

PROCESSOS DINÂMICOS E ANÁLISE GEOMÓRFICA INTEGRADA NO MACIÇO CENTRAL DE VITÓRIA – ESPIRITO SANTO. SUBSÍDIOS AOS ESTUDOS DE COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

Dynamical Processes and Geomorphic Analysis Integrated in the Maciço Central de Vitória – Espírito Santo. Subsidies to the Study of Geomorphological Compartmentation

Los Procesos Dinámicos y el Análisis Geomorfológico Integrado en el Maciço Central de Vitória – Espírito Santo. Subsidios para Estudios de Subdivisión Geomorfológico

Roberto José Hezer Moreira Vervloet

Doutorando em Geografia Física

Programa de Pós-Graduação em

Geografia Física - USP

e-mail: rvervloet@usp.br

Resumo

O artigo trata das condições operacionais para concretização de um estudo geomorfológico dos *elementos* que compõem as *formas de relevo* de um maciço costeiro. Deste modo, a pesquisa utilizou variáveis pedológicas, geológicas e hidrológicas para realizar uma análise geomórfica que possibilitou auxiliar a construção de um conhecimento mais minucioso da origem e dinâmica do relevo em pequenos compartimentos. Dentro deste contexto, partiu-se da concepção dinâmica da paisagem vista em Ab'Sáber (1977) e, através de uma análise geomórfica integrada de um pequeno compartimento de relevo, visualizou-se em um quadro explicativo, o grau de importância dessas variáveis e, a compreensão dos processos morfogenéticos e morfodinâmicos dos *elementos de formas* e *das formas de relevo* do compartimento, propondo a aplicação do estudo para outras áreas.

Palavras-chaves: relevo; análise geomórfica; compartimentação.



Abstract

88

The article deals with the operational conditions for achieving a geomorphological study of the elements that compose the landforms of a massive coastal. Thus, the research used edaphic, geological and hydrological analysis to perform an analysis geomorphic which allowed the construction of a knowledge of the origin and dynamics of the relief in small compartments. Within this context, we start from the dynamic conception of the landscape seen in Ab'Saber (1977) and by analyzing integrated geomorphic compartment relief explanatory viewing in a frame, the degree of importance of these variables for understanding of morphogenetic processes and morphodynamic of elements of shapes and forms of relief that shape the compartments, and therefore, proposes to apply the study to other areas.

Keywords: relief; geomorfic analysis; compartment.

Resumen

El artículo trata de las condiciones operativas para el logro de un estudio geomorfológico de los elementos que componen las formas de relieve de una cordillera de la costa. Por lo tanto, la investigación utilizó el análisis edáficos, geológicos e hidrológicos para llevar a cabo una geomorfológicos análisis que en ayudar a la construcción de un entendimiento más profundo del origen y la dinámica del relieve en pequeños compartimentos. En este contexto, partimos de la concepción dinámica del paisaje visto en Ab'Saber (1977) y, a través de un análisis de un compartimiento de alivio, es visualizado en un marco explicativo, el grado de importancia de estas variables para la comprensión de las formas morfogeneticos y morfodinamicos y elementos de formaciones que conforman el compartimiento, y por lo tanto, el estudio propone aplicar a otras areas.

Palabras clave: relieve; geomorfológicos analisis; particion.



1 – Introdução

O problema da compartimentação do relevo ainda continua sendo uma questão elementar para a ciência geomorfológica. Atualmente, são poucos os geomorfólogos que iniciam seus estudos a partir desse nível metodológico ou são capazes de fazer um ensaio geral de compartimentação da superfície terrestre. Em se tratando da compartimentação de pequenos setores da paisagem morfológica, tais como vales, fundos de vales, segmentos de topos e vertentes, escarpas, tipologia de colinas e morros, sítios de sedimentação em pequenas planícies de inundação, leques aluviais em sopés de escarpas, etc., o exercício de compartimentação tem se tornado ainda mais raro nos trabalhos de geomorfologia. O que não se justifica, em face da necessidade atual de se elaborar um melhor planejamento das atividades de ordenamento físico-territorial, ambiental e organização das ocupações urbanas e plani-

ficação das atividades rurais. Demandas que vem crescendo muito na sociedade nos últimos tempos.

Segundo Vervloet (2009), compartimentar um determinado setor da superfície terrestre, não significa somente reparti-lo com base em critérios diversos, mas sim, reconhecer e revelar os padrões de disposição, organização e arranjo que a geometria dos terrenos tende a adquirir em face da evolução das formas e dos processos que se desenvolvem na dinâmica de cada porção da superfície considerada.

A compartimentação geomorfológica da paisagem, seja em grandes ou pequenos setores de compartimentos, se apresenta como um nível metodológico primordial para as atividades de planejamento urbano, rural e físico territorial. Mais do que oferecer informações sobre taxas relativas de denudação, similitude morfométrica de grupos de formas e posição espacial dos grandes e pequenos setores de relevo a compartimentação serve, sobretudo,



como guia auxiliar de proposição metodológica e operacional para os mais variados tipos de trabalhos e pesquisas, dentro das ciências que investigam o relevo terrestre (Vervloet, 2009).

Considerado esta assertiva ela pode ser tomada tanto como importante nível metodológico inicial, ou como etapa de procedimento operacional na execução de qualquer pesquisa que se proponha sobre temas relativos às Ciências da Terra. No Brasil, importantes pesquisas geomorfológicas que tomam a compartimentação do relevo, dentro de um contexto de nível metodológico da investigação geomórfica, são as de Abreu (1982) e Ross (1987, 1992 e 1997).

Partindo, portanto, de uma compartimentação do relevo em escala de detalhe, o referido artigo trata de um estudo geomorfológico por meio de uma análise integrada do relevo, apresentando as variáveis geomórficas que são necessárias para estudos de igual natureza. Tal proposta serve também para au-

xiliar a geomorfologia de instrumentos para a realização de inventários sobre planejamento físico-territorial e ambiental, além de subsidiar as pesquisas próprias sobre indagações do campo geomorfológico de investigação.

