

# PROPOSTA DE MAPEAMENTO MORFOLÓGICO COMO SUBSÍDIO À PESQUISA EM GEOMORFOLOGIA

Fabiano Antonio de Oliveira, DEGEO/USP, fabolive@usp.br

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa tem origem na observação de que práticas adotadas no planejamento físico-territorial de inúmeros municípios brasileiros resultam muitas vezes no acúmulo de problemas ambientais surgidos dos processos de urbanização. A pesquisa foi conduzida no município de Jundiaí, SP, cujo plano diretor de 1996 define como vetor de expansão urbana o setor noroeste do município, localizado a jusante da área urbanizada e ainda predominantemente rural. Neste vetor há uma área que apresenta características do meio físico que a diferenciam de seu entorno, dentre elas condições topográficas mais favoráveis à urbanização. Trata-se de área altamente dissecada, propensa a processos erosivos lineares, localizada em zona de contato entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica, com embasamento de rochas da unidade litoestratigráfica Complexo Amparo, com vales pouco entalhados, morrotes de topos convexos, vertentes retilíneas a convexas, em sua maioria alongadas e declividades predominantes inferiores a 7°. A necessidade da avaliação conjunta de parâmetros ambientais diversos para fins de planejamento, segundo abordagem geomorfológica, foi o ponto de partida para o desenvolvimento de uma carta morfológica que pudesse também ser sobreposta a outras cartas temáticas. Para se poder avaliar as formas sob o ponto de vista geométrico, procurou-se elaborar uma carta que permitisse identificar mudanças nos perfis das vertentes que poderiam estar associadas à instalação de processos erosivos lineares.

## 2 PRINCÍPIOS TEÓRICOS

A representação gráfica em cartografia temática trabalha com dois sistemas semiológicos principais: o *monossêmico*, em que a definição precede a transcrição, e o *polissêmico*, em que a significação sucede a observação (MARTINELLI, 1991). Em outras palavras, trata-se da representação de um conteúdo cartográfico cuja natureza permite a elaboração de mapas para se *ver* ou para se *ler*. A elaboração de um mapa temático desencadeia um processo de comunicação, que se realiza em duas etapas: a confecção e o uso (MARTINELLI, op. cit.). Não basta, porém, somente o conhecimento dos princípios e técnicas de representação cartográfica. A consideração do elemento leitor é de fundamental importância no processo de elaboração de um mapa temático, pois a avaliação dos recursos cognitivos, que o usuário do mapa possui, dá sustentação ao problema da reconstrução do espaço a partir de sua imagem (PETCHENIK, 1977). Deve haver, portanto, um grande cuidado na transcrição em forma de símbolos de uma realidade observada, para que se evite a introdução de ruído no sistema, na forma de simbologia desnecessária ou pouco adequada, que pode comprometer a recuperação integral da informação pelo leitor.

A cartografia geomorfológica é um ramo da cartografia temática utilizada principalmente em pesquisa aplicada e no planejamento físico-territorial e ambiental. Face à especificidade do objeto da cartografia geomorfológica, que pode representar desde os grandes conjuntos do relevo até os processos que criam formas e o modelado (COLTRINARI, 1984), há uma série de dificuldades adicionais na representação gráfica dos elementos a serem cartografados. Não se utilizou, neste trabalho, a cartografia geomorfológica em seu sentido mais amplo, mas apenas uma de suas representações, a morfologia, porém valendo a observação de que mapas geomorfológicos são essencialmente polissêmicos. O grande número de símbolos que freqüentemente contêm

torna muito difícil a não introdução de algum tipo de ruído ao conteúdo cartografado. No caso específico deste trabalho, foram utilizados símbolos em manifestação principalmente linear e pontual, sendo reservada a zonal apenas para as áreas úmidas de fundos de vales.

