

# CARTA GEOMORFOLÓGICA E MORFOGÊNESE DO MESTRE ÁLVARO, SERRA- ESPÍRITO SANTO-BRASIL

*Ana Christina Wigneron Gimenes*

Professora Mestra do Departamento de Geografia  
da Universidade Federal do Espírito Santo

*[...] C'est, d'après Mouchez, un ancien volcan,  
depuis long temps éteint, et l'on y trouve des  
gisements de soufre [...].  
Elisée Reclus (1894)*

A pertinência da pesquisa geomorfológica por seu próprio objeto e campo de ação é esclarecida por Rodrigues (1997, p.5) quando menciona que,

## INTRODUÇÃO

Os mapeamentos geomorfológicos qualificam-se ao prover os instrumentos técnicos de apoio aos meios científicos, políticos e jurídicos, dentre os quais se destacam:

1. Estudos de base em áreas científicas especializadas, como botânicos, faunísticos, biogeográficos, climatológicos, hidrológicos e pedológicos.
2. Gestão físico-territorial, tais como a ambiental, a turística, a agrícola, a social, a urbana, a de exploração mineral e a industrial.
3. Propostas de legislação ambiental.

[...] desde o surgimento e desenvolvimento da geomorfologia de processos, [...] há uma certa unanimidade quanto à definição de seu objeto e a complexidade de suas abordagens, dentre as mais variadas escolas de geomorfologia. De acordo com diversos autores, as formas, os materiais e os processos da superfície terrestre, bem como sua distribuição e explicação em diversos contextos escalares espaço-temporais [...], correspondem a seu escopo. [...] Ao tratar genética e espacialmente dos processos, materiais e formas da superfície, sua abordagem implicaria numa visão de conjunto [...].

Uma das abordagens, a ambiental, é encontrada em Chorley (1971, apud ABREU, 1982). O autor destaca três formas possíveis de ser empregadas para se avançar em Geografia Física e em Geomorfologia. São elas a construção de modelos, o uso dos recursos e a análise de sistemas.

A Geomorfologia, por natureza uma ciência interdisciplinar e de síntese, busca indicar no relevo os sinais de fatos e relações ocorridos na paisagem e sua condição de estabilidade e instabilidade.

O estudo da relação **morfologia de relevo – estrutura** (rochas-estrutura tectônica-cobertura pedológica) – **processos** surge na Geomorfologia Moderna, o que pode levar ao diagnóstico e ao prognóstico de caráter geomorfológico.

Concebida a unidade de análise básica, um compartimento montanhoso costeiro de formato semicircular em planta, o objetivo é reconhecer e interpretar esse relevo, por meio do estudo integrado da morfologia, da estrutura e dos processos, e, averiguada sua distribuição espacial, inferir sobre seu desenvolvimento.

Em atendimento a essas necessidades, propõe-se aqui a identificação e a delimitação do relevo em setores topomorfológicos (topo=diferenças altimétricas; morfológico=forma), o que concorre para uma caracterização genética, com base em relevos com rugosidades distintas percebidas desde o topo do compartimento geomorfológico *Mestre Álvaro* até a base.

O objetivo desta pesquisa, portanto, também é desenvolver uma metodologia de mapeamento geomorfológico associada a uma condição específica de relevo e, ao mesmo tempo, identificar seu modelo morfogenético por meio da própria carta, que é um instrumento de averiguação dos fatos geomorfológicos e de interpretação.

A caracterização do relevo constitui o escopo do trabalho de pesquisa, cujo objetivo é a interpretação do sistema geomórfico *Mestre Álvaro*, estabelecendo-se correlações a

partir do entendimento do arranjo espacial das morfologias de relevo, dos materiais superficiais rochosos e inconsolidados (elúvios, colúvios, alúvios) e dos processos hidrodinâmicos e erosivos atuais.

Procura-se, a partir desse objetivo geral, produzir e testar um mapeamento em que sejam identificados a forma, os materiais e os processos na composição do relevo.

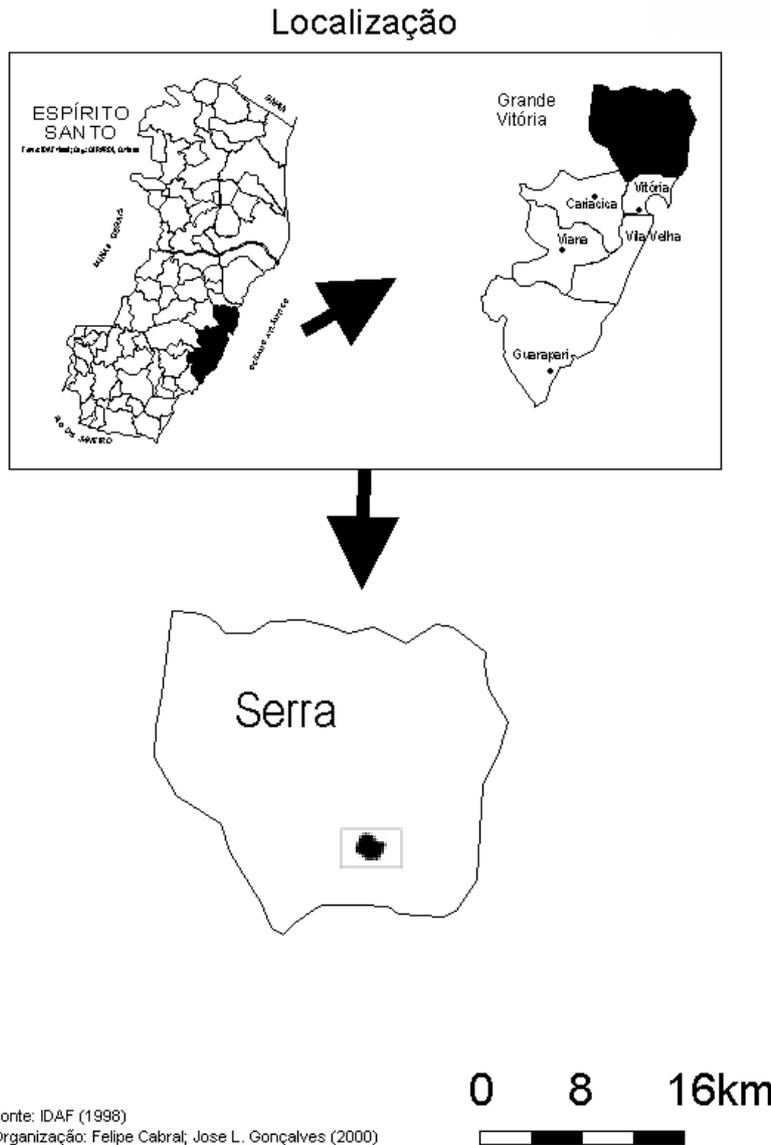
Aplicados os princípios do método de abordagem sistêmica à procura do entendimento de sistemas geomórficos, o objetivo específico é investigar as correspondências de aspectos geomorfológicos, geológicos e pedológicos.

