



INVESTIGAÇÃO DO USO DE ORTOFOTOCARTA DIGITAL NA CARTOGRAFIA GEOMORFOLÓGICA: EM BUSCA DE UMA MELHOR LEGIBILIDADE.

Debora Silva Queiroz - Graduanda em Geografia pela UNESP, campus de Rio Claro. Bolsista FAPESP. deborasilvaqueiroz@yahoo.com.br;

Cenira Maria Lupinacci da Cunha - Prof. Dra. do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento (DEPLAN) da UNESP, campus de Rio Claro. Email: cenira@rc.unesp.br.

RESUMO: A cartografia geomorfológica é um instrumento que possibilita um estudo aprofundado do relevo, podendo demonstrar a gênese e a evolução do modelado. Contudo, há uma série de questões que muitas vezes dificultam a leitura desse tipo de mapeamento. Assim, este artigo objetiva discutir as possibilidades de realização de mapeamentos geomorfológicos sobre ortofotocarta digital a fim de facilitar a leitura do produto cartográfico final. Para atingir tal objetivo, realizou-se o mapeamento de um setor do município de Mongaguá (SP), que se posiciona no litoral paulista e apresenta considerável complexidade geomorfológica o que dificulta a leitura de mapeamentos tradicionais. A partir de uma análise sistêmica do produto final, o qual foi realizado a partir das orientações técnicas de Argento (1995), foi possível constatar que a apresentação das simbologias sobrepostas a ortofotocarta digital mostra ao leitor as formas de relevo com maior detalhe e fatos que seriam narrados somente em notas explicativas podem ser mais facilmente visualizados.

PALAVRAS-CHAVES: Ortofotocarta digital, cartografia geomorfológica, simbologias, legibilidade, feições geomorfológicas.

ABSTRACT: The geomorphological mapping is a tool that allows a detailed study of the relief and can demonstrate the origin and evolution of modeling. However, there are several issues that often make difficult the reading of this kind of mapping. This paper aims to discuss the chances of executing geomorphological mappings about digital orthophoto map to make easier the reading of the final cartographic product. To get it, it was made a mapping of a sector of Mongaguá city that is located in Sao Paulo state coast and presents a considerable geomorphological complexity, which makes difficult the reading of traditional mappings. From a systemic analysis of the final product, which was based on technical orientations of



Argento (1995), it was possible to ascertain that the presentation of the symbologies superimposed on digital ortophoto map shows the relief forms in more details and facts that would be only related in explicative notes can be easily viewed.

KEYWORDS: Digital ortophoto map, geomorphological mapping, symbologies, legibility, geomorphological features.

1 INTRODUÇÃO

“As formas de relevo constituem o objeto de estudo da Geomorfologia.” (MARQUES, 1995, p. 23), assim como suas mudanças ao longo do tempo, incluindo a ação antrópica. O relevo das áreas litorâneas é caracterizado por uma dinâmica vinculada ao contato entre o continente e o oceano, possuindo grande fragilidade e vulnerabilidade devido aos processos naturais predominantes, caracterizando-se como uma área naturalmente instável. Tal instabilidade tende a aumentar devido ao crescente processo de urbanização que ocorre nos ambientes litorâneos.

Para proporcionar aos pesquisadores um estudo aprofundado dos modelados do relevo tem-se na cartografia geomorfológica uma ferramenta importante. A execução de um mapa que mostre o relevo torna-se um importante instrumento nas pesquisas geomorfológicas, pois segundo Ross (1991, p. 52), o mapa geomorfológico “... constitui a base da pesquisa e não a concretização gráfica de pesquisa já feita. Ele é ao mesmo tempo o instrumento que direciona a pesquisa e quando concluído deve representar uma síntese como produto dessa.” Este instrumento torna-se ainda mais significativo no estudo do relevo das áreas litorâneas, pois segundo Fairbridge (1968), permite a identificação de formas ativas e processos operantes no relevo, oferecendo também a possibilidade de avaliar as consequências da interferência antrópica nas formas do modelado. Portanto, o mapeamento geomorfológico conceitua-se como uma representação cartográfica cuja complexidade está intrinsecamente relacionada com as formas que serão mapeadas o que gera dificuldades na normatização dos procedimentos a serem utilizados.

