistema funciona para executar determinada tarefa, procurando atingir um objetivo ou finalidade. Assim, Christofolletti (1979, p.3) acrescenta que “os sistemas são organizados para realizar determinada finalidade no conjunto da natureza”. Exemplifica as bacias hidrográficas que se organizam para escoar a quantidade de água e de detritos que são fornecidos para a sua área de drenagem. Mattos e Peres Filho (2004, p. 17), quanto a bacias hidrográficas, acrescentam:

Vista como uma unidade organizada complexa (Morin, 1977), a bacia hidrográfica é formada por subsistemas, de cujas interações resulta a organização do sistema como um todo integrado. A delimitação desses subsistemas varia em função dos objetivos de cada estudo, subdivididas nas zonas de produção, transferência e deposição.

AS TÉCNICAS

A carta de declividade, qualificada como uma carta morfométrica, que objetiva quantificar as formas de relevo a partir de sua geometria, foi elaborada a partir de procedimentos cartográficos de De Biase (1970), com a utilização de um ábaco graduado em

porcentagem, deslocando-o entre as curvas de nível da base cartográfica (IBGE, 1969, 1:50.000). As diferentes classes e sua justificativa de aplicação seguem abaixo:

- Declividade < 2%: áreas susceptíveis a inundação;
- Declividade entre 2% a 5%: a partir de 5% é possível à urbanização sem restrições quanto à possibilidade de inundação;
- Declividade entre 5% a 12%: terrenos onde é possível à urbanização e a mecanização agrícola;
- Declive entre 12% a 20%: acima de 12% há restrições à mecanização agrícola;
- Declive entre 20% a 30%: até 30% de declive é permitida a urbanização;
- Declive acima de 30%: área inadequada para a urbanização.

Já a carta geomorfológica foi elaborada a partir das recomendações técnicas estabelecidas por Tricart (1965). O autor recomenda a utilização de fotografias aéreas para a compreensão das formas e dos processos estabelecidos no relevo, fazendo uso do estereoscópio. Para esta carta foram utilizadas as fotografias disponibilizadas pelo Serviço de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE), na escala 1:25.000, do ano de 1995. Com referência a simbologia, o estudo seguiu a proposta determinada pelo autor citado, sendo que esta se constitui de ampla concepção de símbolos, tanto para as feições naturais, quanto para as antrópicas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A carta de declividade da Bacia do Ribeirão Tijuco Preto permitiu-nos constatar que esta apresenta grande diversidade de declives, haja vista o espaçamento irregular entre suas curvas de nível. O setor de nascentes, patamar de maior altimetria da bacia é marcado por declives menos acentuados (>2%, 2 a 5% e 5 a 12%), embora os canais de primeira ordem e as vertentes próximas ao curso principal denotem um declive mais considerável (12 a 20%, 20 a 30% e >30%).

O setor da média bacia, apresentou resultados interessantes do ponto de vista do declive, visto que, o interflúvio entre o Ribeirão Tijuco Preto e de seu principal afluente, o

Ribeirão da Batistada, apresenta declives suavizados ($>2\%$ e 2 a 5%), separando nitidamente, de forma sub-tabular, os cursos fluviais. Esclarece-se que na porção leste da média bacia, onde se encontra o Ribeirão Tijuco Preto, os declives são acentuados, com canais de primeira ordem cercados por classes mais elevadas (20 a 30% e $>30\%$). Já no setor oeste, onde se encontra o Ribeirão da Batistada, as vertentes estão suavizadas, muito embora, quando próximas ao canal de drenagem, na baixa vertente, o declive se acentue (12 a 20%, 20 a 30% e $>30\%$).

O setor da baixa bacia é marcado pelo deságüe do Ribeirão Batistada no Ribeirão Tijuco Preto, sendo que o interflúvio sub-tabular, nas proximidades do encontro, adquire declives mais elevados (5 a 12% e 12 a 20%), comparados aos patamares a montante. Próximo ao deságüe, destacam-se sub-bacias de primeira ordem na margem direita, cujas vertentes apresentam declives mais elevados (12 a 20%, 20 a 30% e $>30\%$), os quais reduzem-se progressivamente de acordo com a proximidade do nível de base do Tijuco Preto, representado pelo Rio Piracicaba.

Correlacionando os apontamentos da carta de declive às feições identificadas na carta geomorfológica, pode-se constatar que na porção mais elevada da bacia, com declives mais suavizados, a dinâmica fluvial torna-se comprometida pela presença da área urbana de Rio das Pedras. As cabeceiras de drenagem possuem formas côncavas desgastadas, enquanto as vertentes sofrem atividades erosivas causadas pela retirada da cobertura vegetal. As ruas comportam-se como verdadeiros carreadores de sedimentos e entulhos para os cursos fluviais, haja vista o comprometimento do escoamento superficial.