### 3 A ELABORAÇÃO DO DOCUMENTO CARTOGRÁFICO

Devido à variedade de escalas em que se encontrava o material cartográfico de referência, definiu-se a escala de 1:25.000 como escala de trabalho. Como a carta morfológica seria elaborada a partir de fotografias aéreas, preparou-se inicialmente um *overlay* base, que corresponde à restituição da rede de drenagem e do sistema viário. Na restituição da rede de drenagem optou-se por diferenciá-la em drenagem perene, caracterizada pela presença de corpos d'água permanentes, e intermitente, caracterizada por evidências de escoamento pluvial concentrado. A restituição do sistema viário limitou-se às rodovias e vias principais, a fim de se evitar a introdução de ruído ao sistema, o que poderia dificultar a leitura do documento final.

Para efeito de contextualização geral, utilizaram-se cartas topográficas em escalas 1:250.000 e 1:50.000. Para detalhamento maior, principalmente durante os trabalhos de campo e como referência de maior precisão durante a digitalização dos dados, utilizou-se o conjunto de quatro cartas topográficas em escala 1:10.000 que se articulam para compor a área de estudo.

A carta base teve como origem a base cartográfica digital existente, em escala 1:10.000. Dentre os níveis de informação disponíveis (*layers*), foram selecionados como base de trabalho aqueles referentes às curvas de nível, pontos cotados, rede hidrográfica, sistema viário, linhas de alta tensão, loteamentos, coordenadas UTM e coordenadas geográficas. Os demais foram descartados. A carta base, impressa em papel e em poliéster na escala 1:25.000, foi então utilizada para o lançamento de dados levantados em campo e dos dados gráficos produzidos a partir de fotografias aéreas e/ou compilações. Posteriormente, foi utilizada como base em ambiente CAD para digitalização desses dados.

#### 3.1 A Carta Morfológica

A confecção da carta morfológica teve como objetivo o trabalho com formas do ponto de vista geométrico, embora, em alguns momentos, possa ter havido algum avanço na interpretação das mesmas.

Um dos fatores primordiais para o início do trabalho foi a escolha de uma legenda que deveria, a princípio, preencher dois requisitos básicos: a possibilidade de transcrição adequada das feições observadas e uma representação gráfica que permitisse ao usuário facilidade de leitura e compreensão. Adicionalmente deveria também ser considerada a possibilidade de sua representação em meio digital.

A opção foi pela elaboração de um ensaio inicial, que proporcionaria um maior conhecimento e familiarização com as formas presentes na área de estudo, utilizando-se símbolos de legendas tradicionais já consagradas e testando-se sua capacidade de transmissão dos dados lidos e interpretados, sem a preocupação com a forma de representação final. Foram analisadas várias propostas de legendas, entre elas a legenda para cartas geomorfológicas detalhadas de TRICART (1965), a legenda para o mapa geomorfológico da França (CNRS, 1971), a legenda para mapas geomorfológicos de detalhe de KLIMASZEWSKI (1963) *apud* FAIRBRIDGE (1968), a legenda utilizada na carta geomorfológica de detalhe do médio vale do rio Parateí, SP (COLTRINARI, 1982), entre outras.

Para efeito de escolha de legenda, a área de trabalho foi dividida em quatro quadrantes, cada qual destinado a receber símbolos de um único tipo de legenda. Assim, seria possível a comparação do impacto visual, capacidade de informação e facilidade de leitura de cada legenda individual, destacadas no conjunto. Montados os pares estereoscópicos e de posse do *overlay* base, iniciou-se o trabalho. Com o conhecimento prévio da área, adquirido por meio do reconhecimento de campo inicial, tentou-se delimitar as formas observadas utilizando-se os diferentes símbolos disponíveis. Como o resultado não se apresentou satisfatório, restando lacunas de representação para as legendas testadas, iniciou-se um novo *overlay*, desta vez mesclando em uma única legenda símbolos de diferentes propostas, ou seja, cada feição seria transcrita com o símbolo que aparentava ser mais significativo, não importando sua origem. A este *overlay* sucederam-se uma terceira e quarta tentativas, quando então se acreditou chegar a uma proposta de legenda adaptada para a área de estudo: simples, intuitiva, de fácil leitura e que transcrevia as feições observadas de forma satisfatória. Evitou-se o uso de muitas cores, devendo os símbolos da legenda ser apresentados preferencialmente em preto, o que permite menor conflito com outros apresentados em cores no produto final, exceção feita para as formas dos vales, cujos símbolos aparecem em verde. Foi durante as duas últimas tentativas que se procurou definir símbolos que adicionalmente poderiam ser encontrados nos programas a serem utilizados. A opção final foi pela representação das seguintes feições, com os respectivos símbolos (figura 1):

