

## **ANÁLISE DA ENERGIA DO RELEVO E DO USO DA TERRA NO MUNICÍPIO DE MONGAGUÁ (SP)**

SATO, S.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP campus de Rio Claro - SP. Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento – DEPLAN, Laboratório de Geomorfologia. Rua 10, 2527. CEP 13500-230. Rio Claro – SP. (19)3526-2241/3526-2242. e-mail: planreg@caviar.igce.unesp.br.

CUNHA, C.M.L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista – UNESP campus de Rio Claro - SP. Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento – DEPLAN, Laboratório de Geomorfologia. Rua 10, 2527. CEP 13500-230. Rio Claro – SP. (19)3526-2241/3526-2242. e-mail: planreg@caviar.igce.unesp.br.

### **RESUMO**

O objetivo deste artigo foi realizar a análise integrada das características morfométricas e do uso da terra do município de Mongaguá, localizado no litoral do estado de São Paulo. Esta análise foi elaborada a partir da integração dos dados obtidos através da Carta de Energia do Relevo e da Carta de Uso da Terra. A Carta de Energia do Relevo, elaborada segundo a proposta de Mendes (1993), representa a integração de dados morfométricos (declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical), possibilitando a identificação de áreas onde o terreno seja potencialmente susceptível a atuação dos processos morfogenéticos, identificando-se espacialmente sua distribuição. A Carta de Uso da Terra, obtida através da fotointerpretação de pares estereoscópios de fotografias aéreas, apresenta dados relacionados à utilização de dado espaço, num determinado período de tempo. A integração das referidas cartas, possibilitou verificar a compatibilidade entre o uso do espaço em relação às suas características morfométricas, através da identificação da adequação ou inadequação presente nesta relação, buscando-se analisar o grau de suscetibilidade do terreno ao desenvolvimento dos processos morfológicos e a sua real utilização. Com base na análise da carta de energia do relevo, verificou-se que para o setor referente as escarpas, onde a energia foi classificada como Alta, os efeitos da inerente instabilidade natural das encostas são minimizados pelo ausente uso e ocupação da terra, fato decorrente do tombamento dessa área como Parque Estadual. Já para o setor da planície quaternária, embora apresentando as classes de energia do relevo variando entre Média e Fraca, apresentou-se potencialmente susceptível ao desencadeamento de processos erosivos, os quais foram maximizados pelo uso e ocupação da terra, decorrentes, principalmente, pela expansão urbana. Verifica-se, desse modo, que o impacto produzido pelo uso da terra é o elemento determinante no desencadeamento de processos, dinamizando a potencial fragilidade ambiental, ao sobrepor-se a intrínseca energia do relevo apresentada pela área em questão.

Palavras-chave: morfometria, carta de energia do relevo, uso da terra, Mongaguá, litoral.

### **INTRODUÇÃO**

As áreas costeiras correspondem a uma zona de inter-relação entre o continente e o oceano, onde os fenômenos naturais e antrópicos se processam de modo indissociado.

No estado de São Paulo, a Província Costeira (ALMEIDA, 1964) caracteriza-se pela presença das escarpas da Serra do Mar e por planícies quaternárias.

As regiões de escarpa caracterizadas, de modo geral, pelas altas declividades apresentadas pela Serra do Mar, associadas, entre outras, a ação da força de gravidade, as altas precipitações anuais, e ao irregular capeamento dos solos nas encostas e densa cobertura vegetal, apresenta-se potencialmente sujeita à movimentos de massa. Na planície

quaternária, a instabilidade da área associa-se aos sedimentos inconsolidados formadores dessa faixa costeira do Estado, e a dinâmica entre o continente e o oceano.

Esta Província, pelas suas características morfológicas, apresenta-se potencialmente susceptível às alterações ambientais, principalmente relacionadas as antrópicas, verificando-se o crescente processo de ocupação territorial, referente à urbanização. Este fato coloca em evidência a necessidade de um adequado planejamento urbano e ambiental.

