

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO: O LITORAL SUL PAULISTA COMO ESTUDO DE CASO

Tissiana de Almeida de Souza¹
Cenira Maria Lupinacci da Cunha²

Introdução

A realização de um mapeamento geomorfológico apresenta intensa complexidade, devido ao seu papel de simbolizar formas tridimensionais da superfície terrestre em um plano bidimensional. Visando solucionar tal dificuldade, grupos de simbologias e hachuras são empregados para representar as formas do relevo (QUEIROZ; SOUZA; CUNHA, 2010).

No entanto, como enfatizam Ross (1992) e Rodrigues (2010), estes grupos de simbologias e hachuras não estão padronizados, o que permite a existência de diversos procedimentos técnicos para a elaboração de mapas e cartas de representação do relevo. Ross (1992) destaca também que esta deficiência gera a elaboração de técnicas de mapeamento que ressaltam determinados fatores e secundariza outros.

Para o Brasil, Ab'Saber, no ano de 1969, realçou a necessidade de produção de sistemas de legendas combináveis para o mapeamento geomorfológico que pudessem contemplar a diversidade de formas de relevo existentes nos domínios morfoclimáticos.

Com relação ao mapeamento do relevo de áreas litorâneas brasileiras, verifica-se que ainda ocorrem estudos fragmentários e, de acordo com Ab'Saber (2000), poucas contribuições tiveram interesse geomorfológico mais explícito. Estas dificuldades também se estendem ao litoral do estado de São Paulo, principalmente em seu trecho Sul, que do ponto de vista da Geomorfologia ainda é pouco estudado.

Com base nas considerações feitas acima, o objetivo deste trabalho é analisar a aplicação dos procedimentos técnicos de Tricart (1965), Nunes et al. (1994) e Argento (1995) para o mapeamento geomorfológico do litoral Sul do estado de São Paulo, em escala 1:250.000. Tal análise visa o entendimento de quais simbologias e hachuras são as que melhor representam as formas de relevo e os tipos de modelados.

No caso da linha de costa do Brasil, que apresenta mais de 8000 km de extensão, os estudos geomorfológicos em escala de pouco detalhamento tornam-se necessários para o entendimento de processos gerais responsáveis pela heterogeneidade de formas do relevo e para a compreensão da complexa dinâmica evolutiva destas áreas.

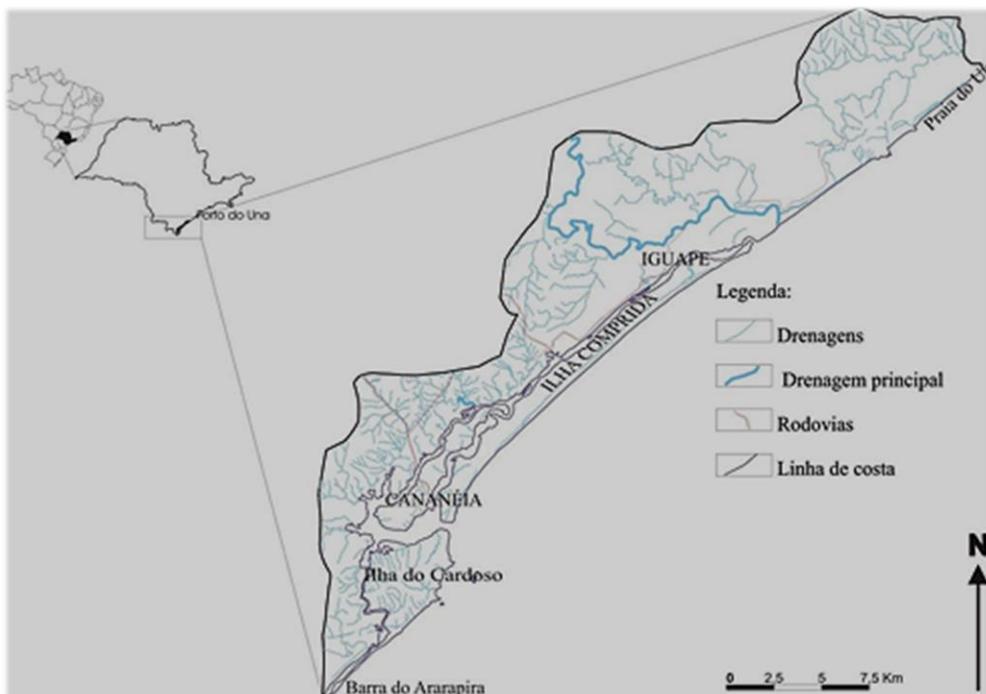
A área de estudo

Os mapeamentos geomorfológicos realizados neste trabalho contemplaram o litoral Sul paulista, entre a Praia do Una (Município de Bertioga) e a Barra do Ararapira (Figura 1), que marca o limite com o estado do Paraná.

A área de estudo está localizada na chamada Província Costeira (ALMEIDA, 1974). Devido à sua localização na interface oceano-continente, o embasamento litológico do litoral Sul paulista apresenta grande heterogeneidade, que varia de depósitos datados do Quaternário (SUGUIO; MARTIN, 1978a, b) nas planícies litorâneas a rochas cristalinas Pré-Cambrianas (SUGUIO; MARTIN, 1978a, b) nas áreas serranas.

Os depósitos sedimentares Quaternários se distribuem com a seguinte estratigrafia: Formação Pariquera-Açú, constituída basicamente por sedimentos fluviais; Formação Cananéia, de depósitos arenosos marinhos; e Formação Ilha Comprida, composta por sedimentos de ambiente misto (IPT, 1981).

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: SOUZA (2008).

Nas áreas serranas, as rochas cristalinas constituem o Grupo Açungui, que se formou por vulcanismo básico com posteriores deformações, que associam à intrusão de corpos graníticos. Conforme o Projeto RADAMBRASIL (1983, p.172), o Grupo Açungui se constitui por “[...] metapelitos, metapsamitos, metacalcários, calcossilicatadas, metabásicas e, com menor frequência, metaconglomerados”.

A complexidade dos fatores geológicos influencia na diferenciação dos tipos de solos existentes no litoral Sul de São Paulo. Com base em Oliveira et al. (1999), é possível verificar a ocorrência de Espodossolos Ferrocárbicos ao longo de toda a faixa litorânea; Cambissolos Háplicos nos morros isolados do Maciço da Jureia e Ilha do Cardoso; Neossolos Litólicos nas áreas serranas; e Organossolos em torno das drenagens.

