



## A CARTOGRAFIA MORFOMÉTRICA EM ÁREAS LITORÂNEAS – O CASO DO MUNICÍPIO DE PRAIA GRANDE (SP)

Tissiana de Almeida de Souza – Mestranda em Geografia e Bolsista FAPESP UNESP -

[tissisouza@yahoo.com.br](mailto:tissisouza@yahoo.com.br)

Cenira Maria Lupinacci da Cunha – Professora Adjunta da Universidade Estadual Paulista – UNESP.

[cenira@rc.unesp.br](mailto:cenira@rc.unesp.br)

**RESUMO:** As áreas litorâneas são consideradas sistemas ambientais complexos e de delicado equilíbrio. Apesar da suscetibilidade ambiental, estas regiões encontram-se entre as mais povoadas da Terra. A Região Metropolitana da Baixada Santista, no litoral centro-sul paulista, é considerada uma das mais importantes concentrações populacionais do Brasil. O município de Praia Grande, área de estudo desta pesquisa, apresenta um adensamento populacional aliado à presença de sistemas naturais importantes. Para um melhor planejamento de áreas litorâneas, as cartas morfométricas aparecem como um instrumento que permite verificar as áreas potencialmente suscetíveis aos processos erosivos. Assim, o objetivo desta pesquisa é analisar a dissecação do relevo do Município de Praia Grande, através das Cartas de Dissecação Horizontal e Dissecação Vertical. Como resultado, tem-se uma interpretação destes produtos cartográficos, demonstrando o comportamento da dissecação do relevo neste setor do litoral paulista. Portanto, verifica-se que as cartas morfométricas são elementos importantes para se identificar áreas com potenciais limitações à ocupação humana.

**Palavras chave:** Praia Grande, Análise Morfométrica, Áreas Litorâneas, Dissecação Vertical, Dissecação Horizontal.

**ABSTRACT:** Coastal areas are regarded as complex environmental systems presenting a delicate balance. Despite their environmental susceptibility, these regions are among the most populated in the world. The metropolitan region of Baixada Santista in São Paulo central south coast is considered one of the most important populational concentrations in the country. Praia Grande city is the object of this study, presenting a populational aggroupment aligned with important natural systems. Morphometric maps are effective tools to identify erosion – prone areas providing a better coastal planning. Thus, the objective of this study is to analyze the dissection of Praia Grande’s relief by Horizontal and Vertical Dissection Maps and provide an interpretation of the cartographic products showing the behavior of the dissection of the relief



in this part of Sao Paulo coast. The morphometric maps are important elements for the identification of areas which present potential limitations to human occupation.

**Key words:** Praia Grande, Morphometric Analysis, Coastal Areas, Vertical Dissection, Horizontal Dissection.

## 1 – INTRODUÇÃO

As regiões litorâneas são consideradas sistemas ambientais complexos e de delicado equilíbrio, onde ocorre o contato entre terra e mar. A interação entre estes ambientes propicia a presença de elementos e objetos naturais únicos, como praias, dunas e manguezais.

A suscetibilidade ambiental característica destas regiões não impede que estas estejam entre as áreas mais povoadas da Terra. Conforme Suguio (2003), cerca de 4 bilhões de pessoas vivem em zonas costeiras, principalmente em grandes metrópoles localizadas a beira-mar, como destaca Moraes (2007).

No Brasil, aproximadamente 20% da população habita o litoral, o que resulta no adensamento populacional pontual ao longo da costa. No litoral do estado de São Paulo, tem destaque a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), uma das concentrações populacionais mais importantes do Brasil, com cerca de 1,4 milhões de habitantes (SUGUIO, 2003). Durante temporadas de verão e no carnaval, segundo a Emplasa (2002), o número de pessoas nos municípios da Baixada Santista atinge mais que o dobro da população residente e, em alguns casos, como Praia Grande e Itanhaém, a população chega a aumentar três vezes e meia.

Diante das considerações acima, verifica-se que o município de Praia Grande, área de estudo desta pesquisa, apresenta elevada fragilidade ambiental aliada à presença de uma intensa urbanização, o que exige um planejamento adequado às condições deste município.