Assim, a representação cartográfica do relevo possui algumas dificuldades, entre estas o fato de colocar em um plano de duas dimensões o modelo de uma forma de três dimensões. Procura-se contornar essa limitação com a utilização de símbolos e hachuras, considerando



que a escolha destes não é consensual entre os autores. Outra dificuldade encontrada é como conciliar a identificação, a classificação, a gênese e os processos dinâmicos morfogenéticos atuantes no modelado em um único mapa. A solução encontrada é a utilização de diferentes símbolos e cores, que também são selecionadas de forma variada na bibliografia existente.

Como o relevo apresenta uma variedade de tipos de formas e gênese, as quais são geradas por vários processos externos e internos que atuam ou já atuaram, diversos autores procuraram classificar o relevo. Mas segundo Ross (1991, p. 17)

“... interpretar o relevo não é simplesmente saber identificar padrões de formas ou tipos de vertentes e vales, não é simplesmente saber descrever o comportamento geométrico das formas, mas saber identificá-las e correlacioná-las com os processos atuais e pretéritos, responsáveis por tais modelados, e com isso estabelecer não só a gênese, mas também sua cronologia, ainda que relativa”.

Assim, o mapa geomorfológico deve indicar estes elementos levantados para uma maior compreensão do relevo. Isto explica as várias concepções diferentes sobre este tipo de mapeamento. Assim, Argento (1995, p. 366) afirma que “no contexto operacional, os mapeamentos geomorfológicos não seguem um padrão predefinido, tanto em nível de escalas adotadas, como quanto à adoção de bases taxonômicas a elas aferidas”.

A partir destas questões, esta pesquisa objetiva discutir as possibilidades de realização de mapeamentos geomorfológicos sobre ortofotocarta digital a fim de facilitar a leitura do produto cartográfico final.

Para a elaboração desse mapeamento, as autoras utilizaram uma ortofotocarta digital (correspondente à Folha Vila Atlântica: SG-23-V-A-III-2-NO-F) com escala 1:10.000 de um setor do município de Mongaguá, situado no litoral do estado de São Paulo e as simbologias propostas por Argento (1995). A execução deste mapeamento não será apresentada de forma tradicional, mas como uma representação cartográfica sobre a ortofotocarta digital com a sobreposição de símbolos e hachuras, que visam possibilitar uma interpretação melhor por leitores leigos das informações constantes na cartografia geomorfológica.

O setor do município de Mongaguá (Fig.1) foi escolhido para a execução da análise por ser uma área que está inserida em um ambiente potencialmente susceptível as alterações ambientais pelo fato de ser uma zona de inter-relação do oceano com o continente. Este ambiente é marcado por sedimentação recente (planície quaternária) e escarpas da Serra do



Mar provocando uma morfodinâmica vinculada à dinâmica litorânea. Por estar situado na Região Metropolitana da Baixada Santista sofre, também, com a crescente intervenção antrópica proveniente da urbanização (SATO, 2008).