Os sistemas atmosféricos também atuam na formação dos solos. Dois sistemas principais agem na região, sendo um controlado por massas tropicais

e outro por massas polares (MONTEIRO, 1973). O clima é do tipo Tropical Úmido (TROPMAIR, 2004), com temperaturas médias em torno de 22°C. Durante o domínio das massas tropicais, a temperatura média é de 30°C, com máximas absolutas que podem atingir 38°C. No inverno, a temperatura mínima pode alcançar 1°C, com temperaturas médias em torno de 13°C. Com relação à precipitação, os meses de verão são os mais chuvosos, sendo que em 100 dias chove entre 1.300 a 1.500 mm. Já durante o inverno, a precipitação média é de 500 mm em 60 dias.

As condições climáticas da região também exercem influência na diversidade vegetacional da área de estudo. Na área serrana ocorre o predomínio da Mata Atlântica; a vegetação de restinga ou jundu domina as áreas de terraços marinhos; os manguezais recobrem as planícies flúvio-marinhas, e as matas de galeria se destacam ao longo das drenagens.

As características do relevo e do embasamento geológico são fatores que determinam a complexidade das drenagens. Nas encostas serranas, a rede de drenagem é densa, com vales encaixados, enquanto nas Baixadas Litorâneas, os vales são abertos e os rios formam meandros (TROPMAIR, 2004). O principal curso d'água da região é o rio Ribeira de Iguape.

Diante da heterogeneidade de características naturais da área de estudo, constata-se a importância da análise do relevo e mapeamento geomorfológico deste setor do litoral do estado de São Paulo, visto que é sobre as feições do relevo que as atividades antrópicas têm se desenvolvido. Além disto, o estudo destas formas geomorfológicas é um dos fatores que contribuem para o entendimento do equilíbrio dinâmico dos sistemas existentes na natureza.

As Técnicas e as Etapas de Pesquisa para o Mapeamento Geomorfológico

Neste trabalho, três propostas de procedimentos técnicos para mapeamento geomorfológico foram analisadas: Tricart (1965), com o emprego da Cartografia Geomorfológica de Detalhe; Nunes et al. (1994), referente às etapas de elaboração de mapas geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL; e Argento (1995), que busca padronizar a legenda do mapeamento geomorfológico de acordo com a escala utilizada.

Os mapas geomorfológicos, baseados nas três técnicas apontadas, foram confeccionados a partir da interpretação visual de duas imagens orbitais ETM+ do satélite LANDSAT 7, passagem de 2000, Banda 4, em preto e branco, ajustadas à escala 1:250.000; de Folhas Topográficas São Paulo e Iguape (INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DE SÃO PAULO (IGGSP, 1954, Escala 1:250.000); e de dados geológicos das Folhas Iguape e Cananeia, em escala original 1:100.000 (SUGUIO; MARTIN, 1978a,1978b).

A base cartográfica foi elaborada a partir das Folhas Topográficas São Paulo e Iguape, em escala 1:250.000 (IGGSP, 1954). Os *layers* de linha de costa e drenagem foram sobrepostos às imagens orbitais, que foram unidas e ajustadas à escala do trabalho. Os dados geológicos foram obtidos a partir da digitalização das Cartas Geológicas Cananéia e Iguape (SUGUIO; MARTIN, 1978 a, b) e também foram sobrepostos às imagens orbitais.

A interpretação das imagens orbitais, com o auxílio dos dados geológicos, permitiu a subdivisão da área de estudo em duas grandes unidades: um setor serrano e um setor sedimentar. Neste último foi possível identificar terraços marinhos, planícies marinhas, acumulação coluvial, planície e terraço fluvial e planície flúvio-marinha. Em seguida, foram mapeadas as formas de relevo com simbologias lineares relacionadas com a área serrana – linhas de cumeada, escarpa de falha, falésias rochosas e morros isolados – e com as áreas de sedimentação, onde pode ser constatada a presença de cordões

litorâneos, borda de terraços marinhos, dunas e meandros abandonados (marcas de paleodrenagem).

Com relação às simbologias utilizadas para representação das formas de relevo, para o mapa geomorfológico elaborado com base na proposta de Argento (1995), verifica-se que este autor não apresenta simbologias próprias, sendo indispensável recorrer à legenda do Projeto RADAMBRASIL. Por sua vez, Tricart (1965) e Nunes et al. (1994) contém simbologias próprias.

Tricart (1965)

A Cartografia Geomorfológica de Detalhe de Tricart (1965) busca o entendimento da origem das formas de relevo atualmente visíveis e como estas feições foram geradas em uma região.

A proposta de Tricart (1965) busca a diferenciação entre formas vivas e formas mortas, formas estabilizadas ou em processo de evolução. Para alcançar este nível de compreensão sobre a dinâmica do relevo, Tricart (1965) afirma que dados de quatro naturezas devem ser contemplados, a saber:

Morfométricos: dados obtidos a partir de cartas topográficas, como curvas de nível e drenagens;

Morfográficos: representação das formas do relevo através de simbologias;

Morfogenéticos: as simbologias devem transmitir de maneira compreensível a ideia da origem e da formação das feições do relevo;

Cronológicos: Tricart (1965) afirma que este é o elemento que mais varia de uma região para outra. Os dados sobre a evolução da área estudada são necessários para compreender como as formas de relevo se formam.

O sistema cartográfico de símbolos apresentados na legenda de Tricart (1965) procura representar à complexidade da realidade geomorfológica.

Com o apoio da proposta de Tricart (1965), após a subdivisão da área em dois setores, o reconhecimento das formas de relevo e inclusão das simbologias elaboradas por este autor, foram inseridas as hachuras para o

preenchimento da área cristalina e da área sedimentar. As rochas cristalinas foram representadas por coloração laranja e branco, com traços largos e verticais. Para as áreas sedimentares foram utilizadas as cores sépia e branco, também em linhas verticais, mais finas que as linhas que representam o cristalino.

Nas áreas sedimentares também é necessário que fique subentendido o nível de consolidação. Desta forma, quanto mais próximos os traços de cor sépia, mais consolidado é o terreno.

Nunes et al. (1994)

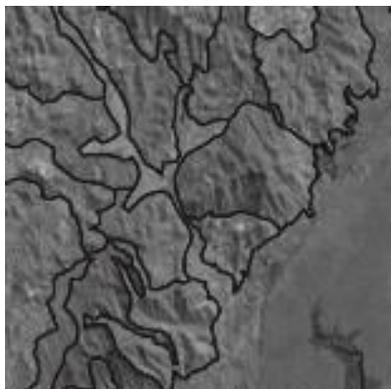
Este procedimento técnico apresenta as etapas de pesquisa adotadas para os mapeamentos geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL. Assim, os fatos geomorfológicos são classificados em quatro ordens de grandeza, listados a seguir:

Domínios Morfoestruturais: de dimensão regional, com predomínio das características geológicas;
Regiões Geomorfológicas: de dimensão regional e delimitação com base em características climáticas;
Unidades Geomorfológicas: modelados semelhantes de evolução comum;
Tipos de Modelados: Acumulação, Aplainamento, Dissecação e Dissolução.

