



**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS FRAGILIDADES AMBIENTAIS DAS
UNIDADES ECO-MORFODINÂMICAS DA BACIA DO RIO PIRAPITINGUI- ITU –
SP**

SILVA, Juliana de Paula – email: julianadepaula@yahoo.com

ROSS, Jurandy Luciano Sanches Ross – email: juraross@usp.br

Departamento de Geografia – FFLCH/USP.

Caixa postal 26097 – São Paulo – SP

CEP: 01060-970

Eixo Temático: Cartografia Geomorfológica

Palavras chaves: geomorfologia, fragilidade ambiental, morfodinâmica

INTRODUÇÃO

Este artigo traz o resultado de uma pesquisa de iniciação científica realizada no ano de 2001, com apoio da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), sob a orientação do Prof. Dr. Jurandy L. S. Ross.

RESUMO

A bacia do Rio Pirapitingui, localizada no município de Itu, apresenta peculiaridades que a tornou objeto deste estudo. Além de apresentar em sua extensão duas unidades morfoestruturais, possui áreas com diferentes usos da terra, tais como agrícola, urbano, e áreas de mata preservada.

Tendo como pressuposto o objetivo de fazer uma análise da fragilidade ambiental, o local escolhido torna-se bastante rico, pois apresenta diferentes características naturais e antrópicas que definem e/ou aceleram os processos morfodinâmicos.

Para realização da pesquisa, foi escolhida a metodologia proposta por ROSS (1990, 1994), amplamente utilizada para pesquisa geomorfológica baseada na cartografia.

O produto final foi uma carta síntese de Unidades Eco-morfodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente em escala 1:50.000 da Bacia do Rio Pirapitingui.

Os produtos cartográficos foram confeccionados na forma digital, sendo utilizado os SIGs SPRING e ILWIS.



OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

O objetivo do trabalho é a análise do relevo, tomando como suporte a elaboração do Mapa Geomorfológico em escala média (1:50.000) da Bacia do Rio Pirapitingui que, correlacionada com as demais componentes físicas da natureza, possibilitou a elaboração da Carta de Unidades Eco-morfodinâmicas de Instabilidades Potencial e Emergente.

Esta análise culminou no entendimento das fragilidades dos ambientes, que é de extrema importância, pois as alterações provocadas pelo homem induzem aos vários processos degenerativos que afetam primeiramente o ambiente natural e posteriormente a sociedade. “Por isso é cada vez mais urgente que se façam inserções antrópicas absolutamente compatíveis com a potencialidade dos recursos de um lado e com a fragilidade dos ecossistemas ou ambientes naturais de outro” ROSS (1994, p.65).

A escolha da bacia do Rio Pirapitingui como local de estudo levou em conta vários fatores como:

- a carência de estudos geomorfológicos como base para Projetos de Planejamento Ambiental;
- a possibilidade de estudar uma área de contato entre duas unidades morfoestruturais: as estruturas cristalinas relacionadas com o Grupo São Roque e as rochas sedimentares do Grupo Tubarão;
- a fase mais recente de ocupação das terras com expansão de condomínios residenciais e chácaras de lazer;
- a facilidade de logística, importante para a realização dos trabalhos de campo necessários.

ÁREA DE ESTUDO

O objeto de estudo é a Bacia do Rio Pirapitingui, situada no município de Itu, que está localizado entre as latitudes 23°25'00" e 23°15'44" e as longitudes 47°20'00" e 47°11'36", no Estado de São Paulo a aproximadamente 100 Km de distância da capital.

Esta bacia apresenta diferentes usos da terra tais como agrícola, urbano e áreas com mata secundária. Está localizada geologicamente no contato da faixa do Cinturão Orogênico do Atlântico e da Bacia Sedimentar do Paraná, enquanto nos aspectos geomorfológicos, de acordo com o Relatório do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo ROSS & MOROZ (1997, p.34 e 35), abrange o Planalto Cristalino e a Depressão Periférica Paulista. Na porção



cristalina predominam os granitos, quartzitos e filitos e nos terrenos sedimentares predominam os siltitos, arenitos finos, calcário e sílex.

Os rios desta bacia nascem no Planalto de Jundiá, que tem como solos predominantes Cambissolo, Latossolo Vermelho-amarelo e Argissolo Vermelho-amarelo, e suas águas vão desaguar no Rio Tietê, já na Depressão do Médio Tietê, cujos solos mais encontrados são Latossolo Vermelho-amarelo e Latossolo Vermelho.

Latossolo Vermelho.