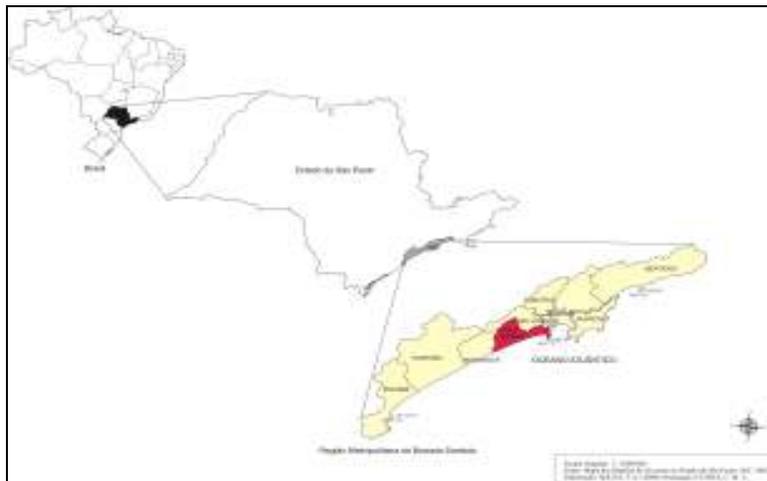
Assim, a cartografia morfométrica pode ser um instrumento de grande importância ao planejamento, pois possibilita indicar áreas com potencial ao desenvolvimento de processos morfogenéticos e, portanto, com limitações à ocupação humana. Neste sentido, como afirmam Cunha, Mendes e Sanchez (2003, p.416), “a representação cartográfica do relevo tem papel relevante, visto que é sobre as feições geomorfológicas que se localizam e se desenvolvem as atividades humanas”.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar a dissecação do relevo do município de Praia Grande, através de produtos cartográficos – Cartas de Dissecação Vertical e de



Dissecação Horizontal - resultantes de procedimentos para a cartografia morfométrica em escala de 1:50.000.

O município de Praia Grande localiza-se no litoral centro-sul do estado de São Paulo, limitando-se ao Oeste com o município de Mongaguá, ao Norte e Leste com o município de São Vicente e a Sul com o Oceano Atlântico. Sua extensão territorial de 145 km<sup>2</sup> corresponde a 6,1% do total da RMBS (Fig. 1).



**Fig. 1: Localização do Município de Praia Grande na Região Metropolitana da Baixada Santista, litoral do estado de São Paulo.**

## 2 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para a preparação das cartas morfométricas, o primeiro procedimento foi a elaboração da base cartográfica. Foram digitalizadas cartas topográficas, correspondentes à escala de trabalho, denominadas Santos e Riacho Grande (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1984) e Mongaguá (Instituto Geográfico e Geológico do Estado de São Paulo - IGGSP, 1971). Estas cartas, após passarem pelo processo de digitalização, foram georeferenciadas no *AutoCAD Map 2004*.

Em seguida, dados sobre drenagens, curvas de nível, limite de município e linha de costa foram também digitalizados.

A terceira etapa foi o enriquecimento da drenagem da base cartográfica. Os canais foram traçados em curvas de nível que apresentavam uma sequência de concavidades bem definidas, onde foi confirmada a existência da dinâmica fluvial através da análise de pares estereoscópicos de fotografias aéreas. Na área urbanizada foi realizado o enriquecimento da