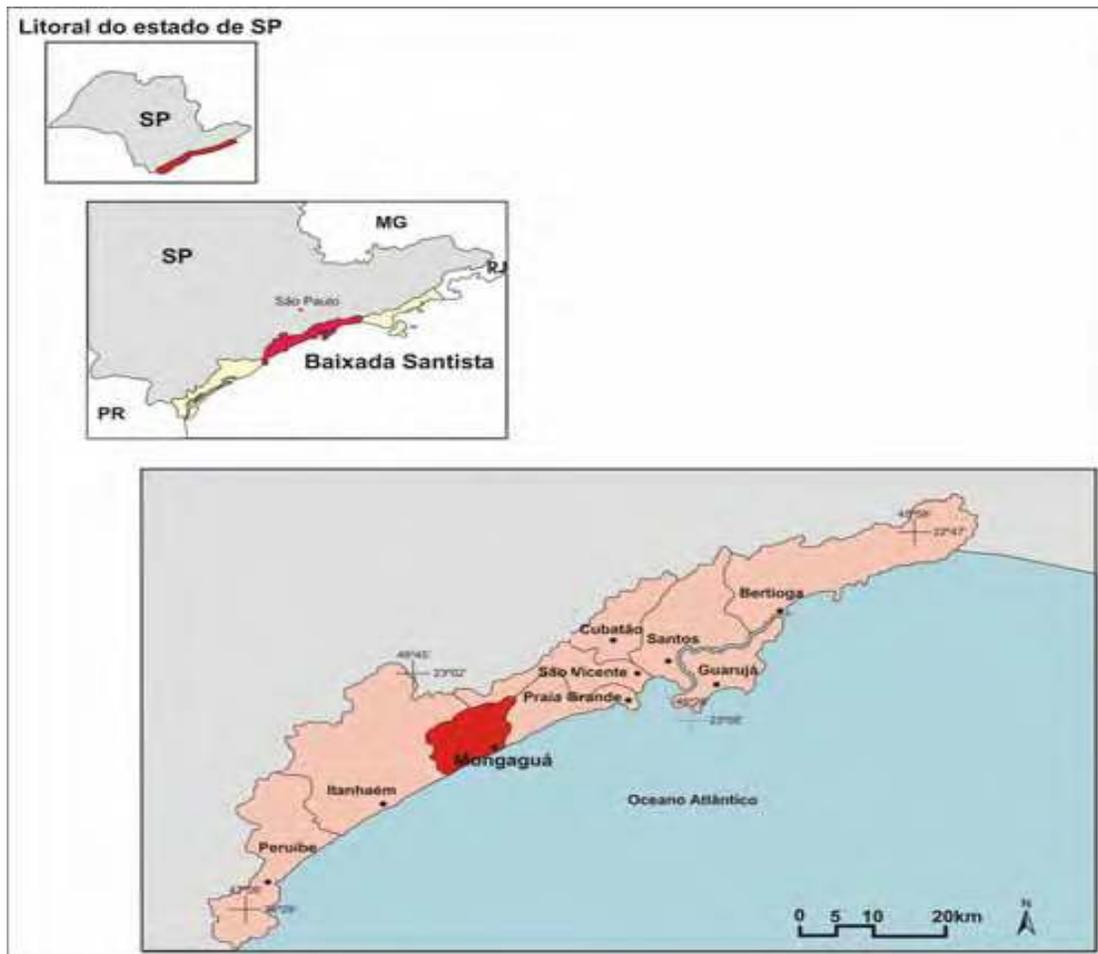


Fig. 1 - Localização do Município de Mongaguá.

Fonte: SATO, 2008.

A concepção teórica da carta geomorfológica elaborada - Para a execução do mapeamento do setor de Mongaguá, segundo a proposta de Argento (1995), tomou-se como base a ordenação dos fenômenos a serem mapeados: "... os agrupamentos constituídos de *tipos de modelados* permitem a identificação de *unidades geomorfológicas*, assim como os agrupamentos dessas unidades constituem as *regiões geomorfológicas*, e, dos agrupamentos das regiões geomorfológicas, surgem os grandes *domínios morfoestruturais*" (ARGENTO, 1995, p. 368). Esta ordenação dos fenômenos foi proposta por Nunes et al (1994), que conceitua



domínios morfoestruturais como sendo aspectos geomorfológicos de dimensão regional compostos por estruturas de formas variadas, que guardam relações causais entre si, considerando a estrutura geológica da área. As regiões geomorfológicas constituem-se em áreas relativamente homogêneas do ponto de vista climático e possuem uma dimensão regional. As unidades geomorfológicas são caracterizadas por formas de relevo oriundas de uma evolução comum. Já os tipos de modelados constituem-se em um conjunto de formas de relevo cuja origem é comum, seja por processos de aplainamento, acumulação, dissecação ou dissolução.

Após a ordenação do relevo, Argento (1995) orienta que se devem interpretar visualmente as feições geomorfológicas a partir de produtos de sensores remotos. Para auxiliar nessa etapa, usam-se mapas específicos de vegetação, pedologia, geológico e cartas topográficas. Essa interpretação irá variar de acordo com a escala adotada, o autor propõe mapeamentos em escalas macro, meso e micro e demonstra que quanto maior for o detalhe da escala utilizada, maior será o detalhamento; lembrando que as feições encontradas em uma escala micro também serão encontradas em uma escala macro, com a diferença que as feições estarão subdivididas em função do maior detalhamento.

