

## ALTERAÇÕES NA MORFODINÂMICA DECORRENTES DA ATUAÇÃO ANTRÓPICA – UMA ANÁLISE DO SETOR NOROESTE DE ITANHAÉM/SP

Ana Cecília Pereira Machado  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
ceciliana20@hotmail.com

Cenira Maria Lupinacci da Cunha  
Universidade Estadual Paulista - UNESP  
cenira@rc.unesp.br

Simone Emiko Sato  
Universidade Estadual Paulista – UNESP  
simone\_emiko@yahoo.com.br

### EIXO TEMÁTICO: GEOMORFOLOGIA E COTIDIANO

#### RESUMO

A dinâmica ambiental da bacia hidrográfica do rio Itanhaém ainda é pouco conhecida, demandando pesquisas científicas. Compreende-se que a cartografia geomorfológica é um instrumento capaz de identificar setores que impõem limites ao uso antrópico e é, portanto, um instrumento importante para a gestão ambiental. Assim, o objetivo deste artigo é discutir as alterações na morfodinâmica decorrentes da atuação antrópica, intermediado pela cartografia geomorfológica do setor noroeste da alta bacia do rio Itanhaém. Elaborou-se a carta geomorfológica seguindo os pressupostos de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975). Seguindo as orientações da Teoria Geral dos Sistemas, observaram-se as formas naturais do relevo (formas de vertentes, dos cursos fluviais, etc), morfografias que inferem fragilidades (rupturas topográficas, vertentes côncavas) e alterações antrópicas (cortes associados a estradas e mineração) cuja influência na morfodinâmica é evidenciada pelas diversas feições erosivas espacializadas (sulcos e voçorocas) bem como as cicatrizes de escorregamento.

#### PALAVRAS-CHAVE

Geomorfologia, Cartografia Geomorfológica, Itanhaém, Erosão.

#### ABSTRACT

The environmental dynamics of the Itanhaém river basin is little known, demanding scientific research. It's understood that the geomorphological mapping is an instrument capable of identifying sectors that impose limits on the antropic use and is, therefore, an important instrument for the environmental management. Thus, the objective of this article is to discuss the changes in morphodynamics arising to anthropogenic activities, intermediated by geomorphological mapping of the northwestern sector of the upper Itanhaém river basin. The geomorphological map was prepared according with assumptions of Tricart (1965) and Verstappen and Zuidam (1975). Following the guidelines of General Systems Theory, was observed the natural forms of relief (slope's forms, fluvial courses, etc), morphographies that infer fragilities (topographic breaks, concaves slopes) and anthropogenic changes (cuts associated with roads and mining), whose influence on the morphodynamics is evidenced by several spatialized erosional features (ridges and gullies) as well the slip scars.

#### KEY-WORDS

Geomorphology, Geomorphological Cartography, Itanhaém, Erosion.

## INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Itanhaém é uma das maiores bacias do Estado de São Paulo. Porém, sua dinâmica ambiental ainda é cientificamente pouco conhecida. Por ocupar três compartimentos do relevo (Planalto Atlântico, Serra do Mar e Planície Costeira), agrega uma complexidade que demanda pesquisas.

Neste contexto, a cartografia geomorfológica tem muito a contribuir, visto que este documento possibilita a identificação de setores que impõem restrições ao uso antrópico. Compreende-se que através da morfografia pode-se inferir a morfodinâmica bem como a morfogênese (tanto natural quanto induzida pela ação antrópica). Apesar da complexidade deste documento em virtude da quantidade de informações contidas (dados morfométricos, morfográficos, morfogenéticos e cronológicos), considera-se que esse é essencial para a compreensão do sistema relevo.

Assim, conforme Ross (1998) e Argento (1995), a aplicabilidade do mapeamento geomorfológico volta-se para o Planejamento (ambiental ou regional), Planos Diretores Municipais, bem como aos estudos de impactos ambientais (EIA) e relatórios de impactos ambientais (RIMA). Considera-se um documento imprescindível aos órgãos gestores nas ações de planejamento de uso da terra, com objetivo de minimizar as alterações ambientais.