Em um determinado momento da pesquisa, aventou-se uma hipótese: aquela que fala de uma correlação expressa espacialmente, definindo gênese morfológica associada às etapas de desenvolvimento do solo, em conformidade com uma maior diversidade de elementos de forma de relevo.

## A UNIDADE DE ANÁLISE

Representado em quase sua totalidade pela *Área de Proteção Ambiental Estadual de Mestre Álvaro*, instituída em 1991, anteriormente *Reserva Biológica Estadual de Mestre Álvaro e Parque Florestal*, o compartimento geomorfológico montanhoso *Mestre Álvaro*, ao sul da sede do Município de Serra, Estado do Espírito Santo (Figura 1) e distante cerca de 15 km da capital do Estado, a norte, em linha reta, representa uma das descontinuidades urbanas verificadas no contexto da organização da Região Metropolitana de Vitória, possuindo no seu interior principalmente cobertura vegetal arbórea, arbustiva e rupestre, bem como gramíneas cultivadas. Predomina nessa área atividade pecuária, agricultura e mineração. Constitui significação particular seja pela referência de localização que representa, destacado na paisagem em decorrência de seu isolamento físico, seja pelo atrativo turístico, educativo e cultural de uso diversificado.

Figura 1  
Carta de localização da área da unidade de análise: compartimento geomorfológico *Mestre Álvaro* e áreas adjacentes



O *Mestre Álvaro* é um maciço costeiro que possui formato semicircular em planta, estruturado em um corpo de rocha intrusiva granítica. Corresponde à cúpula de um batólito, parcialmente gnaissificado nas bordas, individualizado na paisagem como uma unidade geomorfológica, com claras evidências de perturbações por estruturas tectônicas e acentuada variação de fácies litológica.

Posicionado a SSO no compartimento geomorfológico, o Posto Meteorológico Fazenda Fonte Limpa é o único nesse relevo a con-

tar com dados meteorológicos diários. A temperatura média anual é de 23,4 °C, e a precipitação pluvial média anual, de 1.052mm; é constatada amplitude pluviométrica anual elevada e térmica anual pequena; expectativa de período seco, no mês de agosto, e de período úmido de chuvas superiores a 100mm, com valores máximos, no mês de dezembro. Na definição do balanço hídrico, os meses de janeiro a abril e de agosto a outubro constituem intervalos de tempo caracterizados por consumo de umidade do solo (retirada), podendo

ocorrer deficiência hídrica. O período de reposição de água no solo e de excesso corresponde principalmente aos meses de outubro a dezembro, sem nenhum período de excedente hídrico ao longo do ano.

Em relação aos processos geomórficos erosivos e de movimentos de massa associados à chuva, dois índices compõem variáveis analíticas: o Índice de Magnitude e Frequência (IMF) e o Evento Dominante (ED).

O parâmetro IMF é interpretado como uma referência local particular, e o ED é, para esse caso, sugerido como uma investigação de processos geomórficos associados a ele, sendo a extrapolação do IMF recomendada apenas para períodos iguais aos do próprio registro, 50 anos.

Os índices de magnitude e frequência fixados em IMF (65,9; 49,1) para a localidade Fazenda Fonte Limpa referem-se à probabilidade de que uma chuva de 65,9mm ocorra pelo menos uma vez a cada ano, e de que uma chuva de 115,0mm ocorra pelo menos uma vez a cada 10 anos, índices relativamente baixos, sendo o produto da relação da magnitude vezes a frequência, índice fixado em 21,2mm, o evento dominante, ou seja, aquele que contribuiria com a maior eficácia erosiva em longo prazo, em que ressalte a dependência das condições de superfície e subsuperfície e os valores limiares de cada processo erosivo.

### PROCESSO MORFOGENÉTICO E REPRESENTAÇÃO

Os processos morfogenéticos, aqueles responsáveis pelas várias formas de relevo, compreendem os processos internos, relacionados à gênese associada à estrutura litológica e tectônica, e os processos externos (superficiais - subsuperficiais), pertinentes aos processos erosivos e de movimento de massa e aos processos pedológicos. Neste último caso, necessário é conhecer onde a morfologia de relevo é a própria expressão das transformações da cobertura pedológica, na medida em que elas correspondem à perda geoquímica,

ao representar perda de matéria, e ao ganho geoquímico, ao representar ganho de matéria. Daí considerarmos como premissa o desenvolvimento concomitante de solo e relevo. O primeiro dos processos citados geralmente é indicado por eventos passados, exceto naquelas áreas sujeitas a acontecimentos ou a reativações tectônicas atuais, e o segundo reflete todos os processos recentes que interferem na alteração do relevo. A participação percentual de cada um dos processos citados pode ser avaliada em um dado sistema.

No estudo da morfogênese, procura-se analisar forma-materiais-processos, identificados no sistema geomórfico, método inicialmente apresentado por Ab'Saber (1969), no qual está sumariado o desenvolvimento do relevo, sua reconstituição e a revelação de alterações futuras pela construção do modelo de mapeamento geomorfológico. Na correspondência de aspectos voltados ao entendimento da morfogênese pela abordagem sistêmica, ressalta a integração de fatos expressos espacialmente em sua diferenciação.

Com base nessa referência, os fenômenos geomorfológicos são inventariados individualmente ou em conjunto e analisados sincronicamente, sob qualquer escala de interpretação e representação cartográfica. Concebida forma-estrutura-função, segundo lógica dialética, os níveis são interpretados:

- 1. Forma** (compartimentação da morfologia do relevo). A identificação geométrica, feita através da visualização da textura, das irregularidades ou das rugosidades do relevo, precede os demais níveis, de modo a contextualizar cada estrutura (segundo nível) e processos (terceiro nível) posteriores.
- 2. Estrutura** (estrutura superficial da paisagem). Ao verificar a composição e a estrutura dos materiais, a cronologia relativa é inferida, e as primeiras “*proposições interpretativas*” sobre a evolução das formas emergem. Além das amostras de mão, tem sido aconselhado o uso de escalas, as mais detalhadas, nesse reconhecimento dos materiais em análises laboratoriais refinadas.

**3. Processos** (a fisiologia da paisagem). Sobre dinâmica dos processos ou funcionamento do sistema, a verificação inicialmente se dá no primeiro nível de tratamento, pelas formas visíveis a olho nu deixadas por processos, expressão de um processo ou de um conjunto deles. É, ainda, no primeiro nível que os processos hidrodinâmicos de superfície são inicialmente identificados. Em geral, os processos são inferidos a partir do reconhecimento da estrutura dos materiais, das análises laboratoriais e/ou de experimentação de campo. Podendo-se agir “*globalmente*”, citam-se os climáticos, pedogenéticos, hidrodinâmicos, biogênicos, antrópicos.