O município de Mongaguá (SP) insere-se nesta Província. A importância regional deste município vincula-se a sua situação geográfica, devido suas características ambientais que servem de atrativo ao turismo, principalmente de temporada, e a expansão imobiliária.

Neste contexto, as pesquisas são instrumentos que visam contribuir para a tomada de decisões, possibilitando o estudo da dinâmica ambiental, e propiciar subsídios para o planejamento da atuação antrópica, num meio tão vulnerável como a Província Costeira.

Assim, o objetivo deste artigo foi realizar a análise integrada das características morfométricas e do uso da terra do município litorâneo de Mongaguá, estado de São Paulo a partir da integração dos dados obtidos através da Carta de Energia do Relevo e da Carta de Uso da Terra.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Mongaguá (SP) insere-se na província costeira, integrando-se também a subdivisão física e político-administrativa do litoral paulista denominada Baixada Santista. (Figura 1). A Baixada Santista também incorpora os municípios de Cubatão, Santos, Guarujá, São Vicente, Praia Grande e Itanhaém.

Mongaguá, 23°59' e 24°08'S e 46°34' 46°45'W, limita-se ao norte com o município de São Vicente, ao sul com o Oceano Atlântico, a leste com Praia Grande e a oeste com Itanhaém. Sua topografia apresenta 60% de terrenos planos e 40% montanhosos, e a temperatura média anual corresponde a 22<sup>o</sup>C.

De acordo com os dados do SEADE (2004), a estância balneária de Mongaguá abrange uma área de 135 km<sup>2</sup>, sendo 13 km de praias. A população total do município é de 40.876 habitantes, dos quais 99,60% concentram-se na zona urbana (40.712 habitantes).

Segundo dados da Prefeitura Municipal, a população flutuante em 2004 correspondeu a média de 135.483 pessoas para os meses de temporada, a qual ocorre de Dezembro à Março.

As atividades econômicas do município relacionam-se ao turismo, construção civil, comércio e serviços.

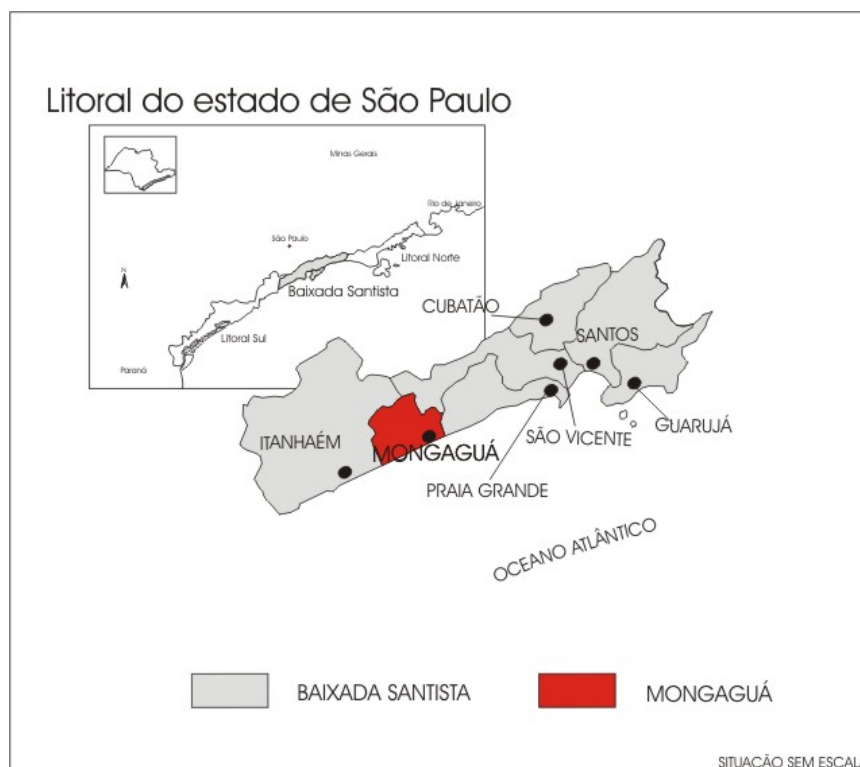


Figura 1 – Mapa de localização do município de Mongaguá (SP)

