

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO CÓRREGO DO LAJEADO (SP)

Deuzimar Lopes da Silva

Geógrafo, graduado pelo IGCE - UNESP / Rio Claro - SP
deuzlsrc@ig.com.br

Cenira Maria Lupinacci da Cunha

Prof^a. Dra. Depto. Planejamento Territorial e Geoprocessamento
UNESP / Rio Claro - SP
cenira@rc.unesp.br

RESUMO

No presente estudo buscou-se investigar a Bacia do Córrego do Lajeado, no município de Corumbataí – SP, utilizando-se de conceitos e métodos já consolidados no conhecimento geomorfológico, considerando-se como relevante as ações antrópicas na esculturação do relevo local. Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar as condições morfométricas nessa bacia hidrográfica e compreender as alterações antrópicas nas áreas de nascentes, atualmente ocupadas pela atividade agropecuária e em parte por fragmentos de mata. Concluiu-se que em função do uso desordenado da terra, no conjunto da bacia, as nascentes e os cursos de água estão comprometidos, enquanto elementos da paisagem responsáveis pela manutenção dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Geomorfologia, Análise Morfométrica, Relevo, Bacia Hidrográfica, Uso da Terra.

MORPHOMETRICAL ANALYSIS OF THE LAJEADO STREAM BASIN (SP)

ABSTRACT

The present study investigated the Lajeado Stream Basin, in the town of Corumbataí, SP, by using concepts and methods previously consolidated within the geomorphological knowledge, taking into consideration as relevant the anthropical actions over the local relief sculpture. So, the general aim of the present research was the analysis of the morphological conditions inside this hydrographic basin, and the comprehension of the antropic alterations inside the spring areas, presently occupied by the agribusiness activity and partially by forest fragments. It was concluded that due to the disorganized usage of the land as a whole, the basin, the springs as well as the streams are jeopardized, while as elements of the landscape responsible for the hydro resources maintenance.

Key words: Geomorphology; Morphometrical Analysis; Relief; Hydrographic Basin; Land Usage.

INTRODUÇÃO

Para Mendes (1993), as variadas formas de relevo que compõem a paisagem evidenciam a atuação de dois tipos de forças geneticamente antagônicas, um deles, vinculado à dinâmica das camadas estruturais do planeta, origina formas de relevo endógenas ou estruturais. O outro tem sua origem na parte exterior da Terra e produz as formas de relevo exógenas ou esculturais, incluindo-se nesse último os relevos provenientes das intervenções antrópicas. A

Recebido em 25/04/2008

Aprovado para publicação em 11/05/2008

autora citada destaca que ao longo do tempo geológico, essas duas forças vêm atuando de forma descontínua e diversificada.

Os processos geomorfológicos são elaboradores das formas de relevo, as quais se constituem no substrato das edificações antrópicas, portanto compreende-se a importância que vêm tomando a identificação e o entendimento dos mecanismos destes processos (MENDES, 1993). Assim, a autora destaca que os estudos voltados para a compreensão desses processos datam do final do Século XIX, mas que somente a partir da década de 70 é que os estudos geomorfológicos começam a abordar enfaticamente a interação entre as formas de relevo e a ação do homem.

Segundo Casseti (1991) ao mesmo tempo em que o relevo terrestre se refere a um componente da natureza, constitui-se em recurso natural, revestindo-se assim de interesse geográfico e de preocupação ambiental. Portanto, para o autor citado, este jamais poderá deixar de ser tratado sob o prisma antropocêntrico.

Neste contexto, para Christofolletti (1980), os estudos relacionados com as drenagens fluviais sempre possuíram função relevante na geomorfologia e a análise da rede hidrográfica pode levar à compreensão e elucidação de numerosas questões geomorfológicas, pois, segundo o autor, os canais fluviais constituem agentes morfogenéticos dos mais ativos na esculturação da paisagem terrestre. Segundo Christofolletti (1980) a análise de bacias hidrográficas começou a apresentar caráter mais objetivo a partir de 1945, com a publicação do notável trabalho do engenheiro hidráulico Robert E. Horton, que procurou estabelecer as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias.

De acordo com os princípios acima expostos, no presente estudo buscou-se investigar o relevo da Bacia do Córrego do Lajeado, no município de Corumbataí – SP, utilizando-se dos conceitos e métodos já consolidados no conhecimento geomorfológico, considerando-se como relevante as ações antrópicas na alteração do relevo local.

Assim, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar as condições morfométricas da bacia hidrográfica do Córrego do Lajeado e compreender as alterações antrópicas nas áreas de nascentes, atualmente ocupadas pela atividade agropecuária e em parte por fragmentos de mata. Para atingir tal objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a morfometria da área, com ênfase a declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical do relevo;
- Compreender e aplicar técnicas de cartografia digital, apresentadas por Zacharias (2001) para a elaboração das cartas de dissecação horizontal e vertical;
- Sintetizar os dados morfométricos através da elaboração da carta de Energia do Relevo;
- Analisar os documentos morfométricos produzidos com o objetivo de reconhecer a dinâmica morfométrica da área;
- Compreender, através de levantamentos de campo, como a atuação antrópica atualmente vem comprometendo a área em estudo.

O relevo é a base das construções antrópicas, portanto é imprescindível para a análise ambiental. Assim, a análise morfométrica na Bacia do Córrego do Lajeado em escala detalhada (1:10.000) foi necessária para que, em conjunto com as demais informações bibliográficas existentes, fosse possível compreender a evolução das formas de relevo local. Além disso, procurou-se, através de pesquisas de campo, diagnosticar e avaliar os impactos no relevo provocados pelas atividades antrópicas desenvolvidas na área drenada por essa bacia hidrográfica, pois, as atividades agropecuárias desenvolvidas nessa área são extremamente predatórias e socioeconomicamente insustentáveis a médio e longo prazo.

A escolha dessa bacia hidrográfica deve-se à presença de litologias frágeis e vulneráveis ao desenvolvimento de processos erosivos que prejudicam os solos e acabam assoreando os cursos d'água, promovendo perdas econômicas e descaracterizando a paisagem. Nesse contexto, é de fundamental importância a conservação das pequenas bacias (tal como a do Córrego do Lajeado), bem como dos pequenos canais de primeira e segunda ordem e das áreas de mananciais, nascentes, pois sem esses elementos da paisagem não haverá rios de grande e médio porte. Portanto, é necessário o conhecimento das bacias hidrográficas em sua totalidade, sejam elas pequenas, médias ou grandes.

MÉTODO E TÉCNICAS

Método

Com o propósito de alcançar os objetivos descritos optou-se pela abordagem direta e indireta do objeto de pesquisa. A abordagem direta foi efetuada através de trabalhos de campo visando reconhecer os diversos processos atuantes na evolução e transformação do relevo da área estudada. Nesse contexto, o reconhecimento detalhado da área, efetuado através de operações de campo, foi fundamental para a identificação da compartimentação do relevo, assim como dos principais impactos ambientais a que a área está submetida. A abordagem indireta realizou-se através de pesquisa da documentação bibliográfica, cartográfica e elaboração de documentos cartográficos.

No presente estudo, adotaram-se como orientação metodológica os princípios que regem a Teoria Geral dos Sistemas aplicados à ciência geográfica, pois essa metodologia possibilita uma análise criteriosa dos atributos geomorfológicos.

Ao definir sistemas Hall e Fagen (1956), citado por Christofolletti (1979, p. 01), consideram “um sistema como o conjunto dos elementos e das relações entre eles e entre os seus atributos”. Thorness e Brunnsden (1977), citado por Christofolletti (1979, p. 01), definem o sistema como “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizadas para executar uma função particular”, sendo que nessa perspectiva o sistema é um operador que, em determinado lapso de tempo, recebe o *input* e o transforma em *output*. Assim, Christofolletti (1979) chama atenção para a diferença entre as definições propostas por esses autores. Segundo este autor, para Hall e Fagen basta haver funcionamento e relacionamento para que o sistema seja caracterizado; para Thorness e Brunnsden, deve-se acrescentar que o sistema funciona para executar determinada tarefa, procurando atingir um objetivo ou finalidade. Dessa forma, Christofolletti (1979), concordando com estas idéias, considera que os sistemas são organizados para realizar determinada finalidade no conjunto da natureza e cita como exemplo as bacias hidrográficas que são organizadas para escoar a quantidade de água e de detritos que são fornecidos pela sua área de drenagem.

Levando-se em consideração a complexidade estrutural Chorley e Kennedy (1971), citado por Christofolletti (1979), distinguem onze tipos de sistemas: sistemas morfológicos; sistemas em seqüência; sistemas de processos-respostas; sistemas controlados; sistemas automantenedor; plantas; animais, ecossistemas; homem (considerado como um ser vivo); sistemas sociais; ecossistemas humanos. Desses, considera-se os quatros primeiros como relevantes para essa pesquisa.