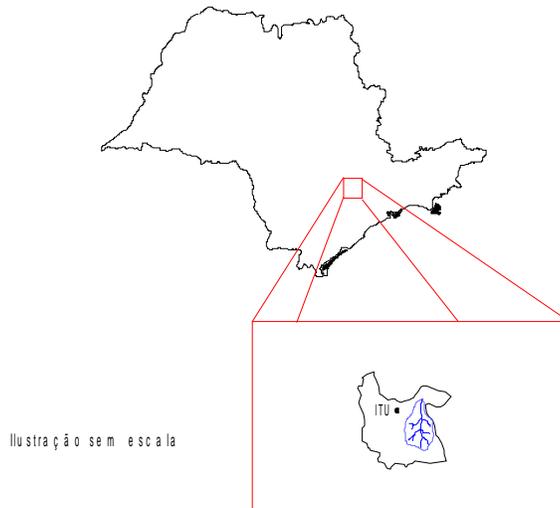


Figura 1: Localização da área de estudo

BASE TEÓRICO-METODOLÓGICA

A elaboração da pesquisa teve como suporte teórico metodológico as proposições de TRICART (1977) e ROSS (1990,1992 e 1994) no que se refere à análise morfodinâmica.

A elaboração da Carta de Unidades Eco-morfodinâmicas para análise das fragilidades seguiu a metodologia proposta por ROSS (1994), que teve como pressuposto os conceitos propostos por TRICART (1977).

O conceito ecológico sugerido por TRICART (op cit) permite estudar as relações entre os diversos componentes do meio ambiente reequilibrando dialeticamente nosso pensamento científico, viciado pelo processo unilateral de análise RODRIGUES (1997, P. 82). Desta forma, estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar a exploração dos recursos ecológicos, que são “os elementos do meio ambiente necessários à vida animal do homem, ou seja, ao metabolismo de seu organismo” TRICART (op cit, p.15).



Para isso, o autor propõe que o ecossistema, que, segundo TRANSLEY apud TRICART (op cit, p.17), “é um conjunto de seres vivos mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual eles vivem”, seja estudado através da abordagem sistêmica, que parte do pressuposto de que na natureza as trocas de energia e matéria se processam através de relações em equilíbrio dinâmico, que pode ser alterado pela ação do homem, gerando estados de desequilíbrios temporários ou permanentes. Quando os ambientes estão em equilíbrio dinâmico são estáveis e quando estão em desequilíbrio são instáveis. “Esta noção de estabilidade aplica-se ao modelado, à interface atmosfera-litosfera” TRICART (op cit, p.35).

Partindo destas premissas, ROSS (1990) inseriu novos critérios para definir as Unidades Ecodinâmicas. As Unidades Ecodinâmicas Estáveis são as que estão em equilíbrio dinâmico e foram poupadas da ação humana, já as Unidades Ecodinâmicas Instáveis sofreram alterações antrópicas que as levaram ao desequilíbrio, ou aos processos de instabilidade morfodinâmica.

Para adequar esta classificação à confecção de cartas de fragilidade como base para planejamento ambiental, ROSS (op cit) sugere vários graus de Unidades Ecodinâmicas Instáveis (ou de Instabilidade Emergente), desde Instabilidade Muito Fraca a Muito Forte. Apesar de estarem em equilíbrio dinâmico, aplicou-se este conceito também para as Unidades Ecodinâmicas Estáveis, pois estas apresentam Instabilidades Potenciais previsíveis às futuras intervenções humanas.

Utilizando essa metodologia, toma-se como ponto de partida a análise do relevo e as relações que este componente da natureza tem com as litologias, solos, coberturas vegetais/uso da terra e as condições climáticas.

No produto final, as variáveis relevo e tipo de solos recebem uma classificação numérica de acordo com os graus de fragilidade, que vão de Muito Fraco (índice 1), a Muito Forte (índice 5).

Desta correlação surge a carta de fragilidade potencial. A variável uso da terra recebe então a classificação de acordo com o grau de proteção que a cobertura vegetal oferece, desde Muito Alta (índice 1) a Muito Baixa (índice 5).

Da correlação destas três variáveis surge o Mapa Síntese de Unidades Eco-morfodinâmicas, no qual são apresentados polígonos com uma associação de três dígitos arábicos, sendo o primeiro relacionado ao relevo, o segundo à suscetibilidade a erosão dos tipos



de solos e o terceiro ao grau de proteção dos solos pela vegetação (natural ou cultivada). “Deste modo, o conjunto numérico 111 – corresponde a uma Unidade Ecodinâmica Estável, ou Instabilidade Potencial Muito Baixa (...). No conjunto numérico 555 a Unidade Ecodinâmica é de Instabilidade Emergente Muito Forte” ROSS (1994, p.70), apresentando todos os índices desfavoráveis.

Na confecção do mapa a simbologia é representada de acordo com o primeiro índice (relevo/declividade), e a classificação é apresentada na forma de uma legenda integrada, com todas as correlações possíveis na área de estudo.

Para atingir a análise da fragilidade, portanto, passa-se pela elaboração de vários produtos temáticos, dentre os quais o mapa geomorfológico. A elaboração deste mapa seguiu a linha metodológica proposta por ROSS (1990 e 1992). Sua proposta apóia-se nos fundamentos teórico metodológicos de PENCK (1953) que percebeu que as formas de relevo são resultado do antagonismo entre as forças endógenas (emanadas do interior da crosta) e exógenas (emitidas da atmosfera pela ação climática atual e do passado), e em GUERASIMOV (1946), MECERJAKOV (1968) que estabeleceram os conceitos de geoestrutura, morfoestrutura e morfoescultura.