Fonte: Adaptado de SMA (1999)

## **METODOLOGIA**

O método adotado nesta pesquisa fundamentou-se na integração dos dados físicos e de uso da terra, baseando-se nos pressupostos da Teoria Geral dos Sistemas. O princípio básico desta Teoria refere-se aos fluxos de matéria e energia. Tal princípio serve de base para a realização de estudos ambientais, por possibilitar o estabelecimento e análise das inter-relações entre os elementos físicos, biológicos e antrópicos, tornando possível a incorporação do papel do homem, como agente ativo nas relações intrínsecas com o ambiente.

Com base na análise sistêmica dos dados, foram interpretadas a carta de energia do relevo e a carta de uso da terra do município de Mongaguá.

A carta de energia do relevo foi elaborada segundo a proposta de Mendes (1993). Esta representa a união das cartas de declividade, de dissecação horizontal e de dissecação vertical elaboradas para o município (SATO,2005), possibilitando a identificação das áreas com maior acúmulo de energia. Como fator preponderante para a área em estudo, destacam-se as altas declividades apresentadas pelas escarpas da Serra do Mar. A partir da carta de declividade, as demais, correspondentes a carta de dissecação horizontal e carta de

dissecação vertical foram integradas. Construiu-se uma tabela (tabela 1) visando a integração das classes das três cartas e elaboração de uma nova classe representando uma síntese das características morfométricas do município. Com o auxílio de um acetato, seguindo a ordem estabelecida, transferiu-se cada classe das respectivas cartas, de acordo com a tabela elaborada, para a carta de energia do relevo.

As classes elaboradas para a Carta de Energia do Relevo e os respectivos valores das cartas integradas foram:

Classes	Declividade	Dissecação Horizontal	Dissecação Vertical
Muito Forte (Preto)	> 30	<50 50 – 800 >800	< 20 20 – 100 > 100
	<2 2 – 30	<50	< 20 20 – 100 > 100
	<2 2 – 30	50 – 800 >800	> 100
Forte (Marrom)	2 – 30	50 – 800 >800	< 20 20 – 100
	<2 2 – 20	50 – 100	< 20 20 – 100
	<2 2 – 20	100 – 800 >800	80 – 100
Medianamente Forte (Vermelho)	12 – 20	100 – 800 >800	< 20 20 – 80
	<2 2 – 12	100 – 200	< 20 20 – 80
	<2 2 – 12	200 – 800 >800	60 – 80
Média (Laranja)	5 – 12	200 – 800 >800	< 20 20 – 60
	<2 2 – 5	200 – 400	< 20 20 – 60
	<2 2 – 5	400 – 800 >800	40 – 60
Fraca (Amarelo)	2 – 5	400 – 800 >800	< 20 20 – 40
	<2	400 – 800	< 20 20 – 40
	<2	>800	20 – 40
Muito Fraca (Verde)	<2	>800	< 20

Tabela 1- Classes de Energia do Relevo e seus respectivos valores correspondentes as demais cartas

A carta de uso da terra foi elaborada através da interpretação das fotografias aéreas do município de Mongaguá (SP), na escala 1:25.000, de março de 1994. A interpretação do uso da terra baseou-se em chaves de interpretação. Estas chaves, segundo Ceron e Diniz (1966) correspondem à sistematização dos elementos de identificação, visando, deste modo, facilitar os trabalhos de mapeamento do uso da terra.

