



CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: O USO DE SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) PARA A CONFEÇÃO DE CARTAS DE FRAGILIDADE

**AMARAL, ROSANGELA e ROSS, JURANDYR LUCIANO SANCHES
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Av. Lineu Prestes, 338 – São Paulo/SP - 05508-900

Palavras-chave: geomorfologia, cartografia, fragilidade.

Eixo Temático: Cartografia geomorfológica.

Introdução

Segundo a metodologia de ROSS (Análise Empírica da Fragilidade Dos Ambientes Naturais Antropizados, 1994), as ações antrópicas, além das características do meio natural, são fundamentais para o entendimento dos processos erosivos e da fragilidade ambiental.

As alterações feitas pelo homem nos componentes da natureza afetam a funcionalidade do sistema e induzem aos processos degenerativos. Desta forma, é importante que as ações antrópicas sejam compatíveis com a potencialidade dos recursos naturais de um lado, e de outro com a fragilidade dos ecossistemas. ROSS (op. cit.) avalia as fragilidades ambientais naturais aplicadas ao planejamento territorial de caráter ambiental, baseando-se no conceito de Unidades Ecodinâmicas de TRICART (1977).

Sob essa concepção, o ambiente é analisado segundo a Teoria dos Sistemas, que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam por meio de relações em equilíbrio dinâmico. Este equilíbrio, no entanto, é alterado pelas intervenções do homem nas componentes da natureza. Assim, quando os ambientes estão em equilíbrio dinâmico são estáveis e quando em desequilíbrio são instáveis.

ROSS (1990) elaborou novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas Estáveis e Instáveis de Jean Tricart. As Unidades Instáveis foram definidas como os ambientes naturais que foram modificados intensamente pelo homem, denominadas Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Emergente. As Estáveis são as que estão em equilíbrio dinâmico em seu estado natural, porém, há uma instabilidade potencial contida nelas ante a possibilidade da intervenção antrópica, por isso foram consideradas como Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial. Também foram criadas diferentes categorias para classificar essas Unidades, que vão do grau muito fraco ao muito forte (índices de fragilidade).

Para avaliar a potencialidade dos recursos naturais são necessários dados de geologia, geomorfologia, pedologia, clima, vegetação e uso da terra. Para análise da fragilidade dos ambientes, estes fatores devem ser analisados integradamente.

Toda esta análise pode ser tratada por sistema analógico ou digital. Neste caso, se pretende demonstrar um estudo onde se utilizou a segunda técnica, adotando-se como ferramenta de trabalho o Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING 3.4, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).



O uso deste SIG permite gerar mapas sínteses e modelos digitais de terreno valendo-se de uma base de dados previamente digitalizada. Essa base de dados será composta de várias camadas (*layers*) onde estarão as informações planimétricas, altimétricas e temáticas.

Para a obtenção da carta síntese, são feitas as correlações dos dados de declividade e formas do relevo, tipos de solos, grau de proteção dos solos de acordo com a cobertura vegetal e tipos de uso da terra.

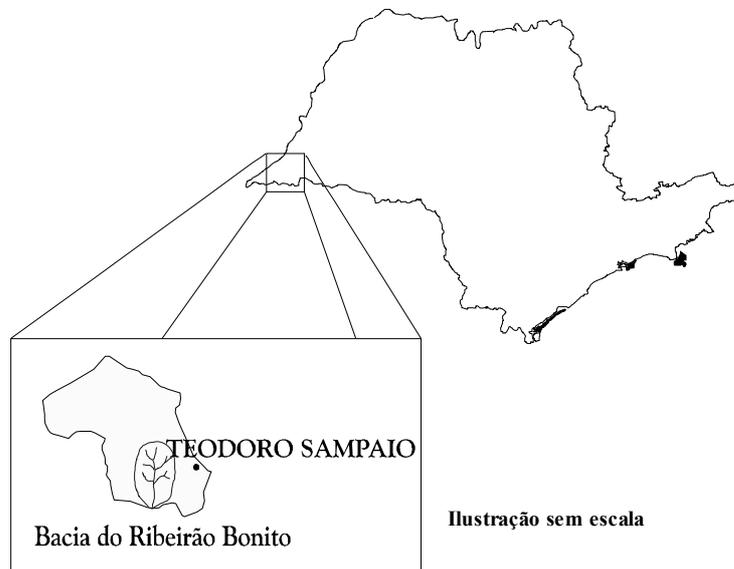
O resultado final é a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente, na escala original de trabalho 1:50.000, com definição dos diferentes níveis de fragilidade ambiental e sua análise.

Procedimentos Operacionais

Para sistematizar a pesquisa “A fragilidade ambiental no Pontal do Paranapanema: um estudo de caso aplicado à Bacia do Ribeirão Bonito, Município de Teodoro Sampaio/SP” se utilizou a metodologia proposta por LIBAULT (1971).

Este estudo se baseou nas características físicas e ambientais locais (geologia, clima, geomorfologia, pedologia e uso da terra), analisadas integradamente e tomando a Bacia do Ribeirão Bonito (ou da Cachoeira do Estreito) como unidade de análise.