Portanto, é dentro desta ótica que, através dos instrumentos metodológicos da geomorfologia, realizamos uma pesquisa sobre o relevo de um pequeno setor do modelado do Maciço Central da cidade de Vitória, capital do Espírito Santo, mais precisamente na área da unidade de conservação Parque Municipal da Fonte Grande. Objetivamos, por meio da compartimentação e análise integrada de *elementos de formas*, investigar os processos geomórficos em um setor de núcleos de rochas cristalinas da *Suíte Intrusiva Espírito Santo*, segundo Machado Filho (1983).

Denominado de Compartimento Vale dos Morcegos, o pequeno setor do relevo regional, foi analisado por variáveis interdisciplinares buscadas no campo da geologia, pedologia e



hidrologia, sendo contextualizadas para formação de uma análise geomorfológica integrada. Possibilitando, desse modo, a investigação dos *elementos de formas* que compõem as *formas do relevo* da área, estabelecendo conhecimento sobre a morfodinâmica, a morfogênese e contribuindo para um melhor entendimento do relevo inserido no conjunto dessa paisagem morfológica.

Nesta pesquisa foram realizados os seguintes objetivos:

- Compartimentação geomorfológica do Vale dos Morcegos.
- Análise dos sistemas e sub-sistemas que respondem pela dinâmica dos processos geomórficos.
- Caracterização e interpretação das *formas de relevo* e do conceito de *elementos de formas*, através da proposição metodológica de Demek (1967), considerando atributos morfométricos e morfológicos.

- Mapeamento geomorfológico detalhado do compartimento.
- Produção de um quadro correlativo, com a importância das variáveis para o estudo das formas e elementos de formas de relevo em trabalhos de igual natureza.

2 – Fundamentos Metodológicos e Procedimentos Técnico-Operacionais

Em vista da escassez de proposições metodológicas no seio da ciência geomorfológica brasileira, bem como de carência e/ou ausência de consenso em termos de concepções teóricas, conforme Abreu (2003) decidiu-se pela adoção nesta pesquisa, de uma proposta metodológica de cunho predominantemente operacional, oferecida por Libault (1971).

A proposta de Libault (op. cit.) é genérica e aplicável a distintas parcelas na área da geografia e geomorfologia, sendo fundamentada em níveis de tratamento da pesquisa que ele chamou de: *nível compilatório*, *nível corre-*



lativo, nível semântico e nível normativo.

No primeiro nível *compilatório*, que na verdade correspondeu à primeira fase da pesquisa, foram coletados dados de diferentes segmentos das ciências geomorfológica, pedológica, geológica, hidrológica, dados de pura natureza bibliográfica e informações efetuadas em observações e trabalhos de campo.

O segundo nível *correlativo* foi a fase de correlacionamento dos dados para estabelecimento de interpretações. O correlacionamento baseou-se na seleção de dados de características homogêneas, interpretando-os e visando uma sistemática de informações, coletadas e adquiridas em procedimentos técnico-operacionais de cartografia geomorfológica.

O terceiro nível *semântico* teve como procedimento inferir sobre informações conclusivas a partir de dados bibliográficos e de trabalhos de campo, selecionados e correlacionados em etapas anteriores, fundamentando interpretações, generalizações e conclusões

sobre os fatos geomórficos das feições morfológicas.

O quarto nível *normativo* teve como finalidade, a elaboração dos produtos da pesquisa, referindo-se exclusivamente ao estabelecimento e caracterização da morfodinâmica do micro compartimento.

A área onde foi realizada a pesquisa está situada entre as coordenadas geográficas 20°18'34" de Latitude Sul e 40°20'95" de Longitude Oeste, conforme se vê na figura 1. Ela pertence a uma unidade de conservação, que ocupa aproximadamente 11 KM² dos 81 KM² que compreende a área total territorial do município de Vitória. Esta se encontra inserida no interior de uma APA – Área de Proteção Ambiental estadual, que tem a denominação de Maciço Central de Vitória.



