

RELEVOS E PROCESSOS DINÂMICOS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA

Msc. Antonio Celso de Oliveira Goulart

Mestre em Geografia Física pela Universidade de São Paulo
e Professor de Geografia Física no Departamento de Geografia
da Faculdade de Filosofia de Colatina, ES

INTRODUÇÃO

O presente texto, com o título “Mapeamento geomorfológico: proposta e perspectiva de análise”, foi originalmente apresentado em exposição no VIII Encontro de Geógrafos da América Latina, em março de 2001, na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Chile. Entretanto, alguns aspectos relativos às características do modelo elaborado neste trabalho e não apresentados naquela ocasião justificaram uma revisão do seu corpo e, com isso, uma reapresentação.

De acordo com o proposto, o desenvolvimento de uma análise geomorfológica tem como propósito reconhecer e interpretar os fenômenos que tenham como expressão as formas do relevo da terra. Em vista disso, o necessário arsenal de recursos que se coloca a serviço desse propósito baseia-se nas avaliações conceituais a serem levadas a cargo nesse empreendimento.

Assim, a expressão dos vários conceitos geomorfológicos e o resultado da operação ins-

trumental das diversas técnicas de pesquisa operacionalizadas ao longo desta análise é a concepção da carta geomorfológica, uma vez que a cartografia é a forma de linguagem mais bem adaptada para mediar a comunicação dos fatos do relevo e os sujeitos a quem a mensagem a ser comunicada se destina. Compõe-se, desse modo, um circuito (ou sistema) de informação geomorfológica.

MODELAGEM CARTOGRÁFICA, MÉTODOS E OBJETIVOS DA GEOMORFOLOGIA APLICADA

Para atender a aspectos relacionados à Geomorfologia e dotar a sociedade da ferramenta em que toda a ciência se constitui, propõe-se desenvolver a Geomorfologia sob duas perspectivas: **a)** a que defina linhas de evolução histórica dos relevos; **b)** a que tenha como “cerne”, a dinâmica atual dos processos operantes.

Como em qualquer outra categoria de representação, a construção do modelo de uma

dada natureza é baseada em uma determinada experiência progressa acerca dos fatos nela verificados. Contudo, a execução desse modelo deve considerar no seu limite os aspectos relevantes a serem destacados em sua concepção, visando à objetividade da informação que se pretende comunicar e da qual ele (o modelo) é o agente.

No que tange à Geomorfologia, é conhecido o fato de que os processos geradores de formas do relevo não são homogêneos em toda a sua superfície. Diante disso, apresentam-se estreitamente relacionados os fatores temporais e espaciais no esclarecimento de fenômenos do relevo, assim como a necessidade de uma sistematização de dados para uma representação integrada e não reducionista da natureza.

Definir categorias de tais evidências é estabelecer o conjunto de dados sobre os quais se baseia a descrição analítica dos elementos do relevo, qual seja, a descrição das superfícies das formas e de seus componentes básicos. As superfícies das formas dos relevos apresentam distinção na morfologia em função de fatores, como o substrato rochoso, a estrutura geológica, a cobertura pedológica e o clima, condicionando sua evolução e resultando em diferentes combinações de feições.

O modelado dos elementos básicos da forma, como a superfície dos topos, a geometria das vertentes e a característica dos vales, bem como as linhas de articulação entre esses vários elementos são mensuráveis e, portanto, passíveis de quantificação, o que atribui, para a análise empreendida, condição que permite o estabelecimento de padrões de evolução e de sua dinâmica processual.

O princípio é baseado em características morfográficas, como o perfil de vertentes, o formato e extensão dos topos e a área de cada unidade, que se limitam com as unidades adjacentes, na medida em que essas características morfográficas se alteram.

A questão taxonômica¹ é tema central do mapeamento geomorfológico. Contudo, uma das principais dúvidas que sucedem ao propósito de cartografia geomorfológica é certa-

mente a definição da escala a ser adotada para a finalidade desejada. Essa dúvida resulta principalmente da necessidade de fazer a avaliação estrita do objeto de estudo, mas também de inserir esse objeto em um contexto ambiental maior.

As informações documentais cartográficas com esse conteúdo definem novas abordagens para cada um dos **tipos de formas de relevo**, que nesta proposta são tratadas como **Unidades de Relevo**, identificadas já com vistas a um entendimento de suas aptidões como suporte ao uso e em atendimento às necessidades humanas.

A caracterização efetuada em cada **unidade de relevo** constitui-se, então, no ponto de partida para a interpretação da dinâmica atual dessas formas, os processos operantes, seus formatos, condicionantes, frequência e ritmo.

Sob essa perspectiva, os trabalhos concentram-se na avaliação de feições morfodinâmicas desenvolvidas sobre os elementos básicos das formas do relevo (topo, meia encosta e vale) e sua respectiva gênese, sendo então reunidas nas próprias unidades de relevo apresentadas em uma escala de detalhe, na qual as informações morfogenéticas são representadas. Com isso definem-se os critérios a serem considerados nesta etapa analítica das atividades que visam caracterizar de maneira sintética os fenômenos morfogenéticos/morfodinâmicos presentes nos relevos.

Com base nas possibilidades diferentes de interpretação dos fatos do relevo em função da finalidade e/ou da abordagem escolhida para representação (morfologia, morfografia, morfodinâmica e morfocronologia), de acordo com a proposição da *Commission on Geomorphological Survey and Mapping* (Comissão de Mapeamento e Pesquisa Geomorfológica) – União Geográfica Internacional (UGI), 1972, selecionam-se os itens de melhor correlação, sem perder de vista as orientações que patrocinaram a divisão preliminar executada e o critério taxonômico utilizado.

Dessa sistematização, resulta uma compreensão acerca das características do relevo e de

1. Relativo a taxis, palavra de origem grega cuja função é a de um elemento comparativo e que significa ordem ou orientação (Fonte: *Dicionário etimológico da língua portuguesa*, A.G. da Cunha, 1996, p. 758).

sua divisão em compartimentos, que têm os atributos relativos às condições físicas, dinâmicas e históricas sintetizadas em um único empreendimento, o produto cartográfico geomorfológico.

A síntese geomorfológica do mapeamento descreve-se na divisão de uma área em **unidades de relevo**, as quais guardam, no limite, um conjunto de formas representadas por um conjunto de atributos relacionáveis pelos mesmos processos morfogenéticos e, por isso, satisfatoriamente dotados de elementos analíticos morfológicos e morfométricos que relatam a sua síntese histórica (morfocronologia), permitindo também a avaliação, por estes ou por outros meios, da dinâmica superficial da paisagem (morfodinâmica).

Estabelecer uma relação de comunicação entre fatos observados empiricamente e uma interpretação da sua ocorrência como fenômeno é uma tarefa que pressupõe a definição de uma linguagem por meio de signos (cartografia geomorfológica) que visa traduzir os componentes do fenômeno observado (formas de relevo e processos morfodinâmicos atuais) a quem se deseja comunicar os referidos fatos, suas origens e seus condicionantes.