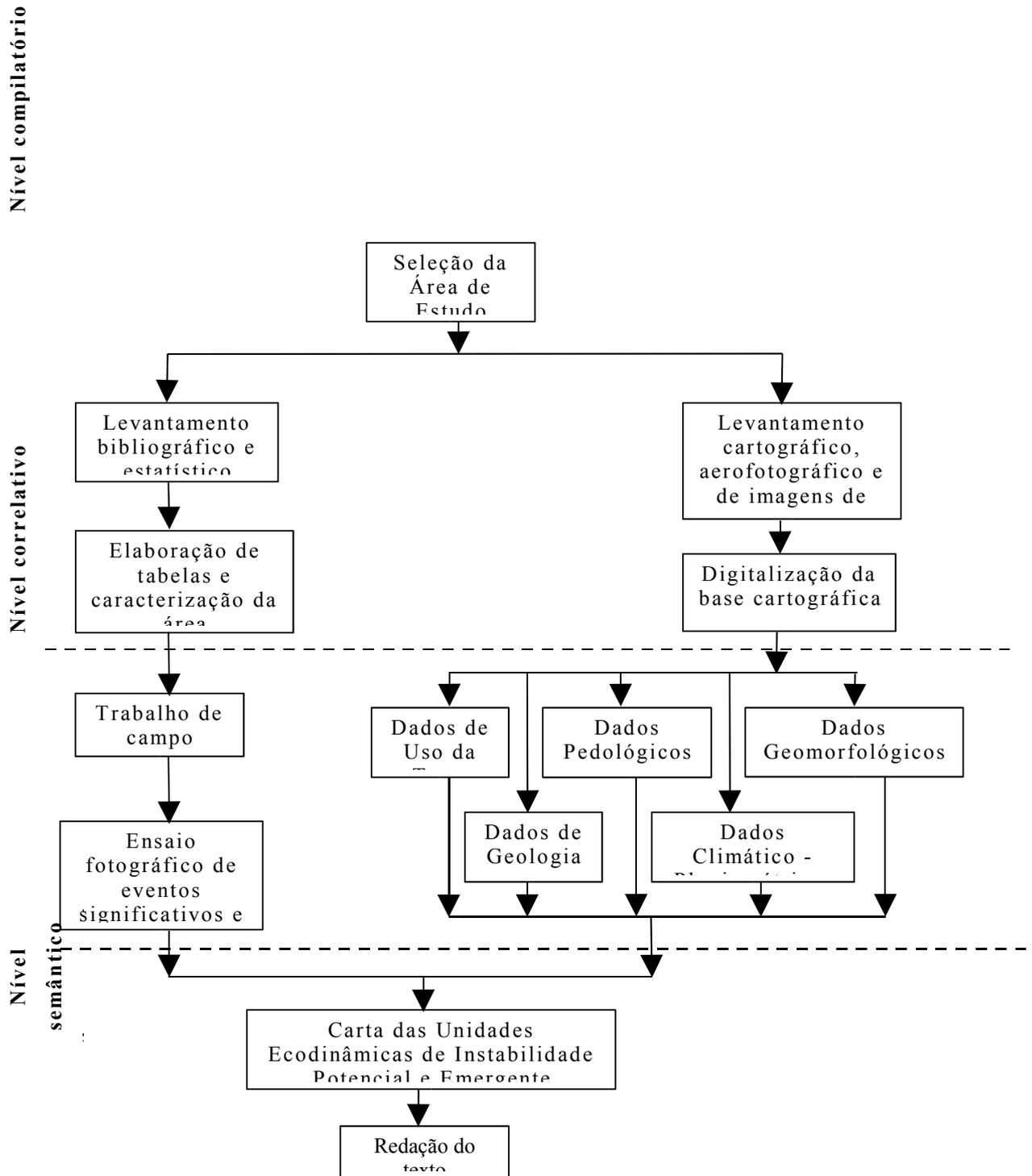
A área localiza-se no município de Teodoro Sampaio. O Ribeirão é o limite oeste do Parque Estadual do Morro do Diabo com os assentamentos do ITESP e se localiza aproximadamente entre as coordenadas geográficas S 22°21' e S 22°35' e O 52°17' e O 52°24', conforme a figura 1.



Elaboração: Rosângela do Amaral.

Figura 1: Localização da área de estudo em relação ao Estado de São Paulo.

A pesquisa foi seccionada em etapas distintas, porém complementares, conforme se pode notar pelo fluxograma da Figura 2.



Elaboração: Rosangela do Amaral.

Figura 2: Fluxograma Operacional



O Nível Compilatório, correspondente à primeira fase da pesquisa, em que se determinou a área de estudo a ser trabalhada e procurou-se obter todos os dados referentes ao local. Em seguida foi feita uma pré-seleção dos dados na qual se determinou os que seriam realmente úteis à pesquisa.

Foram necessários levantamentos bibliográficos, cartográficos, aerofotogramétricos e de imagens de satélite. Valendo-se destes dados, foi possível caracterizar a área e fazer a digitalização da base cartográfica.

O Nível Correlativo, correspondente à segunda fase, na qual se correlacionam os dados para posterior interpretação. Esta é uma operação importante e seletiva, em que uma correlação errônea poderia levar a resultados distorcidos.

O Nível Semântico, última etapa, é a fase interpretativa, na qual se chegou a resultados conclusivos a partir dos dados selecionados e correlacionados nas etapas anteriores.

Nesta fase do trabalho foi gerada a carta síntese de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente, definindo-se os níveis de fragilidade ambiental, culminando com a redação do trabalho.

Técnicas de Análise Cartográfica

O fluxograma de análise da figura 3 apresenta quais as correlações feitas com os produtos cartográficos para a obtenção da Carta de Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente.

Foram quatro etapas distintas:

- A captação das fontes;
- A seleção dos dados;
- A confecção das cartas temáticas;
- A síntese final.