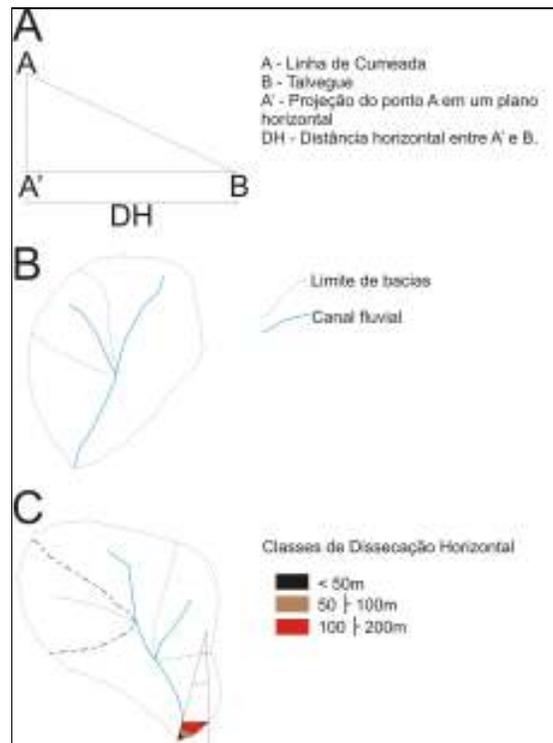


drenagem com a utilização de ortofotos digitais (São Paulo, 2000), que revelam a presença de canais, oriundos de ações antrópicas, e demandam fluxo de água constante em direção ao mar, comportando-se como canais fluviais. Estes procedimentos são adequados para escalas de 1:50.000, visto que as cartas topográficas apresentam somente as drenagens mais importantes.

Por último, foram delimitadas todas as sub-bacias hidrográficas existentes na base topográfica para a confecção das Cartas de Dissecação Vertical e Dissecação Horizontal do município, baseadas na proposta de Spiridonov (1981) e elaboradas em meio digital, com o auxílio das técnicas semi-automáticas propostas por Zacharias (2001).

Carta de Dissecação Horizontal – de acordo com Cunha, Mendes e Sanchez (2003), a carta de dissecação horizontal mede a distância entre os talvegues e as linhas de cumeada. Esta carta possibilita verificar o trabalho dos rios sobre a superfície, indicando suscetibilidade do terreno à atuação dos processos morfogenéticos derivados da dinâmica fluvial.

Para a elaboração desta carta, o relevo é considerado um triângulo retângulo, no qual a linha de cumeada é obtida por meio da interpretação dos setores de dispersão da água, proporcionando a identificação da distância entre esta linha e o talvegue fluvial traçado (Fig. 2).



**Fig. 2:** etapas de elaboração da carta de dissecação horizontal (Fonte: alterado de Sato e Cunha, 2007).



Para a elaboração tanto da carta de dissecação horizontal quanto da carta de dissecação vertical, as técnicas empregadas por Zacharias (2001) e aplicadas a esta pesquisa constituem-se em técnicas semi-automáticas, pois se utilizam do processamento digital das cartas topográficas aliado ao método manual. Zacharias (2001) utilizou o *software AutoCAD Map*, pois este programa computacional possibilita a criação de topologias. Segundo a autora, a topologia define as relações espaciais entre feições, descreve as características relativas à localização e geometria das feições e exibe relações de vizinhança.

No processo de concepção da carta de dissecação horizontal, num primeiro momento, foram criadas topologias para as entidades Drenagem e Limite das Bacias. Este procedimento se dá através de comandos específicos para a criação de topologias existentes no programa *AutoCAD Map*. Em seguida, criou-se uma terceira topologia, resultante da associação entre as topologias criadas anteriormente (Drenagem + Limite de Bacias).

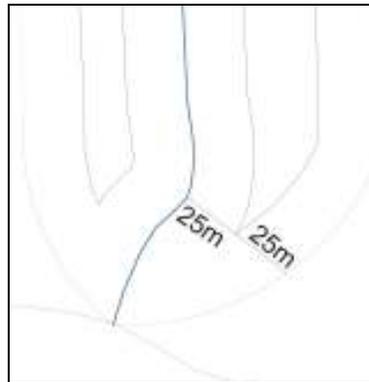
Para identificar a distância entre os talvegues e a linha de cumeada, criaram-se *buffers*. A *Zona Buffer*, segundo Zacharias, “[...] é uma faixa desenhada ao redor das feições correspondentes a uma dada topologia, onde pode obter uma análise espacial através da delimitação da largura da faixa ao redor da topologia desejada”. A medida dos *buffers* das classes de dissecação horizontal em meio digital é dada pelo cálculo da distância predominante entre o talvegue e a linha de cumeada.