A partir destes pressupostos, ROSS (1992) propõe seis níveis taxonômicos para representações gráficas das formas de relevo, que surgiram devido à importância da classificação dos tamanhos das formas, que estão diretamente associados à cronologia e à gênese do relevo.

A questão da taxonomia para as representações gráficas do relevo é fundamental, pois privilegiam-se informações de acordo com os táxons correspondentes à escala espacial a ser trabalhada. Desta forma escalas menores privilegiam os primeiros níveis, enquanto escalas de detalhe abrangem mais informações dos últimos níveis.

A carta geomorfológica é um importante instrumento de análise em geografia física por agregar no processo de construção todas as informações necessárias à compreensão da morfodinâmica de uma determinada área de estudo, espacializando-a e descrevendo-a na legenda, que deve ser elaborada de forma integrada e de fácil leitura.

ETAPAS DE TRABALHO

As etapas de trabalho foram baseadas na proposta de LIBAULT (1971) que segue os seguintes níveis de pesquisa:



Nível Compilatório: Nesta fase, foi consultada bibliografia teórico-metodológica e foram levantados todos os dados disponíveis referentes à área de estudo através de:

- levantamento bibliográfico referente à área de estudo;
- levantamento do material cartográfico disponível;
- seleção dos dados mais significativos, segundo a metodologia de trabalho;
- confecção das bases responsáveis pelo fundo topográfico dos produtos cartográficos de análise.

Nível Correlativo: Nesta fase, torna-se imprescindível a correlação de dados homogêneos para não se levar a interpretações equivocadas. O procedimento foi o seguinte:

- trabalho de foto-interpretação de fotografias aéreas na escala 1:25.000, onde foram obtidos “over lays” de restituição morfológica;
- interpretação de imagem de satélite para levantamento dos usos da terra;
- trabalhos de campo para verificação dos dados levantados em gabinete e através das fotos e da imagem;
- documentação fotográfica dos pontos mais significativos segundo a metodologia de trabalho;
- observação e descrição dos pontos selecionados no campo;
- elaboração da carta hipsométrica, clinográfica e do mapa de uso da terra.
- correlação com dados e cartas geológicas e pedológicas;
- correlação com dados climáticos

Nível Semântico/Interpretativo: Esta fase corresponde à interpretação dos dados selecionados e compilação dos níveis anteriores. Nesta etapa foram finalizadas a Carta Geomorfológica e a Carta Síntese de Unidades Eco-morfodinâmicas de Instabilidade Potencial e Emergente e foi elaborado o relatório técnico científico.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados foi feita baseada nos produtos cartográficos temáticos e de síntese, dados obtidos através de pesquisa bibliográfica, e aferições de campo.

Aspectos Climáticos:

De acordo com MONTEIRO (1973), a área de estudo está localizada na *perce* do Tietê, que apresenta um clima tropical alternadamente seco e úmido, controlado pelas massas Tropical Atlântica, Tropical Continental e Equatorial Continental. Seus totais pluviométricos



anuais são, em geral, inferiores a 1100 mm. Por estar, no entanto, muito próxima da Unidade Climática referente ao Planalto Atlântico, a área de estudo apresenta índices pluviométricos mais altos, como demonstra a Tabela 1, elaborada a partir dos totais pluviométricos de três anos padrão, conforme análise dos dados fornecidos pelo DAEE, referentes ao posto pluviométrico Pirapitingui (prefixo: E4-023)

Ano / mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total anual
1996	257,5	152,8	184,9	10,8	5,5	54,3	2,7	21,6	134,1	154,7	76,5	173,7	1229,1
1997	342,1	91,1	33,6	36	72,7	104,1	12,9	26	111,9	74,6	240,1	80,5	1225,6
1998	141,5	213,9	174,7	84,8	90,5	17	4,9	46,9	92,8	140,1	35	251,8	1293,9

Tabela 1: Totais pluviométricos de três anos padrão – Fonte DAEE

Esta alta média pluviométrica acentua processos como a lixiviação e o escoamento superficial, levando à formação de solos rasos nas vertentes mais declivosas e solos profundos nas porções de menores declividades, e acentua processos degenerativos nas unidades ecodinâmicas instáveis.

Hidrografia

Seguindo a metodologia proposta por STRAHLER (1952), na qual os rios de ordem menor aumentam sua classificação quando encontram outro de mesma ordem ou de ordem superior, chegou-se à conclusão de que a Bacia do Rio Pirapitingui tem rios de primeira a quinta ordens, como demonstra a tabela 2:

Ordem	Número de rios	Relação de bifurcação
1 ^a	380	5,27
2 ^a	72	4,23
3 ^a	17	4,25
4 ^a	4	4
5 ^a	1	-
Média da Bacia	474	4,5

Tabela 2: Relação de bifurcação dos rios da Bacia do Pirapitingui.

A relação de bifurcação, segundo STRAHLER (1952) é o resultado da divisão do número total de segmentos de uma certa ordem pelo número total de segmentos da ordem imediatamente superior.