Para o município em estudo foram sistematizadas as chaves de interpretação correspondentes as praias arenosas, zona urbana, área de mineração, solo exposto, vegetação rasteira, mata de restinga e vegetação florestal.

Com base nas chaves de interpretação anteriormente citadas, realizou-se a fotointerpretação. As informações obtidas foram transpostas para a base cartográfica, escala 1:50.000, através do transformador aerofotográfico (aerosketemaster). Esta transposição, devido a generalização decorrente da mudança de escala, de 1:25.000 para 1:50.000, conseqüentemente gerou perda de algumas informações, mas que de modo geral, não interferiram na análise posterior dos dados, visto que todo o material cartográfico proposto está sendo confeccionado na escala 1:50.000, visando a correlação dos mesmos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A Carta de Energia do Relevo representa a integração dos dados, relacionada a análise das classes de cada carta elaborada para o município (declividade, dissecação horizontal e dissecação vertical). A integração possibilita a elaboração de novas classes, referentes à energia potencial do terreno a processos morfológicos. Conseqüentemente, verifica-se a possibilidade de ocorrência dos processos erosivos, identificando-se espacialmente sua distribuição. Deste modo, a partir da integração dos dados quantitativos, elaborou-se qualitativamente, as classes de energia do relevo.

Na Carta de Energia do Relevo foram identificadas, seis classes de energia, as quais correspondem aos diferentes graus potenciais de velocidade do escoamento superficial das águas pluviais e de suscetibilidade do terreno tanto a movimentação de massa e a ação erosiva gravitacional, como à atuação da dinâmica fluvial.

A declividade como o fator preponderante para o município, tanto para o setor das escarpas, onde se destacam as maiores declividades, como para o setor da planície quaternária, onde a mesma é praticamente nula, foi a base para a elaboração da Carta de Energia do Relevo.

Como o município apresenta dois setores distintos, do ponto de vista geológico e geomorfológico, as dinâmicas em cada setor são diferentes, mas passíveis de uma única

representação cartográfica, por estarem associadas e presentes num mesmo quadro territorial.

O setor correspondente às escarpas da Serra do Mar, caracterizado por processos denudacionais, apresenta classes de energia, onde predominam os atributos representados pelas classes Muito Forte e Forte. Isso significa dizer, que esse setor apresenta um grande potencial a intensos escoamentos superficiais, principalmente associados aos períodos de intensas chuvas, fato este comum para a área em questão. As características apresentadas pelo substrato rochoso, de modo geral, impermeável, somado as declividades acentuadas e a distância média entre o divisor e o talvegue na maior parte das micro-bacias integrantes deste setor, sobrepõe-se ao desnível altimétrico (entre o divisor e o talvegue), também bastante elevado, tornando a área, sujeita a processos erosivos, principalmente, aos associados à movimentação de massa.

Esses movimentos são deflagrados pela ação da gravidade associada a índices pluviométricos suficientemente capazes de romper o equilíbrio de todo o sistema. De acordo com a bibliografia (CRUZ, 1974; IPT, 1977), a infiltração ocorre, mas de forma pouco eficiente, através de fendas, fissuras, falhas, contatos litológicos, encontrados nas rochas do substrato, possibilitando o abastecimento do lençol freático. Em relação ao escoamento superficial, a ação da água associada a energia do relevo torna a área muito susceptível a ação gravitacional.

Esta característica apresentada pelas escarpas é minimizada pela cobertura florestal, correspondente a Mata Pluvial de Encosta ou Mata Atlântica, presente nas vertentes da Serra do Mar e nos Morros Isolados. No estado de São Paulo, a Mata Atlântica foi tombada pelo CONDEPHAAT – Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Turístico. O setor das escarpas integra o Parque Estadual da Serra do Mar. Essa medida auxilia na preservação desse ecossistema, visto que, não foram identificadas alterações significativas nessas áreas.