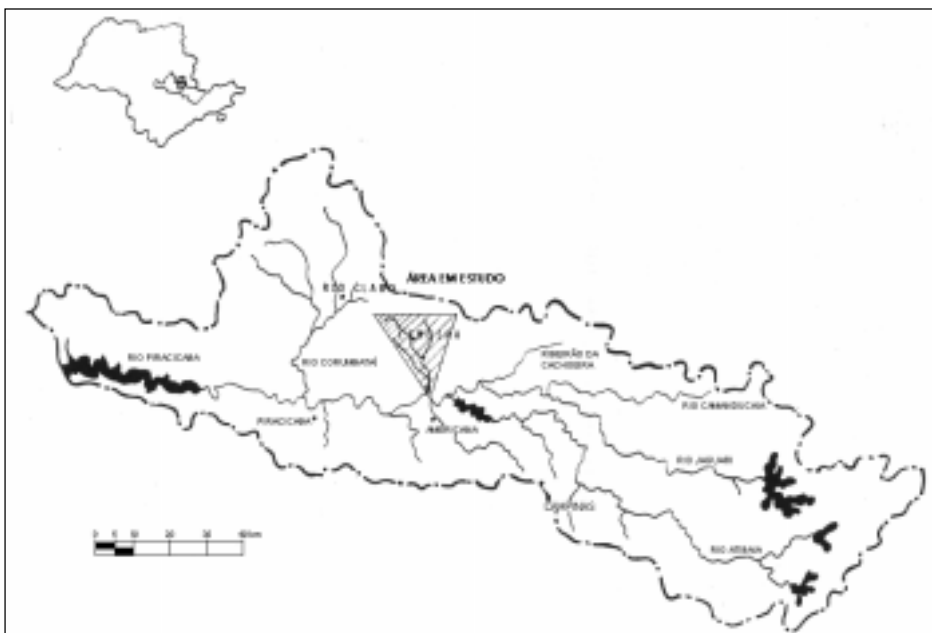
É, portanto, objetivo deste trabalho relacionar um conjunto de dados acerca da interpretação dos fatos do relevo e, com base nesses dados, compor um método que se ajuste a uma modelagem como expressão de uma representação lógica da realidade.

A partir de um modelo lógico normativo, representado pela carta geomorfológica, constitui-se uma chave de acesso à informação presente entre a comunicação que se intenta, ou seja, a descrição dos fatos do relevo e o destinatário da significação representada, ou o sujeito a quem se informará sobre as descrições, relações e interações dos componentes do relevo.

A ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se de modo mais específico entre as latitudes 22°25' e 22°40' sul e entre as longitudes 47°25' e 47°10' oeste, compreendendo o interior central do quadrilátero formado por essas coordenadas. Tributária da bacia do Rio Piracicaba, conforme demonstra a Figura 1, a bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal é formada, além desse corpo como eixo principal, pelo Ribeirão Tabajara,

Figura 1
Localização da área no Estado de São Paulo e na bacia do rio Piracicaba



afluente de médio curso da margem esquerda, e pelo Ribeirão dos Pires, afluente da margem direita, cuja foz se encontra junto ao remanso formado pela Represa do Tatu, no baixo curso da bacia, a montante da confluência com o rio Jaguari.

Com um formato geométrico que se aproxima do triangular, a bacia apresenta uma área de 297,3 km² em um perímetro de 85,3 km. Seu eixo principal, formado pelo Ribeirão do Pinhal, mantém, em relação à estrutura geológica, um curso obseqüente, estendendo-se por 66 km em três direções distintas.

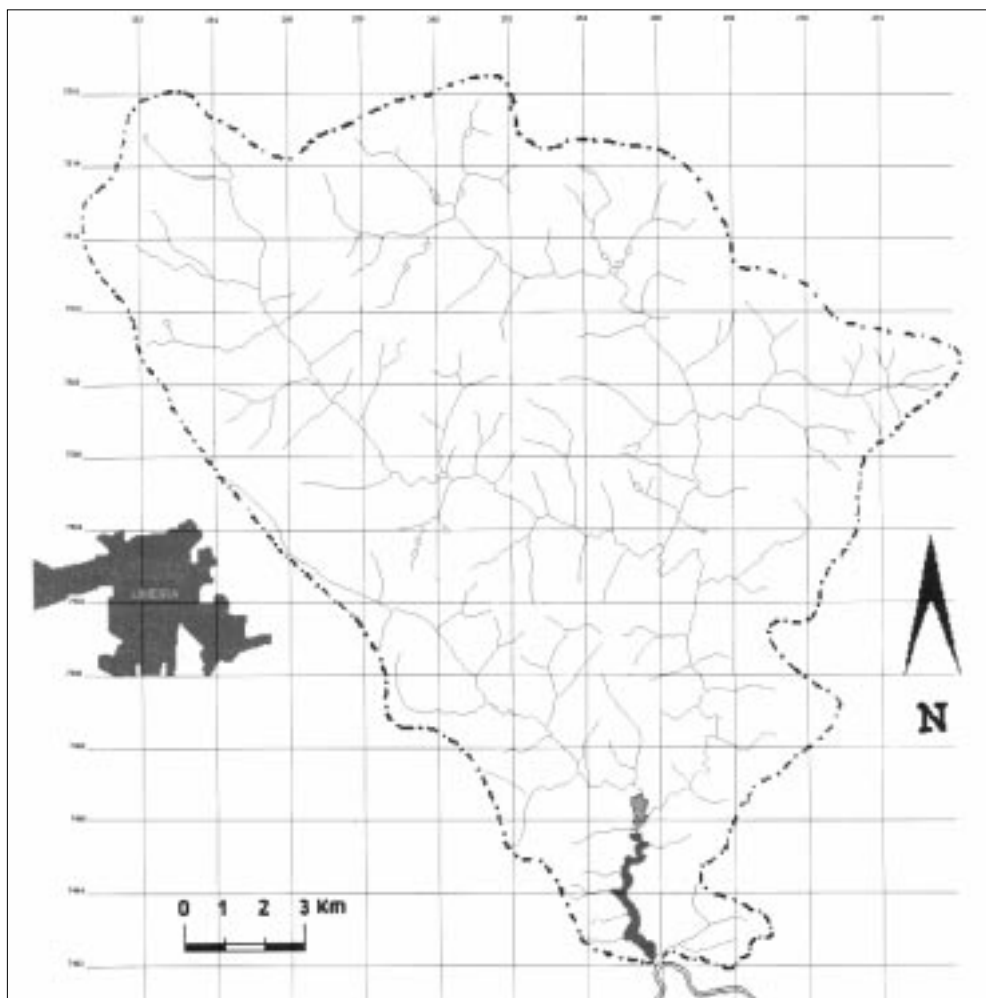
O primeiro trecho, entre a cabeceira e a confluência com o córrego da Fazenda Recanto Alegre, é disposto na direção NNW/SSE. A partir desse ponto, passa a fluir no sentido NW/SE até a confluência com o Ribeirão Tabajara

e, após uma anomalia acentuada no seu curso, passa a fluir no sentido N/S, formando um ângulo de 90° e seguindo até a represa do Tatu. Essas características podem ser verificadas na Figura 2, na qual é apresentado o limite espacial da bacia bem como a rede hidrográfica a ela associada.