No contexto geomorfológico, as redes de drenagem, as vertentes, as praias, os canais fluviais, as dunas, as restingas são exemplos de sistemas morfológicos nos quais se podem distinguir, medir e correlacionar as variáveis geométricas e as de composição (CHRISTOFOLETTI, 1979). Segundo Chorley e Kennedy (1971), citado por Cunha (2001), os sistemas processos-respostas são os de maior interesse dos geógrafos físicos, uma vez que estes representam a relação entre a cascata de massa e energia e a forma ou morfologia resultante da atuação de tal cascata.

Na presente pesquisa a análise da estrutura morfológica da Bacia do Córrego do Lajeado foi efetuada através do mapeamento morfométrico no qual se quantificou a geometria do relevo. A partir dessa quantificação, avaliaram-se qualitativamente tais dados através da elaboração da carta de energia do relevo, na busca de compreender os fluxos de matéria e energia possíveis de ocorrerem. Estes fluxos determinam as formas do relevo que, em análise conjunta com o uso do solo, possibilita compreender o grau de controle humano sobre tal morfologia.

Assim, para realizar a análise proposta nesta pesquisa foram elaborados diversos documentos cartográficos cujas técnicas são descritas a seguir.

TÉCNICAS

Base Cartográfica

Para a construção da base cartográfica utilizou-se as cartas topográficas do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo (primeira edição: 1979), em escala 1: 10.000, Bairro Boa Vista: SF-23-Y-A-I-4-NO-D, Bairro Itapé: SF-23-Y-A-I-4-NO-C, Corumbataí I: SF-23-Y-A-I-2-SO-F, Córrego Sant'ana: SF-23-Y-A-I-4-NO-A, Fazenda Sant'ana de Baixo: SF-23-Y-A-I-4-NO-B, Fazenda da Toca: SF-23-Y-A-I-2-SO-E. Essas cartas foram escaneadas, gerando-se um arquivo digital através do qual realizou-se a vetorização, "digitalização", dos dados topográficos. Nessa tarefa utilizou-se o programa computacional AutoCAD Map® 2000.

A base cartográfica da Bacia do Córrego do Lajeado constituiu-se no elemento chave para a elaboração das cartas morfométricas, as quais foram originalmente elaboradas em escala de 1:10.000, porém são apresentadas no presente trabalho a 1:40.000 devido as dimensões da área analisada. As técnicas morfométricas são a seguir descritas.

Carta Clinográfica ou de Declividade

A carta de declividade tem como objetivo quantificar a inclinação ou declive do relevo. Constitui-se em uma representação cartográfica da superfície terrestre importante para a gestão ambiental, uma vez que o uso da terra no espaço geográfico rural e urbano necessita de dados sobre a declividade do terreno para o manejo adequado do solo.

Para a elaboração da carta de declividade da Bacia do Córrego do Lajeado adotou-se como base a proposta de De Biasi (1970) e as adaptações apontadas por Sanchez (1993). Essa carta é construída a partir da análise criteriosa da forma em que o relevo é representado nas cartas topográficas.

Assim, com a aplicação de procedimentos matemáticos que exigem a identificação da eqüidistância das curvas de nível (desnível altimétrico) e a distância horizontal ou espaçamento entre as curvas, é possível obter a declividade do terreno.

Segundo De Biasi (1992), citado por Cunha (2001), os dados de declividade, em porcentagem, são obtidos através da seguinte fórmula:

$$D = \frac{n \cdot 100}{E}$$

Onde:

D = Declividade, em porcentagem;

n = Eqüidistância das curvas de nível (desnível altimétrico);

E = Espaçamento entre as curvas de nível (distância horizontal);

100 = Fator que possibilita a representação da declividade em porcentagem.

Para a definição das classes de declividade, considerou-se a recomendação de De Biasi (1992), citado por Cunha (2001), quanto a necessidade de se utilizar classes de acordo com o que está estabelecido por lei para os diferentes usos e ocupação territorial. Assim, para a Bacia do Córrego do Lajeado optou-se por seis classes, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1

Classes de declividade e o afastamento das curvas de nível

Classes de declividade		Afastamento das curvas de nível	
< 2%		2,47 cm	
2	5%	,47	1,0 cm
5	12%	1,0	0,41 cm
12	20%	,41	0,25 cm
20	30%	,25	0,16 cm
≥ 30%		0,16 cm	

As classes estabelecidas atendem aos objetivos da pesquisa, considerando-se as características da área e a escala da base cartográfica utilizada. Outro aspecto considerado, foi a legislação ambiental na qual a Lei Federal 6.766 / 79 (Lei Lehmann) que estabelece o limite máximo de 30% de declividade para urbanização sem restrições, assim estabeleceu-se uma classe ≥ 30%. A classe com limite de 2% trata-se de áreas de possível inundação e a de 12% corresponde ao limite máximo para uso de alguns equipamentos agrícolas. Os limites de 5% e 20% foram estabelecidos em função das peculiaridades da bacia hidrográfica, objetivando fornecer um maior detalhamento do atributo clinográfico.

Estabelecidas as classes, construiu-se segundo a orientação de De Biasi (1970), um ábaco graduado com as medidas apresentadas pelo espaçamento das curvas de nível. Assim, foram seguidas as recomendações do autor citado, que consistem no deslocamento deste através das diferentes curvas de nível, estabelecendo-se os limites das classes toda vez que o segmento referente a cada classe se encaixasse perfeitamente entre as curvas de nível, sendo estabelecido um ângulo de 90° entre estas. Tomou-se o cuidado de manter a seqüência entre as classes estabelecidas.

Para resolver o problema das áreas envolvidas por uma mesma curva de nível, topos e fundos de vales, dificuldade encontrada no decorrer da elaboração da carta clinográfica, foi adotada a proposta de Sanchez (1993). Essa proposta consiste na construção de um ábaco suplementar, com metade do valor da equidistância das curvas de nível (ábaco com medidas correspondentes a metade das medidas do ábaco principal) o qual é utilizado nas situações apontadas pelo autor.

Cada classe de declividade foi colorida de acordo com o proposto pela rosa cromática, seguindo-se ainda o princípio da intensidade do fenômeno.

Carta de Dissecação Horizontal

A carta de dissecação horizontal do relevo foi elaborada segundo a proposta de Spiridonov (1981). Assim, no processo de construção dessa carta compreende-se o relevo, representado nas cartas topográficas como um triângulo retângulo, no qual a linha de cumeada é possível de se obter através da interpretação dos setores de dispersão de água. Dessa forma, é possível identificar a distância entre tal linha e o talvegue fluvial já traçado.

Através dessa carta é possível identificar, na área da bacia hidrográfica, a distância que separa os divisores d'água e os talwegues. Assim, através desse documento cartográfico é possível avaliar o trabalho de dissecação elaborado pelos rios sobre a superfície de interesse.

A primeira etapa na elaboração dessa carta foi delimitar, na base cartográfica digital, todas as sub-bacias, estabelecendo a área drenada para cada pequeno canal fluvial, partindo-se sempre da delimitação das maiores bacias para as de menor extensão.

Nessa pesquisa, optou-se pela elaboração desse documento cartográfico através de técnica da cartografia digital, apresentada por Zacharias (2001). Para a autora, trata-se de uma técnica "semi-automática" que permite ao usuário o acompanhamento das etapas desenvolvidas pelo software. Assim, utilizou-se o programa computacional AutoCAD Map® 2000, que segundo Zacharias (2001), permite algumas análises geográficas, espaciais e funções de gerenciamento de banco de dados, que usualmente são disponíveis nos SIG's.

Para a construção da carta de dissecação horizontal da Bacia do Córrego do Lajeado estabeleceu-se as classes de dissecação de acordo com o universo das dimensões interfluviais da área. Tais classes foram representadas adotando-se como referência a faixa buffer, gerada pelo AutoCAD Map® 2000, localizada entre o divisor d'água e o canal fluvial. Para isso, durante as etapas de criação da zona buffer digitou-se, para cada faixa buffer, as medidas de distância offset correspondentes às classes de dissecação horizontal adotadas para a área, tal como consta na tabela 2.