ruptura de declividade convexa: representado por uma linha contínua (cf. COLTRINARI, 1982);

mudança de declividade convexa: adaptado a partir do símbolo para ruptura, representado por duas linhas contínuas paralelas, que sugerem uma faixa de transição da forma;

ruptura de declividade côncava: representado por uma linha tracejada (cf. COLTRINARI, 1982);

mudança de declividade côncava: adaptado a partir do símbolo para ruptura, representado por duas linhas tracejadas paralelas, que sugerem uma faixa de transição da forma;

topos convexos: origem em TRICART (1965), representados por um cordão de pequenos segmentos de reta paralelos entre si e perpendiculares ao sentido do cordão;

colo: representado por dois semicírculos antepostos pela face convexa (cf. COLTRINARI, 1975);

sentido da declividade: representado por uma seta (cf. COLTRINARI, 1975);

rebordo de terraço: origem em TRICART (1965) e na legenda do CNRS (1971), representado por uma linha contínua com pequenos traços perpendiculares a esta e paralelos entre si, voltados para fora da concavidade;

rebordo de terraço degradado: adaptado a partir do símbolo para rebordo de terraço, representado por uma linha tracejada com pequenos traços perpendiculares a esta e paralelos entre si, voltados para fora da convexidade;

vales em  $v$  estreitos, abertos ou dissimétricos: origem em TRICART (1965), adaptados a partir do símbolo para estas feições, representados por um  $v$  com o ápice voltado para montante, podendo este ser estreito, aberto ou dissimétrico, cada qual indicando situação análoga;

vales côncavos: origem em TRICART (1965), representados por um semicírculo com a convexidade voltada para montante;

sulcos / ravinas: representação adaptada a partir do símbolo utilizado para este tipo de ocorrência na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (IPT, 1994), estando a extremidade em ângulo agudo do mesmo voltada para jusante;

voçoroca: representação compilada a partir do símbolo utilizado para esta ocorrência na Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (IPT, 1994);

cone de deposição: origem em TRICART (1965) e KLIMASZEWSKI (1963) *apud* FAIRBRIDGE (1968), adaptado a partir do símbolo para esta feição, representado por cone com linhas sólidas laterais convergentes, preenchido com textura de pontos.

Cumpre, aqui, ressaltar a importância do controle de campo para a eliminação de dúvidas quanto ao enquadramento de determinadas feições observadas nas fotografias aéreas. A principal dúvida referiu-se à existência ou não de rupturas de declividade na área. A verificação de campo permitiu a constatação de que muito do que se havia mapeado inicialmente como ruptura tratava-se na verdade de mudança de declividade.

O *overlay* foi então digitalizado, estando cada feição disposta em um *layer* separado, além daqueles já existentes na carta base. Vale lembrar que a grande dificuldade nesta fase de entrada de dados é constituída pela distorção presente nas fotografias aéreas, que, inevitavelmente, é passada para o *overlay*. Como a base cartográfica digital sobre a qual são digitalizados os dados do *overlay* já apresenta correção ortogonal, deve-se ajustar esse sobre a base impressa em papel, ou, no caso, em poliéster, utilizando-se como referencial a rede de drenagem presente em ambos. Daí a importância da compilação dessa no *overlay*, mesmo que já exista na base digital. Pode-se, assim, até mesmo corrigir eventuais erros existentes no *layer* rede de drenagem. Um referencial adicional é constituído pela rede viária, assim como outros pontos de destaque na paisagem.