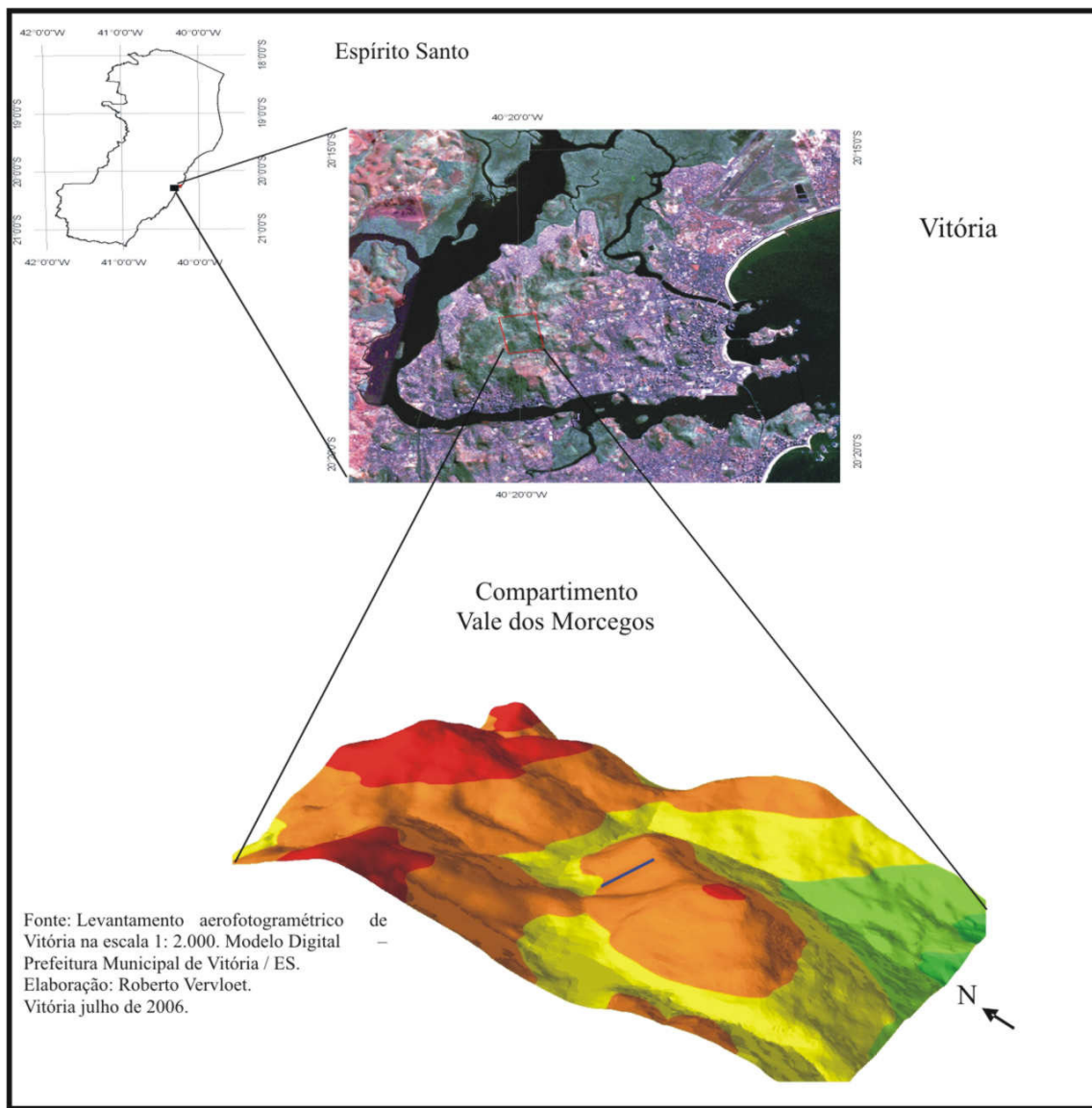


Fig. (01) – Localização do compartimento geomorfológico Vale dos Morcegos

— Topossequência da vertente oeste



3 - Importância das *formas e dos elementos de formas* na compartimentação geomorfológica

Uma compartimentação geomorfológica terá sempre como princípio comum a associação em uma determinada área, das assembléias de formas com características semelhantes, no que diz respeito aos seus atributos morfológicos, morfométricos, morfográficos e morfogenéticos, ou seja, um exercício de divisão e/ou repartição do modelado, em unidades com propriedades morfológicas semelhantes. Seja de caráter macro ou micro, sua finalidade se fundamenta no reconhecimento descritivo ou explicativo dos terrenos que designam a geometria da superfície, com base em suas feições componentes.

Dentro de uma micro-compartimentação, os *elementos de formas* de um determinado relevo, podem designar de maneira bem detalhada e pormenorizada, a morfodinâmica e a morfogênese recente, que está configura-

da no interior do mesmo, permitindo por descrição e caracterização, um amplo leque de conhecimentos das feições da superfície analisada.

Antes da realização de um trabalho que tenha como um dos seus objetivos a compartimentação do relevo de uma pequena área da paisagem morfológica é preciso observar o significado conceitual e operacional do que vem a ser o termo *elemento de forma de relevo*.

Para a formulação e operacionalização do que vem a ser este instrumento de análise conceitual, foi concebida uma modificação da conceituação de Demek (1967). Segundo Demek (op. cit.), três unidades taxonômicas básicas podem normatizar a cartografia geomorfológica:

- *Superfícies geneticamente homogêneas;*
- *Formas de relevo;*
- *Tipos de relevo.*



As menores unidades taxonômicas seriam as *superfícies geneticamente homogêneas*, seguida pelas formas de relevo e terminando em *tipos de relevo*. As *superfícies geneticamente homogêneas* se referem às feições menores que em composição, gerariam a *forma de relevo*, que por associação com um grupo de formas de características semelhantes determinariam um *tipo de relevo*. Como exemplo, podemos citar um morro, que possuindo vertentes côncavas, convexas e topo convexo, seria uma *forma de relevo* com *superfícies geneticamente homogêneas* (vertentes e topos), formando junto com outros morros, um determinado *tipo de relevo*. Desta forma, considera-se que as superfícies geneticamente homogêneas são a menor unidade de análise do relevo.

Optou-se, nesta pesquisa, pela substituição do conceito de *superfície geneticamente homogênea*, dentro da proposição de (Demek, op cit), pelo conceito de *elemento de forma de*

relevo. Isso porque uma *forma de relevo* tem como definição e individualização, a agregação de seus *elementos*, compondo por junção a referida forma que, em associação a outras de propriedades semelhantes, formarão um determinado *tipo de relevo*. Neste sentido, o trabalho que um geomorfólogo realizar, tendo como objetivo estudar o relevo de uma pequena área, deverá ter como ponto de partida, uma análise e compartimentação sustentada nos *elementos de formas* que compõem as *formas* a serem estudadas. Acreditamos que essa consideração deva ser um passo muito importante na cartografia geomorfológica para a fundamentação de estudos geomorfológicos em micro-compartimentos.

Para a concretização da compartimentação e classificação do relevo no Vale dos Morcegos, teve-se como procedimento, a adoção de critérios morfológicos e morfométricos. Procuramos aplicar estes critérios em uma área que oferecesse condições para a realização



dos objetivos do estudo, facilidade de acesso e obtenção de material para a pesquisa.

A princípio, tivemos uma preocupação em delimitar a área de estudo dentro de um formato geométrico retangular, visando facilitar os procedimentos de fotointerpretação. Em seguida, procuramos dentro deste retângulo espacial cartográfico, evidenciar a presença de *formas de relevo* a partir de morfometria. Após essa consecução, procuramos traçar a área dentro de uma grandeza espacial que permitisse estudar todos os *elementos de formas* associados às *formas de relevo*, e, ao mesmo tempo, garantir clareza nos ensaios de fotointerpretação para a confecção do mapa geomorfológico da área.

Após a delimitação retangular do compartimento, utilizaram-se critérios morfológicos e morfométricos que possibilitaram o reconhecimento e definição, dentro deste compartimento, dos tipos de *formas de relevo*, optando-se pela classificação de (Ponçano et

al., 1981). Ponçano et al (op. cit.) utiliza critérios de morfometria e morfologia para definir as formas básicas do relevo, cujo principal fator de distinção entre as formas, será os seus atributos morfológicos morfométricos, como se pode constatar pela tabela 01. Na metodologia de Ponçano (op. cit.) três formas básicas de relevo vão ser definidas: *colinas*, *morrotes* e *morros*, que serão discernidas dentro de critérios que estabelecem diferenciações nos atributos morfométricos altura e grau de inclinação.