Desta forma, este artigo tem o objetivo de discutir as alterações na morfodinâmica decorrentes da ação antrópica no cenário de 1962 do setor noroeste (Figura 1) da alta bacia do rio Itanhaém, localizada no município homônimo, entre as coordenadas 23°56'31'' e 24°03'30''S e 46°46'42'' e 46°52'31''W.

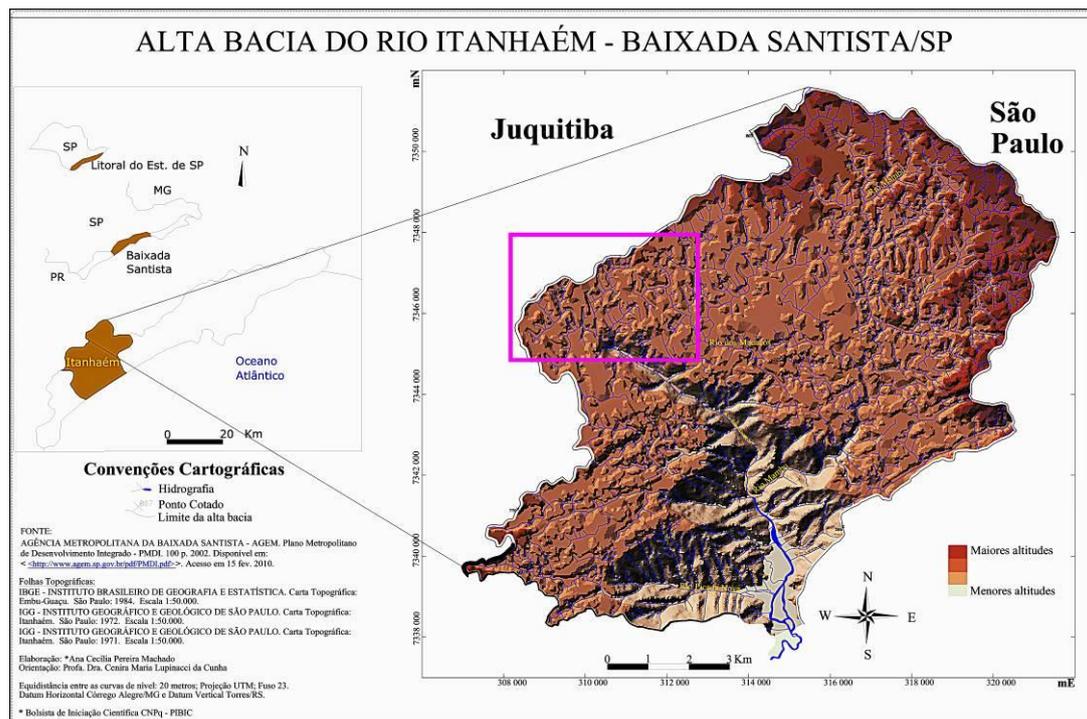


Figura 1: Localização da área de estudo – em destaque no quadrante rosa. Elaboração e orgs: a autora.

O município de Itanhaém localiza-se no litoral paulista. Trata-se de um ambiente que perpassa por processos de origens naturais, frutos da interação entre mar e continente em virtude da sua condição geográfica, dada sua latitude e longitude, bem como as bruscas altitudes das escarpas da Serra do Mar, cuja orografia, conforme Monteiro (1973), cria condições favoráveis à alta pluviosidade. Arelado a este fator, tem-se as atuações de origem antrópica, alterando ambientes únicos, caracterizados pela sensibilidade ambiental. Conforme Drew (1994, p. 129), “por vezes certas áreas são particularmente instáveis e propensas a sérias mudanças”.