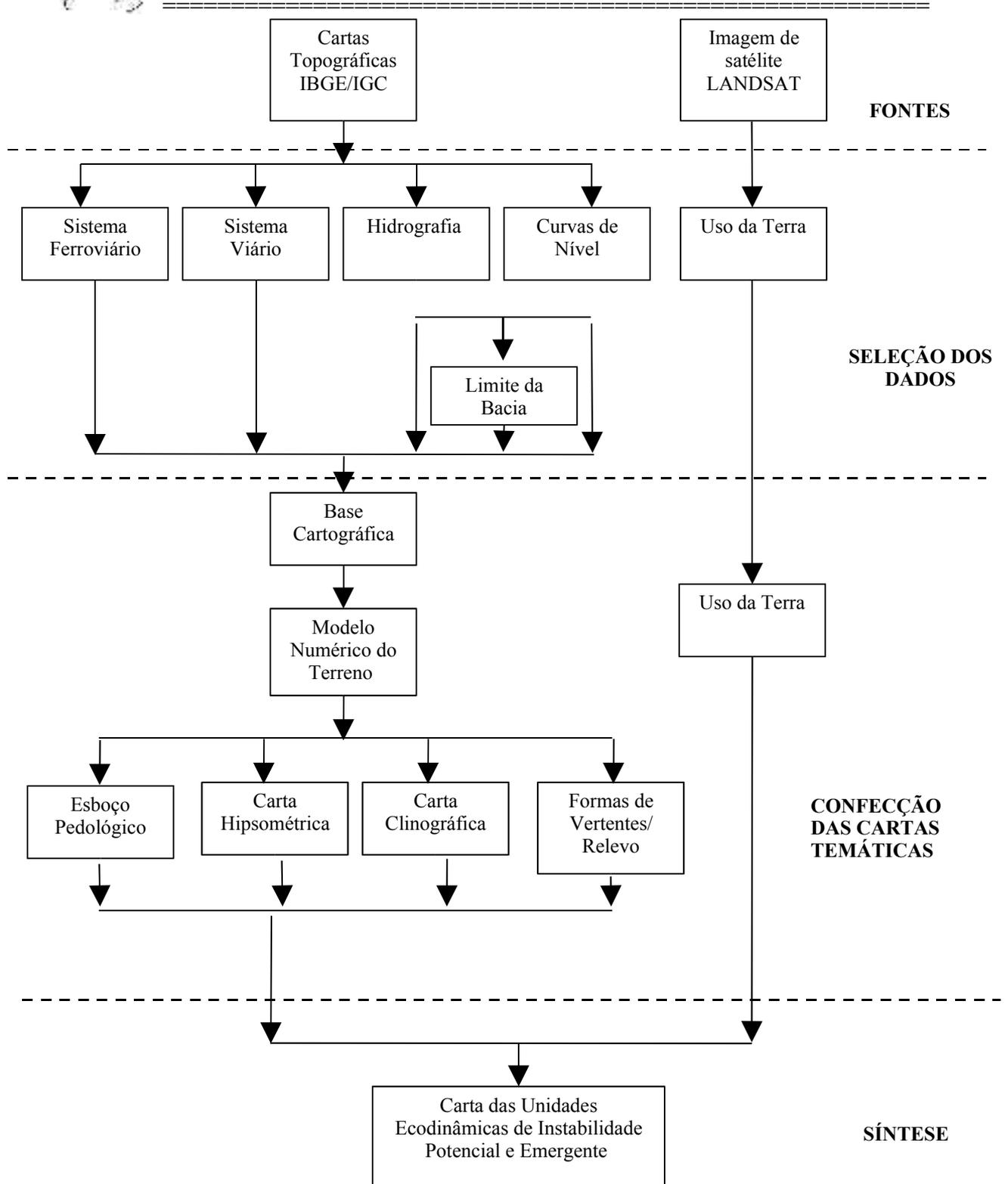


Figura 3: Fluxograma de análise

Elaboração: Rosângela do Amaral



Procedimentos Técnicos-Operacionais

Para realizar as correlações para obter a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente foi necessário dispor de algumas ferramentas de trabalho para viabilizar esta etapa. Desta forma, foi essencial identificar as diferenças entre os *softwares* que tornavam esse trabalho possível e selecionar os mais apropriados.

Os SIG's e os CAD's

Um SIG (Sistema de Informações Geográficas) é um *software* com a capacidade de trabalhar com informações georeferenciadas. Por meio destas informações, obtém-se melhor gerenciamento e planejamento do espaço e dos elementos localizados sobre ele.

Utilizando um sistema de projeção definido, se faz a localização de determinado ponto ou área, possibilitando a coordenação da sobreposição perfeita de diferentes camadas de informações temáticas.

De modo que podemos concluir que o SIG nos permite de forma rápida e precisa gerar mapas integrados valendo-se de uma base de dados pré-digitalizada.

Esta base, no entanto, normalmente é feita em um *software* do tipo CAD (*Computer Aided Design* - Desenho Auxiliado por Computador). Estes programas são orientados para a criação de elementos gráficos não possuindo recursos para trabalhar com coordenadas geográficas ou fazer a correlação entre várias camadas (*layers*) para a obtenção de um resultado-síntese.