Contudo, para avaliação do parâmetro designativo das amplitudes locais da superfície, foi gerado o mapa hipsométrico, que possibilitou saber informações sobre a *altura* das formas. Este foi o primeiro parâmetro morfométrico utilizado.

Posteriormente, foi gerado o mapa de declividade, que permitiu conhecer os graus de inclinação do terreno, no sentido de auxiliar a designação das *formas de relevo*, com



TABELA 01 – CRITÉRIOS MORFOLÓGICOS / MORFOMÉTRICOS PARA DEFINIÇÃO DE FORMAS DE RELEVO (Modificado de Ponçano et al, 1981)

ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS (forma de relevo)	ATRIBUTOS MORFOMÉTRICOS	
	Altura (metros)	Inclinação (%)
Colinas	<100	<15
Morrotes	<100	>=15
Morros	100-300	>=15

base em um segundo atributo morfométrico, o de *inclinação das vertentes*. Através dos mapas de declividade e hipsometria, informações morfométricas sobre o compartimento foram compiladas e a geometria do modelado foi reconhecida e classificada com base na morfologia e na morfometria. O tipo de *forma* predominante no relevo do compartimento foram os *morros*, prevalecendo ao redor, os *vales* que garantem as delimitações e fundamentam as propriedades morfométricas e morfológicas dos mesmos.

Após utilizar critérios morfométricos e

morfológicos para interpretação e classificação geométrica do modelado no compartimento, seguiu-se a etapa de reconhecimento e classificação dos *elementos*, que em junção compõem os morros.

Tal procedimento foi realizado com base na interpretação de fotos aéreas na escala 1: 8.000. A fotointerpretação na referida escala que apresenta bom nível de detalhamento, permitiu que se visualizassem três categorias de *elementos de formas: as vertentes, os topos de formas e os fundos de vale*. Com os morros delimitados por morfometria e seus



elementos caracterizados por fotointerpretação, foi possível gerar o mapa geomorfológico, apresentando delimitação morfológica das feições, através de simbologia cartográfica e de outras feições especiais. Procuramos, na realização deste mapa, aplicar os procedimentos de mapeamento geomorfológico estabelecidos por Coltrinari (1982), ou seja, intencionamos estabelecer no mapa parâmetros morfológicos, morfométricos, morfográficos, morfodinâmicos e morfocronológicos. As cores e simbologia utilizadas foram buscadas e modificadas de Fairbridge (1968) que apresenta uma proposta de cores e símbolos para mapas geomorfológicos. Este trabalho de Fairbridge oferece os resultados e um conjunto de normas, procedimentos e informações oriundas da Comissão de Mapeamento Geomorfológico da UGI (União Geográfica Internacional) que estabelece procedimentos para realização de mapas geomorfológicos. Seguindo estes preceitos, foi elaborado o Mapa Geomorfológico do Compar-

timento Vale dos Morcegos, conforme figura 2.

Com a etapa de compartimentação e caracterização do relevo concluída, utilizamos as variáveis interdisciplinares, como meio de investigação da morfogênese e morfodinâmica do compartimento. Da geologia buscamos estudar a *litologia, as características petrográficas e as propriedades especiais das estruturas litológicas*, através de mapas geológicos, trabalhos de campo e bibliográfica existente. Da pedologia foi utilizado o procedimento de *análise morfológica dos solos*, conforme Silva (1999), confeccionando-se uma *topossequência*, em uma vertente escolhida para verificação da relação entre sua geometria e a cobertura pedológica desenvolvida sobre a mesma e da hidrologia empregaram-se *estudos de infiltração, escoamento superficial e subsuperficial* (Pruski et. al. 2004).

A aplicação das variáveis forneceu um grande leque de informações geomórficas dos processos atuais e pretéritos, que de um modo



geral, responde em parte, pela morfogênese dos setores morfológicos e dentro de um contexto geral, pela morfodinâmica dos terrenos do micro-compartimento.

3 – Dinâmica dos processos e fatores geomórficos e configuração dos elementos de formas

A compartimentação e os procedimentos investigativos, a partir de variáveis interdisciplinares, permitiram vislumbrar uma série de fatores, que atuando em conjunto, condicionam a origem e dinâmica do relevo no compartimento.

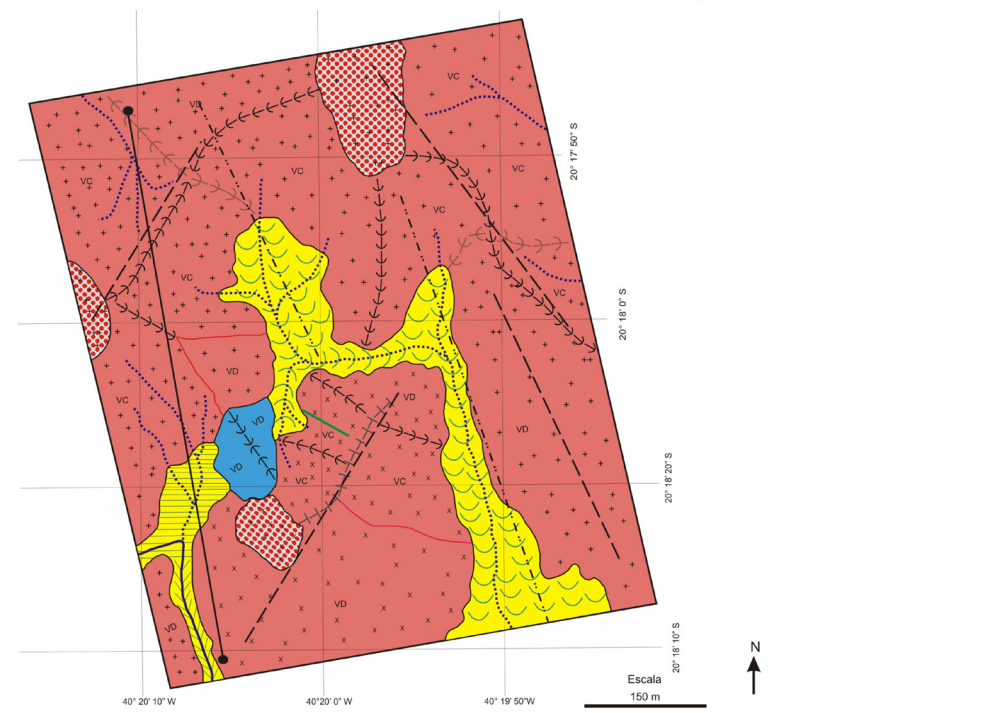
Esses fatores serão predominantemente de características geológicas e pedológicas, sendo que os *elementos de formas* (vertentes, topos e fundos de vales) estão profundamente conectados aos processos geomórficos que mantêm relações com fatores pedológicos e as *formas de relevo* (morros) se relacionam aos fatores geológicos.