Em relação às legendas, Argento (1995), não propõe novas simbologias, o autor afirma que estas não precisam ser seguidas com exatidão, pois não possuem padronização em diferentes níveis de escalas, portanto, recomenda que sejam utilizadas simbologias já propostas por outros autores. Em sua publicação, faz uso das legendas propostas no Projeto RADAMBRASIL (1982).

No mapeamento geomorfológico proposto por Argento (1995) a escala é o fator que irá orientar os níveis de detalhamento no mapeamento a ser realizado. Assim, para o autor as escalas estão ordenadas em três níveis: as macroescalas que podem atingir 1:100.000 e possibilitará um detalhamento no âmbito regional; as mesoescalas podendo ser 1:30.000 ou 1:50.000 que proporcionará um detalhamento na esfera municipal e as microescalas que são de 1:25.000 ou menores que oferecerá um nível de detalhamento maior para as especificidades locais. Ao trabalhar com macroescalas, será possível identificar os grandes domínios morfoestruturais e as regiões geomorfológicas. Enquanto que mapeamentos em mesoescalas irão proporcionar a identificação das unidades geomorfológicas; ao manusear



materiais com microescalas, os tipos de modelados são mais fáceis de serem identificados devido ao maior detalhamento que esta concede.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Método - A abordagem sistêmica é considerada com a abordagem mais adequada para a análise da morfografia costeira. Christofolletti (1971, p. 43) compreende que a Teoria Geral dos Sistemas é um “modelo análogo, utilizado amplamente na pesquisa científica, favorecendo a aplicabilidade de princípios e noções estabelecidos em determinado ramo científico aos demais”. Assim, esta Teoria é amplamente utilizada por pesquisadores que se dedicam às questões ambientais e o seu emprego é considerado como produtivo quando se refere aos resultados obtidos. Em relação à Geomorfologia, nota-se que é impossível entender o relevo sem considerar os fluxos de matéria e energia responsáveis pela modelagem. Assim, as formas de relevo são entendidas como o resultado da interação da estrutura geológica, do clima (atual e passado) e, recentemente, da ação antrópica, que interferem nas características pedológicas e da cobertura vegetal, sendo que a visão sistêmica permite estabelecer e verificar tais inter-relações bem como compreender os vínculos de dependência entre esses fatores. Portanto, o mapeamento geomorfológico pretende, através da identificação das formas de relevo, obter o entendimento dos processos, considerando que as formas de relevo são respostas de um determinado processo que pode estar vinculado até a ação antrópica.

2.2 A execução do mapeamento – Para a realização do mapeamento foi utilizado o programa CorelDRAW X3 e como base uma ortofotocarta digital do setor de Mongaguá com escala 1:10.000. O mapa geomorfológico foi gerado a partir de uma interpretação visual das formas do modelado. Assim, a primeira parte prática do mapeamento consistiu em delimitar preliminarmente as formas de relevo que indicam a presença do substrato cristalino e do substrato sedimentar. Esta parte refere-se ao primeiro nível de identificação, citado por Argento (1995), sendo essencial para o mapeamento, pois é a partir da separação destas feições que se identificam as dinâmicas responsáveis pela elaboração dos diferentes modelados.

Após a delimitação, parte-se para a identificação das formas que estão inseridas em cada substrato. Na área cristalina encontra-se um esporão rochoso, que é uma continuidade da Serra do Mar, e possibilita o reconhecimento e a delimitação da linha de cumeada. O cenário em



questão apresenta forte intervenção antrópica que pode ser constatada pela atividade mineradora que executa a exploração de granito.

Posteriormente, no nível sedimentar, identificou-se primeiramente uma área de colúvio composto por sedimentos provenientes do setor cristalino e que apresenta uma altimetria mais elevada em relação às outras áreas sedimentares; a delimitação dos limites do colúvio é impreciso mesmo com uma imagem de maior detalhamento. Após a demarcação do colúvio, identificaram-se os diferentes níveis de acumulação de sedimentos provenientes da ação marinha atual e passada. Nas áreas próximas a linha de costa atual, foram delimitados os setores de acumulação marinha (Am) caracterizados pela sedimentação atual. Nos setores interiores, mais elevados, delimitaram-se as áreas de terraço marinho (Atm I e Atm II), distribuídas em dois níveis altimétricos diferenciados que indicam as diversas fases transgressivas do oceano. Ainda, foi demarcada a linha de costa, identificando-se dois limites referentes à maré baixa e maré alta.