O valor apresentado por este índice denota um comportamento típico de rios localizados em áreas cristalinas. A densidade dos canais aumenta no sentido oeste-leste, acompanhando a direção em que o relevo vai se tornando mais dissecado.

A Bacia do Rio Pirapitingui tem 142,45 Km² de área e seu perímetro é de 59,05 Km.



O padrão dos rios é dendrítico, e as drenagens apresentam direções preferenciais NW/SE, ajustadas aos principais falhamentos.

Geologia

Como foi exposto na hipótese inicial da pesquisa, de acordo com consulta bibliográfica regional, a Bacia do Rio Pirapitingui encontra-se numa área de contato entre duas unidades morfoestruturais: o Cinturão Orogênico do Atlântico e a Bacia Sedimentar do Paraná.

Na porção central da área de estudo, que corresponde à transição entre os sedimentos do Grupo Tubarão e os granitos intrusivos, destaca-se a ocorrência de filitos do Grupo São Roque.

Estas rochas, datadas do período pré-cambriano superior, são de baixo metamorfismo. Segundo MODENESI (1971, p.23) “os filitos do Grupo São Roque apresentam cores variadas de cinza claro a quase preto, também tendo tonalidades tendendo para o verde e roxo; por ação do intemperismo adquirem cores avermelhadas. A estratificação é reconhecida macroscopicamente pela alternância de camadas de cor, composição e espessura diferentes”.

O padrão estrutural dos bandamentos e linearidades dos filitos ocorre predominantemente na direção NW/SE, concordante com a direção dos leitos dos rios principais, que estão encaixados nas falhas geológicas que, por sua vez, tem também esta direção preferencial.

Há pequenas ocorrências de metassedimentos arenosos com metamorfismo muito baixo intercalados nos filitos. Estas ocorrências são muito restritas, formando faixas de pequena espessura, não mapeáveis na escala de trabalho.

A sudoeste da bacia testemunhou-se da presença de granitos, que sustentam as maiores altitudes do quadrante estudado.

De acordo com MODENESI, (1971, p.24) estes granitos são considerados posteriores às metamórficas do Grupo São Roque, apesar de também estarem inseridos no Pré-Cambriano superior (entre 500 e 560 milhões de anos). “Esses granitos apresentam textura equigranular grosseira e coloração rósea quando frescos, (...) seus principais constituintes são o feldspato potássico e o quartzo, perfazendo os dois aproximadamente 75% do volume total da rocha; o terceiro mineral em importância é o plagioclásio, com cerca de 25% do volume total, a biotita é escassa, raramente atingindo 2%. Ocorre ainda como minerais acessórios a titanita, minerais opacos, zircão e apatita”. MODENESI (1971, P.25).



Nas áreas de ocorrência dos granitos afloram matacões em grande quantidade, especialmente nas altas vertentes.

A oeste da Bacia, situam-se as rochas sedimentares do Grupo Tubarão, destacando-se os arenitos, siltitos e os argilitos.

A nordeste da área de estudo há ocorrência de milonito, que é uma rocha cataclástica formada por metamorfismo dinâmico, com alto grau de metamorfismo. Esta rocha, datada do Permo-carbonífero, é resultante de falhamentos e apresenta resistência maior que a dos filitos, sustentando morros escarpados de altitudes mais elevadas.

A jusante do Rio Pirapitingui, encontram-se depósitos recentes (Holoceno) que formam terraços e planícies constituídos por materiais inconsolidados, de textura variada, desde argilas até cascalhos. Estas planícies e terraços ocupam uma área relativamente pequena da Bacia.

Solos

O desenvolvimento dos solos é resultado do processo do intemperismo sobre o material de origem no decorrer do tempo.

O clima tropical da região é caracterizado por altos índices pluviométricos e altas temperaturas, fatores que condicionam um intemperismo químico acentuado, levando à formação de solos profundos nas menores declividades e solos mais rasos na medida em que as declividades aumentam.

Isto ocorre porque as chuvas intensas promovem a remoção dos materiais mais finos das altas vertentes para as baixas, resultando em solos de granulometria mais grossa nos topos e mais fina ou heterométrica nas médias e baixas vertentes.

Assim, constatou-se em campo que nas menores declividades há predominância de Latossolos Vermelho-amarelos e Latossolos Vermelhos. A ocorrência deste tipo de solo é mais comum nas colinas amplas da Depressão Periférica, aparecendo também nos setores menos declivosos das colinas associada aos filitos.

Nas declividades entre 12-20% os solos mais encontrados são Argissolos Vermelho-amarelos nas médias vertentes e Cambissolos nas altas vertentes.

Nas médias e baixas vertentes associadas aos Argissolos e Latossolos, encontra-se material quartzoso, resultante da escultura química do relevo. Pelo fato deste material ser mais pesado, resiste à lixiviação e ao escoamento superficial, permanecendo como produto residual no perfil do solo. A ocorrência deste material dá origem às linhas de pedras (*stone-lines*)



constituídas de blocos de quartzo angulosos e heterométricos, com medidas que variam entre 5mm (granulometria dominante) até 10 cm, geralmente concentradas na transição do horizonte A para o B.