Deste modo, quando se analisam os morros e os vales, é necessário ter um maior conhecimento das estruturas litológicas, ao passo que as vertentes, topos e fundos de vales estimulam um melhor conhecimento da cobertura pedológica e dos processos geomórficos de superfície e subsuperfície. Isto não significa que as estruturas geológicas não irão intervir nas características das vertentes e nem a cobertura pedológica será importante para o entendimento geomórfico dos morros. Entretanto, os procedimentos de investigação incitaram a elaboração de uma análise que distinguisse os fatores geológicos dos pedológicos na compreensão do relevo. Há uma forte e profunda relação das variáveis *estruturas litológicas, características petrográficas e propriedades especiais litológicas* na origem e condicionamento dos processos nos morros.

Os processos que responderam pela gênese dos morros, abertura e formação da geometria dos vales e das vertentes, somente



Fig. (02). Mapa geomorfológico do Compartimento Vale dos Morcegos



Legenda

Morfo-cronologia	Morfologia - Morfografia- Morfometria (Altura em metros)	Morfodinâmica/Morfogênese
Quaternário	Elementos de formas de relevo	
	[Hatched] Fundo de vale chato (164 - 164)	Zona de deposição de sedimentos argilo arenosos e de acúmulo de água, com hidromorfismo responsável pela retirada do ferro da cobertura pedológica.
	[Green] Fundo de vale côncavo (38 - 171)	Setor em que predomina processos de convexização na linha de contato das vertentes, com pouca retirada de material por processos mecânicos
	[Yellow] Fundo de vale fechado (112 - 164)	Setor com incisão da drenagem em que há predominância de rocha exposta ocasionando vertentes inclinadas em contato abrupto com o vale
	[Red] Topos aguçados (202 - 256)	Zona de espraiamento do escoamento superficial quando rocha exposta e de alta infiltração da água quando o solo esta presente.
	[Blue] Vertente divergente (38 - 202)	Predomínio de processos de espraiamento do escoamento superficial com cobertura pedologicarasa, porém com boa infiltração da água. Funciona como áreas divisoras da drenagem superficial.
Pleistoceno	[Blue] Vertente convergente (38 - 202)	Predomínio de processos convergentes de escoamento superficial com aprofundamento da topografia por retirada de material em subsuperfície por erosão geoquímica
	Formas de Relevo	
	[Yellow] Colo de relevo convexo (164 - 172)	Relevo residual derivado em zona de contato entre morros de rochas distintas em que por efeito de resistência da litologia há sustentação dessas superfícies divisoras de água.
	[Yellow] Vales fechados (118 - 164).	Zona de alta incisão da drenagem com superfície de cobertura rasa em que há movimentos de massa com rápido deslocamento de material. Há predomínio de escoamento superficial quando a rocha está exposta.
	[Red] Morros convexos (15 -202)	Feições residuais com setores de rochas expostas e de desenvolvimento da cobertura pedológica quando muito fraturada. Processos diversos de escoamento superficial e subsuperficial.

- Feições morfológicas lineares**
- Divisor de águas
 - ↪ Ruptura côncava de vertente
 - └ Segmento de topo aguçado
 - Delimitação de formas de relevo
 - Delimitação de elementos de formas
 - Drenagem perene
 - Drenagem intermitente
 - Localização da Toposequência
- Litologia e Tectônica**
- Dique de diabásio localizado
 - ⊗ Granodiorito
 - ⊕ Granito porfíroide
 - - - Dique de diabásio inferido
 - Lineamento topográfico

Projeção Universal Transversa de Mercator.
Datum horizontal: Córrego Alegre

Elaboração e organização:
Roberto José Hezer Moreira Vervolet
Fonte: interpretação de fotografias aéreas na escala 1:8.000.
Levantamento Aerofotogramétrico de Vitória realizado no ano de 1998.
MAPLAN - aerofotogrametria.



puderam ser compreendidos por meio do reconhecimento em campo, das características das feições litológicas estruturais e configuração hidrodinâmica da cobertura pedológica. Os setores de contatos litológicos entre os litótipos graníticos e granodioríticos, que são as principais rochas que compõem a estrutura litológica do maciço central, permitiram que em zonas de fraqueza e descontinuidades litológicas houvesse a ocorrência de processos de denudação geomórfica em porções preferenciais, respondendo pela individualização dos morros e formação dos vales. É por demais sabido que em uma superfície de contato litológico entre duas rochas de composição distintas, os processos geomorfoquímicos atuam de forma mais eficiente, determinando o dissecamento dessas superfícies. Este processo foi o principal agente determinante da abertura dos vales e conseqüente formação dos morros, devido a presença de duas litologias distintas.

Portanto, o entendimento dos processos

geomorfoquímicos na dissecação das porções preferenciais das superfícies de descontinuidades litológicas, somente pôde ser assimilado quando se constatou as diferenças de composições petrográficas entre o granito porfiróide e o granodiorito. O granito porfiróide é composto de minerais de quartzo, biotita, muscovita, hornblenda e feldspato potássico em textura porfirítica inequigranular, ao passo que o granodiorito é composto de minerais de biotita, muscovita e feldspato plagioclásio, em textura equigranular fanerítica. Essa distinta composição mineralógica refletirá nos processos intempéricos e geomorfoquímicos de dissecação das superfícies rochosas. Constatou-se em trabalhos de campo que o granodiorito apresenta-se como uma estrutura litológica mais suscetível ao dissecamento intempérico químico, em comparação ao granito, devido, provavelmente, à sua composição mineral predominante de feldspato plagioclásio, que pode tornar esta rocha menos resistente à decom-



posição química. Fato que também responderá pela formação de uma cobertura pedológica argilosa.