O objetivo de conhecer a morfogênese de um determinado sistema geomórfico leva ao entendimento das distribuições espaciais dos parâmetros geométricos (formas, dimensões, organizações laterais), referenciais (escalas espaciais de representação, escalas temporais,<sup>1</sup> ordem, posição, orientação), estatísticos (texturas, intensidades, freqüências) e físicos (resistência, estabilidade, consistência) da forma, dos materiais e/ou dos processos, ao passo que, por meio das correlações e sínteses produzidas, se identifica o estado funcional do sistema (equilibrado/desequilibrado), percebido em suas expressões temporais e espaciais. Nesse sentido, a busca de relíquias em zonas limítrofes espaciais que mostrem a passagem de um comportamento a outro é, portanto, problema de investigação da morfogênese. Por isso, a demonstração cartográfica deve concentrar a atenção nos contatos, na modelagem entre sistemas geomórficos e subsistemas em seu interior.

A cartografia geomorfológica, um dos meios de registro documental da morfogênese, procura expressar os elementos morfogenéticos internos e os elementos morfogenéticos superficiais-subsuperficiais externos, enquanto os aspectos sintéticos morfocronológicos podem ser salientados pela análise comparativa.

## O MAPEAMENTO DOS SETORES TOPOMORFOLÓGICOS

O método de geração da carta geomorfológica aplicada ao entendimento da morfogênese do *Mestre Álvaro* foi alcançado no decorrer da pesquisa e é reflexo das próprias características peculiares percebidas no relevo, apresentando alinhamento principal *SE-NO*, amplitude topográfica de 833 metros e isolamento geomorfológico relativo, o que fez pensar em um modelo capaz de expressar essas condições.

Sob essa condição espacial, o gradiente pluviométrico esperado atinge a superfície das vertentes em concentrações desiguais nas diferentes faces de orientação do relevo, o que possibilita influência na dinâmica de evolução de processos geomórficos (GIMENES, 2000). Essa é a premissa em outros trabalhos que tratam das influências condicionantes de alguns fatores geomorfológicos (GIMENES e GOULART, 2001). Desse modo, o modelo de cartografia em escala média e grande pensado sob condições específicas desse sistema geomórfico é apresentado no mapa da “morfologia de relevo, dos materiais superficiais e processos atuais” sintetizados em conjuntos aqui representados pelos **setores topomorfológicos**.

Pelas questões colocadas, procurou-se produzir um mapeamento em níveis de detalhamento de modo que fossem identificados arranjos expostos em algumas escalas de tratamento: representando direções e níveis topomorfológicos, a carta dos setores (Figura 2); sintetizando os níveis de interpretação do relevo, a carta da morfologia do relevo, dos materiais e dos processos atuais. A construção de um quadro ressalta a importância da discussão sobre as escalas de trabalho, ao demonstrar os elementos de interesse geomorfológico em escalas diferenciadas da interpretação do sistema (Quadro 1).

O Quadro 2, a seguir, mostra as correlações das informações morfológicas, morfométricas e morfogenéticas produzidas.

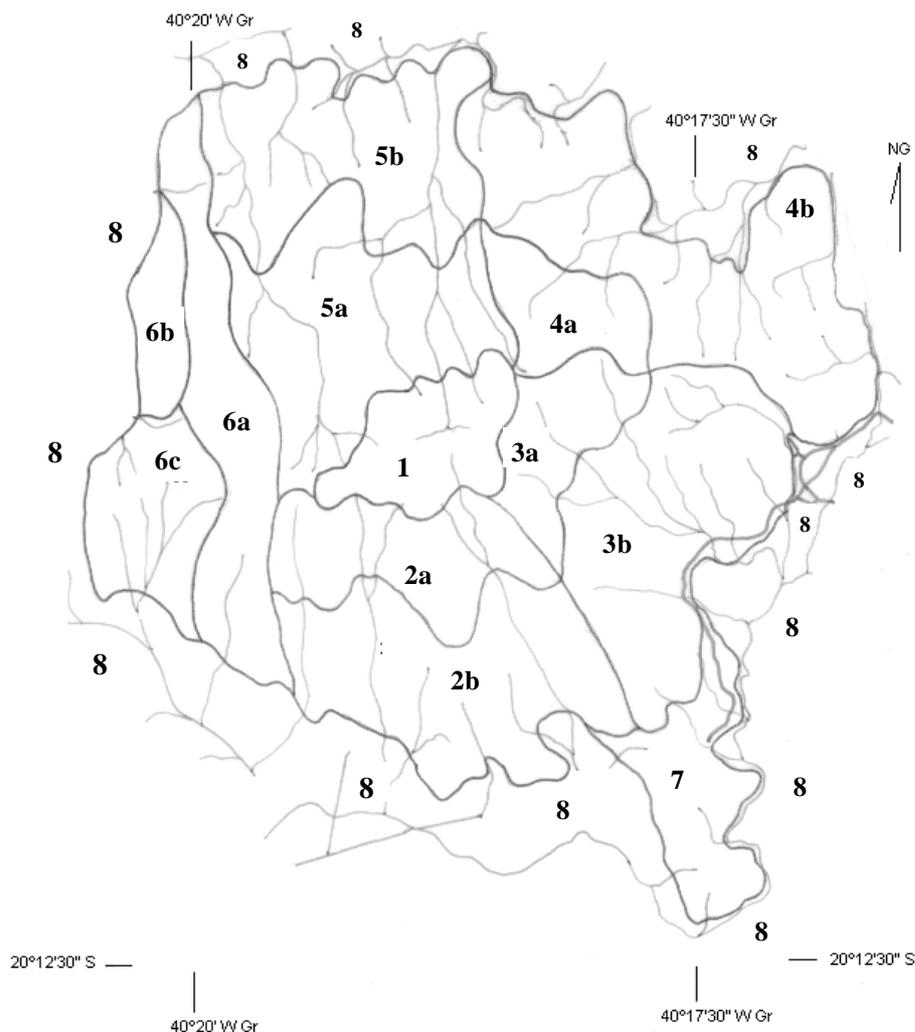
1. A idade da forma, nesse sentido, corresponderia a um dos parâmetros, de dimensão física ou cronológica, dependente da escala espacial considerada.