No mapeamento geomorfológico a dinâmica do modelado fluvial possui grande importância. Como a escala da imagem utilizada como base apresenta um detalhamento maior, foi possível que, após a identificação da drenagem principal, se delimitasse o terraço fluvial e a planície fluvial. Inserido no terraço fluvial identificaram-se os meandros abandonados e um lago de meandro. Ainda, no setor urbano, foram identificadas drenagens que atualmente encontram-se canalizadas. A identificação destas foi realizada a partir de sua foz, nitidamente expressa no setor de planície marinha.

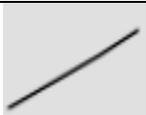
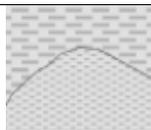
A proposta de Argento (1995) não apresenta simbologias, pois o autor aconselha que cada pesquisador utilize simbologias empregadas em manuais de mapeamento ou mapas já confeccionados. Assim, os símbolos empregados na carta geomorfológica são oriundos do Projeto RADAMBRASIL e do mapeamento realizado por Souza (2008). Alguns símbolos foram modificados para adaptar-se à escala de maior detalhamento. A seguir (Tab. 1) as simbologias empregadas e os símbolos sobre a ortofotocarta digital.



Tab. 1 – Simbologias.

Simbologia	Tipos de Modelados	Simbologia	Feição Geomorfológica
	Cristalino		Linha de Cumeada
	Colúvio		Meandro Abandonado
	Terraço Marinho – Primeiro nível (Atm I)		Canal Fluvial
	Terraço Marinho – Segundo nível (Atm II)		Drenagem Urbana
	Planície Marinha		Lago de Meandro



			
 	Terraço Fluvial	 	Vale com Fundo Plano
 	Planície Fluvial	 	Linha de Costa
 	Limite de Modelado	 	Mineração

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na proposta de Argento (1995), foi elaborado um mapeamento geomorfológico de setores do município de Mongaguá, sendo que este mapeamento não é apresentado de forma tradicional, mas como uma representação gráfica em que as simbologias estão sobrepostas em uma ortofotocarta digital. Para facilitar a análise deste documento são apresentados fragmentos do mapeamento executado sobre a ortofotocarta digital (Fig. 2 e 4) e os mesmos fragmentos sem a ortofotocarta digital (Fig. 3 e 5). Esta forma de mapeamento busca proporcionar uma maior legibilidade das feições geomorfológicas para leitores não especialistas das informações típicas de cartas geomorfológicas.