As formas de relevo, que são representadas por simbologias lineares e pontuais podem ser consideradas como a quinta ordem de grandeza.

Considerando-se as etapas de pesquisa propostas por Nunes et al. (1994), após a definição de dois setores – cristalino e sedimentar – e da definição dos tipos de modelados – de acumulação e de dissecação - mapeados para a área de estudo, foi feita a Seleção e Morfometria das Fácies de Dissecação. Esta etapa consistiu na subdivisão da área cristalina em 105 unidades, de acordo com a textura do relevo, como mostra a figura 2:

Figura 2 - Divisão do setor cristalino em unidades, conforme a textura do relevo. Os traços indicam os limites das diversas unidades e os tons de cinza e texturas demonstram as variações geomorfológicas.



Fonte: SOUZA, 2008.

Em seguida, foi realizado o cálculo de densidade da drenagem para todas as unidades. Os valores das distâncias entre os cursos d'água foram medidas e calculada uma média, que representa a textura da densidade de drenagem. Em algumas unidades os dados foram ausentes, em razão da escala de trabalho generalizada ou pela não visualização dos cursos d'água no momento da interpretação das imagens orbitais.

O procedimento seguinte foi o cálculo do aprofundamento da drenagem. Nesta etapa foram utilizadas as Folhas Topográficas em escala 1:250.000 que constituem a base cartográfica deste trabalho, as Cartas Geológicas de Suguio e Martin (1978a; 1978b), Cartas Topográficas Ariri e Cananeia na escala 1:50.000 (SÃO PAULO, 1974a; 1974b) e a Folha Cananéia na escala 1:10.000 (SÃO PAULO, 1984). O uso de cartas em escalas diversas se deve à ausência de curvas de nível e de pontos cotados para as Serras da Jureia, dos Itatins e do Itapanhapima, parte da Serra do Itapitangui, Ilha do Cardoso e Morro de São João.

Obtidos todos os valores referentes ao aprofundamento da drenagem, foi elaborada uma tabela que indica a textura do relevo para as 105 unidades.

Tabela 1 - Textura da densidade de drenagem e aprofundamento da drenagem para a área de estudo.

INTENSIDADE DE APROFUNDAMENTO DA DRENAGEM	TEXTURA DA DENSIDADE DE DRENAGEM				
	MUITO FINA (<400m)	FINA (400 a 600m)	MÉDIA (601 a 800 m)	GROSSEIRA (801 a 1000m)	MUITO GROSSEIRA (≥ 1000m)
MUITO FRACA (≤ 100m)	5.1	4.1	3.1	2.1	1.1
FRACA (101 a 200m)	5.2	4.2	3.2	2.2	1.2
MEDIANA (201 a 500m)	5.3	4.3	3.3	2.3	1.3
FORTE (501 a 1000m)	5.4	4.4	3.4	2.4	1.4
MUITO FORTE (≥ 1001m)	5.5	4.5	3.5	2.5	1.5

Fonte: SOUZA (2008).

O primeiro número indica a textura do relevo, que varia de 1 a 5. Quanto maior o valor da textura, menor o interflúvio entre as drenagens da unidade. O segundo número indica a intensidade do aprofundamento da drenagem, e também varia de 1 a 5. Quanto maior o número, maior a altitude relativa entre topo e base em uma unidade.

As unidades foram classificadas ainda conforme o nível de dissecação:

Dc – Dissecação homogênea com feições de topo em colinas: conforme Nunes et al. (1994), são formas de relevo com topo convexo, vertentes de declive suave e vales pouco aprofundados;

Da – Dissecação homogênea de feições de topo aguçado: de acordo com Nunes et al. (1994), ocorrem topos estreitos e alongados, vertentes de declividade acentuada e vales encaixados.

Posteriormente, foram inseridas as letras-símbolos para os modelados de acumulação e de dissecação. Nas áreas cristalinas, as letras-símbolo estão acompanhadas pelos valores da textura do relevo para cada uma das 105 unidades. Quando uma unidade apresenta, por exemplo, Da_.1, indica ausência de dados para densidade de drenagem; Dc2. , indica ausência de dados para o cálculo da intensidade do aprofundamento da drenagem; Da_._, indica a ausência de valores para as duas variáveis.

Já para o setor com predomínio de sedimentação, os modelados de acumulação foram representados por letras-símbolos, a saber:

Quadro 1 - Tipos de modelados de acumulação e suas respectivas letras-símbolos.

TIPOS DE MODELADOS	LETRAS-SÍMBOLOS
Acumulação de planície marinha	Am
Acumulação de terraço marinho	Atm
Acumulação de planície e terraço fluvial	Aptf
Acumulação flúvio-marinha	Afm
Acumulação coluvial	Ac

Fonte: SOUZA (2008).

Em seguida, foram definidas as cores para os modelados de acumulação e dissecação. Para os modelados de dissecação (Dc e Da) foi escolhida a cor branca. Para os modelados de acumulação, foram selecionados tons de amarelo, sendo que quando maior a altitude do tipo de modelado, mais forte será a tonalidade. Esse procedimento teve como base mapas produzidos no projeto RADAMBRASIL.

O procedimento seguinte foi a inserção dos símbolos baseados na proposta dos autores e, por último, a confecção da legenda, baseada nos padrões do Projeto RADAMBRASIL.

Argento (1995)

Esta proposta de mapeamento geomorfológico visa o ordenamento dos fatos geomorfológicos em macroescalas, mesoescalas e microescalas, sendo que cada um destes níveis deve fornecer informações correspondentes ao detalhamento do trabalho.

Os mapeamentos em macroescalas devem ser utilizados em trabalhos de planejamento regional e macrozoneamentos, em escalas de pouco detalhamento (1:100.000, 1:250.000 e menores), contemplando Domínios Estruturais e Regiões Geomorfológicas. A legenda proposta por Argento (1995) se baseia no Projeto RADAMBRASIL, com três níveis de identificação de mapeamento. No primeiro nível, a legenda é elaborada em função das formas resultantes. No segundo nível, a legenda é elaborada em função das formas

resultantes e dos processos geradores. No terceiro nível, a legenda é relativa a informações complementares.

As Unidades Geomorfológicas são abordadas por mapeamentos geomorfológicos em mesoescalas (1:50.000; 1:30.000). O entendimento do relevo neste nível de detalhamento leva em consideração os elementos da paisagem, como tipos de solos, clima e vegetação (ARGENTO, 1995).

A legenda dos mapeamentos do relevo em mesoescala apresentam dois níveis de identificação, baseados em cartas em 1:50.000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O primeiro nível é elaborado em função das formas resultantes, e o segundo nível detalha feições menores, como informações complementares e maior definição de formas (ARGENTO, 1995).