Tabela 2

Classes de dissecação horizontal e medidas de distância da Zona Buffer

Classes de Dissecação Horizontal	Distância da Faixa Buffer (Offset)
< 10 m	5 m
10 ----- 20 m	10 m
20 ----- 40 m	20 m
40 ----- 80 m	40 m
80 ----- 160 m	80 m
160 ----- 320 m	160 m
≥ 320 m	Sem faixa buffer

Carta de Dissecação Vertical

A carta de dissecação vertical foi elaborada de acordo com a orientação técnica proposta por Spiridonov (1981). Essa carta permite classificar as áreas da bacia hidrográfica segundo o desnível vertical, ou seja, ela indica classes de altitude relativa entre as linhas de cumeada e o talvegue. Dessa forma, é possível analisar o grau de entalhamento realizado pelos canais fluviais, além de identificar e comparar os diferentes estágios desse entalhamento na área estudada.

A proposta de Spiridonov (1981) tem como primeira etapa a delimitação de cada pequena sub-bacia hidrográfica presente na área. Feito isso, identificam-se os pontos onde ocorrem as intersecções entre o talvegue e cada curva de nível, esses pontos são unidos às linhas de cumeada seguindo-se a linha de maior caída do relevo, isto é, a menor distância entre o talvegue e a linha de cumeada ou o divisor de água.

Spiridonov (1981) recomenda que as classes de dissecação vertical sejam estabelecidas de acordo o valor da equidistância entre as curvas de nível que retratará o desnível altimétrico entre a linha de cumeada e o talvegue. As referidas classes podem ser avaliadas através da tabela 03.

Os valores altimétricos são sempre medidos no mapa em relação ao talvegue, dessa forma, para análise da bacia na base cartográfica com escala 1:10.000, o setor do mapa entre o rio e a primeira curva de nível apresenta desnível menor que 5 metros. A área entre a primeira curva de nível, após o rio, e a segunda apresenta desnível entre 5 e 10 metros e assim sucessivamente, até o divisor d'água.

Tal como na carta de dissecação horizontal, optou-se pela elaboração da carta de dissecação vertical através da técnica "semi-automática" da cartografia digital, apresentada por Zacharias (2001). Assim, para a geração do arquivo digital utilizou-se o programa computacional AutoCAD Map® 2000.

Tabela 3

Classes de dissecação vertical e as cores representativas

Classes de Dissecação Vertical	Cores Representativas
< 5 m	verde escuro
5 ————— 10 m	verde claro
10 ————— 15 m	marelo
15 ————— 20 m	aranja
20 ————— 25 m	ermelho
25 ————— 30 m	arrom
≥ 30 m	Preto

Carta de Energia do Relevo

A carta de energia do relevo foi construída de acordo com a proposta de Mendes (1993). Trata-se de uma carta síntese elaborada a partir da combinação dos dados oferecidos pela associação das informações das cartas de declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical. Os critérios para a integração de tais informações foram definidos de acordo com as características da área, como sugere a autora citada. Assim, para a Bacia do Córrego do Lajeado estabeleceram-se seis classes semelhantes a aquelas vinculadas às outras três cartas morfométricas. Cada classe é definida por uma série de combinações, tal como demonstra a tabela 4.

Na área analisada, os parâmetros definidores de forte energia do relevo vinculam-se a declividade e a dissecação horizontal. A declividade ao representar a inclinação do terreno, potencializa, nos ambientes com climas quentes e úmidos, os processos de escoamento pluvial, um dos agentes mais efetivos no processo denudativo. Já a dissecação horizontal, ao representar a proximidade entre os canais fluviais e as linhas de cumeada, também se constitui em parâmetro definidor de forte energia, uma vez que, entendendo-se os canais fluviais como agentes erosivos e deposicionais, a proximidade entre estes representa fragilidade considerável aos processos denudacionais.

A dissecação vertical, devido à equidistância das curvas de nível, apresenta classes elevadas em setores de topos bastante planos. Portanto, entendendo-se esta como potencializadora dos

processos gravitacionais, considera-se que a possibilidade destes ocorrerem somente se efetiva quando combinados a altos declives. Dessa forma, esta só vai representar energia do relevo forte, quando combinada com alta inclinação topográfica, passando a ser integrada como fator definidor somente a partir da segunda classe de energia.

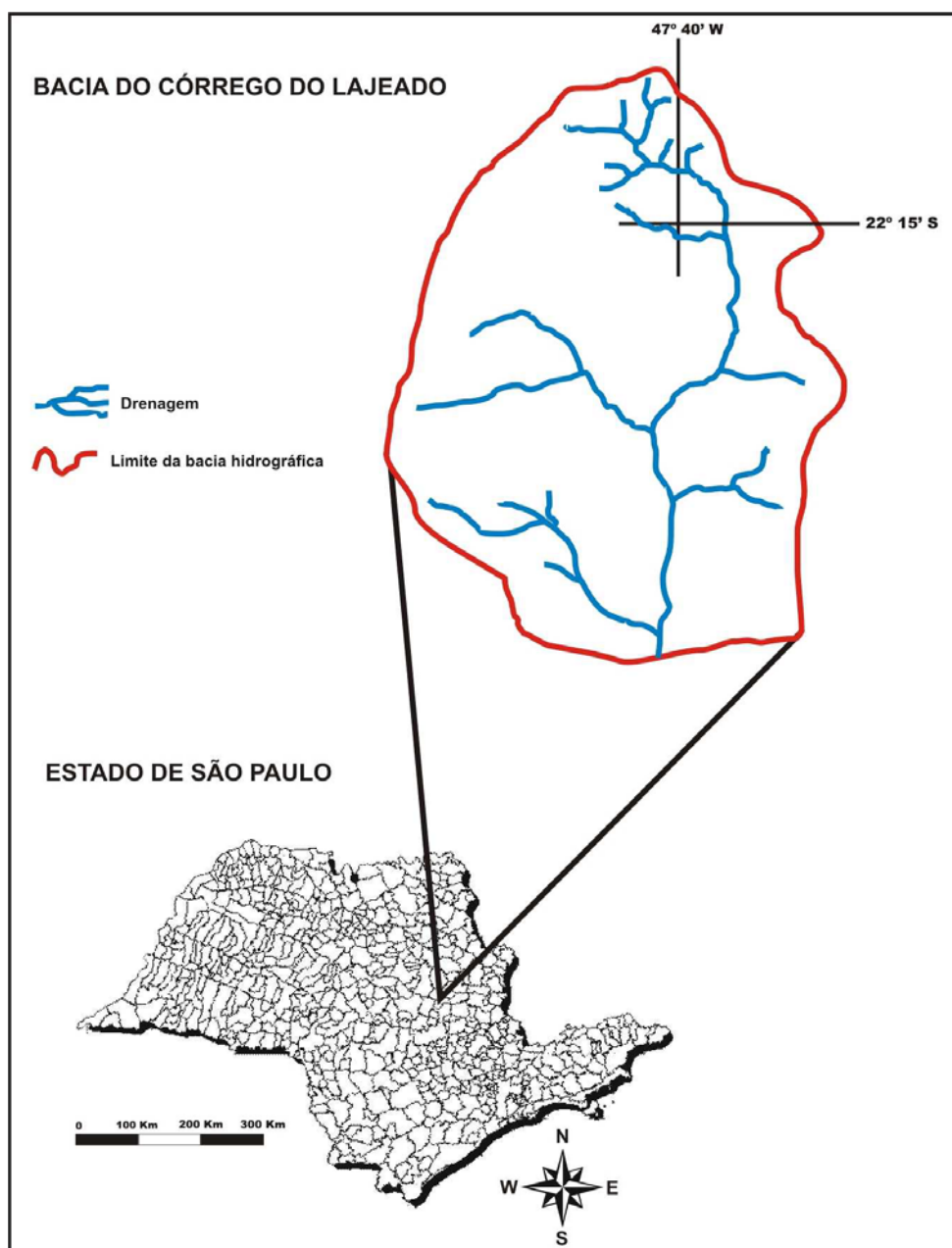
Tabela 4
Classes de energia do relevo da Bacia do Córrego do Lajeado