Quadro 1

Elementos de interesse geomorfológicos em escalas diferenciadas da interpretação do sistema geomórfico *Mestre Álvaro*

ESCALAS	1: 250.000	1: 50.000	1: 25.000	1: 25.000; 1: 20.000; 1: 9.000; campo
FORMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compartimento geomorfológico <i>Mestre Álvaro</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Setores topomorfológicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas geométricas associadas</li> <li>• Formas de processos geomórficos acumulativos: planícies</li> <li>• Leques de detritos</li> <li>• Leques ecalescentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas de processos geomórficos erosivos e de movimentos de massa: superfícies de sulcos, ravinas, creeps, escorregamentos, quedas e abatimento</li> <li>• Formas antropogênicas: superfícies de corte e terraplanagem</li> <li>• Formas de processos geomórficos químicos: superfície de depressão</li> </ul>
ESTRUTURA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura geológica: núcleo granítico circundado por rochas metamórficas (gnaiesses)</li> <li>• Lineamentos direção SE-NO</li> <li>• 1.º estágio de desenvolvimento do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrutura geológica: núcleo granítico circundado por rochas metamórficas (gnaiesses)</li> <li>• Lineamentos direção SE-NO</li> <li>• 1.º e 2.º estágios de desenvolvimento do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais superficiais inconsolidados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- alúvios</li> <li>- alúvicos</li> <li>- colúvios</li> <li>- colúvios-alúvios</li> </ul> </li> <li>• Lineamentos secundários</li> <li>• Materiais superficiais rochosos</li> <li>• Blocos de rochas</li> <li>• Fraturas</li> <li>• 1.º, 2.º e 3.º estágios de desenvolvimento do solo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiais superficiais inconsolidados: <ul style="list-style-type: none"> <li>- alúvios</li> <li>- alúvicos</li> <li>- colúvios</li> <li>- colúvios-alúvios</li> </ul> </li> <li>• Lineamentos secundários</li> <li>• Materiais superficiais rochosos</li> <li>• Diáclases ortogonais</li> <li>• Fraturas</li> <li>• 1.º, 2.º e 3.º etapas de desenvolvimento do solo</li> </ul>
PROCESSOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos hídricos de dispersão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos hídricos de dispersão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos hídricos de dispersão</li> <li>• Fluxos hídricos de transição</li> <li>• Fluxos hídricos de concentração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluxos hídricos de dispersão</li> <li>• Fluxos hídricos de transição</li> <li>• Fluxos hídricos de concentração</li> <li>• Escoamento de água em zonas de fraqueza da rocha</li> </ul>

Figura 2  
Carta de setores topomorfológicos do *Mestre Álvaro*



Setores topomorfológicos *Mestre Álvaro*: 1; 2a; 2b; 3 a; 3b; 4a 4b; 5a; 5b; 6a; 6b; 6c.  
Setores Topomorfológicos adjacentes: 7; 8.

Fotografia aérea: Força Aérea Brasileira (FAB, 1976), escala: 1:60000.  
Base cartográfica: Carta do Brasil, escala: 1:50000, Folha SF-24-V-B-I-1,  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1978.

Na construção dos mapas, técnicas de fotointerpretação, além de controle de campo, foram aplicadas. Com base nelas, foram adotados os critérios de delimitação topográfico e morfológico de relevo, e definidos então os compartimentos inseridos no interior da unidade de análise *Mestre Álvaro*, em que as diferenças altimétricas foram ressaltadas em doze setores (1; 2a; 2b; 3a; 3b; 4a; 4b; 5a; 5b;

6a; 6b; 6c). Seguiu-se a essa etapa a aplicação de uma simbologia simplificada, composta por números e letras, objetivando dotar as manchas mapeadas da idéia de orientações e seqüências topomorfológicas.

A incorporação dos compartimentos geomorfológicos adjacentes (7 e 8, correspondentes a colinas e planície) revela os contatos geomorfológicos e, em particular, associada

à planície, mostra a influência do *Mestre Álvaro* na manutenção de alguns ambientes de acumulação, pela presença de sedimentos provenientes de ação gravitacional e de redução de energia. Os limites da planície fluvial (compartimento 8) são parcialmente demarcados, na medida em que se estendem a locais sujeitos a menores interferências diretas desse relevo.

A carta geomorfológica em escala 1:25.000, construída a partir de fotointerpretação e controle de campo, é dotada de conteúdos integrados e sobrepostos, referentes à forma, aos materiais e aos processos, sendo um desses últimos os fluxos hídricos superficiais representados na legenda da carta, resultante da adoção parcial do modelo de feições mínimas (COLANGELO, 1989), o qual propõe fluxos superficiais divididos em três domínios – dispersão, transição e concentração – subdivididos em nove fluxos correspondentes aos tipos de formas de vertente, essas resultantes da combinação de sua geometria em planta e em perfil. A delimitação dos domínios é aquela dos elementos de forma, os quais se associam a um conjunto de tipos de vertentes, respectivamente, convexizados, retilinizados e concavizados.

Os elementos do mapeamento obedecem a uma classificação: **morfologia de relevo** (elementos de forma convexizados, retilinizados e concavizados); **materiais superficiais rochosos** (rochas) e **materiais superficiais inconsolidados** (elúvios, colúvios, colúvios-alúvios, alúvios); **processos erosivos e de movimentos de massa** (lineares – superfícies de escoamento superficial concentrado, erosão em ravina; areolares – movimento de massa do tipo *creep*; pontuais – superfícies de ruptura de movimentos de massa dos tipos escorregamentos planar e conchoidal e queda de bloco), **processos acumulativos** (feições de processos acumulativos: depósitos; planícies aluvionares; leques aluviais), **processos de alteração química** (processos químicos associados à gênese de depressões em topo) e **processos hidrodinâmicos** (fluxos hídricos

superficiais – domínios de dispersão, transição e concentração).

Processos morfogênicos acumulativo-relativos foram incluídos na classificação, devido à aparência gerada. A morfologia de relevo em *tor* (torre), cuja estrutura rochosa diaclasada favoreceu a separação, a morfologia e a estrutura de amontoamento dos blocos, não se tratando de feições oriundas de deposição, mas de material residual, é um dos casos indicados que surgem nos topos; outros são os blocos residuais nas vertentes e fundos de vale. Os murundus, construção de origem biológica, dizem respeito a materiais de acumulação relativa.

Para exemplificar a utilização dos elementos morfogênicos como base da interpretação do relevo, é extraída uma parcela da Carta da Morfologia de Relevo, Materiais Superficiais e Processos Atuais (Figura 3) e de seu quadro de correlações (Quadro 2) e são ressaltados aspectos de uma das seqüências topomorfológicas (1-2a-2b).

## CONCLUSÃO

Como um dos resultados desta pesquisa, foi constatado que a metodologia de mapeamento geomorfológico empregada pode ser adotada na identificação de elementos morfogênicos internos e externos em relevos que possuem essa mesma configuração e, ainda, como critério de seleção de amostras. Diante dessas constatações, uma recomendação é fruto da conclusão deste trabalho: a definição do método de mapeamento geomorfológico deve ser adequada aos objetivos que se pretende alcançar e às condições peculiares de cada relevo.