O setor noroeste da alta bacia do rio Itanhaém caracteriza-se pelo compartimento geomorfológico denominado Planalto Atlântico. Sabe-se que este compartimento apresenta peculiaridades estruturais e morfológicas, fato que contribui para sua divisão em sub-zonas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, 1981). Assim, o Planalto da área de estudo insere-se na sub-zona Morraria do Embu. Nesta, conforme o IPT (1981, p. 30) “o relevo aumenta progressivamente sua altitude a partir das escarpas da Serra do Mar, e a área ocupada pelas suas unidades morfológicas torna-se maior, ou seja, os morrotes e colinas tornam-se mais extensos e dão lugar a morros”.

É comum a presença de morrotes baixos nas porções próximas a Serra do Mar, os quais evoluem gradualmente para morrotes alongados paralelos e a seguir morros paralelos. Assim, conforme o IPT (1981, p. 30) “pode-se apontar uma correlação entre o relevo tipo morros paralelos e um maior entalhamento da drenagem, realçando as direções estruturais, em locais onde a monotonia litológica está presente”. São ambientes caracterizados por planaltos dissecados.

Historicamente, nas décadas de 1940 e 1950, as atuações antrópicas estão vinculadas principalmente à atividade carvoeira (GARCIA, PIRANI, 2005). Neste período, apesar da

proximidade geográfica entre o Planalto e a Planície Costeira, o difícil acesso propiciado pelas escarpas da Serra do Mar contribuiu para o uso antrópico pouco significativo, muito mais vinculado a Juquitiba, em decorrência da topografia, do que à área urbana de Itanhaém, localizada na Planície.

A partir da década de 50, o Governo do Estado de São Paulo criou reservas estaduais sobre as terras devolutas inseridas na região. Em 1960, sob o Decreto n. 36.544 de 04 de Maio, foi oficialmente estabelecida a Reserva Florestal do Curucutu, com 12.360 ha, com mais 13.049 ha de terras adicionais estabelecidos pelo Decreto n. 10.251 de 30 de Agosto de 1977 (totalizando uma área de 25.409 ha), que regulamentou o Parque Estadual da Serra do Mar – PESM, posteriormente alterado pelo Decreto Estadual n. 13.313 de 6 de Março de 1979 e n. 19.448 de 18 de Julho de 1989 para mais acréscimo (NOGUEIRA, 2001, p 89; SÃO PAULO, 2006). Para fins de manejo, o PESM é dividido em núcleos. O setor noroeste da alta bacia do rio Itanhaém integra o núcleo Curucutu.

Este contexto histórico remete a necessidade da presente pesquisa, haja vista tratar-se atualmente de área de conservação ambiental. Em função do mapeamento geomorfológico ter sido realizado utilizando materiais aerofotogramétricos do cenário de 1962, ou seja, antes mesmo do Código Florestal (1965), este reflete algumas respostas do meio frente ao uso antrópico em períodos anteriores à criação do Parque. Desta forma, vem contribuir para pesquisas futuras, seja no âmbito do monitoramento da área em questão e, até mesmo, no que se refere às futuras comparações com cenários mais atuais.

## **OBJETIVO**

Este artigo tem o objetivo de discutir as alterações na morfodinâmica decorrentes da atuação antrópica no cenário de 1962 do setor noroeste da alta bacia do rio Itanhaém. Assim, pretende-se demonstrar a importância da cartografia geomorfológica enquanto instrumento de análise ambiental e, concomitantemente, avaliar a importância da conservação da área estudada.

## **MÉTODO E TÉCNICAS**

A presente pesquisa é regida pela Teoria Geral dos Sistemas. Assim, conforme Christofolletti (1979) considera-se que os sistemas constituem-se de elementos que possuam determinados atributos e se interrelacionam pela entrada e saída de matéria (material que será mobilizado) e energia (força inicial que leva ao funcionamento do sistema).

Os sistemas podem ser classificados de acordo com vários critérios. Nesta pesquisa optou-se pela utilização da concepção de sistemas controlados. Esses, conforme Christofolletti (1979) são caracterizados pela ação humana associada aos sistemas de processos-respostas, ou seja, são formados pela combinação de sistemas morfológicos e sistemas em sequência, associados à ação antrópica.