Para a montagem da carta morfológica final (figura 1), os elementos morfográficos da legenda, em preto, foram sobrepostos às curvas de nível da base cartográfica, em marrom claro, que funcionam como indicativas da morfometria. As áreas referentes a várzeas e fundos de vale achatados foram preenchidas com hachura em cor verde; os símbolos lineares para as formas dos fundos de vale aparecem na mesma cor. Foram também adicionados os *layers* rede hidrográfica, em azul, sistema viário, em vermelho e coordenadas geográficas/UTM, em preto. Na etapa final de confecção do documento cartográfico em meio digital, selecionou-se os símbolos da legenda proposta dentre aqueles oferecidos pelo programa, em alguns casos sendo ainda necessária alguma adaptação da legenda à possibilidade de representação gráfica.

#### 4 Avaliação do Produto Cartográfico

Face ao objetivo do trabalho, de produzir uma carta que possa ser utilizada na atividade de planejamento urbano, procurou-se elaborar um documento cartográfico que permitisse leitura por técnicos de outras áreas que trabalham nesse ramo de atividade. A opção pelo uso da cartografia digital evidenciou que os programas utilizados para este trabalho trazem em si uma contradição. Enquanto, por um lado, facilitam muito a manipulação dos dados já digitalizados – cuja entrada no sistema é, no mais das vezes, difícil e trabalhosa - por outro, apresentam limitações quanto à sua representação gráfica, principalmente no que diz respeito à utilização de símbolos não previstos como *default* dos programas. Não se tratam, na verdade, de programas específicos *para* cartografia temática, mas de programas *com recursos de* cartografia temática.

A carta morfológica é um documento que apresenta leitura dificultada, portanto com alguns obstáculos para a recuperação de informação, dado seu caráter polissêmico. Para minimizar essa dificuldade, inseriu-se a base topográfica em marrom claro, o que contribui para destacar um pouco mais os diversos símbolos lineares referentes à morfologia (em preto). A leitura desta carta requer familiarização com a simbologia que foi utilizada para registrar as feições observadas, devendo, para tal, ser lida e relida algumas vezes. É, assim, uma carta para se *ler*.

Uma das maiores dificuldades em relação à edição e impressão desta carta refere-se à diferença entre o que é mostrado na tela do monitor e o que é impresso. São necessários inúmeros testes com as variáveis visuais (textura, valor e, principalmente, cor), nem sempre com a garantia de que se obterá como produto final o que foi almejado.

Todos os símbolos foram definidos para serem impressos na mesma intensidade de preto, como a que se verifica para os símbolos de ruptura de declividade côncava e convexa, o que não foi possível atingir. Um outro erro refere-se aos limites das áreas úmidas que identificam os vales de fundo chato. Estes deveriam constar como uma linha tracejada dupla, indicando mudança de declividade côncava. Como se tratavam de polígonos, o programa não aceitou delimitá-los de outra forma, senão como uma linha contínua, devendo-se talvez, para corrigir o erro, efetuar uma nova entrada de dados devidamente adaptados para esta ocorrência.

Sobre as feições mapeadas, a inclusão dos itens rebordo de terraço e rebordo de terraço degradado extrapola a proposta de mapeamento somente da morfologia, entrando-se neste caso no domínio da gênese da forma. Justifica-se sua inclusão na legenda por se tratarem de feições muito nítidas quando observadas em fotografias aéreas, confirmadas por verificação em campo.

Quanto à sobreposição da morfologia a outras cartas, como a hipsométrica e clinográfica, verificou-se alguma dificuldade na recuperação de informação, principalmente quando seus símbolos lineares se encontram sobre tons mais escuros. Tal fato torna os produtos compostos cartas para se *ler*.