Por último, as microescalas devem englobar escalas de 1:25.000 e de maior detalhe. A caracterização do relevo neste nível apresenta maior minúcia, com a identificação de modelados de acumulação como planícies ou terraços, acumulações eólicas devem ser diferenciados em dunas e planos arenosos. A ação antrópica é abordada neste nível, através do mapeamento de aterros, cortes e superfícies arrasadas.

De acordo com a taxonomia proposta por Argento (1995), este trabalho encontra-se inserido na macro escala e utilizou-se a simbologia proposta pelo Projeto RADAMBRASIL (1982) compilada pelo autor.

Conforme o primeiro nível de identificação das formas de relevo, a área de estudo foi dividida em dois setores: cadeias cristalinas e depósitos sedimentares.

No segundo nível de identificação, que leva em consideração as formas resultantes e os processos geradores, para os depósitos sedimentares, foram identificados os modelados de acumulação de planície e terraço fluvial, depósito flúvio-marinho, depósito marinho e terraço marinho. Para cadeias cristalinas, identificou-se a escarpa e o reverso da serra.

O terceiro nível de identificação se deu em função de informações complementares. Para os depósitos sedimentares, os modelados de acumulação de planície e terraço fluvial englobam drenagens e marcas de paleodrenagem (meandros abandonados). Dunas e cordões litorâneos foram identificados para depósitos marinhos. Para os terraços marinhos foi reconhecida a borda de terraço marinho.

Para as cadeias cristalinas, o terceiro nível de identificação engloba escarpa de linha de falha, linhas de cumeada e falésias rochosas.

Foram adaptados da legenda em função das formas resultantes para mesoescalas (1:50.000), símbolos para identificar os colúvios e morros isolados, os quais foram inseridos no terceiro nível de detalhamento para macroescalas.

Letras-símbolos foram inseridas para identificar os modelados de acumulação: **Am** indica acumulação de planície marinha (depósito marinho); **Atm**, acumulação de terraço marinho; **Aptf** significa acumulação de planície e terraço fluvial e **Afm**, acumulação flúvio-marinha. Para o terceiro nível de identificação, colúvio é representado pela letra **Ac**.

Argento (1995) não propôs o uso de cores para o mapeamento. O exemplo dado pelo autor apresenta hachuras. Somente a linha de costa e as drenagens foram representadas em tons de azul, para que pudessem ser diferenciadas de outras polilinhas. Foram criados preenchimentos para a escarpa e reverso de serra e morros isolados, colúvio, planície e terraço fluvial, depósito marinho e depósito flúvio-marinho. Não foi criado preenchimento para o terraço marinho, que se apresenta na cor branca, como no mapa usado como exemplo por Argento (1995).

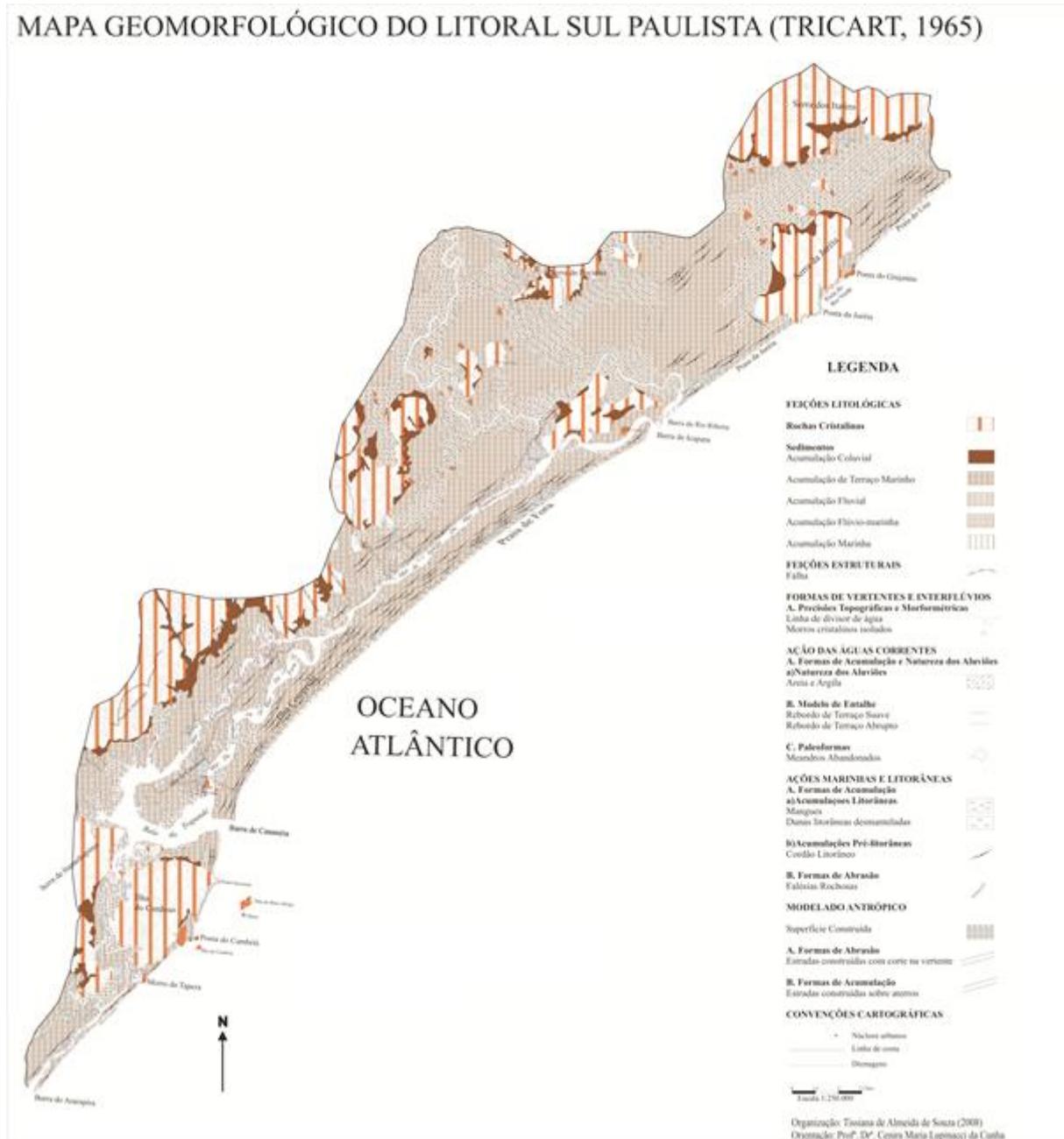
Para esta a elaboração do mapa geomorfológico do litoral Sul paulista com base nesta proposta técnica, foram utilizadas e adaptadas simbologias

oriundas do Projeto RADAMBRASIL. A legenda não é apresentada como àquela utilizada como exemplo por Argento (1995). A legenda foi organizada na forma de um quadro, de forma que o leitor possa compreender os três níveis de identificação para as macroescalas.