Observa-se que este método de análise atende às proposições da presente pesquisa dado seu caráter geomorfológico por buscar identificar as relações entre os processos atuantes e as formas do relevo que destes resultam. Além disso, considera o homem como um agente que interage com o sistema – um agente modificador. Assim, compreende-se que qualquer alteração na forma do relevo causa uma alteração na morfodinâmica.

No que se refere às técnicas, a elaboração da carta geomorfológica orientou-se pelos pressupostos de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975), adotando as adaptações necessárias para a representação do relevo da área de estudo. Conforme Cunha (2001), a proposta destes autores adota a fotointerpretação como principal fonte de coleta de dados. Assim, as formas são registradas pelas simbologias e os processos pelo agrupamento destes, que indicam os agentes modeladores.

Compreende-se que através da visão estereoscópica, propiciada pela disposição de pares de fotografias aéreas com o auxílio do estereoscópio, pode-se observar o relevo em três dimensões. Desta maneira, muitas características da área de estudo podem ser identificadas de acordo com a escala de trabalho utilizada. Nesta pesquisa foram utilizadas fotografias aéreas na escala 1:25.000. Nesta escala é possível observar as formas de vertentes, formas de fundos de vales, tipos de interflúvios, formas localizadas denudacionais (colos topográficos, rupturas topográficas, sulcos, ravinas, voçorocas, cicatrizes de escorregamentos), formas referentes à atuação antrópica (mineração, estradas, etc), dentre outras, satisfazendo as necessidades da presente pesquisa.

Desta forma, foi realizada primeiramente a fotointerpretação dos pares estereoscópios, demarcando a morfografia em overlays de papel poliéster. A carta geomorfológica foi elaborada na escala 1:50.000. Assim, os dados coletados durante a fotointerpretação foram posteriormente escaneados para a pasta da base topográfica e convertidos para a escala 1:50.000, por intermédio do georreferenciamento das fotografias aéreas nesta base.

As cartas geomorfológicas na escala de 1:50.000 pertencem ao que Tricart (1965) concebe como cartas de detalhe, integrando o que o autor denomina de “quinta ordem de grandeza”, representando a relação entre a litologia e a erosão diferencial. Nesta, observa-se a relação entre a morfoestrutura e os agentes externos que originaram as morfoesculturas do relevo.

Após a avaliação das características da área de estudo, através da observação dos pares estereoscópios, utilizando como base as obras de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975), foram selecionadas as simbologias (Figura 2) utilizadas no mapeamento geomorfológico.

<b>LEGENDA</b>	
<p><b>I. Litologia e Cronologia</b>   Cristalino - Pré-Cambriano</p> <p><b>II. Dados Estruturais</b>   Principais Prováveis Falhas</p> <p><b>III. Formas de Vertentes e Interflúvios</b></p> <p>3.1. Linha de Cumeada   Aguda   Arredondada</p> <p>3.2. Formas de Vertentes   Retilínea   Convexa   Côncava</p> <p>3.3. Feições Topográficas e Morfométricas   Caimento topográfico   Curvas de nível   Ponto Cotado</p> <p>3.4. Feições Localizadas - Degradacionais   Colo topográfico   Sulco erosivo   Voçoroca   Cicatriz de Escorregamento</p>	<p><b>IV. Ação das Águas Correntes</b></p> <p>4.1. Dados Hidrográficos   Ruptura topográfica em leito fluvial</p> <p>4.2. Modelado de Entalhe   Formas de vale em V   Formas de vale com fundo plano   Ruptura topográfica abrupta   Ruptura topográfica suave</p> <p><b>V. Modelado Antrópico</b>   Mineração   Estrada com corte na vertente</p> <p><b>VI. Convenções Cartográficas</b>   Hidrografia   Limite da alta bacia do rio Itanhaém</p>

Figura 2 – Simbologias utilizadas na carta geomorfologia. Fonte: Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975).