Nas vertentes mais declivosas, os solos são predominantemente Cambissolos e Neossolos litólicos.

Na área de embasamento granítico é comum a presença de matacões, e nas regiões sustentadas por rochas metamórficas, de cascalheiras de material quartzoso. Ambos ocorrem preferencialmente nas médias e altas vertentes.

Cobertura Vegetal/ Uso da Terra

De acordo com Plano Diretor do município de Itu (1995), a região foi originalmente revestida pela Floresta Latifoliada Tropical, característica do Planalto Paulista.

Atualmente, encontram-se apenas pequenas áreas desta vegetação primária. No quadrante analisado, constatou-se que a maior parte é recoberta por floresta secundária em recuperação, seguida por silvicultura de eucalipto e pinus. Além destas coberturas, verificam-se nas regiões mais dissecadas, pastagens, capoeira e pequenas ocorrências de agricultura de ciclo curto, pois a declividade do terreno e a baixa fertilidade dos solos (apontada pelo Plano Diretor do município) inviabilizam a atividade agrícola em grande escala.

Nas áreas de menor dissecção desenvolve-se também silvicultura, e a agricultura de ciclo curto torna-se mais expressiva. Nesta região (a oeste da Bacia) encontram-se também uma porção da área urbana e alguns condomínios fechados/chácaras de lazer.

Há também em toda a Bacia pontos isolados de solos exposto identificados na imagem do satélite, provavelmente se tratando de terras que estavam sendo preparadas para o plantio na época em que foi obtida a imagem.

Relevo

Para representar os padrões de relevo dominantes na área de estudo foi confeccionado um mapa geomorfológico. As informações conseguidas através da correlação dos mapas foram confrontadas com os dados obtidos em trabalho de campo, para que os limites fossem traçados o mais próximo possível da realidade.

A morfologia encontrada na porção oeste, desenvolvida sobre os sedimentos do Grupo Tubarão, apresenta o padrão de colinas amplas de topos convexos. Estas colinas ocorrem de forma isolada ou, quando alongadas, acompanham a direção do entalhamento dos rios. As



declividades variam de 0 a 12% e as altitudes de 540 a 660m, representando a área mais baixa da Bacia.

Ainda neste compartimento observa-se uma planície fluvial próxima à jusante do rio principal.

A área central, que corresponde aproximadamente à ocorrência dos filitos, apresenta colinas de topos pequenos e convexos e morros baixos. As declividades são acentuadas (6% a 20%) e aumentam na direção oeste-leste, como as altitudes, que variam de 660 a 780 m. Os vales são em V fechado e os interflúvios estreitos, formando inclusive cristas que acompanham a direção preferencial (NW/SE). Estas formações evidenciam falhas geológicas nesta direção.

Ainda neste compartimento encontram-se morros residuais de dimensões menores e geralmente mais alongados e mais altos que as colinas que se desenvolvem nos filitos. Estes morros são sustentados por material quartzoso que, por ser mais resistente, sofre menos o ataque dos processos de esculturação do relevo, configurando estas porções mais elevadas dentro de um contexto de colinas e morros baixos.

A NE e SE da Bacia do Rio Pirapitingui encontra-se um padrão semelhante de morros altos, associados aos granitos e milonitos. Ambos compartimentos apresentam predominância de vertentes côncavas e vertentes retilíneas. A direção preferencial das vertentes é NW/SE e há também formações de cristas e vales em V fechados, encaixados à drenagem.

As declividades são muito altas (>20%) e as altitudes são as mais elevadas da bacia (acima de 800m), coincidindo com a linha do divisor de águas.

UNIDADES ECO-MORFODINÂMICAS: Fragilidade Potencial e Emergente

A análise dos resultados obtidos através da correlação de todas as variáveis importantes na determinação dos tipos de unidades eco-morfodinâmicas levou às seguintes conclusões:

A Bacia do Rio Pirapitingui apresenta fragilidade potencial de muito forte a média nas áreas de maior declividade, situadas no Planalto Atlântico, e de média a muito fraca na porção de embasamento sedimentar (que corresponde a aproximadamente 25% da Bacia), à exceção das planícies, que são muito frágeis, sobretudo aos processos denudacionais, por apresentarem solos do tipo Gleissolos Háplicos (grau 5 de fragilidade).

Na leitura do mapa de fragilidade potencial e emergente, observa-se que os polígonos com proteção baixa (respectivamente solo exposto e agricultura de ciclo curto) estão inseridos



em áreas de fragilidade potencial média a muito baixa. Isto reflete uma boa utilização do solo. Ou seja, as práticas agrícolas estão sendo desenvolvidas em regiões de solos e relevo com baixa fragilidade potencial.

A maioria dos locais que oferecem maior fragilidade potencial está coberta por mata secundária e silvicultura (respectivamente graus alto e médio de proteção). Tratam-se então de unidades ecodinâmicas estáveis, ou seja, apesar de apresentarem uma forte fragilidade potencial, a cobertura vegetal está impedindo o desencadeamento de fortes processos erosivos.