O modelo morfogênico percebido para o relevo *Mestre Álvaro* e apresentado tanto na **Carta de Setores Topomorfológicos** (Figura 2) quanto na **Carta da Morfologia de Relevo, Materiais Superficiais e Processos Atuais** (ver fragmento da carta na Figura 3-3b) é indicado de modo textual como resultado, a seguir.

Figura 3  
Seqüência dos setores topomorfológicos 1, 2a e 2b da face sul do  
compartamento geomorfológico *Mestre Álvaro*

Figura 3a – Vertentes estruturais dos Setores 1, 2a e 2b representadas por setas e  
reconstituição aproximada da estrutura original, por linhas tracejadas pontilhadas

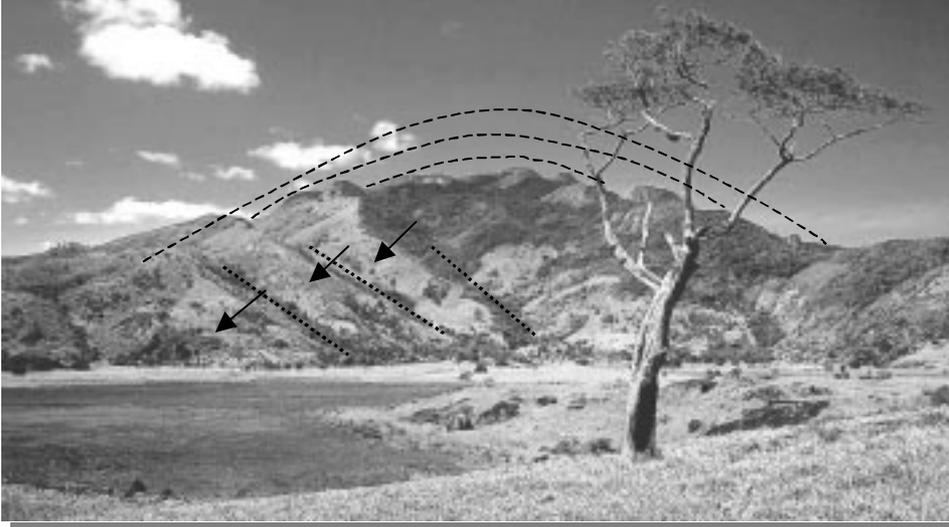


Figura 3b – trecho da **Carta da Morfologia de Relevo, Materiais Superficiais e  
Processos Atuais** dos Setores 1, 2a e 2b, representação dos elementos e aspectos do  
mapeamento geomorfológico e do modelo constatado

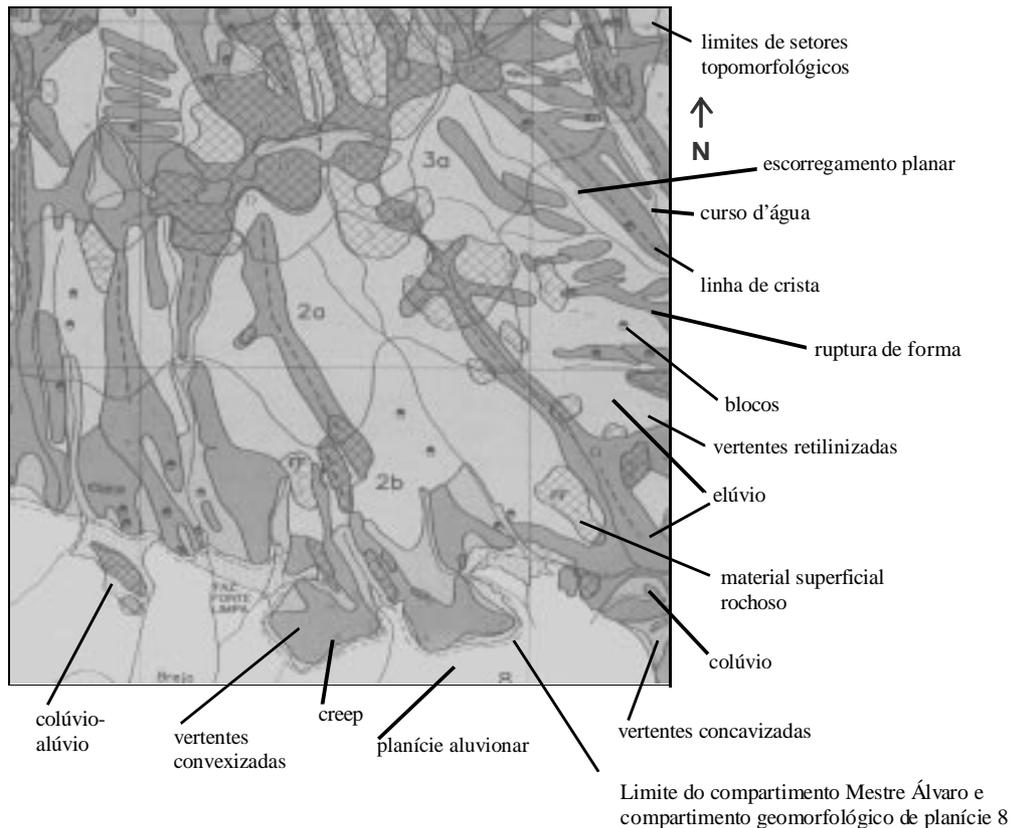
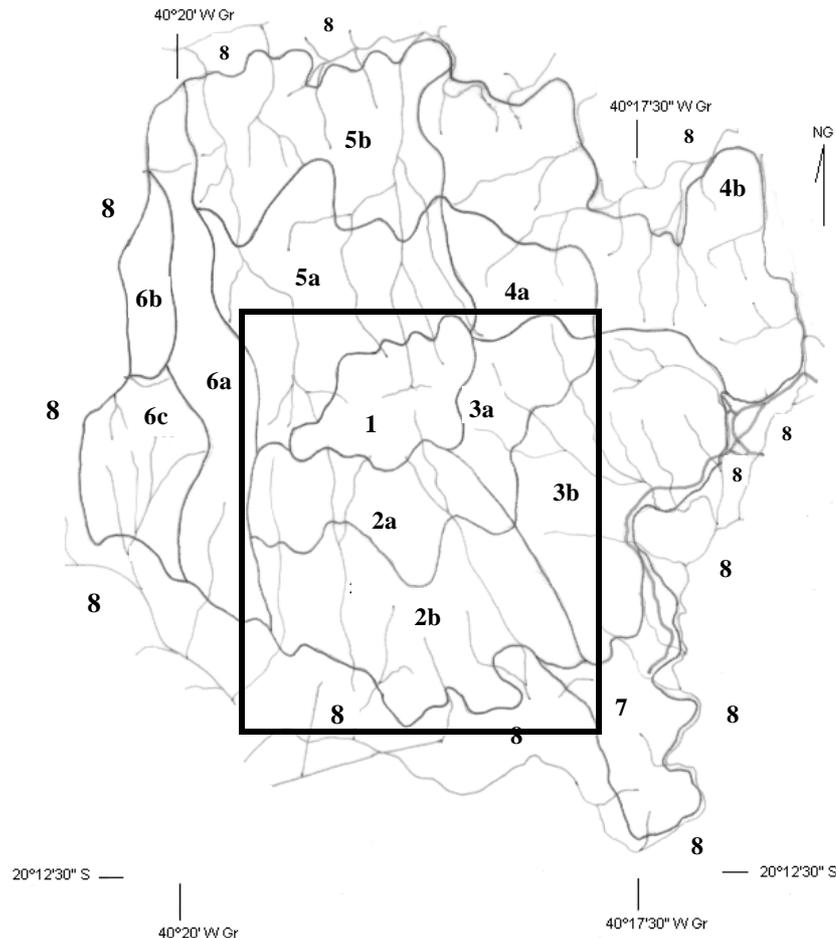