O procedimento de criação dos *Buffers* foi realizado para todas as classes de dissecação horizontal (exceto a classe  $\geq 800$  m) apresentadas abaixo (Tab. 1):

**Tab. 1: Classes de Dissecação Horizontal.**

Classes de Dissecação Horizontal	Distância Horizontal	Distância da faixa <i>buffer</i> ( <i>Set Buffer Distance</i> )	Cor na Carta
<50 m	<1 mm	25 m	Preto
50-100 m	1-2 mm	50 m	Marrom
100-200 m	2-4 mm	100 m	Vermelho
200-400 m	4-8 mm	200 m	Laranja
400-800 m	8-16 mm	400 m	Amarelo
$\geq 800$ m	$\geq 16$ mm	Sem faixa <i>buffer</i>	Verde

As faixas *buffer* geram vértices que quantificam a distância entre o talvegue e a linha de cumeada. As faixas *buffer* devem ser geradas com uma distância de metade do valor da classe de dissecação horizontal. Desta forma, se a distância horizontal é de 50 metros, a faixa *buffer* inserida será de 25 metros. Isto se deve ao fato de o *software* analisar a distância entre o divisor e o talvegue. A faixa *buffer* gerada determina os 25 metros entre as entidades analisadas, em direção ao centro e, quando somadas, darão a distância de 50 metros (Fig. 3).



**Fig. 3: O vértice da baixa buffer determina a metade da distância horizontal entre o talvegue a linha de cumeada.**

Para a classe de dissecação horizontal  $\geq 800$  m não é necessário criar o buffer, pois todos os valores acima da classe 400-800 metros estão na cor verde.

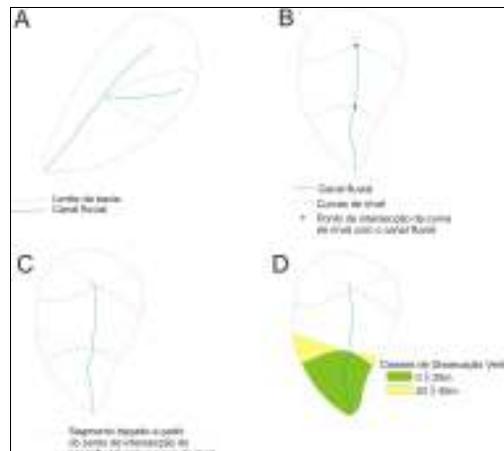
Em seguida, segmentos de retas digitalizados manualmente são inseridos junto aos vértices, delimitando as classes de dissecação horizontal.

Logo após, foram gerados os polígonos das classes de dissecação horizontal através da ferramenta *Boundary* e estes foram preenchidos com a cor correspondente à classe pertencente, com o uso da ferramenta *Hatch*.

Carta de Dissecação Vertical – esta carta é elaborada com a função de quantificar, em cada sub-bacia hidrográfica, a altitude relativa entre linha de cumeada e talvegue. Desta maneira, é possível analisar o grau de entalhamento realizado pelos canais fluviais. Assim, é possível identificar diferentes estágios realizados pelo entalhamento fluvial (CUNHA, MENDES E SANCHEZ, 2003).

De acordo com a técnica de Spiridonov (1981), deve-se verificar, dentro de cada sub-bacia, a interseção entre o talvegue e as curvas de nível. Estes pontos são ligados à linha de cumeada, respeitando a menor distância entre o talvegue e a linha de cumeada (Fig. 4).

Em seguida, para cada setor delimitado, classifica-se a altitude relativa dos terrenos de acordo com as classes estabelecidas, que devem seguir a equidistância das curvas de nível (20 m).



**Fig. 4:** etapas de elaboração da carta de dissecação horizontal (Fonte: adaptado de Sato e Cunha, 2007).

As classes de dissecação vertical utilizadas nesta pesquisa foram (Tab. 2):

**Tabela 2: Classes de Dissecação Vertical.**

Classes de Dissecação Vertical	Cor na Carta
0– 20 m	Verde
20-40 m	Amarelo
40-60 m	Laranja
60-80 m	Vermelho
80-100 m	Marrom
≥ 100 m	Preto

Com base nos procedimentos de Zacharias (2001) foram criadas as topologias para as identidades Drenagem, Curvas de Nível e Limite de Bacia.