Cabe ainda destacar que, devido aos objetivos da pesquisa, foram priorizadas no mapeamento as feições erosivas (sulcos erosivos, ravinhas, voçorocas e cicatrizes de escorregamentos) e/ou as feições que indiquem alterações no equilíbrio geomorfológico, como rupturas topográficas, cortes ou aterros em estradas, áreas de extração de minério, etc.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A carta geomorfológica do setor noroeste da alta bacia do rio Itanhaém (Figura 3) do cenário de 1962, revela um relevo complexo, fortemente influenciado pela ação tectônica. Observa-se uma densa rede hidrográfica encaixada nas falhas do setor cristalino, cuja litologia é datada do Pré-cambriano, e, portanto, perpassou por reativações tectônicas ao longo do tempo geológico.

No que se refere às formas dos cumes, notou-se que as linhas de cumeada tendem a apresentar-se com formas agudas, tanto nas escarpas da Serra do Mar quanto no Planalto Atlântico. Os topos agudos inferem setores onde a ação gravitacional pode intensificar a remobilização de sedimentos vinculados à ação das águas sobre a estrutura.

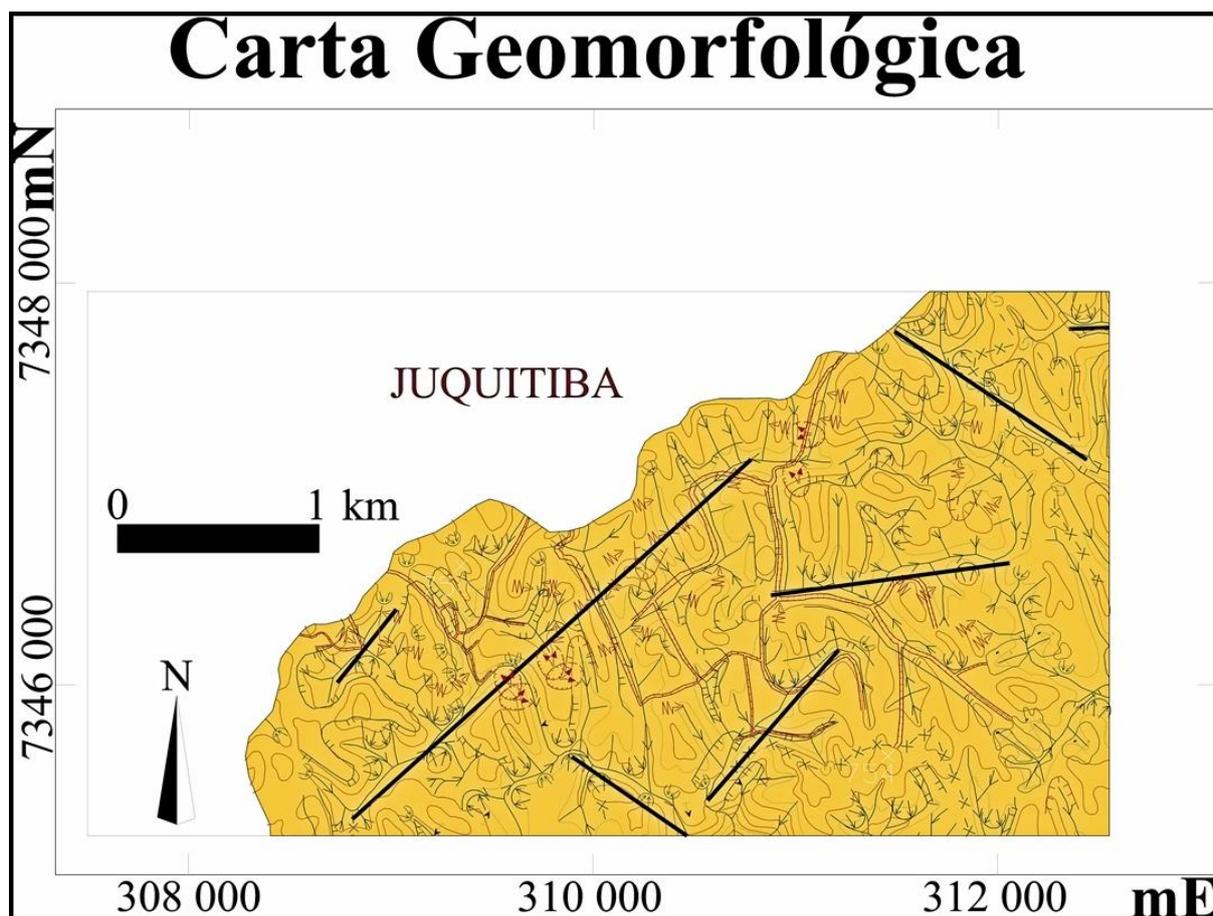


Figura 3 – Detalhe da carta geomorfológica. A legenda pode ser observada na figura 2. Elaboração: a autora.

As rupturas topográficas impõem uma nova dinâmica à vertente frente aos processos morfogenéticos. Setores que apresentam topografias mais suavizadas, por exemplo, atribuem menor energia à ação das águas correntes, bem como à ação gravitacional. Em contrapartida, setores que apresentam uma topografia com alta declividade atribuem maior energia à ação escultural do relevo, ampliando a potência deste.

No que se refere às formas de vertentes, foram identificadas vertentes convexas, dispersoras de águas, vertentes côncavas, nas quais se concentram as águas decorrentes da ação pluvial e vertentes retilíneas. Esta última, comum nas escarpas da Serra do Mar, foi identificada também no setor sudoeste da alta bacia do rio Itanhaém (Figura 4).