Resultados

A seguir, são apresentados os mapas geomorfológicos produzidos com base nas técnicas de Tricart (1965), Nunes et al. (1994) e Argento (1995):

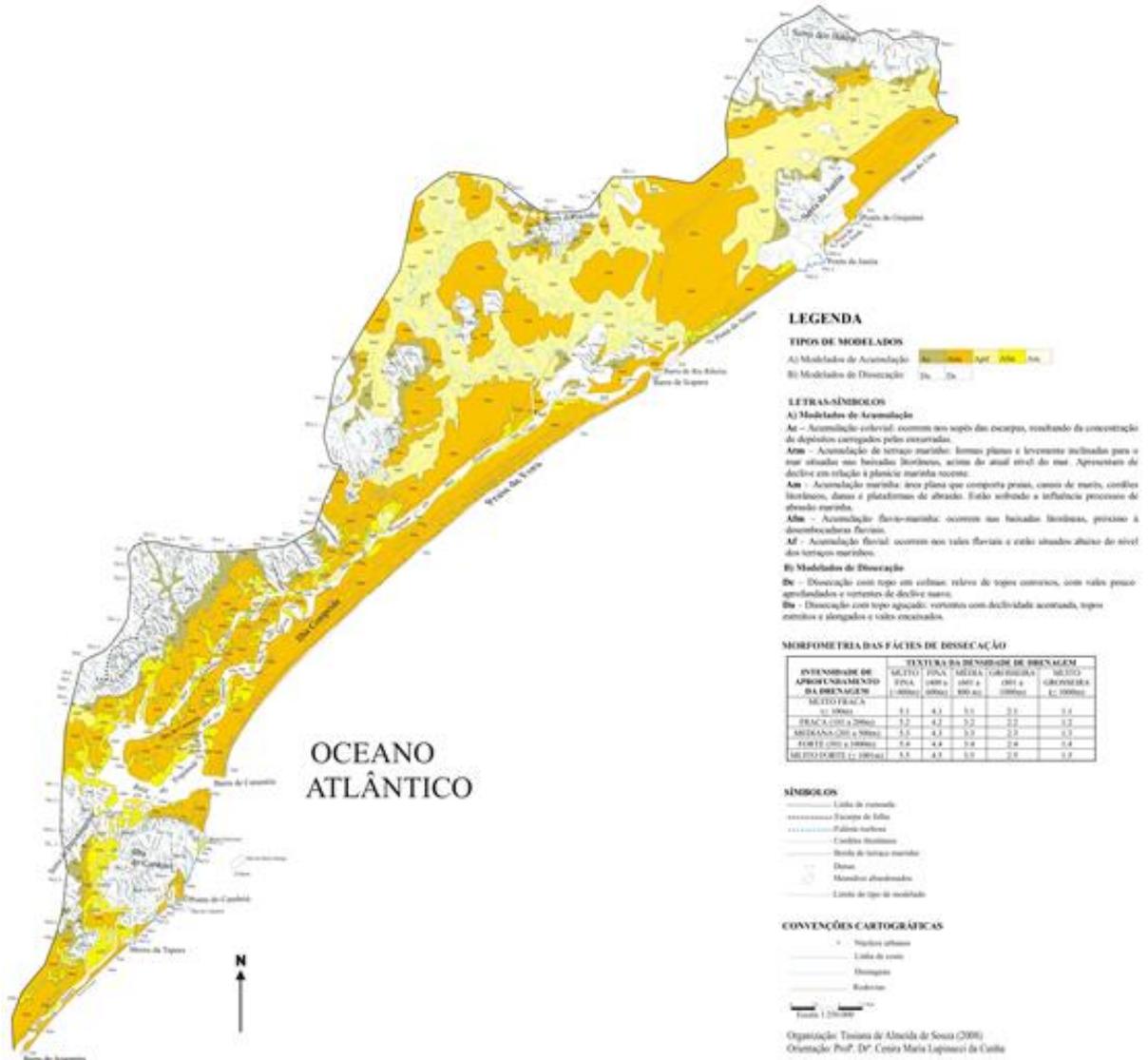
Figura 3 - Mapa Geomorfológico do Litoral Sul Paulista, elaborado a partir do procedimento técnico proposto por Tricart (1965).



Fonte: Adaptado de SOUZA (2008).

Figura 4 - Mapa Geomorfológico do Litoral Sul Paulista, elaborado a partir do procedimento técnico proposto por Nunes et al. (1994).

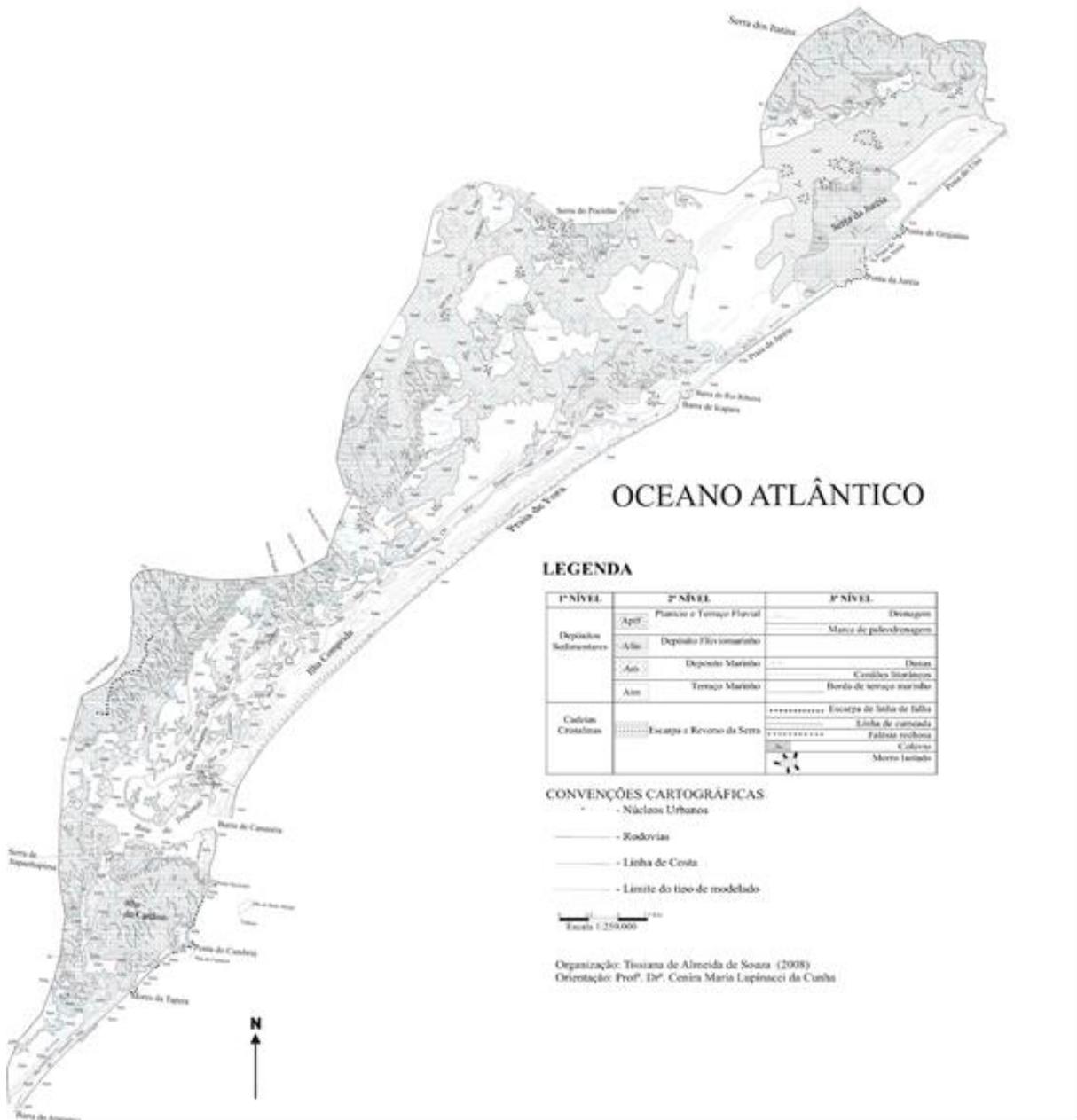
MAPA GEOMORFOLÓGICO DO LITORAL SUL PAULISTA (NUNES ET AL, 1994)



