

SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO APLICADOS AO ESTUDO DE MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE CARAGUATATUBA-SP

Edison Crepani *

José Simeão de Medeiros *

*INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

crepani@ltd.inpe.br

simeao@dpi.inpe.br

RESUMO

A metodologia utilizada no estudo da vulnerabilidade a movimentos de massa no município de Caraguatatuba foi desenvolvida a partir do conceito de Ecodinâmica (Tricart, 1977), da potencialidade para estudos integrados das imagens de satélite, conforme os conceitos desenvolvidos por Crepani et al. (1996) para o Zoneamento Ecológico-Econômico e da Álgebra de Mapas mostrada em Barbosa (1997).

Para o tratamento digital das imagens Spot usadas como “âncora” neste trabalho, editar os Planos de Informação, bem como montar e manipular o banco de dados que o compõe, utilizou-se o software SPRING, Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (www.dpi.inpe.br/spring) desenvolvido no INPE.

ABSTRACT

The methodology for studying mass movement the vulnerability in the municipality of Caraguatatuba was based on Tricart's ecodynamic concepts (Tricart, 1977), on the Ecological and Economical Zoning integrated studies developed in Crepani et al. (1996) and on the Map Algebra found in Barbosa (1997).

The digital processing of the Spot images was used as an “anchor” for editing the Information Layers and for building the data base. Spatial analyses were carried out with the SPRING, Sistem of Process of Geo-referring Informations (www.dpi.inpe.br/spring) developed at INPE.

INTRODUÇÃO

No município de Caraguatatuba, assim como em outras áreas serranas intensamente ocupadas, ocorrem simultaneamente dois processos: um deles natural, como consequência do fenômeno geológico da Denudação, que se traduz na forma de movimentos do regolito ou *movimentos de massa*; o outro é o processo de ocupação humana manifestado na forma de diferentes graus de alteração da paisagem. A ocorrência destes dois processos simultaneamente pode causar a aceleração catastrófica do processo natural com danos a pessoas e propriedades, dependendo principalmente da posição geográfica do encontro dos dois processos.

Com o objetivo de identificar as áreas naturalmente vulneráveis à ocorrência das formas de movimento de massa capazes de provocar acidentes, e as áreas onde a ocorrência simultânea dos dois processos pode trazer risco, montou-se um banco de dados relacional contendo informações relativas à Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Pluviometria e Vegetação e Uso, que mediante consulta, permite a identificação imediata das áreas do município que necessitam de uma atenção maior por parte das autoridades competentes.

Movimentos de Massa

Quando observado na escala de tempo humano parte do fenômeno geológico da Denudação é denominado *movimento de massa* e permite diferentes classificações a partir das diferentes características do movimento gravitacional do regolito. Entre essas características as principais são o tipo e a velocidade do movimento, a natureza do material envolvido e a quantidade de água presente no material em movimento.

Entre as diversas classificações duas são aqui utilizadas, a de Sharpe (1938) e a de IPT (1991), muito próximas na definição dos conceitos, a primeira se destaca pelo pioneirismo e a segunda pela aplicabilidade na área de trabalho. De uma forma simplificada, que atenda aos propósitos deste trabalho, os movimentos gravitacionais do regolito associados à encostas podem ser assim classificados:

- Rastejo (talus-creep, soil-creep, rock-creep) – é o movimento mais lento do regolito. Dependendo do material em movimento fala-se em rastejo de tálus, rastejo de solo ou rastejo de rocha. A velocidade do rastejo, medida em centímetros por ano ou ainda menos, é maior na superfície e diminui gradualmente até zero com a profundidade

- Escorregamentos (landslides, rock-slide, debri-slide, slump) – as condições essenciais para o escorregamento são a falta de estabilidade da frente das encostas e a existência de superfícies de deslizamento. Tais condições ocasionam movimentos rápidos, com velocidades de metros por hora a metros por segundo, e de curta duração com planos de ruptura bem definidos entre o material deslizado e o não movimentado.

- Corridas de Massa (earth-flow, mud-flow) – se o solo e/ou o regolito já sujeitos ao rastejo estão saturados de água, a massa encharcada poderá mover-se encosta abaixo alguns centímetros ou decímetros por hora ou dia. Este tipo de movimento chamado de *solifluxão* (literalmente fluxo de solo) por Sharpe (1938), é caracterizado pela presença de uma superfície impermeável dentro do solo, ou no embasamento rochoso, responsável pela saturação em água do solo e/ou regolito, causando a movimentação dos detritos que cobrem toda a superfície da encosta. A supersaturação da massa encharcada causada por chuvas de intensidade elevada pode leva-lá a comportar-se como um fluido altamente viscoso e a deslocar-se rapidamente, com velocidades de metros por segundo, ao longo das linhas de drenagem na forma de *corridas de massa*.