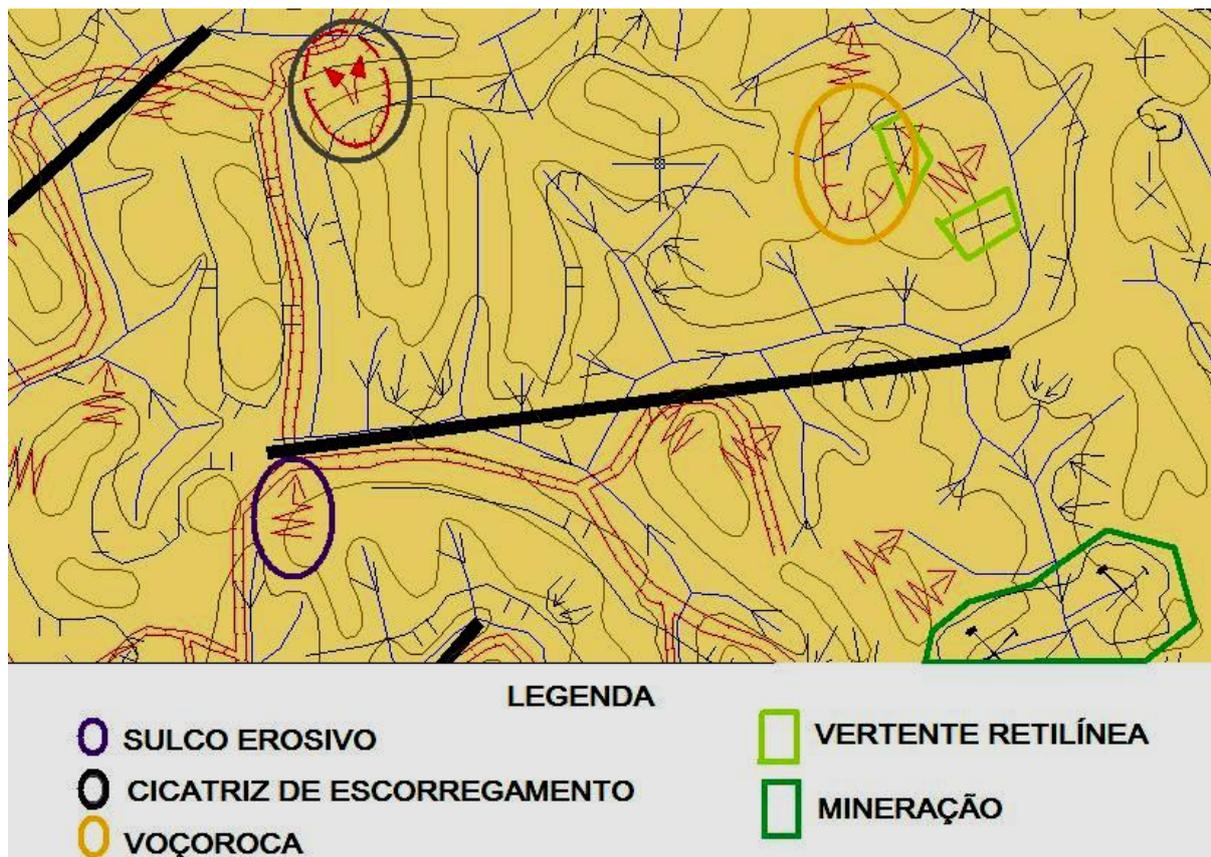


Figura 4 – Trecho da carta geomorfológica. A legenda referente à morfografia encontra-se na figura 2.

Elaboração: a autora.

O cenário de 1962 já se caracterizava pela forte intervenção antrópica. Observa-se a existência de estradas de terra - vinculadas à mineração - muito próximas aos cursos fluviais, num período de tempo em que ainda não havia um amparo da legislação brasileira sobre os cursos d'água ou, mesmo, sobre o meio ambiente.

No que se refere às formas degradacionais localizadas, notou-se a ocorrência de processos erosivos lineares acelerados, expressados nas formas de diversos sulcos erosivos e voçorocas. Tais formas ocorrem de maneira linear, a partir da ação das águas correntes. Contatou-se, também, cicatrizes de escorregamentos cuja ocorrência se dá sob a influência dos processos gravitacionais, associados ou não a ação das águas.

Compreende-se que tanto a dinamização dos processos erosivos lineares acelerados quanto dos movimentos de massa, foi potencializada pela ação antrópica, por intermédio da construção de estradas de terra localizadas próximos às redes hidrográficas que, por sua vez, estão associadas às áreas de mineração. Essas estradas, instaladas nos sopés das vertentes no setor Norte e Noroeste da alta bacia, desestabilizam os processos naturais, modificando a dinâmica das águas, acelerando os processos morfogenéticos.

Assim, por ter mais material para transportar, à dinâmica fluvial impõe-se um novo ritmo, o qual influencia toda a alta bacia, acelerando processos de erosão regressiva, gerando as pequenas voçorocas localizadas nas cabeceiras dos canais de primeira ordem.