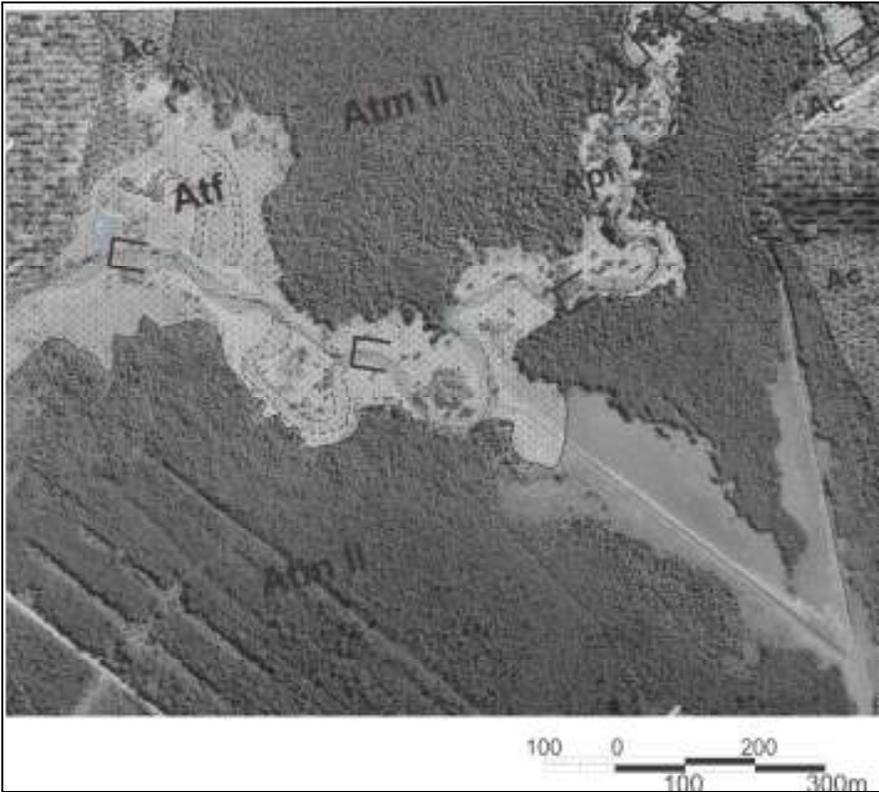


Fig. 2 – Fragmento do mapeamento geomorfológico de Mongaguá sobre a ortofotocarta digital.

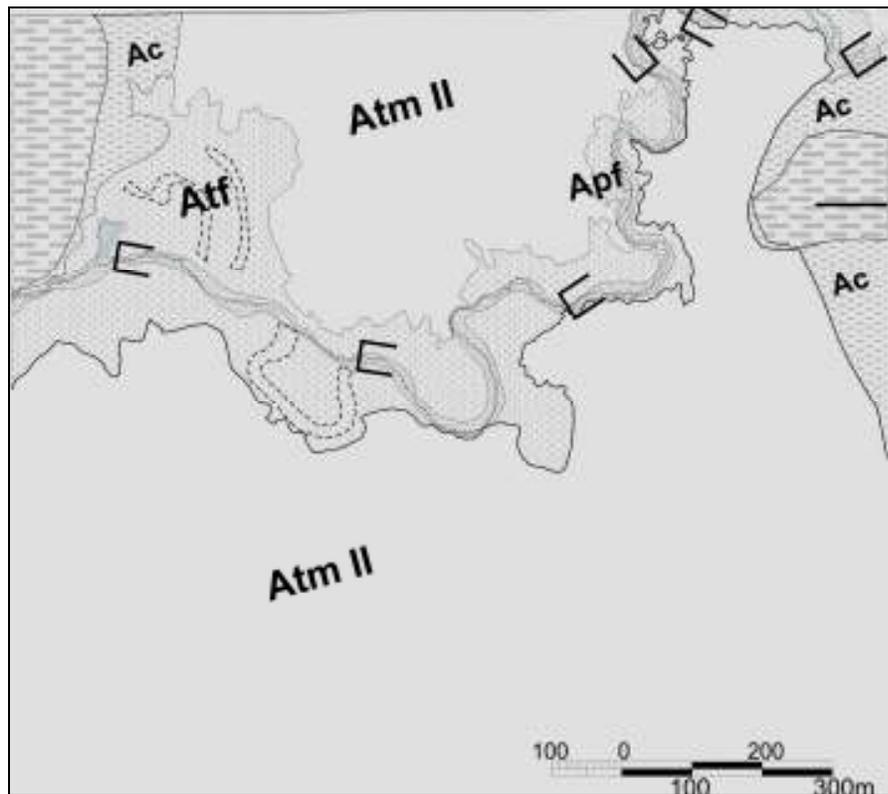


Fig. 3 – Fragmento do mapeamento geomorfológico de Mongaguá sem a ortofotocarta digital.



Fig. 4 – Fragmento do mapeamento geomorfológico de Mongaguá sobre a ortofotocarta digital.