Classes de Energia do Relevo	Declividade (%)	Dissecação Horizontal (m)	Dissecação Vertical (m)
Muito Forte (Preto)	$\geq 30\%$	$< 10\text{ m}$ 10 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	$< 5\text{ m}$ 5 ————— 30 m $\geq 30\text{ m}$
	$< 2\%$ 2 ————— 30%	$< 10\text{ m}$	$< 5\text{ m}$ 5 ————— 30 m $\geq 30\text{ m}$
Forte (Marrom)	20 ————— 30%	10 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	5 ————— 30 m $\geq 30\text{ m}$
	$< 2\%$ 2 ————— 20%	10 ————— 20 m	5 ————— 30 m $\geq 30\text{ m}$
	12 ————— 20%	20 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	$\geq 30\text{ m}$
Medianamente Forte (Vermelho)	12 ————— 20%	20 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	5 ————— 30 m $\geq 30\text{ m}$
	$< 2\%$ 2 ————— 12%	20 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	$\geq 30\text{ m}$
	$< 2\%$ 2 ————— 12%	20 ————— 40 m	5 ————— 30 m
Média (Laranja)	5 ————— 12%	40 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	5 ————— 30 m $< 5\text{ m}$
	$< 2\%$ 2 ————— 5%	40 ————— 80 m	5 ————— 30 m $< 5\text{ m}$
	$< 2\%$ 2 ————— 5%	80 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	25 ————— 30 m
Fraca (Amarelo)	2 ————— 05%	80 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	5 ————— 25 m $< 5\text{ m}$
	$< 2\%$	80 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	20 ————— 25 m
	$< 2\%$	80 ————— 160 m	5 ————— 20 m $< 5\text{ m}$
Muito Fraca (Verde)	$< 2\%$	160 ————— 320 m $\geq 320\text{ m}$	5 ————— 20 m $< 5\text{ m}$
	$< 2\%$	$\geq 160\text{ m}$	5 ————— 20 m $< 5\text{ m}$

Após a análise e o estabelecimento dos critérios para a definição de cada classe de energia, utilizou-se a mesa com luz para realizar a sobreposição entre as cartas de declividade, dissecação horizontal e vertical. Coloriram-se as classes de energia do relevo com os mesmos tons utilizados nas demais cartas.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área drenada pela Bacia do Córrego do Lajeado encontra-se inserida totalmente no município de Corumbataí, localizando-se entre as longitudes $47^{\circ} 38' W$ e $47^{\circ} 43' W$ e as latitudes de $22^{\circ} 13' S$ e $22^{\circ} 18' S$ (Figura 1).



Elaboração: Deuzimar Lopes da Silva (2005).

Figura 1: Localização da Bacia do Córrego Lajeado – Corumbataí / SP.

Na classificação geomorfológica do relevo paulista em grandes unidades morfoestruturais e morfoesculturais, proposta por Ross e Moroz (1997), a área da Bacia do Córrego do Lajeado, em função de suas características estruturais, insere-se no Planalto Residual de São Carlos e na Depressão Periférica Paulista. Segundo Ross e Moroz (1997), a unidade morfoescultural denominada Planalto Residual de São Carlos corresponde ao interflúvio Tietê / Moji-Guaçu e localiza-se entre o Planalto Central Ocidental e a Depressão Periférica Paulista. Para os autores citados, nessa unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constitui-se basicamente por colinas de topos convexos e tabulares. Predominam altimetrias entre 600 e 900 metros e as vertentes apresentam declividade que variam de 2 a 20% na maior parte da área, sendo superior a 30% nos setores mais dissecados do relevo (ROSS e MOROZ, 1997).

A unidade morfoescultural, denominada por Ross e Moroz (1997), Depressão do Médio Tietê, área onde se insere a Bacia do Córrego do Lajeado, localiza-se entre o Planalto Atlântico (Planalto de Jundiá) a leste; o Planalto Ocidental Paulista (Planalto Centro Ocidental e Planaltos Residuais de Botucatu e de São Carlos) a oeste e a Depressão de Moji-Guaçu ao norte. Nessa unidade ocorrem formas de relevo denudacionais com modelado que se constitui basicamente por colinas de topos amplos tabulares e convexos, em que os vales têm entalhamento de até 20 m e dimensão interfluvial que varia de 750 m a 3750 m. As altimetrias predominantes estão entre 500 e 650 m, enquanto as declividades variam entre 5 e 10% (ROSS e MOROZ, 1997).

Na Bacia do Córrego do Lajeado, segundo os dados geológicos apresentados por Oliveira (2003) ocorrem cinco Formações Geológicas, sendo que há o predomínio da Formação Pirambóia (arenitos), datada do Triássico. A segunda formação expressiva na área do Lajeado é a Formação Santa Rita do Passa Quatro (areias e cascalhos) do Terciário e corresponde a área pertencente ao Planalto Residual de São Carlos. A terceira é a Formação Serra Geral (intrusivas básicas – diabásio) do Jura-Cretáceo, correspondendo ao setor do front cuestasiforme. Ocorrem ainda, coberturas indiferenciadas (areias e cascalhos) do Terciário que correspondem a “topos aplainados” da Depressão Periférica. Além disso, verificam-se a presença de areias, argilas e cascalhos do Quaternário, localizados as margens do canal fluvial principal.

De acordo com o IPT (1981), a Formação Pirambóia está exposta ao longo de toda a faixa de ocorrência dos sedimentos Mesozóicos na Depressão Periférica, porém inexistente no vale do rio Grande. Para Schneider et alii (1974), citado no IPT (1981), litologicamente a formação caracteriza-se por uma sucessão de camadas arenosas mais comumente vermelhas, que alcançam, em superfície, espessura de até 270 metros, medida na região de Anhembi-São Pedro.

Segundo Massoli (1981) a Formação Santa Rita do Passa Quatro é composta por areias sem estrutura, contendo na base uma linha de seixos e / ou cascalheira, cujos sedimentos são constituídos por areias que podem ser confundidas com solo de alteração das Formações Pirambóia e Botucatu. O autor citado afirma que os sedimentos dessa Formação ocupam altitudes variando entre 700 m e 940 m, capeando tanto os sedimentos Botucatu como o Pirambóia ou Serra Geral.

De acordo Massoli (1981) a distribuição granulométrica dos sedimentos da Formação Santa Rita do Passa Quatro apresenta 74 a 94% de areia, com uma matriz argilosa variando de 6 a 19%. Dessa forma, Massoli (1981) destaca que, em função da alta porcentagem de areia, esta Formação constitui solos porosos e permeáveis, que facilitam o trabalho erosivo, razão pela qual é bastante comum a presença de voçorocas que podem inutilizar grandes áreas.

Com relação à Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas, o IPT (1981) com base no trabalho de White (1908), afirma que as eruptivas da Serra Geral compreendem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos entre os quais se intercalam arenitos com as mesmas

características dos pertencentes à Formação Botucatu. Associam-se corpos intrusivos de mesma composição, constituindo diques e sills. Afloram os derrames em São Paulo, na parte superior das escarpas das cuestas basálticas e nos morros testemunhos delas isolados pela erosão (IPT, 1981). Segundo o IPT (1981), os corpos intrusivos tabulares concordantes, dessa formação, são muito freqüentes na Depressão Periférica, na região nordeste do estado, aonde chegam a suportar cuestas locais. “Os arenitos da Formação Botucatu interdigitam-se, em grande escala, com os derrames da Formação Serra Geral, tornando-se complexa a delimitação de ambas, em âmbito regional” (IPT, 1981, p. 64).

Sob tais condições litológicas, verifica-se a presença de solos do tipo argissolos, neossolos, gleissolos e latossolos. Segundo dados apresentados por Oliveira (2003) para o município de Corumbataí, o espaço geográfico drenado pelo Córrego do Lajeado é recoberto em sua maioria por argissolos, de caráter eutrófico abruptico, A moderado, textura arenosa / média. A segunda classe presente no local corresponde aos neossolos litólicos, eutróficos, A moderado ou chernozênio, textura argilosa e substrato basalto ou diabásio. A terceira é composta por latossolo vermelho amarelo, distrófico, A moderado, com textura argilosa e média argilosa. A quarta classe é caracterizada por gleissolos, háplicos e melânicos localizados na várzea do Córrego. A quinta corresponde a neossolos quartzarênicos localizados no limite leste da bacia. Finalmente, a sexta classe é composta por latossolo vermelho, eutrófico, A moderado, textura argilosa. Esta última classe é a menos expressiva, correspondendo a duas pequenas manchas localizadas no setor norte da bacia.

Com relação ao clima na Bacia do rio Corumbataí e adjacências, na qual se insere a Bacia do Córrego do Lajeado, Brino (1973) afirma que a distribuição das unidades morfológicas locais, integrantes da morfologia regional, permite a penetração e atuação de duas correntes atmosféricas de origem e características antagônicas, definidas em função dos sistemas tropicais e dos sistemas polares. Dessa forma, temos na região a atuação das Massas Polar Atlântica, Tropical Atlântica e Tropical Continental. Segundo o autor citado, o dinamismo atmosférico da Bacia do Corumbataí está intimamente associado à oscilação da Frente Polar Atlântica, que tem presença marcante em todas as estações do ano. Nesse contexto, o clima na bacia hidrográfica analisada, apresenta as características de seu entorno, sendo caracterizado pela alternância de um período chuvoso, primavera-verão, e um período seco, outono-inverno. Segundo Brino (1973), as ocorrências de nevoeiros, geadas e granizos, podem ser utilizadas como caracterizadoras da área.