Além disso, a dinâmica fluvial impõe um novo ritmo à dinâmica das vertentes que, vinculado à construção das estradas, alteram o escoamento superficial em determinados setores, fato evidenciado pelas feições de sulcos erosivos e voçorocas. Tais modificações na dinâmica das vertentes também desencadeiam processos de ação gravitacional associados ou não a ação das águas como, por exemplo, os movimentos de massa – causando a degradação de grande área.

Deve-se considerar, ainda, a alta pluviosidade da área que, associada a densa rede hidrográfica e ao embasamento rochoso onde os canais estão encaixados nas falhas, conferem alto potencial morfogenético a partir da ação das águas na alta bacia do rio Itanhaém.

Neste contexto, considera-se que as atuações antrópicas alteraram a morfodinâmica desta área, ou seja, os processos de escoamento superficial destas vertentes foram amplamente modificados, acelerando processos naturais, resultando nas formas identificadas como cicatrizes de escorregamentos, diversos sulcos erosivos e voçorocas de cabeceira.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espacialização das formas do relevo naturais (formas de vertentes, dos cursos fluviais, rupturas topográficas, colos topográficos, etc) e alteradas (cortes associados a estradas e cavas de mineração), permitiu evidenciar as modificações na morfodinâmica causados pelo uso antrópico, assim como observar morfografias que inferem fragilidades tais como as rupturas topográficas nas vertentes, nos cursos fluviais, os colos topográficos e as vertentes côncavas.