Figura 3c – Localização da figura 3b no mapa de Setores Topomorfológicos do compartimento geomorfológico *Mestre Álvaro*.



Exibindo formato semicircular e lineamento de direção noroeste-sudeste, iniciado nesse trecho da zona litorânea, o isolamento deve-se tanto à natureza das rochas quanto às estruturas tectônicas das áreas adjacentes (compartimento 8).

São evidenciadas as influências da estrutura tectônica e litológica sobre o relevo, no qual surgem feições lineares positivas e negativas, manifestadas, no primeiro caso, por linhas de cristas, e, no segundo, por talwegues e vales retilíneos.

Foliação, zonas de cisalhamento, planos de diáclases e fraturamento, verificados em campo, correspondem a zonas de fraqueza, que condicionam a passagem da água e a alteração dos materiais rochosos, assim interpretados: profundidades elevadas da alterita em litologia

original gnáissica na borda do *Mestre Álvaro*; morfografia de “caos de blocos” de granitos e gnaisses e *tors* compostos de blocos graníticos, condicionados por diaclasamento da rocha e fraturamento, formando blocos residuais sobre a superfície. As vertentes convexizadas estruturais e as vertentes retilíneas opostas mostram-se condicionadas pela foliação, enquanto talwegues pouco pronunciados são condicionados por zonas de cisalhamento na rocha, formando planos preferenciais de escoamento da água durante os períodos chuvosos. Cursos d’água intermitentes, na sua maioria, estão associados a sulcos estruturais e a diáclases ou à foliação das rochas; um curso d’água retilíneo encontra-se associado à presença de intrusão na forma de dique de diabásio com fraturas ortogonais, encaixado em core

**Quadro 2**  
**Correlações da morfologia, morfometria e morfogênese da seqüência**  
**dos setores topomorfológicos 1 - 2a e dos compartimentos adjacentes 7 e 8**

	MORFOLOGIA			MORFOMETRIA	
	Topo	Vertente	Vale	Altitude (m)	Clinometria (%)
1	Corresponde ao topo da unidade <i>Mestre Álvaro</i> , alongado no sentido SO-NE. Cristas aguçadas longas e curtas paralelas subniveladas ao norte, ultrapassando os limites desse setor. Cristas curtas, formando colos estreitos, alguns ligeiramente achatados, outros aguçados. Presença de ressaltos topográficos a montante de linhas de crista. Associação de topos convexizados aguçados estreitos, pequenos subnivelados. Predomínio de elementos de superfícies rochosas.	Retilíneas paralelas separadas por linha de crista, vertente lateral e vale. Orientadas para OSO, apresentam maiores inclinações; orientadas para ENE, inclinações menores. Convexas sem descontinuidades. Vertentes concavizadas de cabeceira de drenagem. Predomínio de vertentes rochosas.	Estreitos. Ausência de depósitos.	833-500	Predomínio do intervalo > 47
2a	Cristas aguçadas longas subparalelas. Cristas curtas e convexizadas subparalelas. Topos convexos desnivelados alinhados no sentido SE-NO. Cristas rochosas e não rochosas.	Retilíneas paralelas, apresentam comprimento maior aquelas orientadas para E, na porção oeste e central do setor; a E do setor, possuem comprimentos similares. Concavidade subparalela às cristas avança sobre esse setor. Presença de vertentes convexas sem descontinuidades. Presença de caos de blocos. Predomínio de vertentes de solo.	Estreitos.	500-280	Predomínio do intervalo > 47
2b	Cristas aguçadas curtas subparalelas, em meio a elementos de forma retilizadas. Cristas convexizadas curtas subparalelas, ligadas a colinas de topos, pequenos, relativamente maiores do que os demais da unidade, na base do setor. Cristas convexizadas em continuidade à crista aguçada longa do setor a montante. Cristas convexizadas e frentes de interflúvio se estendem até a base do setor e se subdividem em seqüência. Cristas rochosas e não rochosas. Topo rochoso muito pequeno, alongado no sentido SE-NO, inserido no compartimento geomorfológico adjacente.	Retilíneas subparalelas, apresentam comprimento maior aquelas orientadas para E e SO, nas porções oeste e central do setor; na porção E, possuem comprimentos similares. Convexidades de maior expressão em área, separadas por ruptura de forma ou por ruptura de declive, estreitando-se na base do setor, alongadas e subparalelas. Concavidades alongadas subparalelas, dispostas principalmente na base; estende-se a montante do setor. Concavidades apresentando direções variadas nas colinas. Presença de caos de blocos. Predomínio de vertentes de solo.	Estreitos, com raros alargamentos na base. Leitos rochosos compostos por blocos irregulares e de dimensões variadas.	280-20	Predomínio do intervalo entre 30 e 47
7	Colina alongada no sentido SE-NO. Topo convexizado. Interflúvios estendem-se até a base. Ruptura de forma e de declive abrupta com o compartimento 8.	Convexidades e concavidades multidirecionais, formando festonamento na base.	Estreitos. Presença de vale largo e alongado em formação de planície alveolar. Presença de vale estreito e alongado. Todos as formas, sem alargamentos na base.	47-10	Predomínio do intervalo entre 12 e 30
8	-	-	Planícies: fluvial, correspondente à planície de inundação (largas e alongadas, estreitando-se a leste e larga a oeste do contato de relevo); leques aluviais e leques aluviais coalescentes; coluvionares-aluvionares.	< 10	Predomínio do intervalo < 5



Fonte: Carta da morfologia de relevo, materiais superficiais e processos atuais – *Mestre Álvaro*

Quadro 2 (cont.)