A entrada de dados pode ser feita por meio de uma mesa digitalizadora ou por escanerização (obtenção da imagem em arquivo digital por um *scanner*). Estes dados são vetorizados, isto é, as linhas são convertidas em informações temáticas e direcionadas para um plano de informação ao qual pertença. Por exemplo, é criada uma camada para as curvas de nível. Escolhe-se uma cor para representá-la e executa-se a entrada de dados, de qualquer um dos modos mencionados. Quando terminadas as informações referentes às curvas, passa-se para uma segunda informação, por exemplo, hidrografia. Da mesma forma, cria-se uma outra camada que conterà estas informações. Escolhe-se uma cor para representá-la e executa-se a entrada de dados. Assim é feito sucessivamente até que todas as informações estejam "cadastradas". Desta forma ocorre a diferenciação entre o que é curva de nível, estrada, ferrovia, hidrografia, entre outras, para que estas possam ser entendidas pelo *software*.

A Elaboração das Cartas Base e Temáticas

Aquisição de Dados-Base

Neste estudo, foi utilizado o *software* AUTOCAD R14 para fazer a digitalização da base cartográfica, por meio de uma mesa digitalizadora tamanho A1. A base cartográfica tem como fonte dos dados as seguintes cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1:50.000: Ribeirão das Pedras (SP), folha SF-22-Y-B-I-3, de 1975 e Santo Antônio do Caiuá (PR-SP), folha SF-22-Y-B-IV-1, de 1973. Destas cartas foram



retiradas as informações de hidrografia, topografia, estradas e ferrovia na área referente ao objeto de estudo e seu entorno. Sobre a base foi interpretada a linha representativa do limite da Bacia do Ribeirão Bonito.

Foi digitalizado também o mapa temático da geologia da área de estudo, com base no Mapa Geológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981). Como para a escala em que este mapa é encontrado, 1:500.000, somente existem coordenadas geográficas, foi utilizado o *software* TRANSCOORD versão 1.0, da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, para convertê-las em UTM's para que desta forma as coordenadas pudessem ser identificadas pelo AUTOCAD.

Com a base de dados e as cartas temáticas concluídas, deu-se início à pesquisa e geração de outros mapas temáticos. Nesta fase 'importa-se', ou transfere-se a base cartográfica e os temas para o SIG, de forma a permitir a criação de mapas a partir da seleção de outros temas.

Criação do Banco de Dados Georeferenciado

Neste momento é preciso escolher um SIG para instrumentalizar o trabalho. Existem diversos SIGs disponíveis no mercado. Embora se possa perceber pequenas diferenças entre eles o resultado esperado é sempre o mesmo: a correlação de cartas temáticas georeferenciadas.

Para este estudo foi selecionado o *software* SPRING, desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) por ser de tecnologia nacional, bastante utilizado na área de geoprocessamento, sobretudo nas Universidades Públicas e nos órgãos públicos de pesquisa e planejamento, além de ser de domínio público, disponível na *internet*¹.

Criou-se então um banco de dados no SPRING versão 3.4 e escolheu-se um nome para identificar o projeto em estudo. O projeto que define a área física do trabalho é armazenado em um subdiretório juntamente com os arquivos de dados: pontos, linhas, imagens orbitais, imagens temáticas, textos, grades e objetos.

Definiu-se qual a projeção a ser utilizada, que no caso deste estudo é sistema UTM, modelo da Terra Hayford/Córrego Alegre, tendo como referência a longitude de O 51° 00 00. O retângulo envolvente do Projeto localiza-se entre as coordenadas UTM's: 350.000 e 370.000 E e 7.496.000 e 7.528.000 N.

O projeto contém um conjunto de Planos de Informação (PIs) georeferenciados, todos utilizando o mesmo sistema de projeção. Neste item são definidas categorias que podem ser de diversos modelos: temáticos, numéricos de terreno (MNT), imagens, entre outros.

Nesta etapa foram encontrados alguns problemas: os temas geomorfologia e pedologia, importantes para a correlação e obtenção dos graus de fragilidade, não foram encontrados na mesma escala da base cartográfica. A escala mais próxima é a de 1:500.000, que causaria imensa generalização cartográfica em relação aos dados 1:50.000 utilizados na base. Para fazer correlações entre estes mapas e a base, o processo tornou-se bastante difícil, pois as distorções e generalizações destes mapas foram tamanhas que os pontos em comum com a base cartográfica não foram coincidentes.

¹ A aquisição do *software* SPRING 3.4 pode ser feita por acesso na internet ao site do INPE: <http://www.dpi.inpe.br/spring>



Para minimizar o problema, foram geradas no SPRING uma Carta Hipsométrica e uma Carta Clinográfica, a partir da topografia digitalizada na base de dados. Essas cartas constituíram a base geomorfológica e pedológica do trabalho, pois com base nestas e com apoio de aerofotos, dos mapas na escala 1:500.000 e do controle de campo, pôde-se confeccionar o Esboço Pedológico e a Carta Geomorfológica.

Modelagem Numérica do Terreno

Para a confecção da Carta Hipsométrica, na escala 1:50.000, foi necessário selecionar o PI no qual estão as curvas de nível, já cotadas, de modelo MNT, e gerar uma grade retangular e uma grade triangular (TIN) na qual foi feita a interpolação.

Um Modelo Numérico de Terreno (MNT) é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real.

Segundo o INPE (2000, p. 6 - aula 8), a grade retangular é um modelo digital que aproxima superfícies por meio de um poliedro de faces retangulares. Os vértices desses poliedros podem ser os pontos amostrados ou a grade desejada. Estas são geralmente utilizadas em aplicações qualitativas, ou seja, para visualização da superfície. Na grade triangular, os vértices dos triângulos são geralmente pontos amostrados da superfície. Esta modelagem permite que as informações morfológicas importantes como as discontinuidades, representadas por feições lineares de relevo (cristas) e drenagens (vales), possam ser representadas em uma visão tridimensional.