Fonte: Adaptado de SOUZA (2008).

Figura 5 - Mapa Geomorfológico do Litoral Sul Paulista, elaborado a partir do procedimento técnico de Argento (1995).

MAPA GEOMORFOLÓGICO DO LITORAL SUL PAULISTA (ARGENTO, 1995)



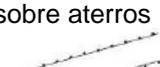
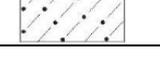
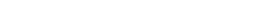
Fonte: Adaptado de SOUZA (2008).

Após a elaboração dos mapas geomorfológicos, foi realizada uma análise sobre a aplicação dos procedimentos técnicos para a cartografia das feições geomorfológicas da área de estudo, buscando examinar a eficácia na transmissão das informações mapeadas em escala 1:250.000. Fez-se uma

comparação entre simbologias (Quadro 2), formas de representação da litologia e legendas.

As Simbologias

Quadro 2 - Simbologias utilizadas para os mapeamentos geomorfológicos.

FORMA DE RELEVO	TRICART (1965)	NUNES ET AL. (1994)	ARGENTO (1995)
Borda de Terraço Marinho	Suave  Abrupto 		
Dunas			
Cordões Litorâneos			
Meandros abandonados			
Escarpa de falha			
Linha de cumeada			
Falésia rochosa			
Morros isolados		-	
Mangue		-	-
Modelado Antrópico	Superfície Construída  Estradas construídas com corte na vertente  Estradas construídas sobre aterros 	-	-
Natureza dos aluviões		-	-
Limite do tipo de modelado	-		

Fonte: Adaptado de SOUZA (2008).

Borda de Terraço Marinho: a simbologia de Nunes et al. (1994) e Argento (1995) são iguais e únicas. Este símbolo foi utilizado somente nos

casos em que a transição entre terraços marinhos e outras formas de acumulação estivessem visíveis nas imagens orbitais.

Já a proposta de Tricart (1965) apresenta duas simbologias distintas, sendo uma para borda abrupta e outra para borda de terraço suave, representando a diferenciação entre os terrenos de forma completa. Portanto, a simbologia de Tricart (1965) proporciona um maior detalhamento, ao contrário dos mapas baseados nas técnicas de Nunes et al. (1994) e Argento (1995), nas quais somente as bordas de terraço abruptas vêm simbolizadas.

Dunas: As dunas estão representadas nos três mapas geomorfológicos, no entanto, não eram visíveis nas imagens orbitais, sendo que a inserção das simbologias se deu com base na interpretação das Cartas Geológicas de Suguio e Martin (1978a; 1978b).

Nunes et al. (1994) e Argento (1995) usam o mesmo símbolo para representar esta forma de relevo, porém em posições diferentes. Para mapeamentos em escala de pouco detalhe, as simbologias utilizadas por estes autores espacializa de maneira correta a forma de relevo, entretanto, não transmite a ideia de sinuosidade presente nas dunas.

Já a simbologia proposta por Tricart (1965), transmite a ideia de sinuosidade e quebra, já que as dunas presentes na área de estudo encontram-se em parte desmanteladas pela ação antrópica. No entanto, em escalas de pouco detalhamento, tal símbolo torna-se de difícil visualização.

Cordões Litorâneos: as simbologias lineares utilizadas por Nunes et al. (1994) e Argento (1995) localizam com maior exatidão os cordões litorâneos.

O símbolo proposto por Tricart (1965) dificulta a localização precisa destas formas de relevo e seu tamanho foi considerado grande para a escala de trabalho, com a ocorrência de uma generalização do mapeamento destas feições. Convém esclarecer que, se a simbologia fosse desenhada em

tamanho menor do que o apresentado, não seria possível visualizá-lo em um mapa de escala 1:250.000.

Meandros abandonados: os três autores propõem simbologias formadas por linhas tracejadas, indicando a ideia de abandono. Nos mapas geomorfológicos baseados em Tricart (1965) e Argento (1995), os símbolos estão na cor preta, dando maior destaque para a visualização destas feições.

Em Nunes et al. (1994), seguiu-se o padrão usado em mapas geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL, com meandros abandonados representados por linhas em tom azul claro, o que transmite a ideia de que os meandros evoluem para meandros abandonados pela mudança de trajeto de um curso d'água. No entanto, a cor clara dificulta a visualização da feição.

Escarpa de falha: Nunes et al. (1994) e Argento (1995) propõem a mesma simbologia para representar esta forma de relevo. O símbolo proposto por Tricart (1965) faz uso de traços mais finos, apresentando menor destaque no mapa, o que dificulta sua visualização.

Linha de cumeada: Nunes et al. (1994) e Argento (1995) propõem como simbologia um traço contínuo, que pode ser confundido com outros símbolos, como por exemplo, o limite do tipo de modelado. Tricart (1965) propõe o uso de traços pontilhados, o que diferencia de outras simbologias lineares.

Falésia rochosa: o símbolo proposto por Tricart (1965) despertou dúvidas quanto à sua localização. Considerou-se, para uma melhor representação desta forma de relevo, que o símbolo estivesse no interior dos limites da área cristalina, imprimindo a ideia de uma falésia rochosa em processo de erosão constante pela ação do mar.