De acordo com Brino (1973), considerando-se o regime das chuvas, a análise da área evidencia que há um período chuvoso (de outubro a março, com mais de 80% da precipitação anual) e um período seco (de abril a setembro). Segundo os dados obtidos por esse pesquisador, no período chuvoso, janeiro apresenta os mais elevados índices de precipitação, já no período seco, julho e agosto são os meses mais secos. Para o autor citado, a Bacia do rio Corumbataí, na qual se insere a área do Córrego do Lajeado, enquadra-se perfeitamente dentro do esquema já universalmente conhecido para as regiões tropicais.

Estas características climáticas atuam na transformação do sistema relevo. Durante a estação chuvosa a camada pedológica concentra elevado volume de água tornando-se potencialmente vulnerável ao desencadeamento de processos erosivos intensos, principalmente quando os solos não possuem cobertura vegetal. Nesse contexto, a Bacia do Córrego do Lajeado com o predomínio de solos com textura arenosa / média e a presença de solos rasos (neossolos) apresenta vulnerabilidade a esses processos, exigindo-se técnicas adequadas para manejá-los. Estes dados sobre as características físicas, quando aliados aos que serão apresentados a seguir, sobre a morfometria do relevo permitiram identificar as fragilidades do relevo frente à ação antrópica.

A MORFOMETRIA DO RELEVO

A Bacia do Córrego do Lajeado apresenta declividade (Figura 2) marcada por três feições principais, sendo uma faixa com declive igual e superior a 30% que corresponde ao front cuestasiforme e que separa o Planalto Residual de São Carlos da Depressão Periférica. A maior

parte da área caracteriza-se por declives de 12 a 20% e de 20 a 30%. Os declives, menor que 2% e deste a 5%, são pouco expressivos nesse espaço geográfico, correspondendo aos setores de fundo de vale e interflúvios que delimitam a bacia.

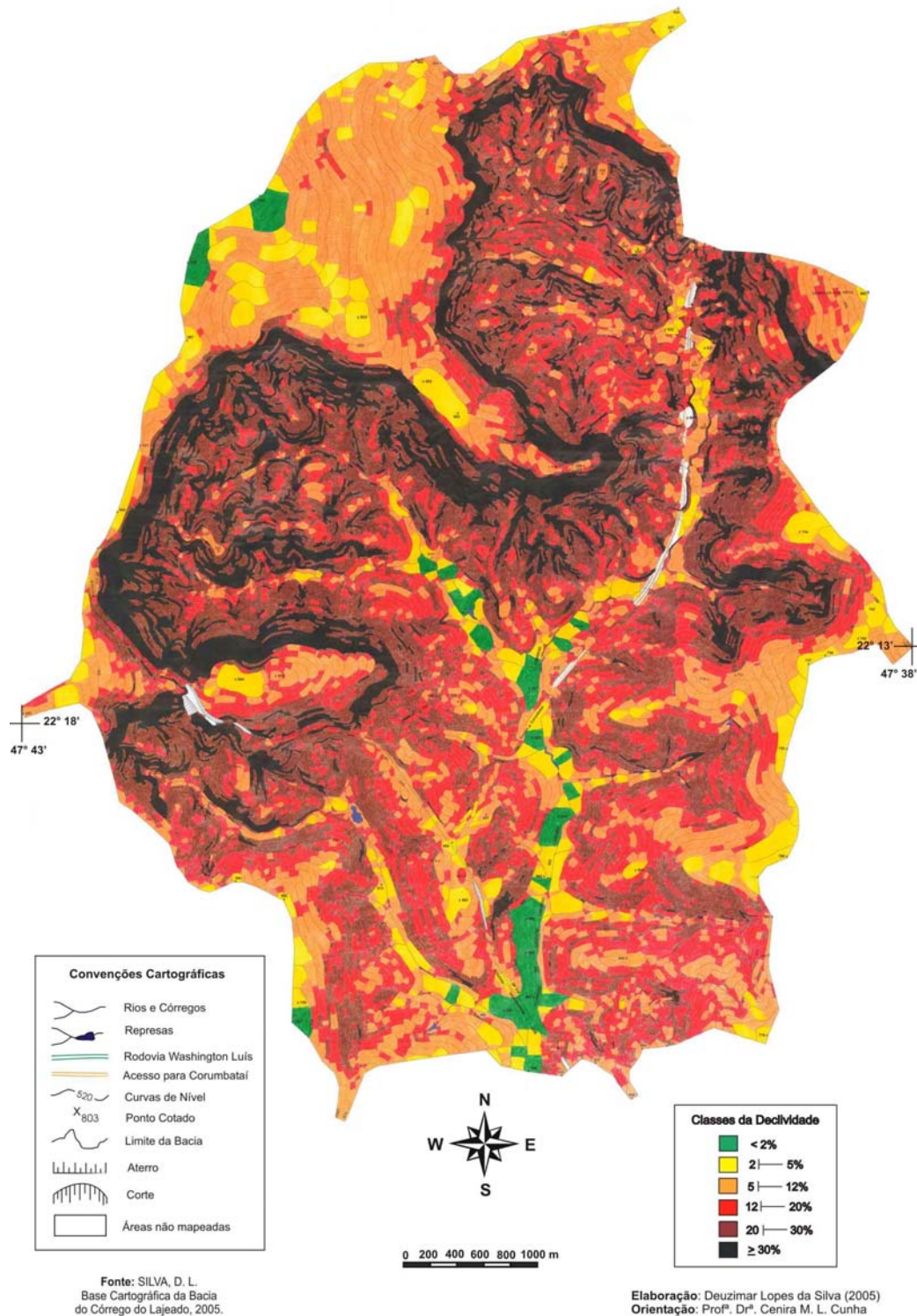


Figura 2 - Carta Clinográfica da bacia do córrego Lajeado (SP)

No setor sul, inserido totalmente na Depressão Periférica, há o predomínio de duas classes clinográficas: 12 a 20% e 20 a 30%. Apresentando ainda, ao longo do canal principal faixas de 0 a 2%, 2 a 5% e de 5 a 12%.

O centro e o norte da bacia hidrográfica, localizados na zona de transição entre o Planalto Residual e a Depressão Periférica, diferencia-se da parte sul apresentando declividades que variam de 0 a 2% no vale e em topos aplainados, e igual e superior a 30% no front. É marcante nesses setores o grande declive do front da cuesta. O setor NNW, área correspondente ao Planalto Residual, é distinto do restante da bacia, sendo mais homogêneo e com o predomínio da declividade de 5 a 12%.

Na baixa e média bacia, ao longo do canal fluvial principal, as declividades de 0 a 2% e de 2 a 5% correspondem às áreas de deposição da sedimentação provenientes dos setores mais elevados.

A carta clinográfica da Bacia do Córrego do Lajeado demonstra que essa bacia apresenta relevo com topografia heterogênea, tendo uma área significativa, correspondente ao front cuestiforme, que possui declividades superiores a 30%, sendo estas limitadas para o desenvolvimento das atividades humanas.

Ao elaborar esse documento cartográfico, as áreas com relevos descaracterizados em função de cortes e aterros para a construção de rodovias não foram mapeadas, sendo consideradas como áreas não diferenciadas. Porém, na dissecação horizontal, carta produzida através da técnica "semi-automática" da cartografia digital, essas áreas não foram ignoradas pelo programa e, dessa forma, encontram-se mapeadas.

Na Bacia do Córrego do Lajeado há o predomínio de duas classes de dissecação horizontal, a classe de 80 a 160 metros e a de 160 a 320 m, ambas estão presentes em todos os setores dessa bacia. No entanto, a classe de 80 a 160 m é mais expressiva nos vales e no front cuestiforme, local em que o número de canais fluviais é maior, sendo à distância interfluvial menor do que nas áreas de colinas da Depressão Periférica. A classe de 160 a 320 m ocorre tanto em áreas de topos aplainados quanto em micro-bacias que drenam diretamente para o curso principal, cujas distâncias entre a linha de cumeeada e o talvegue são marcantes, ocupando a maior dimensão espacial na bacia hidrográfica.

As classes de dissecação que representam locais menores que 10 metros e desses a 20 m estão presentes em todos os setores da bacia onde ocorrem confluências fluviais, porém estas são reduzidas espacialmente, sendo representadas por pequenos pontos. Ocorre maior concentração dessas classes na alta e média bacia em função do maior número de rios que nascem no front cuestiforme.

Tal como as classes já descritas, a dissecação horizontal representada pelas classes de 20 a 40 m e 40 a 80 m localizam-se nos diversos setores da área analisada, sendo mais significativas nos locais em que a drenagem é mais expressiva.