Após a geração das grades, foi feita a divisão nas classes desejadas para a Carta Hipsométrica. Neste estudo, utilizaram-se as classes: 240 a 260m, 260 a 280m, 280 a 300m, 300 a 340m, 340 a 380m, 380 a 420m, 420 a 500m, 500 a 540m, 540 a 580m e 580 a 600m.

Para a confecção da Carta Clinográfica, também na escala 1:50.000, foi necessário utilizar a grade TIN e unidades em porcentagem. Em seguida, foi feita a divisão em classes de declividades. As classes utilizadas foram: de 0 a 3%, de 3 a 12%, de 12 a 30%, de 30 a 50% e maior que 50%.

Em ambas as cartas, as classes foram definidas de acordo com a área de estudo, por se tratar de uma área predominantemente plana.

Estas cartas, elaboradas também na escala 1:50.000, serviram de apoio para a geração de um esboço pedológico sobre o qual foram feitas algumas amostragens no trabalho de campo.

Para este esboço pedológico de detalhamento da área tomou-se como base o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, de OLIVEIRA et al.(1999), escala 1:500.000 e foram feitas modificações e adaptações de acordo com as declividades determinadas pela Carta Clinográfica, e o controle sistemático de campo.

Nas áreas onde a declividade está próxima de 12%, foram identificados Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA13) e nas áreas de declividades menores os Latossolos Vermelho-Amarelos (LVA4). Às margens dos rios afluentes e do Rio Paranapanema (Reservatório de Rosana), foram identificados os Gleissolos Háplicos (GX9). No Morro do Diabo identificou-se predominantemente os Neossolos Litólicos (RV8 e RV9).

A Carta Geomorfológica, à semelhança do Esboço Pedológico, também foi gerada com base nos dados obtidos com as cartas Clinográfica e Hipsométrica, com auxílio das



aerofotos de 1962, executadas pela Geofoto S/A para o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, de ROSS & MOROZ (1997), escala 1:500.000. Foi feita a interpretação dos compartimentos de relevo e a interpretação dos tipos de topos e vertentes, classificados de acordo com a taxonomia proposta por ROSS (1992).

Os tipos de formas de relevo encontrados na área de estudo foram: as Colinas amplas e baixas, cujos tipos de vertentes são predominantemente convexas de baixas declividades (3 a 12%), algumas ocorrências de vertentes côncavas, de mesma declividade e alguns topos convexas, com declividades entre 0 a 12%. Outro tipo de forma de relevo encontrado foi o morro com topo aplanado ou tabular, correspondente ao Morro do Diabo, única grande elevação da Bacia. Os tipos de vertentes encontrados no morro correspondem às vertentes convexas de médias declividades (12 a 30%), vertentes retilíneas de médias e altas declividades (de 12 a 30% e >30%, respectivamente), topos planos, com declividades de 3 a 12%, patamares planos, de mesma declividade e topos convexas, com declividades de 0 a 12%. Por fim, as Planícies às margens do Ribeirão Bonito e seus afluentes, com declividades de 0 a 3%.

Também com base nestas grades elaboradas foi possível gerar o Modelado em Três Dimensões da área de estudo, baseado na Carta de Níveis de Cinza, com exagero vertical (0.1), que proporciona a noção de profundidade, conforme pode ser visualizado na figura 4. No centro representado em tonalidade mais escura, o Ribeirão Bonito, cuja Bacia é o objeto deste estudo.

Em seguida, gerou-se a Carta de Relevo Sombreado, utilizando-se os parâmetros de iluminação padrões do SPRING: azimute 45°, elevação 45° e exagero de relevo 14.81, conforme a ilustração da figura 5.

Estes resultados do MNT permitem uma melhor visualização da morfologia da área de estudo, com noções de profundidade e altitude que podem ser exageradas para melhor reconhecimento de relevos em áreas de baixos gradientes topográficos, como neste caso.

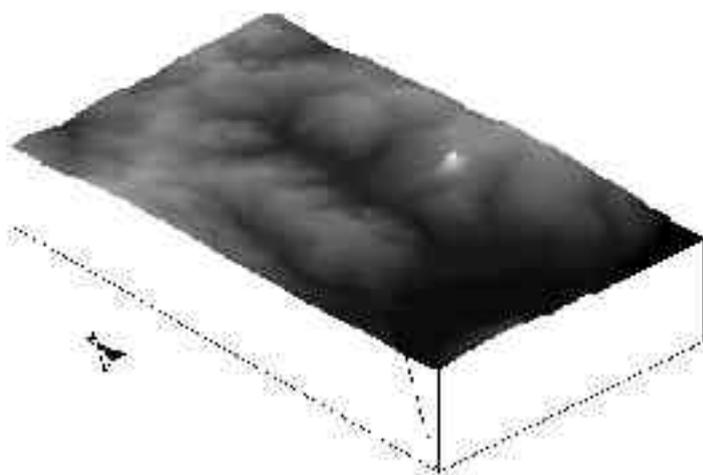


Ilustração sem escala
Elaboração : Rosângela do Amaral

Figura 4: Modelo tridimensional da Bacia em estudo.