Encontrando-se totalmente inserida na Depressão Periférica Paulista, a bacia drena terrenos compostos por sedimentos do Grupo Tubarão e, em alguns trechos, por rochas intrusivas básicas do Grupo São Bento (Formação Serra Geral).

Cabeceiras localizadas no divisor de águas entre a bacia do rio Piracicaba e a do rio Mogi-Guaçu fazem a bacia do Ribeirão do Pinhal, objeto deste estudo, apresentar-se com um padrão de drenagem subdendrítico, bacia na qual

Figura 2
Bacia hidrográfica do Ribeirão do Pinhal, próxima à cidade de Limeira, SP



uma rede de canais de densidade média é marcada por anomalias de ordem tectônico-estrutural.

Localiza-se na Zona do Médio Tietê (Ponçano et al., 1981), apresentando relevos predominantemente colinosos, constituindo-se, segundo a designação adotada no referido trabalho, Colinas Amplas predominantemente, Colinas Médias na porção central e Morrotes Alongados em porções restritas ao eixo do Ribeirão do Pires.

PROCEDIMENTOS TÉCNICOS/ OPERACIONAIS E ESTRUTURA METODOLÓGICA

No presente estudo, os trabalhos de interpretação efetuados com cartas topográficas nas escalas 1:10.000 e 1:50.000 permitiram a identificação de 5 níveis, escalonados a partir do interflúvio Piracicaba/Mogi-Guaçu. O primeiro nível (720-735 metros) corresponde à superfície de cimeira local; o segundo nível (650-660 metros) corresponde a uma paleo-superfície dissecada, onde aflora uma delgada cobertura cenozóica identificada em mapeamento de fácies geológicas, executado pelo convênio DAEE/UNESP (Departamento de Águas e Energia Elétrica/Universidade Estadual Paulista) em 1980. O terceiro nível (640-650 metros) apresenta-se como uma dissecação da superfície anteriormente referida. Nele são identificados topos colinosos e patamares de rebaixamento da superfície do nível superior, além de encontrar-se aí instaladas as drenagens do alto curso da bacia. O quarto nível (600-630 metros) constitui-se de topos de espigões alongados nos sentidos E/W e NW/SE, que atuam como interflúvios para as drenagens do médio curso dos Ribeirões do Pinhal e Tabajara. O quinto nível, situado entre 560-600 metros, apresenta o relevo mais dissecado e rebaixado de toda a bacia, com interflúvios mais amplos, subhorizontalizados, onde afloram sedimentos finos do subgrupo Itararé. Nessa porção acha-se instalada a Represa Hidroelétrica do Tatu (CESP – Centrais Elétricas de São Paulo).

A escala de representação cartográfica do relevo inicialmente definida para tal finalidade foi 1:50.000. Nessa escala, os aspectos a serem analisados ficam evidenciados, fornecendo a compreensão da articulação entre todas as unidades de relevo e seu comportamento diante dos fatores condicionantes.

Optou-se por essa escala a partir das experiências do IG-SMA/SP (Instituto Geológico-Secretaria de Estado de Negócios de Meio Ambiente, 1992) e da proposição de Cooke & Doornkamp (1990, p. 28), nas quais a referida escala mostrou-se adequada aos trabalhos de planejamento regional, inventário de recursos e seleção de terrenos, além de bons suportes para as informações de planejamento urbano e rural para o qual a Geomorfologia veio compor o elo de integração dos estudos de ordenação do meio, possibilitando a combinação das complexas solicitações impostas ao relevo. Essa escala concentra o enfoque nos fatos do terceiro táxon geomorfológico apresentado em proposta de Ross (1992, p. 17-29).

Uma vez definida a escala de representação cartográfica a ser adotada, tratou-se de elaborar o critério que ressaltaria os elementos do relevo a serem postos em evidência. Isso foi obtido com a definição dos alvos específicos da escala de análise (morfologias e processos) a serem identificados, cuja distribuição espacial fosse passível de ser representada na referida escala cartográfica.

Contou-se para isso com o auxílio de produtos cartográficos específicos (carta clinométrica, hipsométrica, de processos morfodinâmicos, de tipos de solos, litológica, de drenagens, de lineamentos), cujos resultados são necessários para a obtenção dos objetivos definidos neste projeto.

O método de trabalho consistiu no estabelecimento de inter-relações entre as informações relativas ao meio físico, de forma a se produzir uma análise integrada das características do relevo, do ponto de vista tanto da sua gênese quanto de sua dinâmica.

A partir da definição de dois níveis de mapeamento e da análise geomorfológica (sín-

tese histórica e análise dinâmica), foi feita a correspondência entre os fatos do relevo observados e seus componentes, depois de estabelecido o tratamento específico a ser empregado em função da escala dos fenômenos e de identificados os diferentes aspectos geomorfológicos a eles relativos.

O entendimento das relações entre os fatores que governam a elaboração das formas do relevo foi feito através de uma noção integrada do quadro regional em que tais fatores se inserem. A representação das formas da bacia do Ribeirão do Pinhal foi obtida a partir de um conhecimento prévio da distribuição dos conjuntos de formas semelhantes, partindo da observação de toda a bacia em cartas na escala 1:50.000, possibilitando a análise preliminar e sua divisão em unidades de relevos. Essas unidades definem os compartimentos em que se desdobram os relevos aí existentes, cujas características são obtidas com base nos traços gerais de sua estrutura superficial.

Referida como síntese histórica, a abordagem proposta nessa fase da pesquisa aplica-se à obtenção de uma visão geral do comportamento do contexto geomorfológico antes de se iniciar um estudo de maior escala de detalhes.

Esse reconhecimento teve como intuito obter elementos de análise auxiliares, representados em documentos cartográficos que serão descritos posteriormente. A articulação das unidades de relevo observada nessa escala permitiu a visualização do vetor evolutivo das formas, realçando os compartimentos onde estão distribuídas as unidades de relevo com seus conjuntos de formas e todas as demais características a elas inerentes.

O mapeamento geomorfológico de semidetalle que, como neste caso, se presta ao fornecimento de referências históricas da dinâmica evolutiva do relevo, necessariamente contém elementos cuja natureza pode ser adequadamente representada por signos cartográficos.

As atividades empreendidas são apresentadas no Quadro 1 – Atividades técnicas e operacionais executadas. Procurou-se, por meio dessa perspectiva, promover a aproximação entre a realidade dos fatos do relevo e a concepção de um modelo de evolução geomorfológica. Para tanto, foram definidos os pontos de estudos presentes no Quadro 2. A estrutura metodológica que os integra neste trabalho é apresentada de maneira sintética no fluxograma representado na Figura 3 (ver p. 32).