Na Bacia do Córrego do Lajeado ocorre ainda, nos locais com topos aplainados a NNW e no setor sul, a classe de dissecação que representa áreas iguais e superiores a 320 metros. A Figura 3, carta de dissecação horizontal do relevo, evidencia esses dados morfométricos.

Os topos aplainados mencionados, também se destacam na carta de dissecação vertical que se caracteriza por duas feições muito distintas, representadas pelas classes de dissecação igual e superior a 30 metros, menor que 5 m e de 5 a 10 m. A primeira, em tonalidade preta, corresponde a topos aplainados e as altas vertentes nos diversos setores da bacia, as outras duas, em tons de verde, representam os fundos de vales fluviais.

O relevo dessa bacia hidrográfica é bem movimentado, pois há grande desnível altimétrico entre os talvegues e os topos relativamente planos, sendo este aspecto mais expressivo no

setor norte da bacia. Dessa forma, a classe de dissecação vertical igual e superior a 30 m prevalece sobre as demais, uma vez que as áreas aplainadas e elevadas têm como nível de base local o fundo de vale.

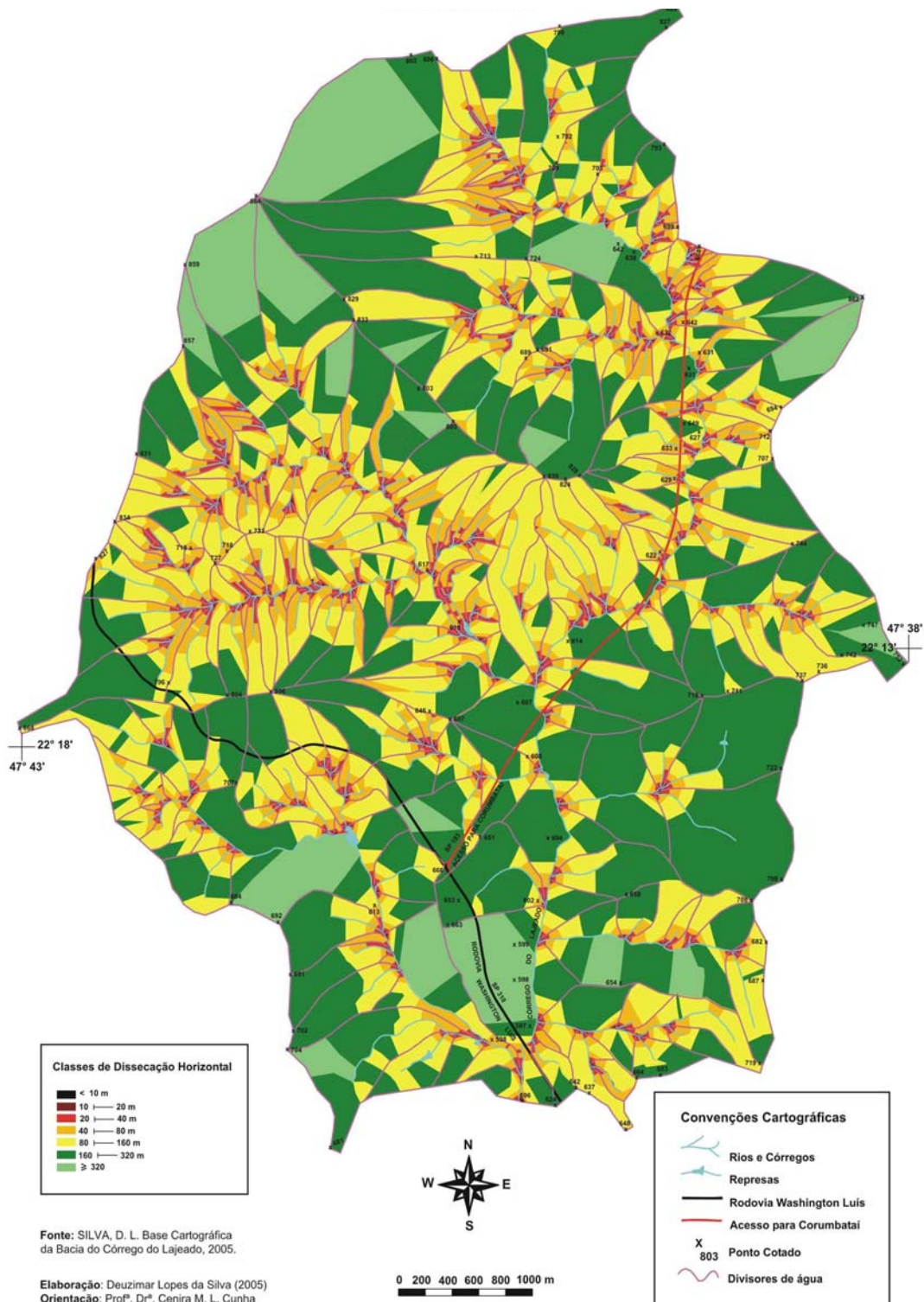


Figura 3 - Carta de Dissecação Horizontal da bacia do córrego Lajeado (SP)

As classes de dissecação vertical de 10 a 15 metros, 15 a 20 m e 20 a 25 m representam áreas das médias vertentes, faixa de transição entre os topos e os fundos de vales. A Figura 4, carta de dissecação vertical do relevo da Bacia do Córrego do Lajeado, demonstra tais dados. A partir da análise dos dados de dissecação horizontal, dissecação vertical e declividade foi elaborada a carta de energia do relevo.

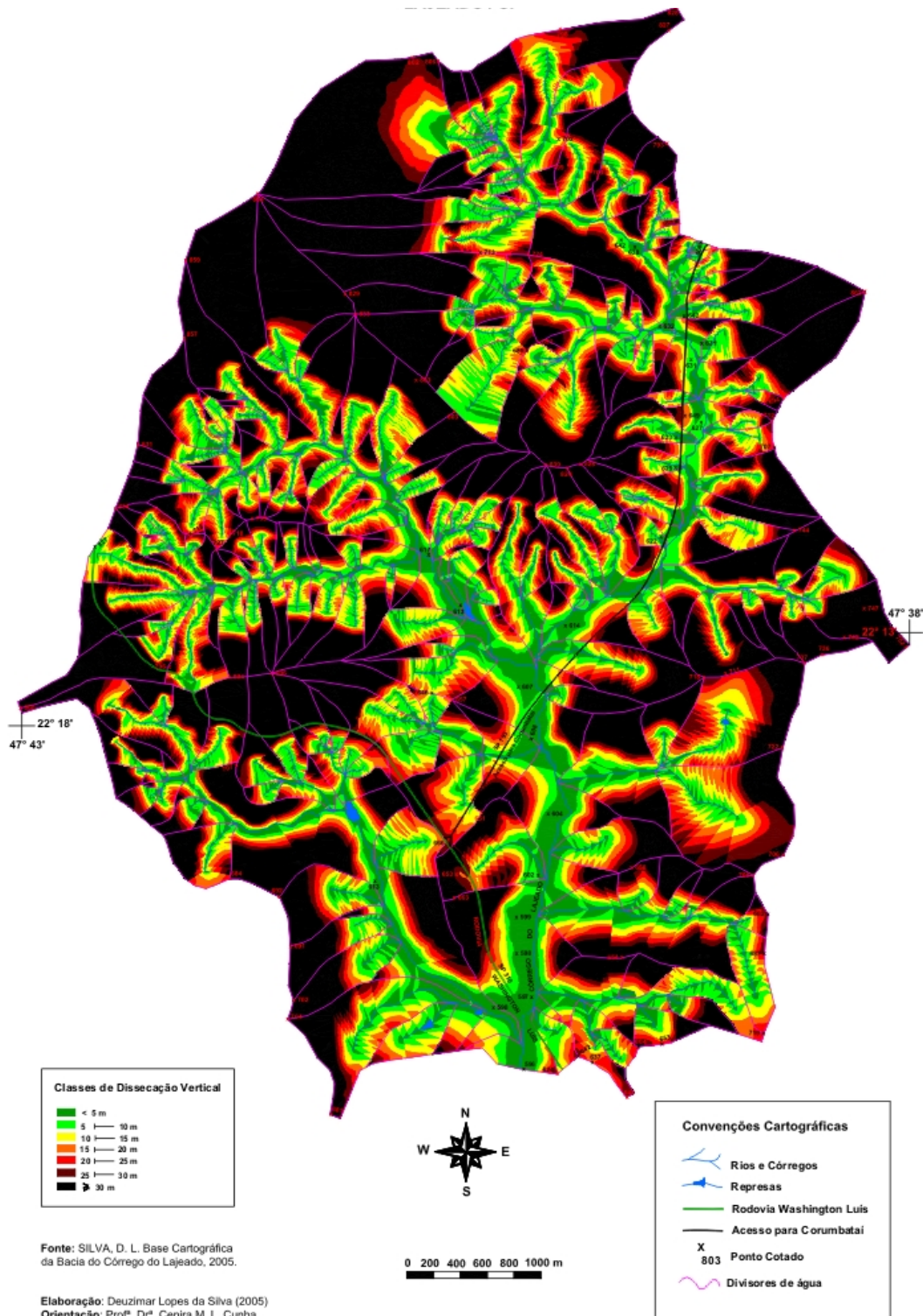


Figura 4 - Carta de Dissecação Vertical da bacia do córrego Lajeado (SP)

Em função das condições morfoestruturais existentes na área drenada pelo Córrego do Lajeado e por localizar-se numa zona de transição entre o Planalto Residual de São Carlos e a Depressão Periférica, essa bacia hidrográfica apresenta, em sua maior parte, classes de energia do relevo que varia de medianamente forte a muito forte. Apresentando-se, assim, como classe mais expressiva a medianamente forte que está presente em todos os setores da bacia, no entanto, esta abrange no setor norte a maior parte da área correspondente ao Planalto Residual. A Figura 5 evidencia tais informações.