Diferentemente, o granito porfiróide oferecerá maior resistência à dissecação nas suas superfícies expostas, devido à sua composição e textura, com os grãos minerais menos expostos aos ataques intempéricos. Por ter uma textura inequigranular com fenocristais de feldspato potássico (ortoclásio ou microclina), a disposição porfiróide dos grãos que compõem a textura da rocha, permite menor exposição das superfícies dos grãos aos ataques intempéricos. Diferentemente da textura equigranular afanítica do granodiorito, que por ter grãos menores, mas do mesmo tamanho, permite maior exposição das superfícies dos grãos aos ataques do intemperismo químico.

Outro fato que irá intervir na dissecação diferencial dos litótipos é a quantidade maior de quartzo no granito porfiróide em relação ao granodiorito. O quartzo é um mineral denomi-

nado geoquimicamente de resistato, portanto, relativamente mais resistente à meteorização e por conseqüência à erosão (Penha, 2001). Por conseguinte, este granito porfiróide pode apresentar-se como menos dissecável em comparação ao granodiorito.

O processo de dissecação diferencial dos litótipos teve a influência de um outro fator geológico que faz parte de uma das variáveis buscadas nas ciências geológicas, a qual denominamos de *propriedades especiais litológicas*, que são os sistemas de diáclases e fraturas dos corpos intrusivos, tanto graníticos quanto granodioríticos.

Assim sendo, para a compreensão das vertentes e topos, os sistemas de diáclases e fraturas – embora sejam feições litológicas – terá forte relação com os fatores pedológicos. Isso ocorre porque a origem da cobertura pedológica do compartimento teve forte influência deste fator, que por sua vez permitiu, por meio do estudo com variáveis pedológicas,



ter conhecimento da dinâmica geomórfica das próprias *vertentes, fundos de vale e topos das formas*. Lembrando que os vales e os fundos de vales de diferentes configurações morfológicas (Fundo de vale chato, côncavo e fechado) estão fortemente relacionados às zonas de contato litológico por onde se encaixou a drenagem, como se vê na fig. (02). As vertentes (convergente e divergente), por sua vez, se distribuem numa configuração mais complexa, estando associadas as porções de maior incidência de fraturamento nas rochas (Coelho Netto, 2003).

As variações em profundidade da cobertura pedológica ocorrem devido às diferenças de densidade de diáclases, fraturas e diversidade faciológica das rochas. Uma vez fratura e diaclasada, a superfície rochosa, por iniciação de reações químicas dos processos geoquímicos, permite a formação de um pequeno manto de alteração. Este manto responde, de forma concomitante, pela instalação de pro-

cessos pedogenéticos que irão formar a cobertura pedológica. Depois de instalados os processos pedogenéticos, a cobertura pedológica adquire dinâmica própria, independente em termos, dos fatores geológicos, salvo a sua evolução em profundidade, dada pelo avanço da frente de alteração em subsuperfície.

Acontece que, embora a cobertura pedológica diminua sua relação com os fatores geológicos, aumentará e manterá forte conexão com os mecanismos geomorfológicos ocorrentes na estrutura superficial dos *elementos* que compõem as *formas* (Tricart, 1968). Pelo estudo e introdução das variáveis pedológicas, pôde-se vislumbrar o papel dos fatores pedológicos na dinâmica geomórfica do compartimento. A *análise morfológica do solo*, (Silva, 1999) realizada em uma vertente, permitiu obter informações sobre esses fatores pedológicos que intervêm na evolução, hidrodinâmica e relação da geometria das vertentes, com a cobertura pedológica. De modo que, as



rupturas geométricas, presentes em vertentes tanto convergentes como divergentes, foram entendidas a partir da presença, em subsuperfície, de blocos de matações de rochas distintas da litologia que dava origem as coberturas pedológicas.

A vertente escolhida para tal procedimento investigativo possuía a princípio uma aparente homogeneidade geométrica, que inferia forte relação desta com a cobertura pedológica, no morro de estrutura rochosa granodiorítica. Entretanto, no levantamento topográfico, descobriram-se três nítidas rupturas geométricas que foram bem representadas na topossequência. Identificou-se uma complexa rede de dutos, pedotúbulos e desvios estruturais na cobertura pedológica em subsuperfície, por meio dos trabalhos de tráfegem ao longo da mesma. Na análise e classificação textural dos volumes pedológicos da topossequência, constatou-se diferenciações mineralógicas em algumas amostras, dadas

pela ocorrência de grãos minerais residuais de fenocristais de feldspato potássico, semi-alterados, provenientes de blocos de matações de subsuperfície, identificados como do granito porfiróide.

As rupturas geométricas da vertente coincidem exatamente com a localização dos pontos de ocorrência de grãos de feldspato potássico, inferindo-se que os blocos de matações de granito em subsuperfície, são responsáveis pela existência dessas rupturas. Tal fato ocorre porque estes matações são blocos residuais, provenientes da zona de contato litológico entre o mesmo e o granodiorito, permanecendo individualizados na subsuperfície por decomposição de suas arestas e estando semi-alterados. No entanto, por serem eles, mais resistentes aos intemperismo químico, irão funcionar como obstáculos à equidade dos processos pedogenéticos que serão distintos em suas fases, caracterizando diferenciações na cobertura pedológica e por consequência



na geometria das vertentes. Portanto, onde há ruptura geométrica nas vertentes, ocorre a presença de blocos de matações de subsuperfície, derivados do granito porfiróide mais resistente ao intemperismo, intervindo na cobertura pedológica e *geometria dos elementos de formas*.

Isso nos leva a inferir que, em todos os locais em que há ruptura geométrica de vertentes, ocorrem, conseqüentemente, em subsuperfície, a presença de blocos de matações que condicionam essas rupturas geométricas, intervindo nos mecanismos hidrogeomórficos de sub-escoamento.