Quadro 1
Atividades Técnicas e Operacionais Executadas

ELEMENTOS ANALISADOS E DOCUMENTOS ELABORADOS	
ETAPA EXECUTIVA PRELIMINAR	
GEOLOGIA	Compilação de dados estruturais e litológicos
PEDOLOGIA	Compilação dos tipos de solos e seus atributos
TOPOGRAFIA	Elaboração de carta de rupturas estruturais (hipsométrica) e de perfis topográficos
MORFOLOGIA	Compartimentação do relevo e identificação de processos dinâmicos através de fotointerpretação
MORFOMETRIA	Medição sistemática do relevo (formas e seus elementos, hidrografia, superfícies)
CLIMATOLOGIA	Levantamento e organização de séries pluviométricas e de temperatura
USO DO SOLO	Mapeamento de ocupação e cobertura do solo
ETAPA EXECUTIVA DE CAMPO	
Verificação dos dados levantados em gabinete para correção ou ratificação, checagem da estrutura superficial da paisagem	
ETAPA EXECUTIVA FINAL	
Integração e sistematização dos dados, análise de resultados e registros documentais finais	

Quadro 2

Pontos de Estudos Componentes da Abordagem Sintético-Histórica

- Fornecimento de um sumário e generalização dos fatos já conhecidos
- Representação dos tipos de relevo e suas partes
- Distribuição espacial das feições de processos morfogenéticos
- Esclarecimento dos principais eventos climáticos na evolução do relevo
- Relação entre o relevo, o substrato litoestrutural e os movimentos neotectônicos
- Avaliação das condições em que vão se realizar as eventuais atividades econômicas e sociais
- Orientação na investigação de detalhes de novos problemas

Fonte: Adaptado de Pires Neto (1992).

Essa dupla perspectiva na análise do relevo a partir dos pontos de estudos listados atribui uma característica de complementaridade aos trabalhos de aplicação das linhas de pesquisa e das teorias geomorfológicas, na medida em que, por mais abrangentes que se constituam, ainda são parciais, sobretudo quando os fatos do relevo são verificados à luz de diferentes escalas.

Para a compartimentação do relevo da bacia hidrográfica utilizaram-se coletas de dados sobre litologia e estrutura, cobertura de materiais inconsolidados, geomorfologia e característica do padrão fluvial.

A representação da rede de drenagem constitui-se em elemento de significativa importância para a compreensão das relações entre as condições morfodinâmicas atuais da bacia e a história de sua evolução ao longo do tempo. O estabelecimento da hierarquização dos canais permite referenciar a cronologia para a interpretação de sua idade relativa e avaliar o ritmo do trabalho de esculturação promovido pela sua evolução ao arranjo dos relevos.

Correlata à análise efetuada acerca da rede de drenagem, uma carta de lineamentos indicava fenômenos de subsuperfície, originados por movimentos tectônicos que condicionaram o arranjo estrutural das formas superficiais. Os agrupamentos de dados foram tratados estatisticamente quanto à magnitude dos totais de linhas e às frequências de ocorrência nas diversas orientações apresentadas pela rede de drenagem, visando à correlação genética entre tais eventos e o arranjo fluvial.

Dessa gama múltipla de enfoques (morfológico, morfométrico, morfodinâmico, morfogenético e morfocronológico), resultaram produtos instrumentais, elaborados na escala 1:50.000, que compuseram o segundo nível de tratamento da pesquisa geomorfológica, fornecendo informações sistemáticas sobre a estrutura superficial da paisagem, obtidas com a integração das informações e observações interpretativas iniciais a respeito do processo que resultou na elaboração das formas do relevo, a síntese histórica.

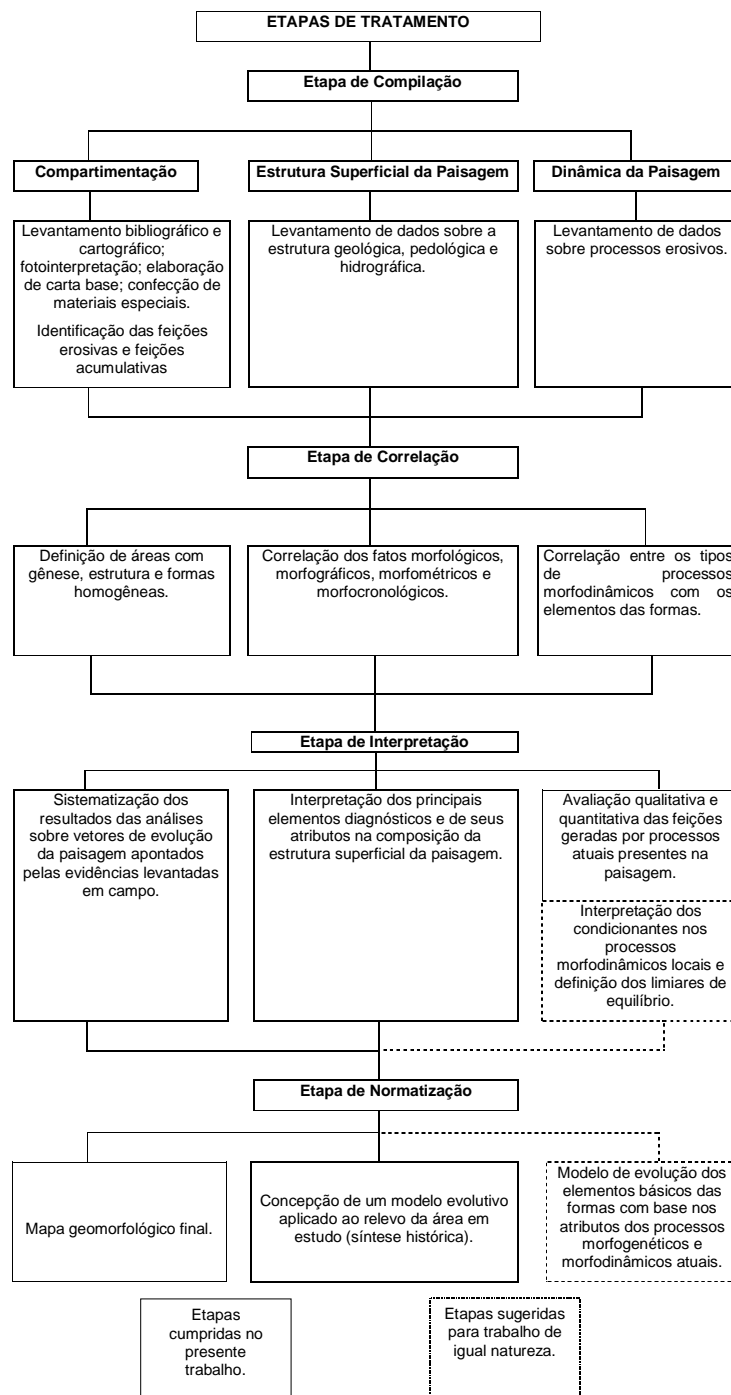
A sistematização dos dados obtidos nessa etapa definiram os elementos determinantes na composição do relevo na bacia hidrográfica, por meio do qual são feitas as inferências sobre a dinâmica evolutiva nela processada através do tempo.