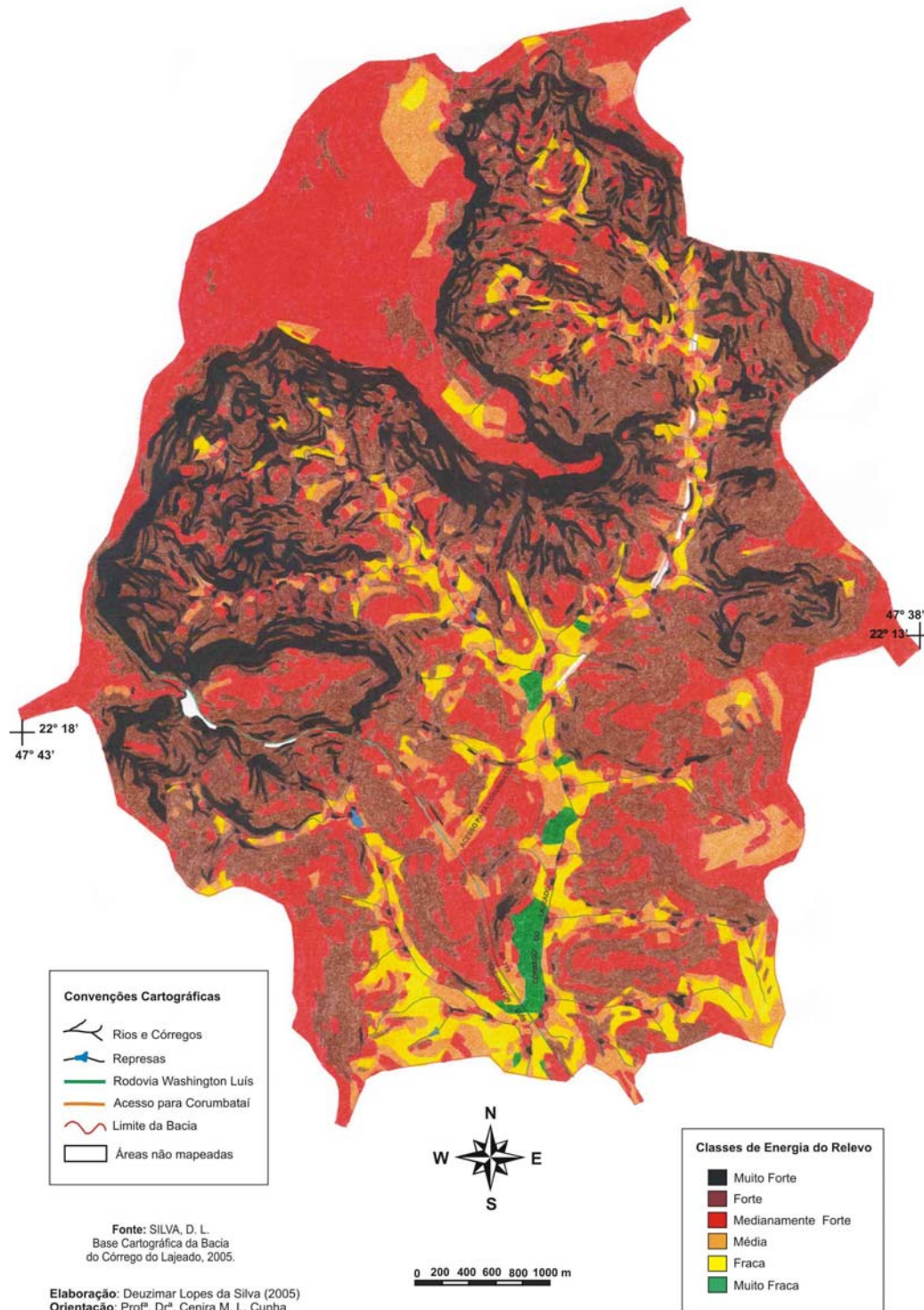


Figura 5 - Carta de Energia do relevo da bacia do córrego Lageado (SP)

As classes muito forte e forte destacam-se no front cuestasiforme, em função do grande declive existente entre o Planalto e a Depressão. Porém, essas também ocupam áreas significativas das colinas médias dos setores norte e sul, bem como, locais de confluência dos canais nos vales fluviais.

A classe de energia do relevo média localiza-se nos diversos setores, sendo mais significativa na média e baixa bacia e ao longo dos canais fluviais, ocorrendo ainda em alguns locais do reverso cuestasiforme. Essa classe, diferentemente das três anteriores é pouco expressiva e não representa grandes áreas, nem espaços contínuos.

A classe de energia fraca está presente nos diversos setores, destacando-se ao longo dos vales da média e baixa bacia. Ao contrário dessa, a classe de energia do relevo muito fraca é restrita a alguns locais ao longo do rio principal, estando presente somente na média e baixa Bacia do Córrego do Lajeado.

A carta de energia do relevo da Bacia do Córrego do Lajeado evidencia que essa bacia apresenta alto potencial para o desencadeamento de processos erosivos intensos, visto que há o predomínio das classes de energia mais elevadas e as litogias presentes nessa área são vulneráveis a ação erosiva.

Tal como na carta clinográfica, ao elaborar esse documento cartográfico, as áreas com relevos descaracterizados em função de cortes e aterros para a construção de vias expressas não foram mapeadas, sendo consideradas como áreas não diferenciadas.

O USO DA TERRA E OS PROCESSOS GEOMORFOLÓGICOS ATUANTES

Com o objetivo de levantar informações sobre as condições atuais da Bacia do Córrego do Lajeado, foram realizados trabalhos de campo, através dos quais foi possível verificar as condições de uso do solo nas áreas de nascentes, além de se obter dados que possibilitam deduzir os processos geomorfológicos atuantes na área estudada. Esses trabalhos de campo foram organizados de forma a percorrer toda a área.

Na área drenada pelo Córrego do Lajeado ocorrem, atualmente, intensos processos erosivos, tais como ravinamentos, voçorocamentos, movimentos de massa do tipo creeping, etc. Essa bacia possui potencialidade natural para o desenvolvimento de tais fenômenos, uma vez que a litologia local formada, em sua maior parte, pelos arenitos da Formação Pirambóia e por areias e cascalhos da Formação Santa Rita do Passa Quatro originam solos arenosos e pobres que, sob as condições climáticas dos trópicos úmidos, são vulneráveis ao desencadeamento de intensa ação erosiva. Essas condições morfoestruturais aliadas às elevadas declividades em conjunto com a energia do relevo, predominantemente de medianamente forte a muito forte, e o uso desordenado do solo para o desenvolvimento da atividade agropecuária tem acelerado os processos erosivos nessa bacia.

Para Penteado (1974) os rios modificam a forma de seu leito por erosão ou deposição, buscando-se assim estabelecer o perfil de equilíbrio entre a energia e resistência. Na bacia analisada o rio principal e seus afluentes, tanto no baixo como no médio e alto curso, estão modificando seus leitos por erosão linear e lateral (em alguns pontos), estando, portanto, em desequilíbrio. "Nas regiões mais úmidas, um rompimento de equilíbrio biostático, provocado pelo homem, pode gerar condições favoráveis ao desenvolvimento da erosão lateral" (PENTEADO, 1974, p. 101). Na Bacia do Córrego do Lajeado há um desequilíbrio biostático, provocado principalmente pela retirada da mata ciliar ao longo dos canais e das nascentes.