Processos hidrogeomorfológicos de subsuperfície mantêm forte conexão com o regime hidrostático e com o nível freático em fundo de vale. Portanto, há que se evidenciar nos estudos de vertentes, a relação de conexão destas com os respectivos fundos de vales. Fato que justifica parâmetros que auxiliem o estudo de evolução das testadas médias e inferiores das

mesmas na dinâmica dos morros (Vervloet, 2002 e 2006).

Enquanto em períodos de chuva ocorre o predomínio dos processos de escoamento em superfície, no final e logo após estas, o que predomina são os processos de escoamento em subsuperfície. Processo que tem respondido pela gênese das concavidades que há nessas mesmas vertentes. Assim, as vertentes com geometria convergente possuem escoamento de subsuperfície como processo hegemônico, ao passo que nas vertentes divergentes, ocorre maior escoamento difuso de superfície.

Os segmentos superiores das vertentes ainda continuam sendo os setores com maior entrada de água, com diminuição das taxas de infiltração nos segmentos inferiores (Garcez e Alvares, 1999) e (Tucci e Silveira, 2004). Esta característica foi avaliada pelas variáveis hidrológicas, através de ensaios de *infiltração* no campo, ao longo da topossequência. Os resultados deste ensaio serão apresentados e



discutidos em outro artigo.

A pertinência das variáveis buscadas em outras disciplinas científicas e introduzidas no campo geomorfológico permitiu que houvesse de maneira minuciosa e detalhada a compreensão dos processos morfodinâmicos no micro-compartimento como um todo. Entretanto, com relação aos processos morfogenéticos, não foi possível ter um conhecimento mais detalhado que levasse a construção e compreensão exata de um modelo de gênese e evolução do compartimento que poderia, em outros casos, ser contextualizado para outras áreas. De certa forma foi possível obter informações importantes sobre a dinâmica geomórfica do relevo que nos auxiliou na elaboração de um quadro correlativo (Tabela 02), mostrando a importância das variáveis para estudos de *formas e elementos de formas* (morros, colinas, vertentes, topos, fundos de vale e etc.) em trabalhos de micro compartimentos.

Tais variáveis devem sempre procurar

possibilitar a geração de um modelo que seja o mais próximo possível da realidade evolutiva geomórfica, permitindo compreender e inferir sobre as condições de ambiente que atua, e, agem na origem e evolução geomorfológica, e com isso engendrar informações mais amplas dos mecanismos e agentes que respondem pela diversidade dinâmica e morfológica da paisagem. É importante que a escala de tais trabalhos seja feito com documentos cartográficos semi-detalhados ou detalhados como as escalas de 1:10.000 a 1:2.500 que são escalas que permitem uma boa fotointerpretação do recorte de paisagem analisado, de preferência por meio de estereoscopia.



Tabela 2 - Quadro com a importância das variáveis para estudos geomorfológicos em pequenos compartimentos paisagísticos.

107

Disciplinas	Litologia	Importância no estudo das formas de relevo.	Importância no estudo de elementos de formas.
Geologia	Litologia	Permitiu conhecer a tipologia das rochas sobre a qual está assentada a estrutura superficial da paisagem local.	Possibilitou entender a origem das rupturas geométricas nas vertentes.
	Características Petrográficas	Oferece conhecimento sobre composição mineralógica, diferença e grau de dissecação das formas.	Somente oferece conhecimento sobre o porquê dos diferentes níveis de dissecação nos elementos.
	Propriedades Especiais Litológicas	Permitiu conhecer a origem dos processos de denudação que responderam pela individualização das formas.	Autoriza conhecer a origem das reentrâncias e concavidades nas vertentes e geometria dos topos de formas.
Pedologia	Análise Morfológica de Solos	Por ter sido feito em uma vertente, não ofereceu amplo conhecimento sobre a relação da cobertura pedológica com as formas de relevo do compartimento.	Em elementos de formas permite conhecimento profundo da relação entre a geometria morfológica, a dinâmica geomórfica e a cobertura pedológica.
Hidrologia	Infiltração	As informações relativas a essa variável deveria ser feita em diversos pontos das vertentes nas respectivas formas, ou seja, em uma escala espacial mais abrangente.	Em elementos de formas permite ter conhecimento das taxas de entrada de água ao longo dos segmentos, inferindo sobre processos hidrogeomórficos.
	Escoamento Superficial	Conhecimento muito importante para entendimento dos diversos processos atuantes na superfície das formas e que caracterizam suas geometrias.	Permite saber sobre os processos de retirada, transporte e deposição de materiais ao longo dos segmentos que compõe a estrutura geométrica dos elementos.
	Escoamento Subsuperficial	Subsidia a compreensão da gênese e dinâmica das feições côncavas e reentrâncias que ocorrem nas formas.	Variável extremamente importante para entendimento dos processos que respondem pelas características geométricas dos elementos de formas.



4 – Considerações finais (Conclusões)

Percebemos que o enfoque interdisciplinar e dinâmico, quando trabalhado com variáveis de outras disciplinas e que são contextualizadas para o campo geomorfológico, permite compreender o grau de participação de cada mecanismo e/ou agente na cinemática dos processos gerais que caracterizam a atividade geomórfica da superfície. Acreditamos, portanto, que isto deve ser a essência da análise integrada de *elementos de formas*, isto é, possibilitar o conhecimento individualizado dos processos e mecanismos atuantes na estrutura superficial da paisagem morfológica dos terrenos.

Para estudos de geomorfologia em pequenos compartimentos é preciso levar em consideração o fato de que ainda prevalece a noção de que a paisagem é uma herança derivada de processos antigos e remodelado por processos atuais, mesmo em se tratando de relevo em uma escala semi-detalhada.

Portanto a conceituação de que a paisagem é uma herança em todo o sentido da palavra de (Ab'Sáber, 1969 e 1977) oferece uma importante base conceitual para o geomorfólogo que queira realizar trabalhos detalhados em pequenos compartimentos de relevo. O conhecimento geomorfológico pormenorizado de pequenos compartimentos morfológicos-paisagísticos é melhor entendido dentro da visão dinâmica e física da paisagem, muito presente nos estudos de Geografia Física.