A cobertura vegetal auxilia na estabilização das encostas, tanto pela sua fitofisionomia, como pelo material orgânico gerado pela mesma. Esta cobertura possibilita interceptar a precipitação, impedindo o impacto desta no solo pouco espesso das encostas. Além disso, o sistema radicular favorece a difusão do escoamento superficial, elevando o teor de umidade do solo. O escoamento que ultrapassa essas barreiras é interceptado pelas redes de fendas, direcionando-se para o interior do maciço, e também alimenta a rede de drenagem que se direciona para a planície quaternária.

O setor da planície quaternária apresenta terrenos planos, predominantemente apresentando valores de declividade menores que 2% (SATO, 2005). Caracteriza-se por processos agradacionais, formada predominantemente por sedimentos arenosos e argilosos, de origem marinha e continental, relacionados à história da evolução geomorfológica da área em questão. Essa área apresenta baixa densidade de drenagem, apresentando rios perenes, com padrão meandrante e anastomosado, alimentados pelo escoamento fluvial e pluvial das escarpas da Serra do Mar. As águas pluviais não encontram dificuldades para infiltração, dada as características geológicas e geomorfológicas da área. O lençol freático é sub-superficial, associando-se a baixa declividade e a proximidade do nível de base geral, representado pelo oceano. A alta umidade do solo a poucos centímetros da superfície e o afloramento de água, principalmente após períodos de precipitação, mesmo que de forma pouco intensa, evidenciam essa característica.

A energia do relevo qualificada como Mediana, de modo geral, representa a área de influência do canal fluvial. Embora a planície apresente terrenos planos, os seus sedimentos são inconsolidados, apresentando-se susceptível a processos erosivos relacionados a remobilização dos materiais pelas águas pluviais e fluviais. Como principal característica associada à energia do relevo, neste setor, são as periódicas inundações, constantes nas cidades do litoral, resultantes da intensidade de escoamento e frequência dos canais fluviais. Deste modo, a energia do relevo deste setor caracteriza-se por ser potencialmente relacionada à dinâmica fluvial. Deste modo, assim com no setor das escarpas, a dinâmica das águas pluvial e fluvial é o agente potencial no desencadeamento de processos morfogenéticos.

A inconsolidação dos sedimentos presentes acarreta em problemas para o uso da terra e conseqüentemente para o desenvolvimento dos municípios litorâneos, visto que, os mesmos situam-se, em geral, nessa área. Essa fragilidade natural é minimizada pela cobertura vegetal, a qual encontra-se sob pressão da expansão urbana.

A maior parte da planície quaternária, principalmente em direção ao interior do continente, é recoberta por uma cobertura vegetal arbórea correspondente a mata de restinga. Nos seus limites com a área urbana é praticamente inexistente.

A vegetação rasteira recobre setores da planície quaternária, principalmente nas proximidades de grandes cursos fluviais, minimizando o potencial erosivo dos mesmos. Assim como no caso das restingas, na área urbana praticamente é inexistente.

O processo de urbanização das áreas litorâneas assenta-se predominantemente sobre a planície quaternária. Essa ocupação, na maioria das vezes não considera o sistema

hidrográfico e as fragilidades inerentes aos terrenos sedimentares inconsolidados. As inundações periódicas nas cidades litorâneas e as dificuldades encontradas pela construção civil, são conseqüência desse processo, resultado da proximidade do lençol freático com a superfície, da impermeabilização e instabilidade do terreno e da ocupação de áreas de várzea. Esse processo também acarreta em outros problemas encontrados na planície litorânea referentes à contaminação do lençol freático e a eliminação da vegetação natural, demonstrando que a área é muito susceptível as interferências antrópicas.

## **CONCLUSÕES**

O uso da terra em locais onde a instabilidade natural é uma constata, como no caso de Mongaguá, acarreta em problemas tanto para a construção civil, como para o meio natural.