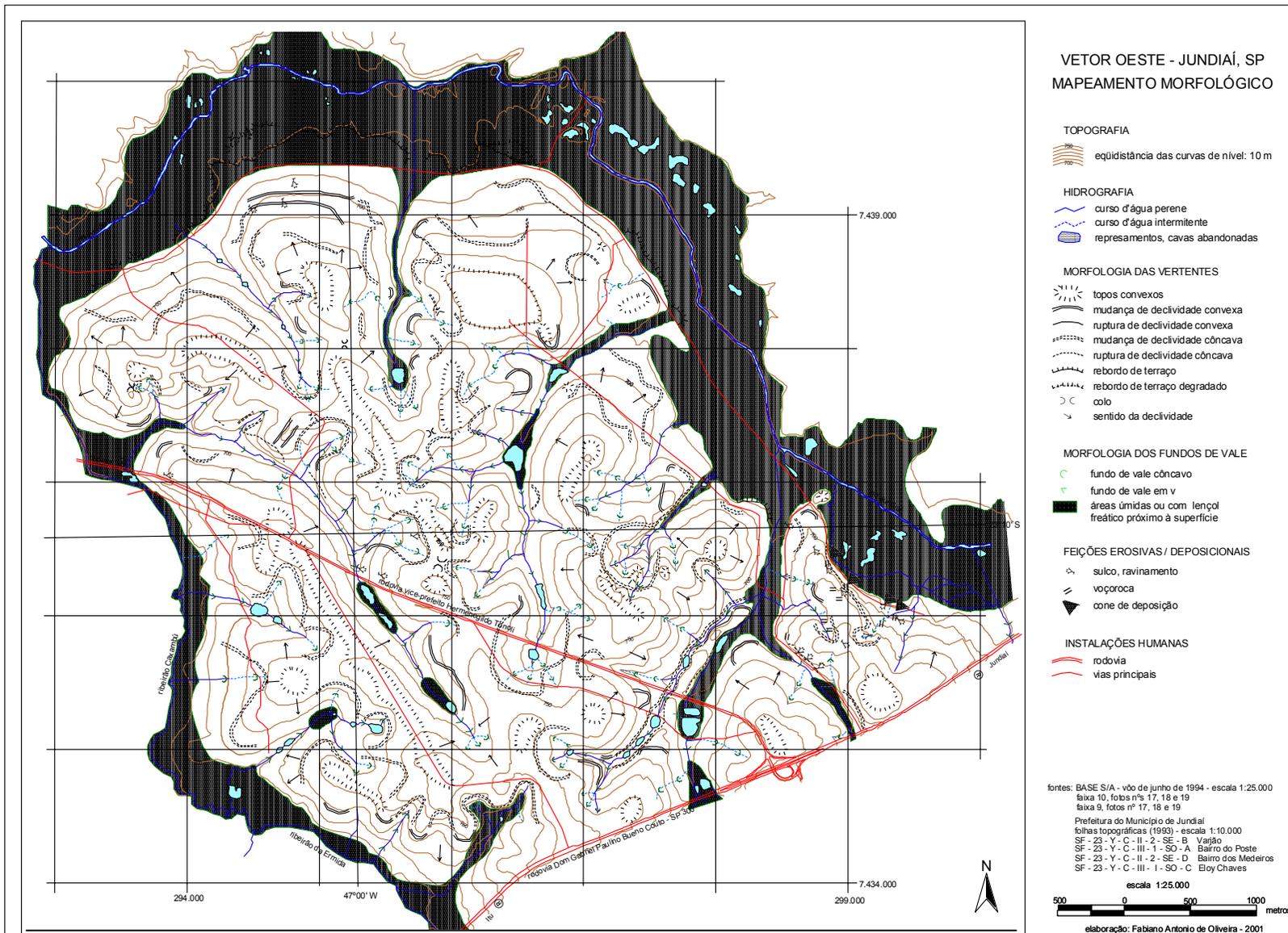


figura 1

Carta Morfológica

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da carta morfológica, associada ou não a outras cartas, na investigação dos processos que podem interferir na estabilidade da superfície, permitiu identificar que a instalação de processos erosivos lineares na área de estudo está nitidamente relacionada às atividades de urbanização. Estes apresentam toda uma gradação de passagens, de escoamento concentrado à instalação de voçorocas. Os processos erosivos lineares estão, via de regra, localizados a partir do terço médio das vertentes, em declividades superiores a 3°, associados a mudanças de declividade côncavas e à exposição das rochas intemperizadas do embasamento.

LIBAULT (1980), ao descrever princípios para a pesquisa geográfica, relata que a produção de documentos cartográficos é etapa essencial para o estabelecimento de correlações, análises e síntese. Procurou-se, neste trabalho, descrever as etapas de elaboração de uma carta morfológica para aplicação como instrumento de pesquisa em geomorfologia. Na confecção do documento cartográfico final procurou-se observar princípios e regras da cartografia temática, traduzidos na escolha de uma legenda que permita otimizar a leitura e o uso da carta morfológica.