O conhecimento detalhado da litologia e características litotectônicas das rochas é uma condição *sine qua non* para a geomorfologia que busca entender o relevo de maciços rochosos, integrado, é óbvio, com o conhecimento da cobertura pedológica que se desenvolve sobre maciços antigos.

Para se ter conhecimento da dinâmica dos processos geomórficos de superfície e subsuperfície o geomorfólogo tem que fazer uso de variáveis utilizadas no campo da pedo-



logia e hidrologia, tais como análise estrutural da cobertura pedológica, estudos de infiltração e escoamento superficial, muitas vezes com ensaios e observações de eventos pluviométricos *in loco*. Isso faz da geomorfologia uma disciplina estruturalmente interdisciplinar e de forte relação com outras áreas do campo das Geociências (Suguio, 1999).

Há, por fim, um problema metodológico que ainda persiste na geomorfologia, ou seja, quanto mais detalhado o estudo do relevo, em termos de escala, mais complexo é o entendimento da morfogênese, ou seja, dos processos que respondem pela gênese das formas (Howard, 1973). O que não ocorre, certamente, com a compreensão da morfodinâmica que se torna mais elucidativa, em função dos procedimentos conceituais e técnicos empregados no estudo e da escala adotada. Embora morfogênese e morfodinâmica sejam conceitos intrinsecamente relacionados, tal questão metodológica persiste, ainda que as técnicas

de investigação tenham avançado muito, em termos de tecnologia de mensuração, datação, verificação e modelagem de processos. Tal questão não é atual e ocorre desde os tempos clássicos desta ciência, sendo um problema que tem transcendido décadas e mais décadas, apresentando-se como um grande desafio para os geomorfólogos atuais, em função da necessidade da sociedade em entender minuciosamente e detalhadamente o relevo da superfície terrestre, função da crescente demanda por planejamento e ocupação dos espaços geográficos.



Referências Bibliográficas

110

ABREU, A. A. Análise Geomorfológica: Reflexão e Aplicação. Tese de Livre Docência apresentada a Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, 1982.

_____. **A Teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica.** Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, ano 4, nº 2, pág. 51-67, 2003.

AB'SÁBER, A. N. **Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário.** Boletim do Instituto de Geografia – USP, São Paulo, n.18, 1969.

COELHO NETO, A. L. **Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural.** Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, ano 4, nº 2, p. 69-100, 2003.

COLTRINARI, L. Um exemplo de carta geomorfológica de detalhe: a carta do médio vale do Rio Parateí, SP (1:25.000). Revista do Departamento de Geografia, São Paulo nº 01, p. 55-62, 1982.

DEMEK, J. **Generalization of Geomorphological Maps.** In: Progress Made in Geomorphological Mapping, Brno, 1967.



FAIRBRIDGE, R. W. (org.). Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold Book Corporation, New York, EUA, 608 p., 1968.

111

GARCEZ, L. N. ; ALVARES, G. A. **Hidrologia**. 2ª edição revista e atualizada. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA, 1999.

HOWARD, A. D. **Equilíbrio e Dinâmica dos Sistemas Geomorfológicos**. Notícia Geomorfológica, Universidade Católica de Campinas, Campinas, 13 (26): 3-20, dezembro de 1973.

LIBAUT, A. Os quatro níveis da pesquisa geográfica. In: Métodos em Questão, nº 1, IGEOG – USP. São Paulo, 1971.

MACHADO FILHO, L. et al. **Geologia**. In: Brasil – Ministério das Minas e Energia. RADAMBRASIL, Série Levantamento de Recursos Naturais, vol. 32, Folha SF. 23/24 Rio de Janeiro / Vitória. Rio de Janeiro, MME, p. 27-304, 1983.

PENHA, H. M. **Processos Endogenéticos na Formação do Relevo**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos. 4ªed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, pág. 51-92, 2001.

PONÇANO, W. L., et al.. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo: escala 1: 1.000.000**. São Paulo: IPT, 2 v. (série monografias, 5), 1981.



PRUSKI, F. F. ; BRANDÃO, V. dos S. ; SILVA, D. D. da. Escoamento Superficial. 2º edição, Viçosa: UFV, 2004.

ROSS, J. L. S. (1992). **O Registro Cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo**. Revista do Departamento de Geografia – FFLCH – USP, nº6, São Paulo: 17-30.

_____ **Estudo e Cartografia Geomorfológica da Província Serrana – MT**. Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987, 323 p.

_____ **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. 4ª edição, São Paulo: Contexto, 1997, 88 p.

SILVA, A. S. da. **Análise Morfológica dos Solos e Erosão**. In: GUERRA, A. J. T. ; SILVA, A. S. da. ; BOTELHO, R. G. M. et all. **Erosão e Conservação dos Solos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 101-126, 1999.

SUGUIO, K. **A Importância da Geomorfologia em Geociências e Áreas Afins**. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, volume 1, nº 1, p. 80-87, 2000.

TRICART, J. **As Relações entre a Morfogênese e a Pedogênese**. Notícia Geomorfológica, Universidade Católica de Campinas, nº 8, (15), pág. 5-18, junho de 1968.



TUCCI, C. E. M. ; SILVEIRA, A. L. L. da. (et al). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3ª ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS / ABRH, 2004.

VERVLOET, R. J. H. M. **Impactos Ambientais e Geomorfológicos do Depósito de Resíduos Sólidos da Cidade de Mantena – MG**. Revista Ciência Geográfica, Associação dos Geógrafos Brasileiros/Seção Bauru, Bauru, ano VIII, vol. I, nº21, p. 53 – 60, Janeiro/Abril – 2002.

_____. **Análise Integrada de Elementos de Formas de Relevo no Parque da Fonte Grande – Maciço Central de Vitória – Espírito Santo**. (2006). 115 p. Monografia para obtenção do título de bacharel em Geografia, Departamento de Geografia, UFES.

_____. **Condicionantes morfológicos e estruturais na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do Rio Benevente – Espírito Santo**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, USP, 2009, 418 p.

WETTSTEIN, G. **Geografia e Subdesenvolvimento**. 1ª edição, São Paulo: Contexto, 1997.