Considera-se que através da modificação da forma do relevo pelo homem, houve a alteração de processos oriundos da ação das águas correntes: as formas de sulcos erosivos, ravinas e voçorocas permitem inferir um escoamento superficial concentrado pela ação antrópica direta (construção das estradas) ou indireta (processos de erosão regressiva gerando voçorocas de cabeceira). Cabe ressaltar ainda que muitas cicatrizes de escorregamentos apresentam-se próximas as estradas, o que pode significar que o potencial gravitacional foi alterado pela atuação antrópica, impondo mudanças na dinâmica destas vertentes.

Como a área de estudo atualmente abrange parte do Parque Estadual da Serra do Mar (Núcleo Curucutu); de área tombada pela Condephaat e de APP (Área de Preservação Permanente), considera-se que a presente pesquisa pode vir a contribuir para o planejamento ambiental por apresentar a morfodinâmica da área diante das modificações impulsionadas pela atuação antrópica (construção de estradas, mineração) num período em que este setor encontrava-se desprovido da proteção pelas leis ambientais (cenário de 1962).

De maneira geral, considera-se importante para pesquisas futuras ou em nível de planejamento, comparar este cenário com cartas geomorfológicas de cenários mais atuais. A atuação humana, que ocorre no período de tempo histórico, cria novas formas ao relevo, dinamizando a morfodinâmica natural. Portanto, considera-se que o mapeamento geomorfológico contribui para que sejam detectados setores suscetíveis ou mesmo que estão sofrendo impactos oriundos de tal atuação. Assim, uma análise comparativa com cenários mais recentes permite detectar problemas, avaliá-los, além de contribuir para o monitoramento da área.

## REFERÊNCIAS

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Orgs: CUNHA, S. B. E GUERRA, A. J. T. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 365-390.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, Edusp, 1979.

CUNHA, C. M. L. da. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2001.

DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994.

GARCIA, R. J.F.; PIRANI, J. R. Análise sobre a interferência antrópica na origem dos campos do Núcleo Curucutu, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo. **Revista Paisagem Ambiente: Ensaios**. São Paulo, n. 20, p. 131-151. 2005.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DE SÃO PAULO – IGG. FOLHAS TOPOGRÁFICAS: **ITANHAÉM**. Folha SG-23-V-A-III-1. São Paulo, 1970, Escala 1:50.000.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E GEOLÓGICO DE SÃO PAULO – IGG. FOLHAS TOPOGRÁFICAS: **ITANHAÉM**. Folha SG-23-V-A-III-3. São Paulo, 1970, Escala 1:50.000.

INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT) **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Vol. 1. São Paulo: IPT, 1981, 94 p.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de mapas**. São Paulo: IGEOG, 1973.

NOGUEIRA, S. M. B. **Análise da suscetibilidade ambiental e diretrizes para o zoneamento do Nucleo Curucutu do Parque Estadual da Serra do Mar (SP)**. Volume I. Dissertação (Mestrado em Geografia). UNESP. Instituto de Geociências e ciências Exatas. Rio Claro, 2001.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIA's / RIMA's. In: **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Orgs: GUERRA, A. J, T.; CUNHA, S. B. da. 2nd Edição. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1998. p. 291-336.

SÃO PAULO – GOVERNO DO ESTADO – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE – INSTITUTO FLORESTAL. **Plano de manejo: Parque Estadual da Serra do Mar. Resumo executivo**. Projeto de Preservação da Mata Atlântica. São Paulo, 2006. 26p.

TRICART, J. **Principes et méthodes de la géomorphologie**. Paris: Masson, 1965. 496p.

VERSTAPEN, H.T; ZUIDAM, R. A. van. **System of geomorphological survey**. Nertherlands: Manuel ITC Textbook, vol. VII. 1975. 52p.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq – PIBIC, pelo financiamento desta pesquisa. Processo n. 119420/2010-4.