No processo seguinte, verificou-se onde ocorrem os pontos de intersecção entre as curvas de nível e as drenagens. Destes pontos até o limite da bacia foi traçada uma linha perpendicular à linha do limite de bacia que determinará a classe de dissecação vertical.

Após traçar a reta perpendicular, houve a delimitação dos polígonos fechados através da ferramenta *Boundary*. Em seguida, para o preenchimento dos polígonos, utilizou-se a função *Hatch*.

### 3 - RESULTADO E DISCUSSÕES

As cartas morfométricas são partes integrantes da análise geomorfológica e visam à quantificação da geometria das formas de relevo. Conforme Sato (2008), além da análise



quantitativa do relevo, as cartas morfométricas propiciam o entendimento da estrutura morfológica do relevo e a identificação de áreas com potencial risco à ação antrópica.

Cunha, Mendes e Sanchez (2003) afirmam que as cartas morfométricas são documentos cartográficos que apresentam mais fácil leitura ao público não especialista, já que nestas os fenômenos são expressos através da intensidade de cores (variando das mais frias para mais quentes).

As cartas morfométricas, conforme Cunha, Mendes e Sanchez (2003), demonstram a classificação de dados que ocorrem de forma contínua na superfície terrestre. Portanto, segundo os autores citados, procura-se localizar os valores dos dados mapeados através do estabelecimento de intervalos de classes, pois não é possível a interpretação da continuidade dos fenômenos.

Sato e Cunha (2007) afirmam que através do estudo da morfometria do relevo, é possível identificar áreas com riscos potenciais ao desenvolvimento de processos morfogenéticos, que muitas vezes são desencadeados por ações antrópicas. No caso do município de Praia Grande, a análise das cartas morfométricas elaboradas pode fornecer informações importantes, já que a ação antrópica tem grande interferência na paisagem deste município, sobretudo na área da planície costeira.

A Carta de Dissecação Horizontal (Fig. 5) demonstra a distância que separa os talvegues da linha divisora de águas. Portanto, pode-se relacionar a intensidade do trabalho erosivo elaborado pelos canais fluviais com a distância da linha de cumeada.





200 até acima de 800 metros, ou seja, de média a baixa. Este fato se deve à baixa densidade de drenagem deste setor.

Nos Morros de Itaipu e Xixová, que se localizam no único maciço cristalino isolado de Praia Grande, classes de valores altos (menores e/ou iguais a 50 metros) são encontradas nas confluências das drenagens e classes de valores médios, de até 400 metros, aparecem com maior frequência. Isso demonstra que esta área apresenta uma rede de drenagem variada, com áreas sujeitas a maior ação do processo de dissecação horizontal do relevo.

Já no setor cristalino, fez-se uma subdivisão para uma melhor interpretação da dissecação horizontal. No Morro do Estaleiro ou Adaranguá não há uma rede de drenagem densa, e as classes de dissecação que se manifestam com maior frequência estão entre 200 e 800 metros, ou seja, a linha de cumeada está distante do talvegue. No Morro Pai Matias, a rede de drenagem é mais densa que no setor anterior e as classes entre 100 e 400 metros são dominantes, sendo esta área potencialmente mais suscetível à dissecação horizontal do relevo.

Na Serra do Mongaguá, que marca o limite entre os municípios de Praia Grande e Mongaguá, a rede de drenagem mostra grande variação em sua distribuição espacial – em alguns pontos a rede é densa e a dissecação horizontal tem valores altos, com predominância de classes entre 100 e 400 metros e, em outros pontos, a dissecação é baixa, com valores que atingem até 800 metros.

Nota-se, portanto, que a dissecação horizontal do município apresenta grande diversidade entre Serra do Mar e Planície Costeira e, mesmo na própria Planície há uma grande variação na dissecação horizontal, causada principalmente pela intervenção antrópica.

Com relação às classes de dissecação vertical, segundo Cunha, Mendes e Sanchez (2003), estas são de fácil definição, uma vez que se consideram os valores da equidistância das curvas de nível para sua demarcação. A carta de dissecação vertical, segundo Spiridonov (1981), permite avaliar a profundidade dos níveis de entalhamento locais, ou seja, a profundidade de dissecação do relevo.