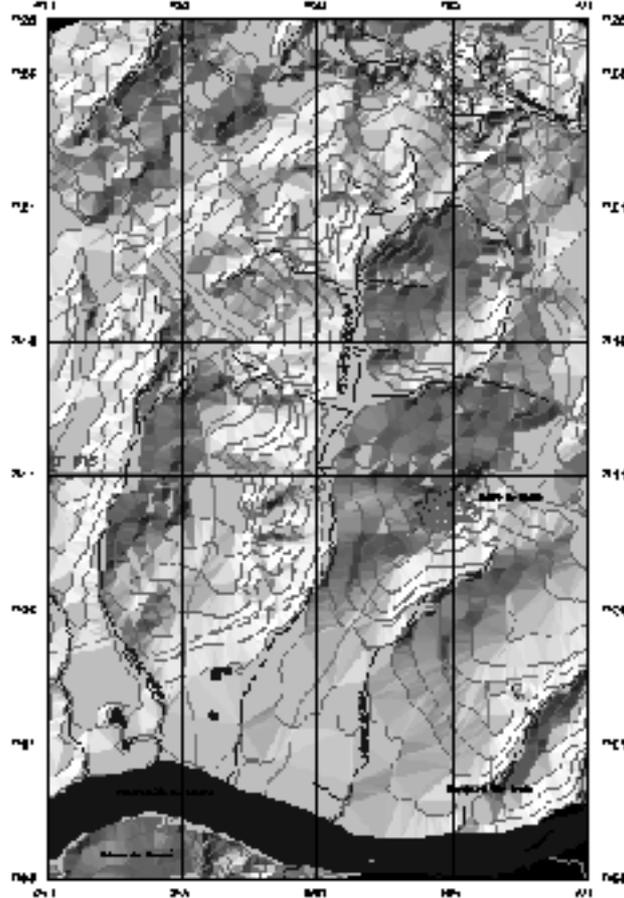


Figura 5: Relevo Sombreado

Imagem de Satélite

A partir da Imagem de Satélite LANDSAT TM5, composição colorida 5R, 4G e 3B, gerada pelo INPE e pertencente à Secretaria de Estado do Meio Ambiente, de 1997, foi gerada a Carta de Uso do Solo.

Uma imagem digital pode ser definida por uma função bidimensional, da intensidade de luz refletida ou emitida por uma cena, na forma $I(x,y)$; onde os valores de “I” representam a cada coordenada espacial (x,y), a intensidade da imagem nesse ponto. Essa intensidade é representada por um valor inteiro, não-negativo e finito, chamado nível de cinza. A cada ponto imageado pelos sensores, corresponde a uma área mínima denominada ‘*pixel*’ (*picture cell*), que deve estar geograficamente identificado, e para o qual são registrados valores digitais relacionados a intensidade de energia refletida em faixas (bandas) bem definidas pelo espectro eletromagnético. (INPE, 2000, p.1 - aula 2)

Para ler e converter a imagem de satélite, primeiro é necessário abrir o módulo IMPIMA do SPRING, onde se corta a imagem do tamanho equivalente à área de estudo e que envolva uma faixa de entorno; divide-se a imagem nas três bandas da composição colorida, na resolução de 20m e salva-se no formato GRIB.

Em seguida, no SPRING, a imagem é ‘importada’ ou transferida e registrada. O registro é uma transformação geométrica que relaciona coordenadas da imagem (linha e coluna) com coordenadas geográficas (latitude e longitude) de um mapa. Essa transformação elimina



distorções existentes na imagem, causadas no processo de formação da imagem, pelo sistema sensor e por imprecisão dos dados de posicionamento da plataforma (satélite) (INPE, 2000).

Para fazer o registro é necessário escolher os pontos de controle, que são os pontos em comum entre a base e a imagem, como por exemplo o cruzamento de estradas ou uma bifurcação na rede de drenagem.

Estes pontos em comum podem ser adquiridos pela mesa digitalizadora, tela, ou teclado. No caso deste estudo, optou-se por fazer a aquisição dos pontos pela tela, selecionando com o *mouse* um ponto na base cartográfica e correlacionando-o ao mesmo ponto comum na imagem. São necessários no mínimo 6 pontos para georeferenciar a imagem. O ideal é utilizar o máximo de pontos que for possível correlacionar e estes pontos devem estar bem distribuídos na área da imagem.

Na precisão do mapeamento é importante verificar os erros dos pontos de controle. Para um mapeamento como este na escala 1:50.000, o maior erro aceitável no registro é metade do valor da escala, ou seja, 25 metros. Neste caso específico, o erro obtido foi de 4,679 m.

Em seguida, aplica-se o georeferenciamento para as demais bandas, ‘importando-as’ ou transferindo-as para o projeto.

Com a imagem georeferenciada, pode-se interpretá-la para gerar a Carta de Uso da Terra.

O procedimento para confeccionar esta carta é selecionar amostras de cor retiradas da imagem e fazer um treinamento, que é equivalente a um teste da carta que será gerada. Quando o resultado estiver aceitável, efetua-se a classificação da imagem.

Para este caso específico, a classificação foi feita pelo método manual, já que o uso da terra na área de estudo estava bastante diversificado, devido aos assentamentos ali instalados. Desta forma foi possível ‘generalizar’ pequenas manchas, para tornar viável a confecção da Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente.

As classes identificadas foram floresta, capoeira, agriculturas diversas, cana-de-açúcar, solo exposto e pastagem.

A correlação entre as Cartas Geomorfológica, Esboço Pedológico e Uso da Terra foi efetuada através de programação no módulo LEGAL do SPRING e deu origem ao produto final de análise da fragilidade da área em questão, a Carta das Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente, conforme a figura 6.

Considerações Finais

Este estudo teve em sua etapa final como procedimento técnico-operacional a utilização do geoprocessamento para viabilizar as etapas de confecção e correlação das cartas temáticas. O aprendizado e conhecimento destas técnicas exigiu um treinamento específico no SIG SPRING, do INPE, escolhido para se fazer a análise proposta.