Na parte leste da média bacia, onde o declive possui significância, os processos erosivos acentuam-se por este fenômeno, mas também sofrem influência das atividades humanas, visto que este setor é tomado pela monocultura da cana-de-açúcar. Encontram-se canais de primeira ordem entalhados e processos erosivos lineares acelerados nas vertentes, que geram sulcos erosivos e ravinamentos, margeados por prolongadas rupturas de declive.

Com relação ao interflúvio sub-tabular, entre o Ribeirão Tijuco Preto e o Ribeirão Batistada, embora as vertentes sejam suavizadas, os processos erosivos não deixam de existir, visto que a monocultura canavieira ocupa grande parte da área. Convém ressaltar que nesta área algumas medidas de conservação foram adotadas, com destaque para os terraceamentos agrícolas, porém mostraram-se ineficientes, já que neste setor encontram-se inúmeros sulcos erosivos.

No setor oeste, os processos se intensificam, conforme o aumento do declive nas baixas vertentes próximas ao Ribeirão Batistada, que também sofre influência da ocupação por cana-de-açúcar. Na baixa bacia, o declive do interflúvio sub-tabular se acentua e sofre influência tanto do bairro rural Vila Tupi, pertencente à Piracicaba, como de uma rodovia pavimentada (SP- 304). Neste cenário os aterros deformam a topografia e as vertentes sofrem processos denudativos marcados pelas rupturas de declive.

Na confluência dos Ribeirões Batistada e do Tijuco Preto, tais processos são reduzidos, visto que a área é ocupada por reflorestamento pertencente ao Horto Florestal de Tupi, muito embora se conteste a eficiência dos Eucaliptos e dos Pinus Eliot, quanto à efetividade na redução dos processos erosivos. O setor de deságüe é marcado, como em toda a bacia, pela ocupação da monocultura canavieira, intensificando os processos erosivos e conseqüente assoreamento dos cursos fluviais.

CONCLUSÃO

Sob os auspícios da abordagem sistêmica, tendo em vista a bacia hidrográfica como unidade de análise, a declividade do modelado terrestre pode ser atribuída como um dos fatores controladores do processo erosivo. Assim, a carta de declividade surge como plenamente adequada a quantificar a geometria das formas do sistema relevo.

A carta geomorfológica, adotado procedimentos técnicos eficientes, apresenta, através das feições do sistema relevo, a possibilidade da compreensão dos processos erosivos, da dinâmica atuante na unidade de análise e dos modelados gerados pela interferência antrópica.

Para esta unidade de análise específica, a bacia do Tijuco Preto, o declive tem papel significativo no desenvolvimento dos processos erosivos, sobretudo em áreas de classes elevadas, comprovados pela presença de formas vinculadas a processos erosivos lineares. Tais áreas, desprovidas de cobertura vegetal, tomada pela monocultura canavieira e/ou pela urbanização sofrem o agravo da dinâmica erosiva.

No entanto, pode-se verificar na bacia de estudo que mesmo em áreas de classes reduzidas de declive, foram detectados processos erosivos atuantes, auxiliados pela presença da monocultura canavieira e/ou da urbanização, associados a outros processos controladores.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M.de. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. **Boletim do Instituto Geográfico e Geológico**. São Paulo, v.41, p.169-263, 1964.
- CHIRSTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUI TEC, 1979.
- CUNHA, C.M.L. **A Cartografia do Relevo no Contexto da Gestão Ambiental**. Rio Claro: UNESP, 2001, 128p. Tese (doutorado em geociências e meio ambiente) – IGCE – UNESP, 2001.
- CUNHA, S.B.C.; GUERRA, A.J.T.G. **Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- DE BIASE, M. Cartas de Declividade: Confecção e Utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n.21, p. 8-12, 1970.
- EMBRAPA-EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Brasília: DF, 1999.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS-IAC. **Carta Pedológica Semi-Detalha do Estado de São Paulo**: Folha de Piracicaba (SF.23-Y-A-IV), escala 1:100.000, 1989.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Cartas Topográficas**: Folhas de Piracicaba (SF.23-Y-A-IV-2) e Capivari (SF.23-Y-A-IV-4), escala 1:50.000. Departamento de produção Gráfica, 2ª impressão, 1988.
- IPT, INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981 a.
- IPT, INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981 b.
- MATTOS, S.H.V.L.de; PEREZ FILHO, A. Complexidade e Estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Goiânia, ano 5, n.1, p.11-18, 2004.
- KOFFLER, N.F. Carta de Declividade da Bacia do Rio Corumbataí para análise Digital (SIG). **Geografia**. Rio Claro, v.19, n.2, p.167-182, 1994.
- SILVA, D.A.; PFEIFER, R.M. Zoneamento de Uso das Terras da Estação Experimental de Tupi-SP. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v.10, n. 1, p. 23-38, 1998.
- TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson et Cie, 1965.

VICENTE, L.E; PERES FILHO, A. Abordagem Sistêmica em Geografia. **Geografia**. Rio Claro, v.28, n.3, p. 323-344, 2003.