Na abordagem analítico-dinâmica, a atenção foi centralizada sobre os elementos das formas presentes no interior de cada conjunto individualizado de relevo, nos processos morfogenéticos atuais e na relação estabelecida entre os agentes deflagradores e a constituição da estrutura física dessas formas, obtendo com isso um diagnóstico do funcionamento dinâmico do sistema.

O resultado desse trabalho é caracterizado pela representação das formas, de feições geomorfológicas relevantes, e das atividades morfodinâmicas operantes na conclusão do terceiro nível da pesquisa geomorfológica, do qual resulta a interpretação sobre a funcionalidade da estrutura da paisagem.

Os resultados dessa etapa possibilitam a constituição de um mapeamento geomorfoló-

Figura 3
Estrutura metodológica utilizada no presente trabalho,
 considerando níveis de tratamento geomorfológico,
 etapas de tratamento de dados e ações realizadas



Fonte: AB´SABER (1969) e LIBAULT (1971).

gico acurado, contendo informações de relevância sobre a bacia do Ribeirão do Pinhal, compondo um produto abrangente do contexto lo-

cal, que contribui para o entendimento da gênese e da evolução da área em estudo por meio dos elementos levantados.

DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES DE RELEVO

É entendido como unidade de relevo o conjunto de formas semelhantes, geneticamente homogêneas, individualizadas em razão de suas características morfológicas e morfográficas.

Pertencentes à terceira ordem na estrutura taxonômica do relevo (Ross, 1992), correspondem ao conjunto de formas com igual padrão de dissecação realizado pelos processos modeladores das formas.

Essas unidades distribuem-se pela área, perfazendo um total de sete tipos distintos de relevos com ocorrência descontínua, cujas formas variam entre resultantes de processos erosivos (denudacionais) e resultantes de processos acumulativos (agradacionais).

As unidades de relevo denudacionais compõem o maior conjunto de formas na bacia do Ribeirão do Pinhal, perfazendo seis padrões de características diferenciadas nos seus atributos elementares (tamanho, padrões de dissecação, geometria), que são formados pela presença de duas formas básicas de relevo: as colinas e os morrotes, as quais se mostram associadas ou não, cujos atributos morfométricos caracterizam a principal distinção existente entre tais feições, conforme pode ser constatado no Quadro 3.

Essas formas variam quanto ao seu dimensionamento espacial, que reflete uma maior ou menor dissecação em função dos diversos atributos geológicos de seu substrato em associação com as condições dos agentes atmosféricos atuantes.

Ainda com base na mesma fonte, adaptou-se o critério em que as dimensões espaciais das formas são classificadas em amplas, médias e pequenas, as quais possuem os valores correspondentes definidos no Quadro 4.

A delimitação das unidades de tipos de relevo proposto neste trabalho foi a de agrupamentos de formas, cujos topos apresentam dimensões semelhantes entre si. Aqui o critério morfológico e morfométrico define os elementos de forma do 5º táxon na compartimentação e delimitação das unidades de relevo (Ross, 1992), sendo objeto de referência os topos e seus respectivos tamanhos.

Dois tipos de limites entre uma unidade e outra foram identificados: abrupto e gradual. A escolha pela utilização de apenas um dos elementos da forma, o topo, é fruto da constatação de que, naqueles casos em que a transição entre uma unidade e outra de relevo não é abrupta, ocorre uma gradação que faz com que um mesmo tipo de forma apresente elementos de dimensões diferentes dentro do critério mor-

Quadro 3
Características morfométricas das formas básicas de relevo presentes na área em estudo

FORMA DE RELEVO	DECLIVIDADE PREDOMINANTE (%)	AMPLITUDES LOCAIS (metros)
MORROTES	>15	<100
COLINAS	5 – 15	<100

Fonte: Adaptado de Ponçano et al. (1981).

Quadro 4
Classificação e dimensão das formas

CLASSIFICAÇÃO DAS FORMAS	AMPLAS	MÉDIAS	PEQUENAS
DIMENSÃO (ÁREA)	> 4 km ²	1 - 4 km ²	< 1 km ²

Fonte: Ponçano et al. (1981).

fológico-morfométrico que estamos qualificando, o que justifica utilizar uma escala de detalhe maior.

Na análise morfológica e morfométrica do relevo na bacia do Ribeirão do Pinhal, foram identificadas unidades de relevo compostas por um ou mais tipos de formas associados, formas que receberam, por sua vez, a codificação correspondente aos padrões observados em seu interior (Ta, Tam, Tal, Tm, Tp e Pf).

Às tipologias das formas verificadas em cada unidade foram atribuídos qualificativos que as diferenciam umas das outras. Esses qualificativos compõem-se do tipo de forma presente nas unidades colina, representada por seu elemento de forma ora selecionado, e topo, em sua caracterização morfológica, designado pela inicial maiúscula desse elemento e, em sua caracterização morfométrica, pela inicial minúscula de dimensão espacial.

Dois tipos de formas de relevo diferentes, associados e descontínuos – colinas e morrotes – podem vir em uma mesma unidade, em função do aspecto morfométrico comum apresentado pelos topos de ambos os tipos de relevo.

É critério inicial de diferenciação de unidades compostas por tipos de formas associadas, que sua classificação se dê pela caracterização do padrão de forma dominante dentro da porção de área, em uma proporção superior a 50% representada por ela. É critério complementar, que proporções não equivalentes de formas semelhantes dentro de uma porção de área, justifiquem sua separação em duas unidades independentes. Desproporção que qualifique hegemonia de um padrão de forma na razão superi-

or a 90% da área em uma unidade, conduz também ao critério de homogeneização pelo padrão predominante.

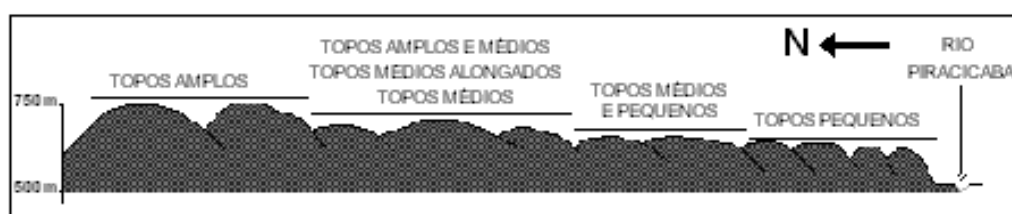
Resultou da aplicação desses critérios a compartimentação da área, sendo atribuídos nomes às unidades de relevo, quantificando os elementos morfométricos característicos dos tipos de formas em cada unidade. Portanto, os elementos topos delimitam as unidades de maneira mais precisa, na medida em que se apresentam compondo superfície que não se presta à articulação das morfologias, mantendo uma referência única de identidade na paisagem.