O uso do SPRING 3.4 facilitou a confecção e reprodução das cartas e principalmente depois de o usuário adaptar-se ao sistema de funcionamento do *software*, diminuindo o tempo gasto com a confecção delas. Além disso, o uso de programas computacionais e imagens de satélite inserem o geógrafo em uma nova área do mercado de trabalho, utilizando o geoprocessamento como ferramenta, unindo o conhecimento científico previamente adquirido às novas técnicas que se têm desenvolvido bastante nas últimas décadas.

Os modelos tridimensionais e os perfis transversais da área de estudo gerados por este SIG também possibilitaram uma melhor visão da região trabalhada, que não pode ser obtida pela consulta às cartas topográficas e sequer no trabalho de campo.

Como resultado deste trabalho representado na Carta de Unidades Ecodinâmicas, se identificou que a maior parte da área localiza-se em relevo de baixa fragilidade. O resultado obtido se deu em função do relevo predominantemente pouco dissecado da região. Apesar disso, a ocorrência de sulcos e ravinas é bastante comum.

Com a interpretação dos resultados obtidos na carta síntese, elaborou-se algumas considerações.

A característica principal percebida neste trabalho foi a influência dos solos de textura média/arenosa no desenvolvimento dos processos erosivos na Bacia.

O desenvolvimento destes solos sob a geologia do arenito Caiuá proporcionou grande suscetibilidade à desagregação das partículas do solo, em particular quando combinada com a retirada da proteção natural que era proporcionada pela cobertura vegetal original (floresta) e sua substituição por pastagens ou agriculturas sem manejo conservacionista.

O pisoteio do gado e a implantação das culturas diversificadas fazem que o solo, já frágil, fique exposto às intempéries, e qualquer chuva pode carrear grande quantidade de partículas, o que causa o assoreamento nos rios e reservatórios. O tipo de pastagem cultivada com capim braquiária também proporciona o aparecimento de sulcos entre os tufos da vegetação. Em estradas ou próximo às cercas das propriedades são encontradas cicatrizes de erosão e até mesmo voçorocas.

Somente na área restrita ao Parque Estadual do Morro do Diabo, classificada como de Instabilidade Potencial, é que não se encontram marcas erosivas evidentes, por ter alto grau de proteção ao solo contra a erosão proporcionado pela cobertura florestal. No morro, conhecido como Morro do Diabo, há um forte potencial de erosão devido às altas declividades das vertentes. Entretanto, não se observou nenhum ponto com marcas de processos erosivos severos.

No restante da área, classificada como de Instabilidade Emergente, além da suscetibilidade natural dos solos à erosão, o fator uso da terra potencializa a fragilidade, pois em alguns locais sequer existe alguma cobertura vegetal. Há ainda, as plantações de cana-de-açúcar, que têm queimas periódicas deixando o solo exposto à ação das águas.

Desta forma, pode-se considerar que a intervenção humana, verificada pela alteração no uso da terra, é um dos principais fatores nos casos de processos erosivos observados na área. Este uso expõe o solo a alterações muitas vezes irreversíveis, caso não haja uma intervenção rápida e prática, como a recuperação de áreas muito suscetíveis à erosão. Processos como o voçorocamento têm custo muito alto para serem revertidos e, às vezes, são até ineficazes. Assim, a melhor forma de evitar a erosão é prevenir. Uma das formas é o sistema de curvas de nível implantado em algumas propriedades agrícolas para conter a erosão.



As planícies fluviais, associadas aos solos Gleissolos Háplicos, embora localizadas em áreas de baixa declividade (0 a 3%), foram classificadas como sendo de grau de fragilidade muito alto de acordo com o índice de relevo, porque estas áreas estão condicionadas às inundações constantes e elevação do nível do lençol freático, proporcionando o respectivo carreamento de sedimentos trazidos por erosão laminar em direção a foz do Ribeirão Bonito. Normalmente é por esse processo que se dá o assoreamento dos rios e reservatórios da região.

Na bacia em estudo, assim como em todo o Pontal do Paranapanema, as terras são pouco férteis, o que restringe o plantio, sobretudo nos assentamentos agrários onde o grau de mecanização e práticas conservacionistas raramente ocorrem. As culturas agrícolas, além do baixo aproveitamento potencial, fazem com que o solo seja exposto frequentemente, o que diminui cada vez mais sua capacidade de uso agrícola. Um dos fatores de desgaste que mais seriamente tem contribuído para a improdutividade dos solos é a erosão hídrica acelerada pelas práticas inadequadas de agricultura.

Conforme o procedimento metodológico adotado também se deve considerar que o relevo, apesar de ser um dos fatores de maior relevância para a análise da fragilidade, demonstrada pela Unidades Ecodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente, não é o único fator determinante para que os processos erosivos sejam severos. Neste caso, a textura dos solos aliada ao desmatamento e as práticas agropecuárias inadequadas é que desencadeiam os processos erosivos, facilitados pela fragilidade potencial do ambiente.