Nunes et al. (1994) e Argento (1995) utilizam simbologias idênticas, porém no mapa baseado na proposta de Argento (1995), o símbolo encontra-

se na cor preta. Para o mapa elaborado com base na proposta de Nunes et al. (1994), o símbolo foi colocado em cor azul, tal como nos mapas geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL, o que transmite a ideia de que a área cristalina está em contato direto com as águas do mar.

Morros Isolados: No mapa baseado em Nunes et al. (1994), os morros isolados foram apresentados na cor branca, que representa a área cristalina, e não foi utilizada/adaptada simbologia de representação.

Da técnica de Tricart (1965), adaptou-se o símbolo de “topos agudos”, por apresentar tamanho compatível com a escala de trabalho.

Para a técnica de Argento (1995), foi adaptado o símbolo “Borda de Estrutura Elevada”, do Projeto RADAMBRASIL. Tal símbolo transmite a ideia de mudança de altitude, pois as setas apontam para as áreas de menor altitude, sendo considerado o símbolo que melhor representa esta feição do relevo.

Mangue: Tricart (1965) apresenta uma simbologia para a representação de áreas de mangue, colocando-o como uma forma de acumulação litorânea. Com base em bibliografias consultadas, o mangue é considerado um tipo de vegetação comum nas áreas de acumulação flúvio-marinha, onde a interface de água doce do rio com águas salgadas provenientes do oceano, por ocasião de maré alta, permite seu desenvolvimento. Desta forma, considera-se que a forma de relevo é a planície flúvio-marinha e não o mangue, como propõe Tricart (1965).

Modelado antrópico: Tricart (1965) acrescenta em sua legenda, a atuação do homem como um agente acelerador dos processos de esculturação do relevo. Isto se faz através das simbologias de superfícies construídas, estradas construídas com corte na vertente e estradas construídas sobre aterros. Nos mapas geomorfológicos baseados nas técnicas de Nunes et al.

(1994) e Argento (1995), as estradas são representadas como linhas contínuas.

Natureza dos aluviões: sobreposto aos dados litológicos, Tricart (1965) propõe que seja inserida uma informação sobre a “natureza dos aluviões”, o que gera redundância de informações para a área estudada neste trabalho. Em outras áreas, de litologia não sedimentar, a qual é coincidente neste caso, essa diferenciação pode ser interessante.

Limite do tipo de modelado: Esta simbologia, representada por uma linha contínua, é utilizada nos mapas geomorfológicos propostos com base em Nunes et. al. (1994) e Argento (1995) para diferenciar entre si os modelados de acumulação e os modelados de dissecação.

Tricart (1965) não propõe o uso dessa simbologia, já que as tramas seriam suficientes para diferenciar os tipos de modelados existentes na área de estudo. Entretanto, levando em conta que a escala de trabalho é 1:250.000, considera-se que a existência de uma simbologia que limite os modelados seria necessária para destacar, por exemplo, as planícies marinhas, as quais, devido a sua reduzida dimensão, tem pouca visibilidade.

A Representação dos Tipos de Modelados

Cada técnica de mapeamento geomorfológico abordada neste trabalho apresenta uma concepção diferente de identificação dos tipos de modelados, através do uso de cores e hachuras. Na área de estudo ocorrem Modelados de Acumulação e de Dissecação.

O uso de tramas na proposta de Tricart (1965) permite que o leitor tenha a noção de profundidade ao analisar o mapa, possibilitando a percepção das diferenças altimétricas. No entanto, para a escala de trabalho, o uso das tramas é de difícil visualização quando as áreas são muito pequenas e como a

distância entre os traços verticais dão a sensação de profundidade do terreno, o uso de letras-símbolos é considerado desnecessário pelo autor.

As cores que representam os tipos de modelados no mapa geomorfológico baseado na técnica de Nunes et al. (1994) foram adaptadas do Projeto RADAMBRASIL, já que os autores não apresentam uma proposta para representação da litologia. A graduação de cores utilizadas para os modelados de acumulação transmite a ideia de mudança de altitude. Entretanto, para as áreas serranas e morros isolados, que estão em branco, não há distinção entre os modelados de dissecação Dc e Da. Para a diferenciação destas unidades, o uso de letras-símbolos é de extrema necessidade.

Na proposta de Argento (1995), as hachuras em preto e branco são mais difíceis de serem visualizadas em pequenas unidades. As letras-símbolos tornam-se imprescindíveis para a sua identificação.

Nas áreas cristalinas não ocorre o uso de letras-símbolos, pois houve a generalização dos modelados de dissecação fluvial e por controle fluvial em razão da escala de trabalho de pouco detalhamento.

Os autores analisados interpretam o modelado de acumulação coluvial de maneira diferenciada. Com base nas técnicas de Nunes et al. (1994) e Tricart (1965), o colúvio é considerado como uma forma de acumulação de sedimentos, que provém da erosão das áreas serranas. Nas propostas destes autores, o modelado de acumulação coluvial, apesar de oriundo da erosão das áreas serranas, é considerado integrante do setor sedimentar.

Já Argento (1995) considera o colúvio como parte da cadeia cristalina, que na adaptação da legenda do autor tornou-se uma informação complementar (3º nível de identificação), quando na verdade, deveria ser classificado como um depósito sedimentar, no 2º nível de identificação, já que é um modelado de acumulação.

A hachura utilizada por Argento (1995) para identificar as áreas coluvionares é semelhante à hachura proposta para as cadeias cristalinas, o que dá ao leitor a compreensão de que o colúvio deriva da erosão do setor serrano. Entretanto, em áreas muito pequenas, o preenchimento para reconhecer os colúvios é de difícil visualização.

Com relação às áreas cristalinas (setores serranos e morros isolados), Nunes et al. (1994) propõem o cálculo da morfometria das fácies de dissecação. Na fase de identificação das fácies de dissecação, não foi possível fazer um grande detalhamento sobre as áreas serranas, em razão da escala de trabalho. Foi necessário o uso de cartas topográficas em escalas de maior detalhe para os cálculos em algumas unidades que não apresentavam curvas de nível na base topográfica.

Argento (1995) propõe para a elaboração da legenda para macro-escalas a existência dos modelados de dissecação, subdivididos em dissecação fluvial (não obedece ao controle estrutural) e dissecação por controle fluvial. No entanto, a escala de pouco detalhamento não permitiu a diferenciação destes modelados.

Ainda sobre o setor cristalino, Tricart (1965) subdivide as rochas de acordo com sua natureza (origem), em rochas cristalinas puras e rochas cristalinas alteradas. No mapa geomorfológico elaborado com a proposta deste autor, utilizou-se o preenchimento que indica a existência de rochas alteradas, já que de acordo com a bibliografia consultada sobre a área de estudo, há rochas que sofreram metamorfismo.