As diferentes altitudes em que se situam os topos das unidades demonstram um escalonamento na compartimentação do relevo, definindo uma distribuição marcada por um progressivo desnível. Os diversos níveis definem o aspecto de embotamento seqüencial do relevo, dado a partir de uma superfície de cimeira localizada ao norte da área, cujo nível altimétrico se projeta através das bordas da bacia, situando em seu interior os relevos mais intensivamente afetados pelos processos de dissecação da superfície. Essa situação é ilustrada de maneira esquemática na Figura 4, que apresenta a compartimentação do relevo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS À GUISA DE CONCLUSÃO

A síntese geomorfológica do mapeamento descreve-se na divisão de uma área em Unidades de Relevo, conforme é demonstrado no conjunto do Anexo A. Nesse conjunto, o Anexo A1 apresenta a distribuição das unidades de

Figura 4
Perfil esquemático da compartimentação do relevo na bacia do Ribeirão do Pinhal com a distribuição topográfica das unidades



relevo no interior da área que compõe a bacia do Ribeirão do Pinhal.

O Anexo A2 mostra em destaque o detalhe do trabalho de mapeamento executado, no qual constam as características da superfície (morfografia/morfologia) e a distribuição de processos atuais locais (morfogênese/morfodinâmica), os quais compoem a síntese de distribuição das unidades de relevo na área em estudo, cujos ícones de representação cartográfica são apresentados na legenda parcial do Anexo A3.

A íntegra dos dados de representação do relevo nessa bacia expressa, no limite, um conjunto de formas constituídas e representadas a partir de uma série de atributos relacionados por processos morfogenéticos semelhantes, por isso, satisfatoriamente dotados de elementos analíticos morfológicos e morfométricos que relatam a sua síntese histórica (morfochronologia), permitindo também a avaliação, por estes ou por outros meios, da dinâmica superficial da paisagem (morfodinâmica).

O Anexo B exprime as análises feitas em cada unidade e as relações estabelecidas entre todo o conjunto de unidades de relevo identificados neste trabalho, seus atributos e o comportamento morfodinâmico apresentado pelas partes componentes (elementos de forma) de cada unidade de relevo.

O trabalho, no qual se testou uma proposta metodológica própria que buscasse o tratamento de questões históricas e evolutivas da superfície da bacia de drenagem, consistiu em um

ensaio de mapeamento integrado do relevo, considerando os aspectos geológicos, pedológicos e geomorfológicos,

Conclui-se que a proposta atinge os objetivos almejados, na medida em que responde de maneira satisfatória ao aspecto sintético-histórico dos relevos, estabelecendo relações entre orientação dos processos evolutivos denudacionais da superfície e seus condicionantes litostruturais (vetores), bem como de uma cronologia relativa associada a eventos que exerceram influência no conjunto do relevo desde sua origem até os dias atuais

No aspecto analítico-dinâmico, entretanto, este trabalho revelou uma limitação nos dados analíticos, predominantemente marcados por uma relação entre seus componentes, relação estabelecida através de associação de característica empírica. Para estudos de igual natureza, há que se superar parte dessa limitação, estabelecendo etapas complementares de ensaios laboratoriais (petrográfico, geoquímico e mecânico) para análise de materiais superficiais, modelagem e caracterização mais rigorosa da estrutura superficial do ambiente físico-geográfico, cujos parâmetros são de inestimável valor ao complemento dos dados geomorfológicos. A orientação metodológica dessas etapas encontra-se em vias de elaboração, visando ao refinamento dos dados conclusivos de análise geomorfodinâmica a serem apresentados como complemento à presente proposta metodológica.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Boletim do Instituto de Geografia - USP*, São Paulo, n. 18, 1969
- ALMEIDA, F.F.M. Fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo (série teses e monografias)*, n. 14. São Paulo, 1974. 111 p.
- BISTRICHI, C. A. et al. *Mapa geológico do estado de São Paulo: escala 1:500.000*. São Paulo: IPT, 1981. 2 v. (Série Monografias, 6).
- CARDOSO, A. B. F. *Mapeamento geotécnico do município de Limeira - SP: subsídios para o planejamento regional*. 1993. Dissertação de Mestrado em Geotecnia - Departamento de Geotecnia da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP, 1993. p.92.

- COOKE, R. U.; DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in environmental management: a new introduction*. Oxford: Clarendon Press, 1990.
- GOUDIE, A. *Geomorphological techniques*. London: Unwin Hyman, 1990.
- HASUI, Y et al. *Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo*. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Secretaria de Estado dos Negócios de Ciência e Tecnologia de São Paulo/Pró-Minério, 1989 (relatório 27 394).
- HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. *Boletim Sociedade Brasileira de Geologia*, Minas Gerais, n. 11, p. 1-31, 1990.
- HOWARD, A. D. Drainage analysis in geologic interpretation: a summation. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, n. 51, p. 2246-59, 1967.
- INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL UNION. Manual of. Detailed Geomorphological Mapping. Edited by J. Demek. IGU - Commission on geomorphological survey and mapping. Prague: Academia, 1972. 367 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO. *Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do município de Campinas, SP*. São Paulo: IG/SMA, 1992. 3 v.
- LIBAUT, A. Os quatro níveis de pesquisa geográfica, in: Métodos em Questão n.1. São Paulo. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.
- MELO, M. S.; PONÇANO, W. L. *Gênese, distribuição e estratigrafia do depósitos cenozóicos no estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1983. (Série Monografias, 9).
- NAKASHIMA, P. *Estudo das formações superficiais na área de Campinas, Viracopos (SP): suas relações com a evolução geomorfológica e os solos*. 1983. 128f. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, 1983.
- OLIVEIRA, J. B.; BERG, M. Aptidão agrícola das terras do estado de São Paulo: quadrícula de Araras - II Memorial descritivo. *Boletim Técnico*, Campinas, n. 102, 1981.
- PENTEADO, M. M. Geomorfologia do setor centro-ocidental da depressão periférica paulista. *Boletim do Instituto de Geografia da USP*, São Paulo, n. 22, 1976.
- PIRES NETO, A. G. *As abordagens sintético-histórica e analítico-dinâmica: uma proposição metodológica para a Geomorfologia*. 1992. 302f. Tese de Doutorado em Geografia Física – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, SP, 1992.
- _____. *Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiá e áreas adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica*. Rio Claro: IGCE-UNESP, 1996.
- PONÇANO, W. L. et al.. *Mapa geomorfológico do estado de São Paulo: escala 1:1.000.000*. São Paulo: IPT, 1981. 2 v. (Série Monografias, 5).
- ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia da USP*, n. 6, p. 17-29. 1992.
- SCHUMM, S.A Evolution and responses of the fluvial system sedimentological implications. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. Special Publication 31. p. 19-29. 1981.
- TRICART, J. A Geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. *Boletim Geográfico do IBGE*, Rio de Janeiro, v. 251, n. 34, p. 15-42. 1976.
- VITTE, A.C. *As colinas policonvexas em Juquiá (SP): dinâmica e transformação*. Relatório de pós-doutoramento apresentado ao Departamento de Geografia da FFLCH/USP, São Paulo, 1994.