Correlações da morfologia, morfometria e morfogênese da seqüência dos setores topomorfológicos 1 - 2a e dos compartimentos adjacentes 7 e 8

MORFOGÊNESE					
Litologia/Estrutura Tectônica	Material Superficial Inconsolidado	Estágio de Desenvolvimento do Solo	Fluxo Hídrico	Processo Erosivo	Cobertura vegetal/ uso do solo
Granitos finos, mesocráticos, apresentando diáclases ortogonais e foliação. Sulcos estruturais subparalelos.	Elúvios.	1º.	Predomínio do domínio de dispersão	Queda de blocos em vertentes convexas rochosas em ruptura de declive e em concavidades na cabeceira de drenagem. Presença de ravinas situadas em trilhas, condicionadas pelo escoamento superficial concentrado em solos rasos.	Predomínio de vegetação rupestre, especialmente em planos de fraqueza da rocha. Ocorrência de vegetação arbustiva, e gramíneas. Presença de trilhas.
Granitos finos, mesocráticos, apresentando diáclases ortogonais e foliação. Sulcos estruturais subparalelos.	Elúvios	1º. 2º.	Predomínio do domínio de transição	Queda de blocos em vertente rochosa, condicionada pela ação da gravidade, cuja superfície de ruptura coincide com foliação e diáclase da rocha; superfícies de rupturas verticais e subparalelas e superfícies de ruptura horizontais. Na porção oeste do setor, presença de duas superfícies de ruptura de queda de blocos verticais, subparalelas entre si e no mesmo sentido, coincidentes com duas foliações da rocha. Presença de caos de blocos constituídos por blocos rochosos <i>in situ</i> e/ou por depósitos, resultantes, respectivamente, por dinâmica processual acumulativa relativa e por dinâmica pontual de movimento de massa; subangulares e de dimensões variadas, mantêm arestas correspondentes à estrutura rochosa.	Predomínio de cobertura vegetal arbórea nas vertentes de solo. Ocorrência de vegetação rupestre nas vertentes rochosas. Gramíneas de pastagem na porção oeste do setor.
Granitos finos, mesocráticos, apresentando diáclases ortogonais e foliação. Gnaisses mesocráticos na borda da unidade. Sulcos estruturais subparalelos. Presença de fraturamento. Blocos de diabásio presentes em leito fluvial, irregulares e de dimensões variadas.	Elúvios. Colúvios de vertente	1º. 2º. 3º.	Predomínio do domínio de transição	Queda de blocos em vertente rochosa, condicionada pela ação da gravidade, cuja superfície de ruptura coincide com foliação e diáclase da rocha. Cortes em vertentes de solo por abertura de estrada e áreas de empréstimo. Ravinas situadas em estrada, condicionadas pelo escoamento superficial concentrado em solos profundos. Corte em vertentes rochosas por atividade de mineração. Presença de caos de blocos constituídos por blocos rochosos <i>in situ</i> e/ou por depósitos, resultantes, respectivamente, por dinâmica processual acumulativa relativa e por dinâmica pontual de movimento de massa; subangulares e de dimensões variadas, mantêm arestas correspondentes à estrutura rochosa.	Gramíneas de pastagem. Vegetação arbórea. Ocorrência de vegetação rupestre. Presença de mineração.
Arenitos finos e siltitos. O alongamento da colina ocorre no mesmo sentido da orientação do <i>Mestre Álvaro</i> , condicionado pelas estruturas tectônicas laterais presentes na planície do compartimento 8.	Elúvios. Colúvios de vertente. Colúvios de talvegue. Alúvios	1º. 2º. 3º.	Predomínio do domínio de dispersão	Cortes em vertentes de solo por abertura de estrada ou por construção civil e terraplanagem.	Predomínio de gramíneas.
Predomínio de lamitos arenosos e turfosos, associados a depósitos psamíticos localizados na posição marginal do vale.	Alúvios. Colúvios-alúvios	3º.	Predomínio de inundações periódicas	Abertura e retificação de canais por atividade agrícola.	Predomínio de gramíneas de pastagem.



central composto de granito porfírico. Foram identificadas evidências de ocorrência de movimentos de massa do tipo *queda de bloco* em vertentes rochosas, freqüentemente associados à foliação rochosa. A ocorrência de seqüência de depressões alinhadas no fundo de depressão de topo está relacionada ao lineamento N270 secundário.

O relevo, a exemplo de *Château d'eau*, induz fluxo hídrico dispersor importante no fornecimento de água às áreas contíguas, em todas as direções, e no armazenamento verificado, principalmente nas estruturas diacladas e fraturadas das rochas, importante na manutenção das áreas úmidas adjacentes.

As sobreposições sugerem grau de dependência acentuado, em que a maior rugosidade do relevo e a maior concentração de blocos em superfície se devem, inicialmente, à maior intensidade de lineamentos secundários verificados, que correspondem a vetores de transformação do relevo, constatados nos setores da base do compartimento geomorfológico Mestre Álvaro, a norte, nordeste e leste, 3b, 4b e 3b, igualmente, onde há maior ocorrência de movimentos de massa em materiais tanto rochosos quanto inconsolidados. Nestes últimos, fazem aflorar na paisagem estruturas litológicas anteriormente sob a cobertura pedológica.

A presença de vertentes estruturais e vertentes opostas subparalelas, suas orientações contrárias nas duas faces principais do relevo (SO e NE) e comprimentos que também apresentam comportamentos contrários nessas duas faces demonstram uma estrutura de relevo de macrofoliação de *stock* transformado por processos tectônicos evidentes (de provável idade mesozóica), por presença de sulcos estruturais, fraturas, diques, bem como de blocos de rocha básica em superfície e no interior da cobertura pedológica, os quais indicam perturbação por atividade tectônica e por processos externos erosivos/movimentos de massa e os de transformação dos solos.

Algumas evidências, compreendidas pela síntese da morfologia, dos materiais e dos pro-

cessos espacializados, levam-nos a pensar em etapas de desenvolvimento do relevo, seqüenciais e não lineares, de maneira que um determinado setor topomorfológico, em uma etapa antecedente, poderá não alcançar um outro subsequente, senão sob condições de combinação de variáveis favoráveis para tal. Podem ser encontradas, ainda, evidências de uma ou mais etapas, de maior ou menor diversificação, em um mesmo setor.

Tais evidências, encontradas em cada um dos setores topomorfológicos *Mestre Álvaro*, indicam a existência de cinco etapas, sugeridas a partir dos posicionamentos tomados pelos sistemas mapeados, observados de modo integrado. Essas etapas representam marcas da estrutura tectônica original transformada por processos externos.

As evidências encontradas definem as etapas de desenvolvimento do relevo identificadas:

**Etapa I:** ressaltos posicionados acima de linha de crista; seqüências subparalelas de linhas de cristas aguçadas; topos pequenos e associados.

**Etapa II:** cristas curtas unidas a outras longas; cristas curtas separadas, em meio a elementos de forma retilinizados.