Legenda

As propostas apresentadas, além das distinções descritas acima, também contêm diferenças na elaboração da legenda.

A legenda de Tricart (1965) é composta por subdivisões que facilitam ao leitor o entendimento da origem da forma de relevo representada por uma determinada simbologia. A grande contribuição deste autor é a inserção de um item em sua legenda dedicado ao modelado antrópico, o que indica a atuação do homem como agente modificador das formas do relevo.

A legenda proposta por Nunes et al. (1994) tem como grande contribuição o cálculo das morfometrias de dissecação e a descrição dos tipos de modelados presentes na área mapeada.

Os níveis de identificação propostos por Argento (1995) permitem a identificação de um certo número de formas. A escala de trabalho não possibilitou o mapeamento de algumas outras formas e modelados propostos pelo autor para macroescalas, que talvez em uma escala de mais detalhes, pudessem ser cartografados.

Considerações Finais

A partir deste trabalho, verifica-se que ainda não existe um consenso entre os autores sobre propostas de mapeamento geomorfológico. Também foi possível constatar que quando se utiliza uma técnica, em algumas etapas é necessário fazer adaptações para sua aplicação.

A análise das simbologias e hachuras permite concluir que existem diversas maneiras de representar a mesma feição do relevo e que um autor pode criar uma simbologia para uma feição que não é abordada em nenhuma outra técnica.

A proposta de Tricart (1965), apesar de ser a mais antiga, mostra ousadia no detalhamento das feições geomorfológicas, com simbologias que tentam se aproximar da complexidade da realidade geomorfológica. A

contribuição mais enfática deste procedimento técnico é a inclusão do homem como agente transformador das formas geomorfológicas.

A técnica de Nunes et al. (1995) se mostrou apropriada para a escala deste trabalho, sendo uma fonte confiável de consulta para a realização de mapeamentos geomorfológicos. A grande contribuição desta proposta é o cálculo da morfometria das fácies de dissecação.

Argento (1995) apresenta um raciocínio interessante em macro, meso e microescalas, que procura adequar o mapeamento à escala de trabalho e expressão areal do setor que será estudado.

A aplicação das técnicas possibilitou a geração três mapas geomorfológicos distintos para a mesma área de estudo, os quais expressam a concepção de cada autor analisado.

A adoção de uma escala de trabalho de pouco detalhamento foi adequada para a realização do mapeamento geomorfológico da área de estudo, pois se trata de uma área de extensão regional. Caso fosse utilizada uma escala de maior detalhamento, provavelmente uma quantidade maior de formas do relevo seriam cartografadas e a legenda apresentaria um número maior de símbolos e hachuras.

Além disto, deve-se considerar que mapeamentos geomorfológicos em escala 1:250.000 são necessários ao entendimento da dinâmica do relevo em países de dimensões continentais, como é o caso do Brasil.

Referências

- AB'SABER, A. N. Fundamentos da Geomorfologia Costeira do Brasil Atlântico Inter e Subtropical. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.27-43. Nov. 2000.
- AB'SABER, A. N. **Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil**. Geomorfologia, São Paulo, n. 6, p.01-16, 1969.

ALMEIDA, F. F. M. de. **Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista**. São Paulo: Universidade do Estado de São Paulo, 1974. (IGEOP-USP Série Teses e Monografias, n.14). 99p.

ALMEIDA, T. de S. **Uma contribuição ao conhecimento geomorfológico do litoral paulista**. 2008, 87p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.

ARGENTO, M. S. F. **Mapeamento Geomorfológico**. In: GUERRA, A. T; CUNHA, S. B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. Capítulo 9, p.365-392.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. 94p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Folha Topográfica de Iguape**. São Paulo, 1954. 1 mapa. Escala 1:250.000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Folha Topográfica de São Paulo**. São Paulo, 1954. 1 mapa. Escala 1:250.000.

LANDSAT TM 7. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000. 2 imagens de satélite. Canal 4 e composição preto e branco. SE.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo**: estudo geográfico sob a forma de Atlas. São Paulo: IG/USP, 1973. 130p.

NUNES, B. A. et al. **Manual Técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. Série Manuais Técnicos em Geociências, n.5. 113p.

OLIVEIRA, J.B. et al. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999. 4 mapas. Escala 1:500.000. Acompanha uma legenda expandida.

PROJETO RADAMBRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Folhas SF.23/24 Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Projeto RADAMBRASIL, 1982

QUEIROZ, D. S.; SOUZA, T. A.; CUNHA, C. M. L. Possibilidades e restrições do mapeamento geomorfológico em diferentes escalas: aplicabilidade ao litoral do estado de São Paulo. In: **I Congresso Brasileiro de Organização do Espaço e X Seminário de Pós-Graduação em Geografia da UNESP/Rio Claro**. Rio Claro, 2010, p.1119-1136.

RODRIGUES, S. C. Cartografia e simbologia geomorfológica: evoluindo na cartografia tradicional para o uso de simbologia digital. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Uberlândia, v. 11, n. 1, p. 03-10, 2010.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 6, p. 17-29, 1992.

SÃO PAULO (Estado). **Mapa de Caminhamento**: Ariri. São Paulo, 1974a. 1 mapa. Escala 1:50.000. (Projeto SUDELPA).

SÃO PAULO (Estado). **Mapa de Caminhamento**: Cananéia. São Paulo, 1974b. 1 mapa. Escala 1:50.000. (Projeto SUDELPA).

SÃO PAULO (Estado). **Carta Topográfica**: Cananéia. São Paulo, 1989. 1 mapa. Escala 1:10.000.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Mapa geológico do litoral paulista**: Cananéia. São Paulo: DAEE/USP/FAPESP, 1978a. 1 mapa. Escala:1:100.000.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. **Mapa geológico do litoral paulista**: Iguape. São Paulo: DAEE/USP/FAPESP, 1978b. 1 mapa. Escala:1:100.000.

TRICART, J. **Principes et Méthodes de la Géomorphologie**. Paris: Masson et Cie, 1965. 496p.

TROPMAIR, H. **Sistemas, Geossistemas, Geossistemas Paulistas, Ecologia da Paisagem**. Rio Claro: [s.n], 2004. 130f.

Sobre as autoras:

¹Tissiana de Almeida de Souza - <http://lattes.cnpq.br/1861473433037699>
Geógrafa, Mestre em Geografia e Doutoranda em Geografia, Instituto de Geociências, UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas.
Contato: tissianasouza@ige.unicamp.br

²Cenira Maria Lupinacci da Cunha - <http://lattes.cnpq.br/2689821323942199>
Geógrafa, Mestre em Geografia, Doutora em Geociências e Meio Ambiente, Livre Docente em Geomorfologia. Docente do curso de graduação e pós-graduação em Geografia do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro, Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento, Laboratório de Geomorfologia.
Contato: cenira@rc.unesp.br