Há pequenas ocorrências de usos da terra inadequados nas altas declividades, incluindo polígonos com índices 5.5.5. (uma ocorrência), 5.5.4 (cinco ocorrências), e 4.4.5 (uma ocorrência). Todos eles, porém abrangem pequenas áreas.

Pode-se observar cicatrizes geradas pelo pisoteio do gado em uma fazenda com criação de gado confinado, localizada próxima a uma cabeceira de drenagem recoberta por pasto escasso, indicando o início de um processo que desenvolve-se nestas áreas, potencialmente frágeis, quando a proteção do solo é retirada.

Pelo fato da região da Bacia apresentar pequenas porções com atividades que oferecem pouca proteção ao solo, podemos considerar que a maior parte desta é composta por Unidades Ecodinâmicas Estáveis com alta fragilidade potencial, sendo que as Unidades Ecodinâmicas Instáveis abrangem cerca de 20% da área analisada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da pesquisa pode-se constatar que as hipóteses iniciais estavam corretas.

A Bacia do Rio Pirapitingui situa-se geologicamente no contato entre dois diferentes tipos de litologia: cristalina e sedimentar. Nesta transição encontra-se uma concentração de rochas metamórficas que vão aumentando seu grau de metamorfismo de acordo com a maior proximidade em relação às rochas cristalinas.

Isto pode ser explicado pelo fato de as rochas cristalinas apresentarem uma grande resistência, exercendo muita pressão nas rochas mais próximas durante os episódios de movimentos tectônicos, transformando rochas sedimentares de baixa resistência em rochas com alto grau de metamorfismo.

A oeste da bacia, o relevo formado sobre os sedimentos do Grupo Tubarão apresenta o padrão que será repetido com poucas variações em toda a depressão periférica paulista. Pelo



fato das rochas apresentarem pouca resistência, a água infiltra com maior facilidade, gerando solos mais profundos e permeáveis e interflúvios mais distantes. Conseqüentemente o padrão de colinas baixas e alongadas é o predominante.

No outro extremo da bacia (leste), o relevo apresenta-se muito dissecado, resultado de um processo inverso, ou seja, as litologias mais resistentes dificultam a infiltração da água, gerando escoamentos concentrados que dão origem aos vales profundos e próximos entre si. Além disso, as rochas submetidas às pressões tectônicas deram origem aos falhamentos, nos quais os rios encaixam seus leitos. As cristas e serras são formações comuns desse tipo de litologia.

A análise da fragilidade levou à conclusão de que a Bacia abrange cerca de 80% de unidades ecodinâmicas estáveis e 20% instáveis (concentradas nas áreas de baixa e média fragilidade potencial).

As unidades ecodinâmicas estáveis apresentam, entretanto, uma alta fragilidade potencial. Uma má utilização da terra, nestes locais levará ao desenvolvimento de graves processos degenerativos, causando forte impacto ambiental.

As práticas agropecuárias não são indicadas para estas unidades, sendo recomendadas a manutenção da cobertura vegetal densa. As atividades que podem ser desenvolvidas gerando menor impacto são a silvicultura, a criação de áreas de lazer e parques ecológicos, que podem vir a tornar-se pontos de interesse para o ecoturismo.

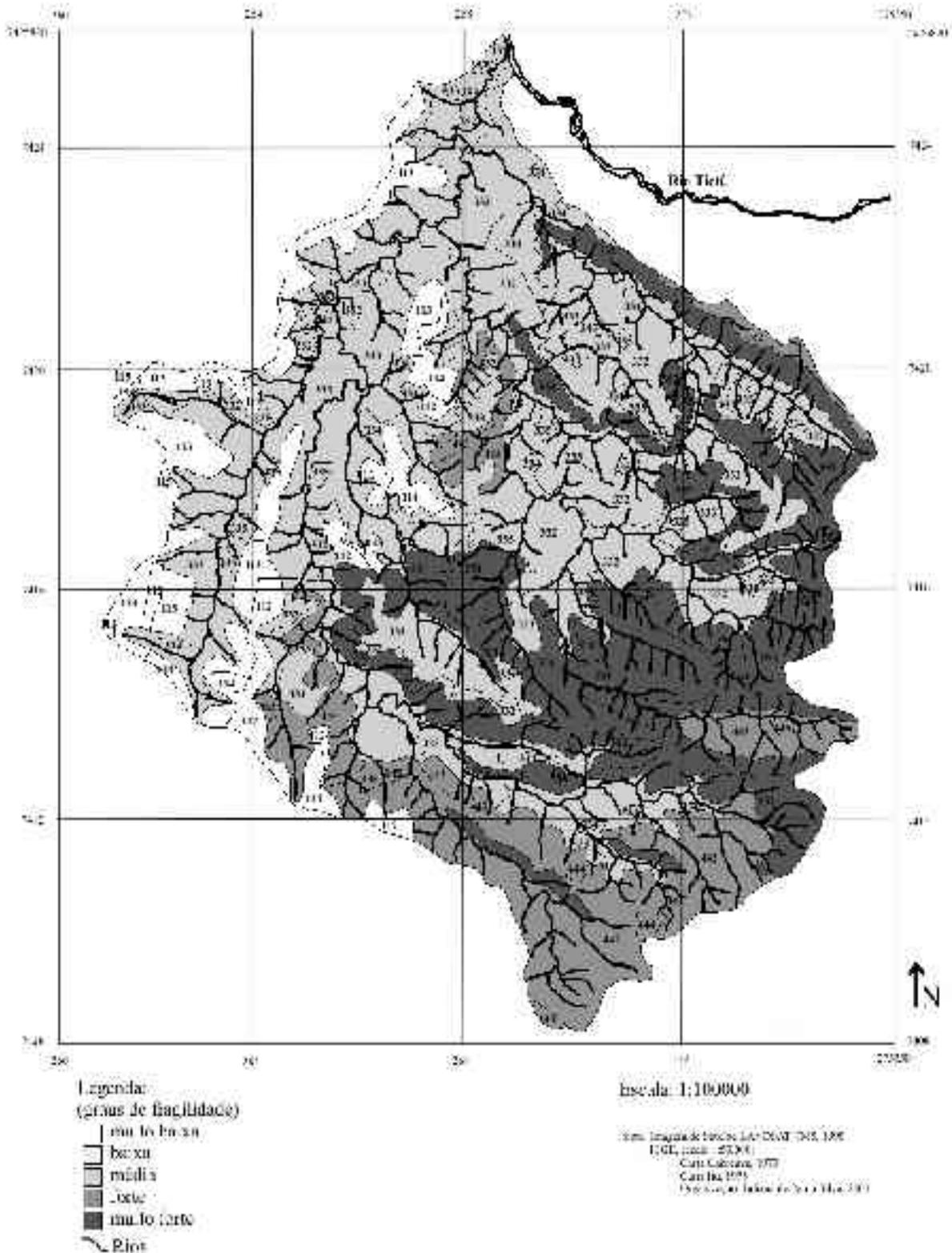
A análise geomorfológica integrada e a confecção do Mapa de Unidades Eco-morfodinâmicas mostraram-se muito eficazes para projetos de planejamento ambiental.