## REFERÊNCIAS

- ANDERSON, P.S.; VERSTAPPEN, H.T. (1982) Aspectos Básicos da Fotointerpretação. *In* ANDERSON, P.S. (1982) **Fundamentos para Fotointerpretação**. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia. p. 41-53.
- BRASIL / MPO / FIBGE / IBGE (1971) Folhas Jundiaí (SF-23-Y-C-III-1) e Indaiatuba (SF-23-Y-C-II-2). Rio de Janeiro, IBGE. (Escala 1:50.000).
- C.N.R.S. (1971) **Leyenda para el Mapa Geomorfológico de Francia (1:50.000)**. Traducida y adaptada por D. Serrat et al. Barcelona, Instituto Jaime Almera de Investigaciones Geológicas, 1976. 63 p.
- COLTRINARI, L. (1975) **Contribuição à Geomorfologia da Região de Guaratinguetá-Aparecida**. São Paulo, 232p. (1v.) (Tese-Doutorado) Departamento de Geografia / FFLCH / USP.
- COLTRINARI, L. (1982) Um Exemplo de Carta Geomorfológica de Detalhe: a carta do médio vale do rio Parateí, SP (1:25.000). **Revista do Departamento de Geografia** n. 1, p. 55-63.
- COLTRINARI, L. (1984) Cartas Geomorfológicas. Orientação. n. 5. p. 96-99.
- DE BIASI, M. (1992) A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 6, pp. 45-60.
- DEMEK, J. (1967) Generalization of Geomorphological Maps. *In*: **Proceedings of the IGU Commission on Applied Geomorphology, sub-commission on Geomorphological Mapping**. p. 36-72.
- FAIRBRIDGE, R. N. (1968) **The Encyclopedia of Geomorphology**. New York, Reinhold Book Corporation. 1295p. (Encyclopedia of Earth Sciences, 3)
- KLIMASZEWSKI, W. (1982) Detailed Geomorphological Maps. **ITC Journal**. vol. 1982-3. p. 265-272.
- KOEMAN, C. (1971) **O Princípio da Comunicação na Cartografia**. São Paulo, Laboratório de Cartografia DG/FFLCH/USP, 1995. 11 p. (Geocartografia, 5)
- LIBAULT, A. (1971) **Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica**. São Paulo, Laboratório de Cartografia DG/FFLCH/USP, 1994. 19 p. (Geocartografia, 1)

- MARTINELLI, M (1991) **Curso de Cartografia Temática**. São Paulo, Contexto. 180 p.
- PETCHENIK, B.B. (1977) **Cognição em Cartografia**. São Paulo, Laboratório de Cartografia DG/FFLCH/USP, 1995. 15 p. (Geocartografia, 6)
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ (1993). Folhas SF-23-Y-C-II-2-SE-B, SF-23-Y-C-II-2-SE-D, SF-23-Y-C-III-1-SO-A e SF-23-Y-C-III-1-SO-C. (Escala 1:10.000).
- ROSS, J.L.S. (1992) O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. n. 6, pp. 17-29.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico. Departamento de Ciência e Tecnologia. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1981) **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT. publicação 1184. Volumes I e II. (Escala 1:500.000). (Monografia, 6)
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico. Departamento de Ciência e Tecnologia. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1994) **Carta Geotécnica do Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT. Volumes I e II. (Escala 1:500.000).
- SIMIELLI, M.E.R. (1978) **Variação Espacial da Capacidade de Uso da Terra - Um ensaio metodológico de cartografia temática aplicado ao município de Jundiaí, SP**. São Paulo. 126 p. (Dissertação - Mestrado) Departamento de Geografia, FFCLH/USP.
- SOARES, P.C.; FIORI, A.P. (1976) Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia. **Not. Geomorfol**, n. 16, p. 71-104.
- TRICART, J. (1965) **Principes et Methodes de la Geomorphologie**. Paris, Masson. 496 p.
- TRICART, J. (1977) **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE-SUPREN. 97p.