**Etapa III:** morfologias residuais, *tors* e caos de blocos, encontrados em topos e linhas de cristas; alinhamento de topos rochosos e não rochosos dispostos entre setores; linhas de cristas convexizadas curtas; alargamento das convexidades na base; avanço de concavidades em elementos de forma convexizada.

**Etapa IV:** festonamentos na base, representando relevos alargados, unidos por linhas de cristas curtas, quase totalmente separadas da unidade *Mestre Álvaro*; festonamento na base, representando convexidades mais arrasadas, ou menos, muito pequenas, se comparadas às outras convexidades da borda; convexidades em meio a concavidades.

**Etapa V:** morfologias de relevo separadas da unidade, apresentando orientações correspondentes àquelas observadas na borda.

São elas, as concavidades, que promovem a separação, remontante e lateralmente, dos elementos de forma convexizada alargados da base da unidade. Algumas hipóteses são aventadas a respeito do avanço das concavidades sobre as convexidades, e não sobre os elementos de forma retilinizados. Dizem respeito à dinâmica interna dos materiais, avanço somente possível em sistemas geomórficos de

favorecimento de fluxos hídricos subsuperficiais contrários.

Das características espaciais apresentadas nas etapas de desenvolvimento do solo e nas etapas de desenvolvimento do relevo (Quadro 3), foi verificado que houve correspondência entre elas, na medida em que, em cada setor topomorfológico, coincidem etapas mais e menos diferenciadas de solo e de relevo.

Quadro 3  
Correlação entre etapas de desenvolvimento do relevo e etapas de desenvolvimento do solo

ST	1º.	2 a	2 b	3 a	3 b	4 a	4 b	5 a	5 b	6 a	6 b	6 c
EDR	I	II	III; IV; V	II	III; IV; V	II	III; IV; V	II; III; IV	II; III; IV; V	II; III; IV	III; IV; V	III; IV; V
EDS	1º.	1º.; 2º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.; 3º.	1º.; 2º.; 3º.

ST = Setor topomorfológico; EDR = Estágio de desenvolvimento do relevo; EDS = Estágio de desenvolvimento do solo. Primeiro estágio (volumes-O/C/R; O/A/C/R ou A/C/R); segundo estágio (volumes-A/S/C/R); terceiro estágio (volumes-O/A/E/Bt/S/C/R).

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. (1969) *Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário*. Geomorfologia, São Paulo, IG-USP, 18, 23p.
- ABREU, A. A. de (1982) *Análise geomorfológica: reflexões e aplicação (uma contribuição ao conhecimento das formas de relevo do Planalto de Diamantina – MG)*. Tese de Livre-Docência – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo – SP, 296p.
- COLANGELO, A. C. Carta de feições mínimas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 14., 1989, Gramado. *Anais...*. Gramado: ABC, 1989. v. 2, p. 375-380.
- GIMENES, A. C. W. Análise semilogarítmica de magnitude-freqüência na identificação do evento pluviométrico diário... In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA, 8., 2000, Santiago do Chile. *Anais...* Santiago do Chile: Madia Graphics, 2000. p. 411-421.
- \_\_\_\_\_. *Estudo da morfologia, materiais e processos em uma estrutura de relevo cristalina: Mestre Álvaro*, Município de Serra, ES, Brasil. 2001. 140 p. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- GIMENES, A. C. W.; GOULART, A. C. O. Influências condicionantes dos fatores geomorfológicos na evolução de um sítio urbano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2001, Cidade do México. *Boletim de Resumos...* Cidade do México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2001. p. 52.
- RECLUS, E. *Nouvelle géographie universelle: la Terre et les hommes*. Amérique du Sud, l'Amazonie et la Plata, Guyanes, Brésil, Paraguay, Uruguay, Rep. Argentine. Paris: Hachette, 1894. p. 295.

RODRIGUES, C. *Geomorfologia aplicada: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento físico-territorial e ambiental brasileiros*. 1997. 279 f. Tese. (Doutorado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

### RESUMO

Relativamente à definição de sistema geomórfico, fundamentada na proposição conceitual de Ab'Saber (1969), é ele composto pela morfologia do relevo, estrutura e processos, concebido como uma unidade dialética dinâmica e descontínua. Aplicados os princípios do método de abordagem sistêmica, ênfase é dada à investigação do sistema geomórfico nos limites de um compartimento geomorfológico montanhoso costeiro de formato semicircular em planta, *Mestre Álvaro* (Serra, ES, Brasil), onde a morfologia do relevo, os materiais superficiais rochosos e os inconsolidados (elúvios, colúvios, alúvios) bem como os processos atuais são considerados. O objetivo é reconhecer o arranjo espacial desse sistema geomórfico, a começar pela identificação das formas e, averiguada sua distribuição, inferir sobre seu desenvolvimento. As diferenças demonstradas pela morfologia de relevo em diferentes setores topomorfológicos e faces de orientação são investigadas, resultando delas um mapeamento sintético e normativo de conteúdo geomorfológico. Os processos geomórficos apresentam uma nítida relação entre suas disposições e os condicionantes lito-estruturais, morfológicos, biológicos, pedológicos e antrópicos que os determinam. Além disso, a expressão espacial dos fluxos hídricos, o principal agente modelador das formas de relevo, é importante para essa consideração. As evidências nas morfologias indicam a existência de etapas de desenvolvimento do relevo sequenciais e não lineares.

### PALAVRAS-CHAVE

Morfogênese; Geomorfologia estrutural; Mapeamento geomorfológico; Relação solo-relevo.

### ABSTRACT

Relatively to the definition of geomorphic system, founded on Ab'Saber (1969) conceptual proposition, it is composed by the landform morphology, structures and process, conceived as a dynamic and discontinuous dialectics unit. Applied the principles of the method of systemic approach, emphasis is given to the investigation of the geomorphic system within the limits of a mountainous coastal geomorphic compartment, of semicircular format in plant, *Mestre Álvaro* (Serra, ES, Brazil), where the landform morphology, the rocky and unconsolidated surface materials (elluvium, colluvium, alluvium) and current processes are considered. The objective is to recognize the space arrangement of that geomorphic system, to begin with the identification of the form. And, verified its distribution, infer on its development. The differences shown by the landform morphology in different topomorphological sections and orientation faces are investigated and from them a synthetic and normative mapping of geomorphic content is result. The geomorphic processes show a clear relationship among their dispositions and the lito-structural, morphologic, biological, pedologic and antropic conditionings that determine them. Besides that, the space expression of the hydric fluxes, which are the main erosive agent of the landform morphology, is important for this consideration. The evidences in the landform morphologies, indicate the existence of stages of the relief development, which are sequential and no linear.

### KEYWORDS

Morphogenesis; Structural geomorphology; Geomorphologic mapping; Relationship soil- relief.