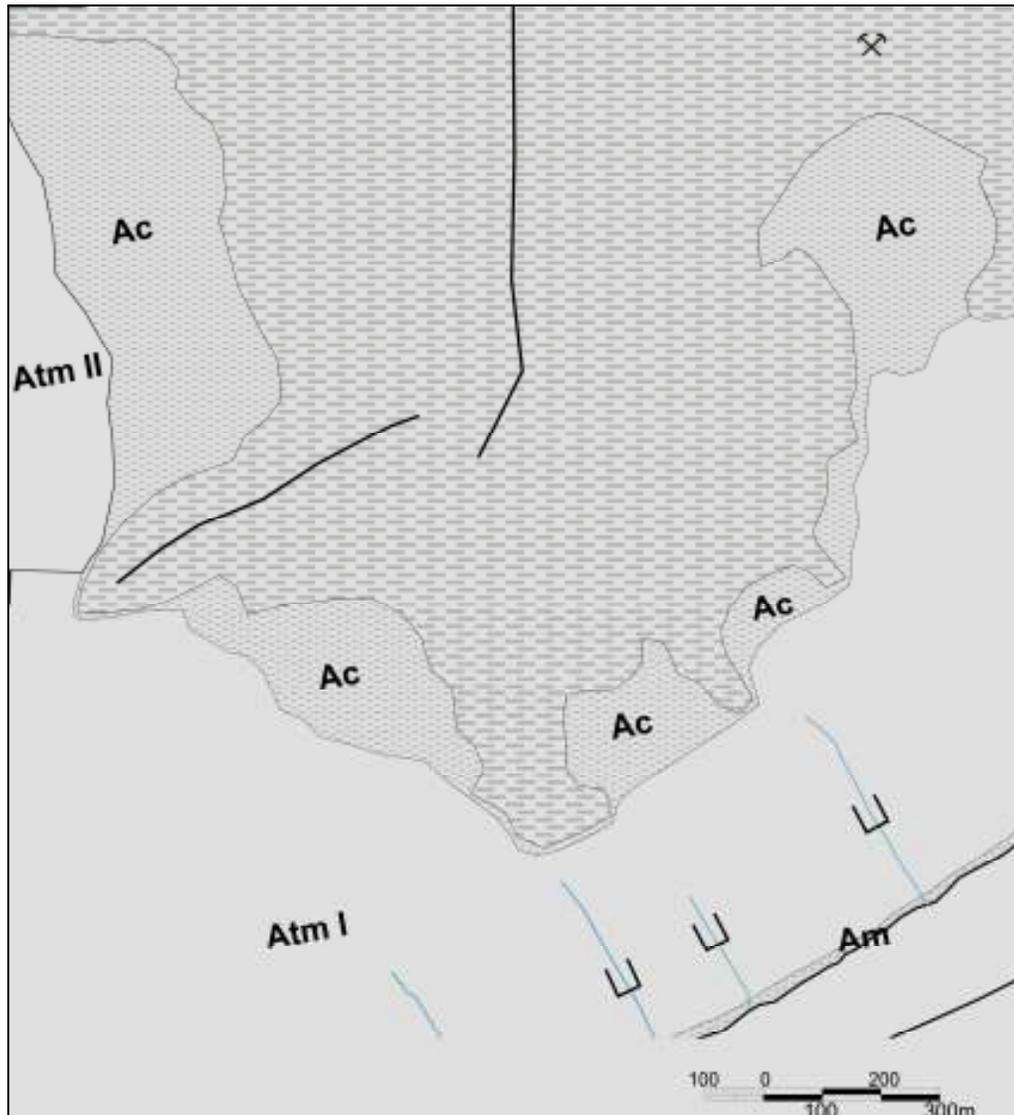


Fig. 5 – Fragmento do mapeamento geomorfológico de Mongaguá sem a ortofotocarta digital.

Na proposta de Argento (1995) é sugerido um mapeamento para macroescala, mesoescala e microescala. A escala adotada nessa pesquisa enquadra-se na concepção de microescala, sendo necessário portanto, avaliar quais simbologias seriam mais adequadas diante da dimensão areal das feições geomorfológicas identificadas. Assim as simbologias utilizadas foram confeccionadas a partir das propostas do Projeto RADAMBRASIL (1982) e da proposta de Souza (2008) cujos mapeamentos são em macroescala. Em função disso, os



símbolos e hachuras sofreram mudanças para que melhor representassem as formas do modelado em uma microescala.