A pesquisa revelou também a carência deste tipo de estudo, e que a maioria dos dados encontrados no plano diretor do município não estavam adequadamente ajustados à realidade, gerando a necessidade de correções, que foram feitas utilizando-se os dados levantados em gabinete e aferições de campo.

A escolha da bacia, desta forma atendeu ao objetivo inicial de estudar o comportamento do relevo em diferentes tipos de litologias e avaliar as fragilidades potencial e emergente, delimitando suas unidades eco-morfodinâmicas.



**Figura 1: Unidades Ecodinâmicas da Bacia do Rio Pirapitingui -
Fragilidade Potencial e Emergente**





Legenda Temática Integrada

UNIDADES ECO-MORFODINÂMICAS ESTÁVEIS		UNIDADES ECO-MORFODINÂMICAS INSTÁVEIS	
Graus de fragilidade	Ocorrências da área de estudo	Grau de fragilidade	Ocorrências da área de estudo
Muito fraco	1.1.2 1.1.3	Muito fraco	1.1.4 1.1.5
Fraco	(sem ocorrências)	Fraco	(sem ocorrências)
Médio	3.3.2 3.3.3 3.5.2 3.5.3	Médio	3.3.4 3.3.5
Forte	4.4.2 4.4.3	Forte	4.4.4 4.4.5
Muito Forte	5.5.2 5.5.3	Muito forte	5.5.4 5.5.5

Índice 1

CLASSES DE FRAGILIDADE	DECLIVIDADES
1- Muito fraca	até 6%
2- Fraca	6 a 12%
3- Média	12 a 20%
4- Forte	20 a 30%
5- Muito forte	> 30%

Índice 2

CLASSES DE FRAGILIDADE	TIPOS DE SOLOS DOMINANTES (associações)
1- Muito baixa	Latossolo Vermelho/ Latossolo Vermelho-amarelo
2- Baixa	(sem ocorrência)
3- Média	Argissolo Vermelho-amarelo/ Latossolo Vermelho-amarelo
4- Alta	Argissolo Vermelho-amarelo/ Cambissolo
5- Muito Alta	Gleissolo Háptico – Cambissolo/ Neossolo Litólico/ Afloramentos Rochosos

Índice 3

GRAUS DE PROTEÇÃO	USOS DA TERRA
1- Muito alta	(sem ocorrências)
2- Alta	Mata secundária - Capoeira
3- Média	Silvicultura – Chácaras/ Condomínios
4- Baixa	Agricultura de ciclo curto
5- Muito baixa	Solo exposto

* Para obedecer os padrões de publicação deste artigo, os mapas temáticos foram suprimidos, o Mapa Síntese das Unidades Eco-morfodinâmicas foi reduzido de sua escala original (1:50.000), e suas cores substituídas por tons de cinza, dificultando sua leitura.



BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A. N. - Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. Instituto de Geografia FFLCH-USP, São Paulo, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. - Os fundamentos geológicos do relevo paulista. Boletim do Instituto Geológico e Geográfico, Geologia do estado de São Paulo, São Paulo, 1964.