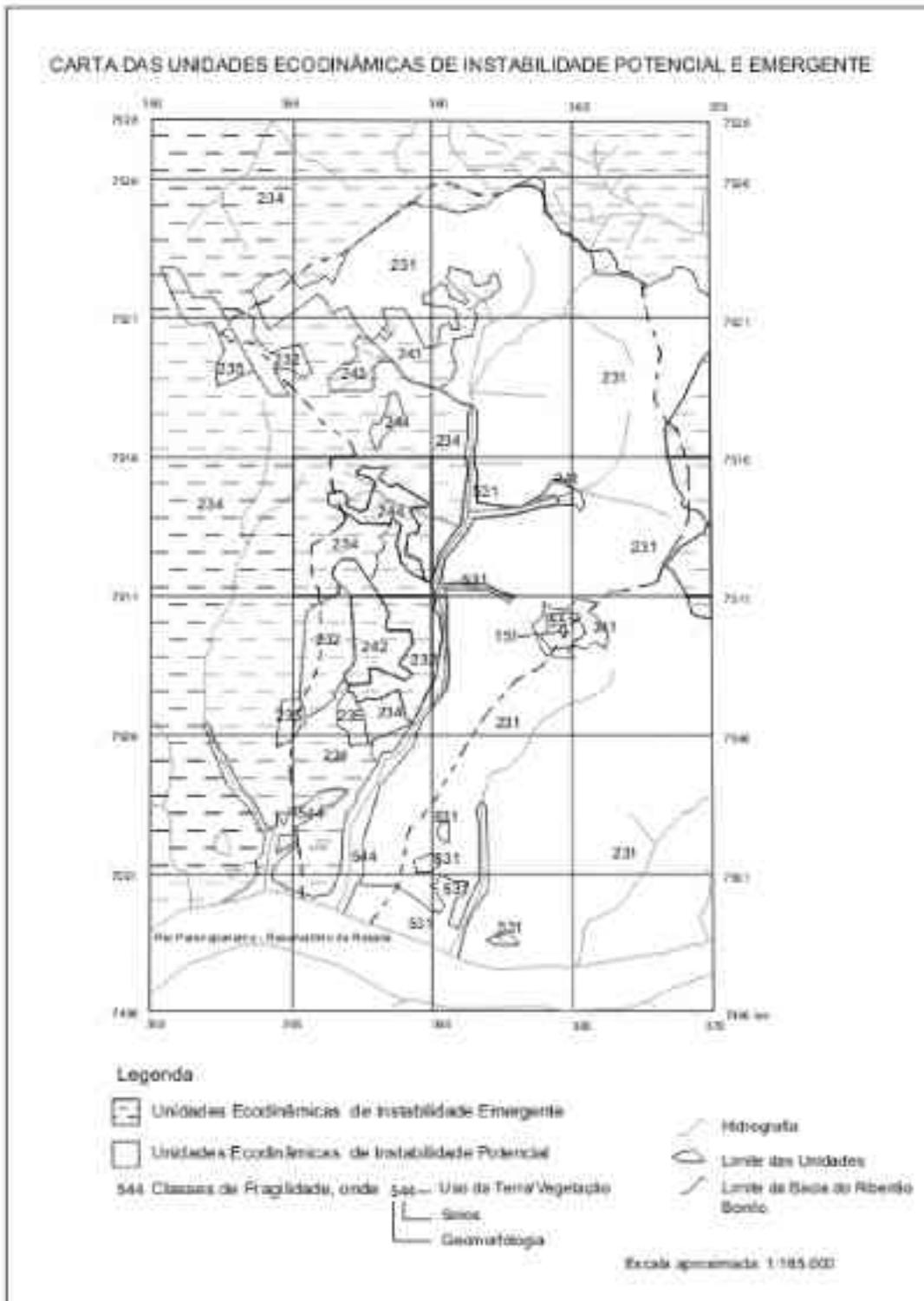


Figura 6: Carta Síntese



Principais Referências Bibliográficas

- BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. - *Conservação do solo*. 3ª ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.
- DE BIASI, M. - A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 6, p. 45-60, 1992.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - *Carta Ribeirão das Pedras (SP)*. São Paulo, 1975. Carta color., folha SF-22-Y-B-I-3. Escala: 1:50.000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - *Carta Santo Antônio do Caiuá (PR-SP)*. São Paulo, 1973. Carta color., folha SF-22-Y-B-IV-1. Escala: 1:50.000.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, 1981. Mapa color, v. 1 e 2. Escala: 1:500.000.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS Departamento De Águas E Energia Elétrica - Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. In: *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo (Bacia do Peixe-Paranapanema)*, Relatório n.º 24.739. São Paulo: DAEE, 1987. Mapa p&b. Escala: 1:500.000.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - *Spring 3.4 (Software)*. [on line], disponível na Internet: <http://www.dpi.inpe.br/>, 06.2000.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - *Spring Tutorial*. Aulas de 1 a 10 [on line], disponível na Internet: <http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/>, 23.08.2000.
- LIBAULT, A. - *Os quatro níveis da pesquisa geográfica*, Tribuna Metodológica do Instituto de Geografia, São Paulo/SP, 1971.
- OLIVEIRA, J. B., et. al. - *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo*, Rio de Janeiro: Instituto Agrônomo de Campinas / Embrapa - Solos, 1999. Mapa color. Escala: 1:500.000.
- ROSS, J. L. S. - Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 8, p. 63-73, 1994.
- ROSS, J. L. S. - O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP*, n.º 6, 17-29, 1992.
- ROSS, J. L. S., MOROZ, I. C. - *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, São Paulo: Laboratório de Geomorfologia, DG, FFLCH, USP / Laboratório de Cartografia Geotécnica-Geologia Aplicada - IPT / FAPESP, 1997. Mapa color, v.1 e 2. Escala: 1:500.000.
- SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente - *Zoneamento Econômico e Ecológico do Pontal do Paranapanema*, São Paulo, 1999. 170p.
- TRICART, J. - *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: FIBGE, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, 1977. 97p.