Segundo Sato e Cunha (2007), na carta de dissecação vertical, a ação gravitacional é uma componente importante em razão de sua estreita relação com as atividades erosivas, já que o desnível altimétrico entre o limite da bacia e o talvegue é que vai ser o responsável pela remobilização de material.

Para o município de Praia Grande, a carta de dissecação vertical (Fig. 6) demonstra que na planície costeira há predominância absoluta da classe menor e/ou igual a 20 metros, devido ao pequeno desnível altimétrico existente entre esses terrenos e a linha de costa.





Na Serra do Mongaguá, há alternância entre áreas de alta dissecação vertical maior e/ou igual a 100 metros e pequenas bacias, onde a dissecação não ultrapassa a classe de 20 a 40 metros.

#### **4 – CONCLUSÕES**

1) Verifica-se que os processos de dissecação do relevo no município de Praia Grande são bastante distintos, em função da presença da Serra do Mar – onde ocorre um relevo falhado num embasamento cristalino antigo - e da Planície Costeira – com a presença de sedimentos inconsolidados – que se constituem em dois sistemas geomorfológicos bastante diferenciados.

2) No setor serrano, o processo de dissecação do relevo ocorre por ações naturais, já que esta área não é ocupada pelo processo de urbanização. Já na planície costeira, constata-se uma forte influência da ação antrópica, alterando os processos de dissecação do relevo.

3) Com relação à dissecação horizontal, verifica-se que o setor urbanizado da planície costeira é o que sofre o maior potencial erosivo, sobretudo pelas intervenções humanas nesta área. Com relação à dissecação vertical, verifica-se que na planície costeira o trabalho da ação gravitacional é baixo, em razão do pequeno desnível altimétrico entre os limites das bacias e o nível de base local, enquanto nas áreas serranas a força da gravidade age com maior intensidade, em razão do maior desnível altimétrico existente dentro das bacias hidrográficas.

4) A partir da análise morfométrica do relevo, representada neste trabalho pelas cartas de dissecação vertical e de dissecação horizontal, é possível afirmar que estes produtos cartográficos auxiliam nas questões sobre o planejamento urbano e ambiental, já que os dados fornecidos por estas cartas auxiliam na determinação de áreas de potencial risco à ocupação.

#### **5 – REFERÊNCIAS**

CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. Técnicas de elaboração, possibilidades e restrições de cartas morfométricas na gestão ambiental. *Geografia*. Vol.28: 415-429, 2003.

EMPLASA. Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado. Região Metropolitana da Baixada Santista. 2002. 100p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta Topográfica: Santos. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa. Escala 1:50.000.



- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Carta Topográfica: Riacho Grande. Rio de Janeiro, 1984. 1 mapa. Escala 1:50.000.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Carta Topográfica: Mongaguá. São Paulo, 1971. 1 mapa. Escala 1:50.000.
- MORAES, A. C. R. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: Elementos para uma Geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.
- SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo/ CINIP/ IF. Mosaico semi-ajustado. Projeto de Preservação da Mata Atlântica. 2000.
- SATO, S. E.; CUNHA, C. M. L. O uso de técnicas morfométricas em áreas litorâneas: município de Mongaguá (SP). Estudos Geográficos. Vol.5:1-20, 2007.
- SATO, S. E. Zoneamento Geoambiental do Município de Mongaguá – Baixada Santista. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- SOUZA, T. A.; CUNHA, C. M. L. A importância do enriquecimento da drenagem para a análise morfométrica em áreas de planície litorânea – o caso do Município de Praia Grande (SP). IX Seminário de Pós Graduação em Geografia da Unesp Rio Claro. Anais... .2009.
- SPIRODONOV, A. I. Principios de la metodologia e las investigaciones de campo y el mapeo geomorfológico. Havana: Universidad de Havana, Facultad de Geografia, 1981.
- SUGUIO, K. Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. Geologia USP: Série Didática. Vol. 2 – 1-40, 2003.
- ZACHARIAS, A. A. Metodologias convencionais e digitais para a elaboração de cartas morfométricas do relevo. 2001. Dissertação (Mestrado em Geociências). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

## **AGRADECIMENTOS**

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento desta pesquisa (Processo nº 2009/02483-3).