- Quedas (rock fall, debri-fall) – são movimentos de blocos e fragmentos de rochas a partir de afloramentos verticais e salientes em queda livre ou pelo salto e rolamento ao longo de planos inclinados com declividades muito altas, sem a presença de uma superfície de deslizamento. Estes movimentos apresentam velocidades muito altas, da ordem de metros por segundo

METODOLOGIA

Para o tratamento digital das imagens Spot utilizadas como “âncora” neste trabalho e para editar os planos de informação, bem como montar e manipular o banco de dados que o compõe, utilizou-se o SPRING, Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (www.dpi.inpe.br/spring) desenvolvido no INPE.

O trabalho se inicia pela preparação dos Planos de Informação (PI) básicos, de modelo temático, que permitirão a confecção dos PI utilizados na manipulação dos campos geográficos. Os PI básicos são:

PI “*Âncora*” contendo imagem sintética construída a partir do tratamento digital (R-Raiz Quadrada, G- Equalizar Histograma, B- Logaritmo) de imagem Spot pancromática restaurada com pixel de 5 metros de resolução.

PI “*Limites*” contendo os limites do município digitalizados a partir de cartas topográficas.

PI “*Altimetria*” contendo as curvas de nível com equidistância de 10 metros digitalizadas a partir de cartas topográficas na escala de 1:50.000.

PI “*Fatiamento*” contendo o fatiamento da declividade, obtida através de MNT das curvas de nível, em 5 intervalos (0 a 10%, 10 a 20%, 20 a 30%, 30 a 45% e > 45%).

PI “*Drenagem*” contendo as linhas de drenagem digitalizadas a partir de cartas topográficas e da edição sobre a imagem “*Âncora*”.

PI “*Mapa Geológico*” contendo mapa geológico preexistente (IPT, 1981) digitalizado.

PI “*Mapa Geomorfológico*” contendo mapa geomorfológico preexistente (IG, 1996) digitalizado.

PI “*Mapa de Solos*” contendo mapa pedológico preexistente (Oliveira et al., 1999) digitalizado.

O PI “*Clima*” contém a interpolação da Intensidade Pluviométrica média da região.

Como resultado da fotointerpretação e edição vetorial das informações preexistentes são obtidos os PI que serão utilizados na manipulação dos campos geográficos:

PI “*Geologia*” - construído a partir da sobreposição alternada dos PI “*Âncora*”, “*Limites*”, “*Altimetria*”, “*Fatiamento*”, “*Drenagem*”, e “*Mapa Geológico*”.

PI “*Geomorfologia*” - construído a partir da sobreposição alternada dos PI “*Âncora*”, “*Limites*”, “*Altimetria*”, “*Fatiamento*”, “*Drenagem*”, “*Geologia*” e “*Mapa Geomorfológico*”.

PI “*Solos*” – construído a partir da sobreposição alternada dos PI “*Âncora*”, “*Limites*”, “*Altimetria*”, “*Fatiamento*”, “*Drenagem*”, “*Geologia*”, “*Geomorfologia*” e “*Mapa de Solos*”.

PI “*Vegetação e Uso*” – construído a partir da sobreposição dos PI “*Âncora*” e “*Limites*” o que permite a fotointerpretação e edição vetorial dos polígonos que correspondem a áreas cobertas por vegetação e áreas descobertas pela ação do homem.

A utilização do PI “*Fatiamento*”) permite a identificação, nas encostas da Serra do Mar, das concavidades (hollows) que correspondem às áreas onde ocorrem a esmagadora maioria dos movimentos de massa mais rápidos

A Intensidade Pluviométrica obtida a partir dos dados da série histórica (1944 a 1999) mostra que ao pico de maior intensidade pluviométrica corresponde o ano de 1967, que coincidentemente corresponde ao período em que ocorreu um dos maiores acidentes relacionados a movimentos de massa do Brasil, a corrida de massa de Caraguatatuba, que soterrou parte da cidade e causou pelo menos 120 mortes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FUNCATE (Fundação de Ciência Aplicada e Tecnologia Espaciais) pelos meios e incentivos que tornaram possível a realização deste trabalho.