No entanto, com base na análise da carta de energia do relevo, verificou-se que para o setor referente as escarpas, onde a energia foi classificada como Alta, os efeitos da inerente instabilidade natural das encostas são minimizados pelo ausente uso e ocupação da terra. Esse fato está relacionado com o tombamento da Serra do Mar como Parque Estadual, impedindo a atuação antrópica.

O setor da planície quaternária, embora apresente as classes de energia do relevo variando entre Média e Fraca, apresentou-se potencialmente susceptível ao desencadeamento de processos erosivos, os quais, são maximizados pelo uso e ocupação da terra, decorrentes, principalmente, da expansão urbana.

A eliminação gradual da vegetação, como conseqüência desta expansão potencializa a fragilidade desse setor, formado por sedimentos predominantemente inconsolidados.

A inconsolidação dos sedimentos requer cuidados específicos para as obras de engenharia, as quais, tendem a verticalizar-se ao longo da orla, necessitando de fundações adequadas. Além disso, o valor paisagístico agregado, dado a proximidade do mar, impulsiona a valorização do preço da terra, promovendo a especulação imobiliária, e conseqüentemente, o deslocamento da população local para áreas mais afastadas, onde, de modo geral, as condições ambientais são mais desfavoráveis à expansão urbana, pressionando e eliminando a vegetação natural, e dinamizando as condições de fragilidade. Esse processo desencadeia em problemas de ordem social e ambiental, este último evidenciado pela Carta de Energia do Relevo, a qual demonstrou a potencialidade destas áreas para a ocorrência de processos erosivos, pois em direção ao interior do continente há



o aumento da densidade de drenagem. Além disso, o lençol freático é subsuperficial, e pelos fatos acima mencionados, com a expansão urbana direcionando-se para o interior do continente, há a possibilidade de contaminação destas águas, influenciando na balneabilidade das praias e na saúde da população.

Verifica-se, desse modo, que o impacto produzido pelo uso da terra é o elemento determinante no desencadeamento de processos, dinamizando a potencial fragilidade ambiental ao sobrepor-se a intrínseca energia do relevo apresentada pela área em questão.

Por fim, o planejamento adequado das cidades, em especial as litorâneas, deve considerar os aspectos naturais e os impactos produzidos nesta pelo uso da terra, tornando relevante os estudos prévios, visando a compreensão da dinâmica ambiental e as conseqüências geradas pela ocupação de suas áreas.

## **REFERÊNCIAS**

ALMEIDA, F.F.M. de. Fundamentos geológicos do relevo paulista. **Boletim do Instituto de Geografia e Geologia**, São Paulo, n.41, p.169 – 274.1964.

CERON, A.; DINIZ, J.A. O uso de fotografias aéreas na identificação das formas de utilização agrícola da terra. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, n.02, v.28, p.161-172, Jun.1966.

CRUZ, O. A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba – SP. Contribuição à Geomorfologia Litorânea Tropical. **Série Teses e Monografias**. São Paulo, Instituto de Geografia, USP, n.11, 1974.181p.

**FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE**. Apresenta informações e dados sobre os municípios paulistas. Disponível em: < <http://www.seade.gov.br> >. Acesso em 15 nov. 2004.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Caracterização de um mecanismo de escorregamento nas encostas da Serra do Mar**. São Paulo, IPT, 1977. 23p. (publicação n.1079).

MENDES, I.A. **A dinâmica erosiva do escoamento pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba – SP**.1993. 171f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

**PREFEITURA MUNICIPAL DE MONGAGUÁ**. Apresenta informações sobre o município. Disponível em: < <http://www.mongagua.sp.gov.br> >. Acesso em 15 nov. 2004.

SATO, S.E. **Análise quantitativa dos atributos do relevo através de cartas morfométricas: município de Mongaguá, Baixada Santista (SP)**. 2005. 67 f. Monografia (relatório de iniciação científica) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas – UNESP, Rio Claro, 2005.