RESUMO

O sentido dos estudos em geomorfologia é evidenciado à medida que se busca a compreensão das características dos atributos que compõem a superfície da Terra. Esses atributos concorrem para as definições e solicitações de usos pelos homens, quando a perspectiva é a aplicação prática, ou para a compreensão da história evolutiva de determinadas porções da superfície em diferentes escalas de tempo e de espaço. O estudo ora apresentado é um ensaio de desenvolvimento de um modelo teórico de reconhecimento e caracterização dos atributos geomorfológicos e definição de uma representação da distribuição das diferentes fácies do relevo em uma unidade espacial configurada por uma bacia hidrográfica.

PALAVRAS-CHAVES

Bacia hidrográfica – mapeamento geomorfológico – unidades de relevo

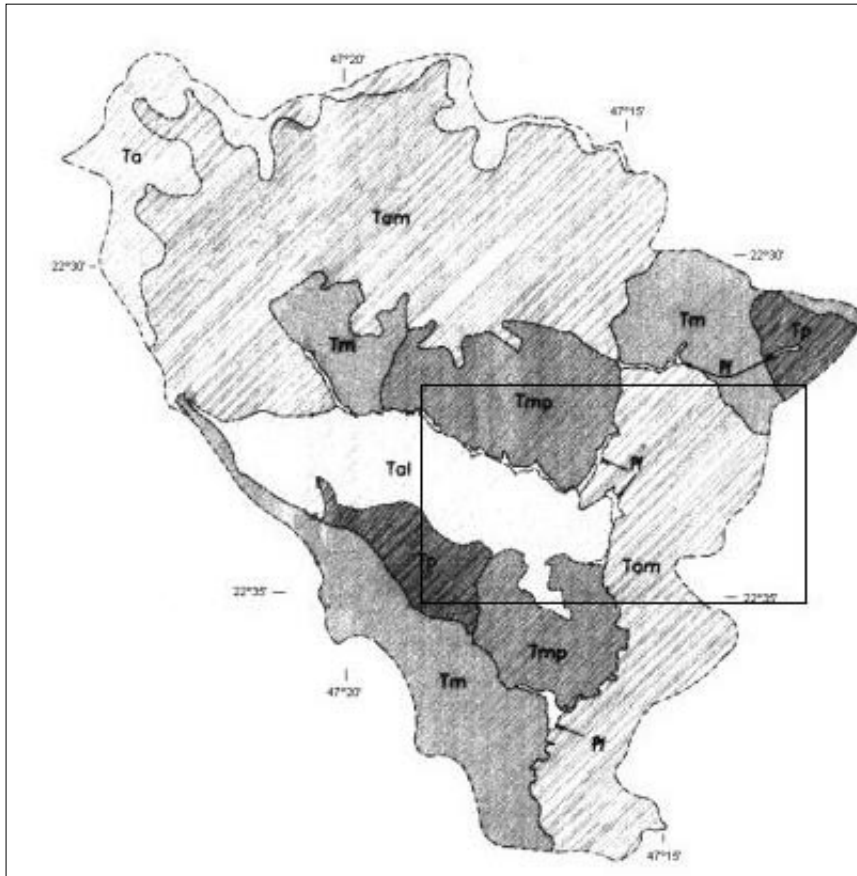
ABSTRACT

The sense of geomorphology studies are evidenced to the extent that search for the understanding from the characteristics of the attributes that cover the surface of the Earth. Those attributes compete for the definitions and the necessities by the mankind, when the perspective is the practical application, or to the understanding of the evolutionary history from certain portions of the surface in different scales of time and space. The study for the time being presented is an essay of development of a theoretical model of recognition and characterization of the geomorphologic attributes and definition of a representation of the distribution of different facies of the relief in a space unit configured by a hydrographic basin.

KEY-WORDS

Hydrographic basin – geomorphologic mapping – relief units

Anexo A1



Anexo A2



Anexo A3

MORFOLOGIA/MORFOGRAFIA	MORFODINÂMICA
<u>Formas Denudacionais de topos convexos</u>	<u>Processos morfodinâmicos atuais</u>
Ta Topos amplos	Erosão Lâminar =
Tam Topos amplos e médios	Erosão em sulcos /
Tal Topos médios alongados	Erosão em ravinas S
Tm Topos médios	Creep = =
Tmp Topos médios e pequenos	Colmatação <i>des</i>
Tp Topos pequenos	Vaçoaroca ativa Ⓢ
	Vaçoaroca estabilizada Ⓢ
	Reentalhe em cabeceira Ⓢ
<u>Formas denudacionais de dissolução</u>	
Depressão fechada seca - "dole"	
<u>Formas acumulativas</u>	
Pf Planícies fluviais	
Rampas detríticas	
<u>Faições lineares</u>	
Ruptura positivo de relevo	
Ruptura positivo de vertente	
Limites de unidades de relevo em cursos d'água	
Interflúvio com divisor d'água plano pouco definido	
Interflúvio com divisor d'água convexo	
HIDROGRAFIA	
Canais fluviais perenes	
Canais fluviais intermitentes	
Logos e açudes	
Represas	

Anexo B
Quadro-síntese da distribuição das feições morfológicas identificadas na área em estudo (unidades de relevo) e suas características geomorfológicas.