O entulhamento dos vales, condicionado pela energia do relevo, e a escavação sobre a sedimentação antiga não estão restritos apenas ao baixo curso dessa bacia hidrográfica, estes aspectos marcam também a paisagem dos vales nos canais afluentes do médio curso.

Com relação ao uso e ocupação da terra, a Bacia do Córrego do Lajeado apresenta dois cenários distintos. Na baixa e média bacia, o uso agrícola do solo é realizado principalmente nas baixas e médias vertentes. No entanto, nas áreas correspondentes à alta bacia há o predomínio de uso agrícola das médias e altas vertentes, bem como nos topos.

Dessa forma, verifica-se que as áreas de nascentes da alta bacia estão comprometidas devido ao uso agrícola que avança sobre o front cuestiforme, setor do relevo em que se origina a maior parte das drenagens. Na média e baixa bacia, o uso agrícola restringe-se as médias e baixas vertentes vinculadas ao front cuestiforme. Assim, as áreas de nascentes de alta vertente nesse setor apresentam vegetação arbórea preservada. Contudo, o arranjo espacial em seu conjunto (alta, média e baixa bacia) inspira maiores cuidados na manutenção do que resta da vegetação original, visto que o volume de água da bacia, durante a estação seca, é reduzido.

Assim, constatou-se que a ausência de vegetação na alta Bacia do Córrego do Lajeado causa duas situações distintas. Durante a estação seca (abril-setembro), há um fluxo fluvial reduzido de água, visto que o uso agrícola dessa área compromete o afloramento do lençol freático. Porém, no período de chuvas (outubro-março), ocorre um rápido escoamento da água, o qual provoca o entulhamento dos canais fluviais e com isso o transbordamento dos mesmos.

Esse entulhamento também recebe contribuição dos processos que se desenvolvem nas vertentes, com destaque para a presença de terracetes, que testemunham a ocorrência de creeping. Para Penteadó (1974), o movimento de massa do tipo rastejamento ou creep é um movimento lento dos detritos superficiais, rastejamento do solo ou rocha. Na bacia estudada, devido à composição litológica e grandes desníveis altimétricos relativos, esse fenômeno ocorre em grande extensão desencadeado pela ação antrópica.

Tais desníveis altimétricos relativos marcam ainda o relevo dessa área. Assim, na alta Bacia do Córrego do Lajeado, nas áreas do front cuestiforme, o relevo caracteriza-se por patamares escalonados, com topos suavizados, vertentes íngremes, colinas intermediárias e fundo de vales. Várias dessas vertentes estão sendo usadas desordenadamente no desenvolvimento da atividade agropecuária.

Na área da bacia estudada há predomínio das pastagens, no entanto, na grande maioria das propriedades não é realizado o manejo adequado dessas. Nesse contexto, Galetti (1972) afirma que a pastagem é considerada como uma prática de conservação do solo que, quando bem formada, oferece grande proteção ao solo e diminui a erosão, pois retem a maior parte da água da chuva. "Solo coberto com pastagem, principalmente se ela for boa, é solo protegido" (GALETTI, 1972, p. 201).

Outro aspecto fundamental com relação às pastagens, enquanto cobertura de conservação do solo refere-se ao controle do pastejo dos animais em determinada área. Assim, segundo Galetti (1972) o superpastejo provoca a "rapa" do pasto, expondo-se o solo à erosão e ao sol. É esta situação que se encontra na bacia analisada, onde até os processos de terraceamento estão sendo ineficientes na contenção da erosão.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No contexto do objetivo traçado para a pesquisa realizada, a análise morfométrica da Bacia do Córrego do Lajeado, feita através das cartas de declividade, dissecação horizontal, dissecação vertical e de energia do relevo, possibilitou um melhor entendimento das condições morfoesculturais existentes nessa bacia. A construção das cartas de dissecação horizontal e dissecação vertical do relevo, através das técnicas da cartografia digital, possibilitou o entendimento e o domínio dessa técnica. Convém enfatizar que o processo "semi-automático" proposto por Zacharias (2001) e utilizado nessa pesquisa é viável, porém, como no processo manual, demanda considerável tempo para sua execução. A grande vantagem do processo "semi-automático" refere-se à qualidade gráfica do produto final, como pode ser visto nas

Figuras 03 e 04. Além disso, o usuário tem total controle do processo de mapeamento, evitando-se generalizações excessivas e erros.

A integração dos dados morfométricos através da elaboração da carta de energia do relevo foi realizada manualmente e evidencia que a área drenada pelo Córrego do Lajeado possui energia do relevo, predominantemente de medianamente forte a muito forte. Essa energia, atuando sobre os solos pobres e arenosos provenientes das Formações Pirambóia, Santa Rita do Passa Quatro e coberturas indiferenciadas, sob atuação das condições climáticas dos trópicos úmidos, faz com que essa bacia hidrográfica apresente potencialidade natural ao desencadeamento de processos erosivos. Assim, o uso e ocupação do solo, realizado desordenadamente, em conjunto com esses aspectos levantados, estão erodindo o solo, alterando o sistema relevo e provocando um desequilíbrio ambiental nessa área.

A energia do relevo, considerada como síntese dos dados morfométricos, já apontava a suscetibilidade do relevo ao desencadeamento dos processos denudativos. Contudo, as observações realizadas em campo comprovaram que os processos erosivos, atuantes nessa bacia, estão disseminados nos diversos setores, bem como nos locais em que a energia do relevo é fraca ou muito fraca, sendo que um dos fatores desencadeadores desses processos é a retirada da cobertura vegetal que expõe os solos arenosos às intempéries ambientais. Dessa forma, verifica-se que a retirada desordenada da cobertura vegetal em áreas com solos arenosos constitui-se em atitude desastrosa dos seres humanos, evidenciando a falta de planejamento para o uso dos recursos naturais, mesmo em áreas nas quais a morfometria não apontava a suscetibilidade aos processos denudativos.

No conjunto da Bacia do Córrego do Lajeado, as nascentes e os cursos d'água estão comprometidos, enquanto elementos da paisagem que produzem recursos hídricos e que possuem também um valor cênico. Assim, o desmatamento das áreas de nascentes e da maior parte da mata ciliar ao longo dos canais fluviais são aspectos da ação antrópica marcantes nessa bacia hidrográfica que podem conduzir a insustentabilidade dos recursos hídricos gerados nessa área.

O uso desordenado dos recursos naturais, relevo, solo, vegetação, água, etc., vem comprometendo seriamente a área correspondente à Bacia do Córrego do Lajeado. Portanto, a degradação do solo, erosão e destruição da vegetação nativa ao longo dos mananciais e cursos fluviais são os maiores impactos desencadeados pela atuação antrópica. Nesse contexto, há a necessidade de se realizar o desenvolvimento das atividades agropecuárias de acordo com um planejamento adequado para área, sendo necessário o cumprimento da Legislação Ambiental vigente no país pelos proprietários rurais e pelos órgãos governamentais.

REFERÊNCIAS

BRINO, W.C. **Contribuição à definição climática da Bacia do Rio Corumbataí (SP) e adjacências, dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo**. 1973. 119 f.: il. + mapas. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, SP, Rio Claro.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. (Coleção ensaios).

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001. 128 f.: il. + mapas. Tese (Doutorado) – IGCE / UNESP, Rio Claro.

DE BIASI, M. Cartas de declividade: confecção e utilização. **Geomorfologia**, São Paulo, n° 21, p 8-12, 1970.

GALETI, P. A. **Conservação do solo, reflorestamento, clima**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1972.

IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo). **Mapa geológico do estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. Vol. I & II.

MASSOLI, M. Geologia do Município de Santa Rita do Passa Quatro, SP. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 02, n. 02, p. 35-45, Jun. / dez., 1981.

MENDES, I. A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba / SP**. 1993. 171 f.: il. + mapas. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.

OLIVEIRA, R. C. de. **“Zoneamento ambiental como subsídio para o planejamento de uso e ocupação do solo do município de Corumbataí – SP”**. 2003. 141 f.: il. + mapas. Tese (Doutorado) – IGCE / UNESP, Rio Claro.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

ROSS, J.L.S.; MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, FAPESP, 1997. Vol. I & II.

SANCHEZ, M. C. A propósito das cartas de declividade. In: SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5, 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FFLCH - USP, 1993.

SPIRIDONOV, A. I. **Princípios de la metodología de las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico**. Havana: Universidad de la Havana, Facultad de Geografía, 1981. 3v.

ZACHARIAS, A. A. Metodologias convencionais e digitais para a elaboração de cartas morfométricas do relevo. **2001. 166 f.: il. Dissertação (Mestrado) – IGCE / UNESP, Rio Claro.**