Ao comparar a representação gráfica do modelado sobre a ortofotocarta digital com a representação gráfica sem a ortofotocarta digital (Fig. 3) verificam-se as vantagens que a primeira opção de mapeamento pode trazer. Dentre as vantagens nota-se que a identificação do terraço marinho (Atm I) é melhor, pois se podem identificar a vegetação arbórea que se desenvolveu sobre os sedimentos provenientes da oscilação do nível do oceano e pode-se avaliar também as condições de avanço da urbanização sobre tais terrenos.

Na dinâmica fluvial em mapeamentos de macroescala não é possível separar a planície fluvial (Atf) do terraço fluvial (Apt), mas nesse mapeamento em microescala foi possível separá-los e com a ortofotocarta digital esta separação é mais nítida visualmente devido a falta de vegetação e pela tonalidade dos sedimentos. A falta de vegetação ocorre por ser uma área em que os sedimentos ainda não estão consolidados e a diferenciação da tonalidade dos sedimentos verifica-se em função da variação da umidade na planície fluvial proveniente das épocas de cheia em que essa fica alagada. Ligado à dinâmica fluvial, ainda identificam-se os lagos de meandros e os meandros abandonados que são indicativos da intensa dinâmica do sistema hidrográfico da área.

Outra vantagem de utilizar a ortofotocarta digital no mapeamento geomorfológico é a visualização da diferença altimétrica que ocorre do substrato cristalino para o colúvio até o terraço marinho. Mesmo que a delimitação do colúvio não seja precisa, nota-se que há uma área de declive entre o cristalino e o terraço marinho. A ortofotocarta digital ainda proporciona a visualização dos diversos terraços artificiais gerados pela exploração de granito que ocorre na Fig. 4, fato que não ocorre na Fig. 5, pois não tem a ortofotocarta digital sob as simbologias. Ainda na Fig. 4, no que se refere à drenagem urbana, a identificação é facilitada, pois como a imagem possui um maior detalhamento das feições, mostra a malha urbana e os canais por onde escoar a drenagem pela planície marinha. Em alguns pontos dessa ortofotocarta digital é possível ainda identificar a erosão da linha de praia provocada por tais drenagens.



4 CONCLUSÕES

A utilização de ortofotocarta digital no mapeamento geomorfológico possibilitou as seguintes conclusões:

1. O uso desse tipo de imagem proporciona um maior entendimento e maior legibilidade das formas do modelado. Essa maior legibilidade ocorre devido sobreposição das simbologias sobre a ortofotocarta digital que permite mostrar ao leitor as formas de relevo com maior detalhe. Assim, alguns fatos que normalmente seriam somente narrados na nota explicativa, como a ocorrência de expansão urbana sobre os terraços e considerações de seu impacto, ou sobre a deformação topográfica realizada pela exploração do granito, são possíveis de serem claramente demonstradas com o uso da ortofotocarta digital.

2. A ausência de estereoscopia desse tipo de documento é fator limitante. Assim, Sato (2008) ao mapear a mesma região com fotografias aéreas identificou vestígios de dunas os quais não foram passíveis de serem visualizados nesta imagem.

3. Para subsidiar os processos de planejamento, os quais normalmente envolvem diversos profissionais, o tipo de mapeamento aqui discutido pode ser útil ao permitir uma associação mais direta entre simbologias e modelados geomorfológicos.

5 AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio financeiro. Processo n.: 2009/16903-4.

6 REFERÊNCIAS

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.) **Geomorfologia**: Uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. A Teoria dos Sistemas. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 1, n. 2, p. 43-60. 1971.

FAIRBRIDGE, R. W. (ed.) **The encyclopedia of geomorphology**. New York: Reinhold Book Corporation, 1968.



- MARQUES, J. S. Ciência Geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (org.) **Geomorfologia: Uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.
- NUNES, B. de A., et. al. **Manual técnico de geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. (Manuais Técnicos em Geociências).
- RADAMBRASIL – Relatório Técnico – Sudeste – Projeto RADAMBRASIL Divisão de Geomorfologia, 356p, 1982.
- ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1991.
- SATO, S. E. **Zoneamento Geoambiental do Município de Mongaguá – Baixada Santista (SP)**. Rio Claro, 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNESP, Rio Claro, 2008.
- SOUZA, T. A. de. **Uma contribuição ao conhecimento geomorfológico do litoral paulista**. TCC. UNESP, IGCE, 2008.