AMARAL, R. – A Fragilidade Ambiental da Bacia do Ribeirão Bonito, Município de Teodoro Sampaio/SP. São Paulo, TGI (Monografia de Bacharelado em Geografia) USP. São Paulo, 2001.

CHRISTOFOLETTI, A – Geomorfologia – 2ª edição. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1991.

DAEE – disponível na internet www.dae.sp.gov.br

DE BIASI, M. – A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. *In*. Revista do Depto de Geografia/ FFLCH – USP, nº 5, 1991.

FIORI, A. P. & SOARES, P.C. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *In*. Notícia Geomorfológica Vol.16 Nº 32. Campinas, 1976.

GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (Org) – Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

GUERRA, A.J.T. & CUNHA, S.B. (Org) – Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

INPE – Spring Tutorial. Aulas de 1 a 10 (on Line), disponível na internet <http://www.inpe.br>



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Manual Técnico de Geomorfologia - Série Manuais Técnicos em Geociências nº5. Rio de Janeiro, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Carta Itu (SP). São Paulo, 1973. Folha SF-23-Y-C-II-3. Escala 1:50.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Carta Cabreúva (SP). São Paulo 1973. Folha SF-23-Y-C-II-4. Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – Mapa Geológico do Estado de São Paulo. São Paulo, 1981. Escala 1:50.000.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – Spring 3.5 (Software). [on line], disponível na Internet <http://www.inpe.br>

LIBAULT, A. – Geocartografia, São Paulo: Companhia Editora Nacional/ EDUSP, 1975.

LIBAULT, A. - Os Quatro Níveis da Pesquisa Geográfica. Métodos em Questão, IGEOG-USP, São Paulo, 1971.

LUCHIARI, A. – As tecnologias para análise do espaço. *In* Revista Informe, FFLCH-USP, 2001

MARTINS, C.M. – Análise Geomorfológica do Campus da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira – USP. TGI (Monografia de Bacharelado em Geografia), FFLCH-USP, São Paulo, 1994.

MORATO, R. – O geoprocessamento como subsídio ao estudo da fragilidade ambiental. TGI (Monografia de Bacharelado em Geografia), FFLCH-USP, São Paulo, 2000.



MODENESI, M.C. – Contribuição à Geomorfologia da Região de Itu-Salto: Estudo de formações superficiais. Tese de mestrado, FFLCH – USP, São Paulo, 1971.

NAKASHIMA, M.S.R. - Análise dos Processos Erosivos e da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Keller-PR. Tese de Doutorado, FFLCH-USP, São Paulo, 1999.

PINTO, S.A.F. – Sensoriamento Remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica. Tese de Doutorado em Geografia, FFLCH-USP. São Paulo, 1991.

OLIVEIRA, J.B., et.al. – Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. Mapa color. Escala 1:500.000, Rio de Janeiro: Instituto Agrônomo de Campinas / Embrapa, 1999

RODRIGUES, C. - Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros. Tese de Doutorado em Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 1997.

RODRIGUES, S.C. - Análise Empírico-experimental da Fragilidade do Relevo-solo no Cristalino do Planalto Paulistano: Sub-Bacia da Reservatório Billings. Tese de Doutorado em Geografia, FFLCH-USP, São Paulo, 1998.

ROSA, M.R. – Uma análise sobre a utilização dos SIG's. São Paulo, 1997. TGI (Monografia de Bacharelado em Geografia) – USP.

ROSA, M.R. & ROSS, J.L.S. – Aplicação de SIG na geração de cartas de fragilidade. *In.* Revista do Depto de Geografia/ FFLCH – USP, nº 13, 1999.

ROSS, J.L.S. - Análise e Síntese na Abordagem Geográfica para o Planejamento Ambiental. *In.* Revista do Depto. de Geografia nº9, EDUSP, São Paulo, 1995.



ROSS, J.L.S. - Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados. *In.* Revista do Depto. de Geografia nº8, EDUSP, São Paulo, 1994.

ROSS, J.L.S. - Ensaio e Experimentos na Análise da Fragilidade dos Ambientes Naturais: O Penetrômetro de Percussão. *In.* Revista do Depto. de Geografia nº11, EDUSP, São Paulo, 1997.

ROSS, J.L.S. - Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. São Paulo, Contexto, 1990.

ROSS, J.L.S. - O registro Cartográfico dos fatos Geomorfológicos e a Questão da Taxonomia do Relevo. *In.* Revista do Depto de Geografia nº6, EDUSP, São Paulo, 1992.

ROSS, J.L.S. - Superfícies de Erosão Química nos Processos de Esculturação dos Planaltos do Leste Paulista. *In.* Revista Geosul – Edição Especial, Florianópolis , 1998.

ROSS & MOROZ- Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, São Paulo, 1997.

SANTOS, M.N. – Levantamento das principais características do meio físico do município de Cerquilha – SP para fins de Planejamento Territorial, Dissertação de Mestrado, UNESP, Rio Claro – São Paulo, 1996

STRAHLER, A.N. – Dynamic basis of geomorphology. Bulletin Geological Society of America, n.63, 1952.

TRICART, J.- Ecodinâmica. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.