UNIDADE DE RELEVO	MORFOLOGIA			MORFOMETRIA				COBERTURA PEDOLÓGICA	GEOLOGIA	DINÂMICA
	Topo	Vertente	Vale	Altitude (m)	Comprimento de Rampa (m)	Amplitude (m)	Clinometria	Tipo de Solo	Litologia/Estrutura	Vertente
Topos Amplos Ta	Amplos, subhorizontais, nivelados e planos	Convexa-retilíneas, com raras descontinuidades	Largos e bem marcados na paisagem	730 – 670	500 – 2500	Máxima de 100 metros e mínima de 40 metros	Predomínio do intervalo entre 5 – 10 %	Lr – Latossolo roxo eutrófico A moderado textura muito argilosa ou argilosa Lv – Latossolo vermelho amarelo álico textura média Le – Latossolo vermelho escuro A moderado textura argilosa	Diabásio da Formação Serra Geral (Mesozóico) associado a siltitos da Formação Tatuí (Paleozóico)/ Ausência de estruturas geológicas significativas com expressão no relevo	Feições erosivas como sulcos e ravinamentos com ocorrência associadas a lezírias e estradas secalçamentadas
Topos Médios e Médios Tam	Amplos, subhorizontais, nivelados e planos ao sul; convexos e com ressaltos ocasionais ao norte	Retilíneas e descontinuas, formando patamares entre os níveis 620 e 600 metros	Largos, com rampas de colúvio junto à base da vertente; planície aluvionar estreita com canais sinuosos e encaixados	684 – 592	Variável entre 300 e 1500 metros	Máxima de 100 metros e mínima de 40 metros	Predomínio do intervalo entre 5 – 10 %	Lr – Latossolo roxo eutrófico a moderado textura muito argilosa ou argilosa Lv – Latossolo vermelho amarelo álico textura média Le – Latossolo vermelho escuro A moderado textura argilosa Te – Terra roxa estruturada eutrófica ou distrófica A moderado Pv – Podzólico vermelho-amarelo com argila de atividade baixa abrupção distrófica ou álico Li – Litossolo distrófico A moderado, textura média substrato arenito do Grupo Tubarão	Arenitos finos, grosseiros e lamitos da Unidade Superior do Subgrupo Itararé; siltitos da Formação Tatuí ocorrendo subordinadamente/ Linhas de falhas condicionando o curso dos canais Santa Helena, Bonito, Tabajara e Pinhal	Feições erosivas como sulcos e ravinamentos; ocorrência de erosão laminar promovendo decapagem de solos em áreas de baixa inclinação, reerem cabeceiras de drenagens, precipitadas e isoladas de voçorocas
Topos Médios Alongados Tal	Amplos e nivelados, subhorizontais nas formas maiores, convexos nas formas menores	Convexa e com descontinuidade no terço inferior, marcando a presença de rampas de colúvio	Largos e bem marcados na paisagem	685 – 592	Variável entre 500 e 900 metros	Máxima de 100 metros e mínima de 60 metros	Predomínio do intervalo entre 5 – 10 %	Lv – Latossolo vermelho amarelo álico A moderado textura média Le – Latossolo vermelho escuro álico A moderado textura argilosa Pv – Podzólico vermelho amarelo com argila de atividade baixa abrupção distrófica ou álico	Siltitos da Formação Tatuí aflorando desde a cota 600 metros a montante; arenitos finos, siltitos e lamitos da Unidade Média do Subgrupo Itararé na base das vertentes e no fundo dos vales/ Linhas de falhas condicionando a rede de canais	Feições erosivas como sulcos e ravinamentos por erosão laminar com baixa ocorrência nos topos; reerem cabeceiras de drenagem; feições acumulativas como rampas de colúvio junto ao terço inferior das vertentes

UNIDADE DE RELEVO	MORFOLOGIA				MORFOMETRIA			COBERTURA PEDOLÓGICA	GEOLOGIA	DINÂMICA
	Topo	Vertente	Vale	Altitude (m)	Comprimento de Rampa (m)	Amplitude (m)	Clinometria			
Topos Médios e Pequenos Tm	Amplos, desnivelados, convexos e alongados, com ressaltos	Convexas-retilíneas com ressaltos; descontinuidades marcando a presença de rampas de colúvio	Largos e bem marcados na paisagem com encaixamento de canais	683 – 610	Variável entre 400 e 1100 metros	Máxima de 100 metros e mínima de 40 metros	Predomínio do intervalo entre 5 – 10 %	Lr – Latossolo roxo eutrófico A, moderado textura muito argilosa ou argilosa Lv – Latossolo vermelho amarelo A moderado à proeminente textura média Le – Latossolo vermelho escuro A moderado textura argilosa Li – Solo litólico distrófico A moderado textura média	Diabásio da Formação Serra Geral; siltitos da Formação Tatuí; arenitos finos, siltitos e lamitos das Unidades Superior e Média do Subgrupo Itararé/ Linhas de falhas condicionando orientação dos canais, contatos litológicos em falhas e presença de rochas intrusivas em falhas e diques	Feições erosiva alta ocorrência reentalhe e cabeceiras drenagem, sulcos paralelos associados ao substrato do e voçoroca associados aos sedimentos Formação Tatuí
Topos Médios e Pequenos Tmp	Convexos e desnivelados, com elementos amplos associados a níveis topográficos superiores e elementos estreitos em posição topográfica inferior	Convexas, descontinuas e com ressaltos; presença de rampas de colúvio	Estreitos com canais encaixados e sinuosos; formação de depósitos de canais com barras de pontal junto ao remanso da represa do Tatuí	665 – 580	Variável entre 250 e 1500 metros	Máxima de 100 metros e mínima de 25 metros	Predomínio do intervalo entre 5 – 10 %	Pv – Solo podzólico vermelho amarelo com argila de atividade baixa A moderado textura arenosa média Li – Solo litólico A moderado textura média substrato arenito do Grupo Tubarão + Cambissolo distrófico com A moderado e textura média ocorrendo subordinadamente	Sedimentos Cenozóicos predominando nos topos; siltitos da Formação Tatuí, predominando entre as cotas 620 e 650 metros; arenitos finos, siltitos e lamitos da Unidade Média do Subgrupo Itararé, aflorando nas cotas inferiores/ Linhas de falhas condicionando rede de drenagem local	Feições erosiva alta ocorrência sulcos, ravinais e cabeceiras drenagens em de afloramento Itararé; cabeceiras e siltitos ocorrência reentalhe e cabeceiras e siltitos associados a sedimentos Formação Tatuí feições acumuladas como rampas de colúvio junto a das vertentes
Topos Pequenos Tp	Estreitos, convexos, desnivelados e alongados	Retilíneas e convexas associadas; descontinuidades e ressaltos ocasionais	Estreitos e encaixados; ausência de depósitos fluviais	620 – 615	Variável entre 200 e 900 metros e ocorrência local de rampa com 1350 metros	Máxima de 80 metros e mínima de 30 metros	Predomínio do intervalo entre 10 – 15 %	Pv – Podzólicos vermelho amarelo com argila de atividade baixa alíco A moderado textura arenosa/média	Manchas de cobertura Cenozóica nos topos orientais da área; arenitos finos, grosseiros e lamitos da Unidade Média do Subgrupo Itararé/ Linhas de falhas condicionando a rede de drenagem local e marcando os limites da Unidade no setor sul da área	Feições erosiva alta ocorrência sulcos longo paralelos, ravinais reentalhe e cabeceiras drenagens, er laminais, promoção decapagem de vale do ribeirão Pires
Planícies Fluviais Pf	Feições planas a ligeiramente inclinadas, estreitas, alongadas, com raros ressaltos topográficos e desenvolvimento associados aos vales dos rios de 3ª e 4ª ordens presentes na área			variável	Variável	<1,5 metros	<5%	Hi – Solos hidromórficos gley pouco húmico e ou gley húmico com ou sem ocorrência do solo orgânico	Areas inconsolidadas holocénicas barradas por soleiras litológicas estruturais	Acumulo de material de transbordamento canal