

ZONAS DE RISCO A ESCORREGAMENTOS NO MUNICÍPIO DE GUARULHOS/SP, BRASIL

Landslides risk areas in Guarulhos/SP, Brazil

Gabriela Lúcia da Costa e Castro Gomes*

Antonio Manoel dos Santos Oliveira**

Sandra Emi Sato***

RESUMO – Este trabalho apresenta resultados obtidos da análise geoambiental realizada no município de Guarulhos (SP, Brasil) em microbacia onde o uso do solo é irregular, ilegal e ambientalmente inadequado, com áreas de risco sujeitas a escorregamentos. O objetivo principal foi o de reconhecer áreas de risco a escorregamentos, elaborando um modelo fenomenológico que destaca a declividade > 60% (inclinações > 30°) e as formas inadequadas de uso (cortes e aterros) como principais condicionantes. O mapa de declividade fundamentou a elaboração do mapa de suscetibilidade que, cruzado ao de uso do solo, indicou as áreas com risco. O produto final, o mapa síntese de zoneamento de risco e de suscetibilidade a escorregamentos, contribui para ações de planejamento urbano e intervenção ambiental previstas pela Prefeitura desse município.

SYNOPSIS – This work deals with a geoenvironmental analysis of an urban watershed with an illegal and environmentally inappropriate land use that created landslide risk areas in Guarulhos municipality (São Paulo, Brazil). The main purpose of this analysis was to identify these areas and the phenomenological model of the related geological process. This model pointed up, as main conditioning factors of the landslides, the declivity higher than 60% (slopes higher than 30°) and the inappropriate cuts and landfills, applied for edifications. The susceptibility map, based on declivities, integrated to the land use map, has indicated the risk areas. The final product, a susceptibility and risk synthesis map, is a contribution for an urban planning to be undertaken by this municipality.

PALAVRAS CHAVE – Escorregamentos, mapa de risco, Guarulhos.

1 – INTRODUÇÃO

A caracterização de áreas de risco geológico é de fundamental importância para prevenir acidentes geológicos com graves consequências sociais e econômicas. A ocorrência de áreas de risco em ambientes urbanos é determinada pela ação do homem que altera o meio ambiente, através de uma ocupação irregular e sem planejamento. É deste modo que o Ministério das Cidades define o conceito de áreas de risco numa área passível de ser atingida por processos naturais e/ou induzidos, e que causem efeitos adversos à integridade física humana e perdas patrimoniais (Brasil, 2006).

* Geógrafa, Especialista em Educação Ambiental, Mestre em Análise Geoambiental Aplicada, Universidade de Guarulhos (UnG), Guarulhos/SP, Brasil. E-mail: gabrielalcastro@yahoo.com.br

** Geólogo, Doutor em Geografia (USP), Coordenador do Laboratório de Geoprocessamento e Professor Titular do Curso de Mestrado em Análise Geoambiental da Universidade Guarulhos/SP, Brasil. E-mail: aoliveira@prof.ung.br

*** Arquiteta e Urbanista, Mestre em Análise Geoambiental pela Universidade Guarulhos, Técnica do Laboratório de Geoprocessamento e Professora da Universidade Guarulhos/SP, Brasil. E-mail: sandra_arquitetura@yahoo.com.br

A análise geoambiental proporcionou o equacionamento das áreas em risco, realizada por meio da identificação dos condicionantes dos escorregamentos na microbacia ocupada densamente e de forma irregular pelos loteamentos do Recreio São Jorge e Novo Recreio, situados no município de Guarulhos, Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Brasil (Gomes, 2008).

1.1 – Urbanização e baixa renda

O processo de urbanização dessa microbacia é um exemplo do que ocorre em regiões metropolitanas do Brasil, sobretudo a partir da década de 1970, provocada por uma população de baixa renda que ocupou áreas geologicamente desfavoráveis, tais como áreas de encostas e fundos de vale, resultando em graves situações de risco geológico. O número de pessoas que habitam estas áreas tem crescido principalmente nos grandes centros urbanos, como apontam Oliveira e Brito (1998), Macedo (2001), Queiroz (2005) e Carvalho e Galvão (2006), provocando a expansão das áreas urbanas periféricas, em locais inadequados à construção de moradias.

A problemática das áreas de risco em Guarulhos decorre principalmente da alta concentração populacional de baixa renda nas áreas de risco em encostas, com alto grau de vulnerabilidade da ocupação existente. A ocupação irregular e inadequada acompanha o rápido crescimento demográfico do município, consequência da intensa urbanização, principalmente nas áreas periféricas da cidade. Os loteamentos irregulares e periféricos estão associados à autoconstrução da moradia, e tornaram-se a forma dominante de solução inadequada para o problema habitacional da população de baixa renda.

Segundo Andrade (1999), a cidade de São Paulo é considerada o pólo principal e responsável pelo processo de metropolização, pois o município de São Paulo é cercado por 39 municípios, como cidades satélites, que resultam numa extensa mancha urbana denominada de Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Neste cenário, o município de Guarulhos tornou-se uma cidade ao mesmo tempo industrial e “dormitório”. O setor industrial é a sua atividade predominante em termos de pessoal ocupado, valor de produção e fonte de elevada arrecadação tributária. E, como “cidade dormitório”, o município de Guarulhos chegou a apresentar, no ano de 1980, cerca de 40% de sua população economicamente ativa trabalhando fora do município, principalmente no município de São Paulo. O processo de industrialização foi o fator responsável pelo aparecimento de diversos loteamentos residenciais, que vinham suprir a demanda de moradia operária atraída pelo mercado de trabalho promissor, e verificou-se uma tendência de crescimento da área urbana do município nas direções leste e nordeste. Este intenso crescimento envolveu população de baixa renda, expandindo construções de moradias, caracterizando um tecido urbano que avançou nas regiões periféricas, assumindo um padrão arquitetônico qualitativamente baixo.

O município de Guarulhos como os demais da RMSP, não conseguiu oferecer infra-estrutura urbana e condições adequadas de moradia ao grande contingente populacional que se fixou nos novos loteamentos em áreas periféricas. Estas áreas são em geral de encostas e suscetíveis ao risco geológico, o que, associado à vulnerabilidade das edificações constitui um dos problemas urbanos de maior gravidade, pois ocasionam perigo à integridade física das pessoas e a probabilidade de novos acidentes com danos e perdas.

1.2 – Importância da ação mundial na temática do risco

A Organização das Nações Unidas (ONU) através do *Office of United Nations Disasters Relief Co-ordinator* (UNDRO) propôs, na década de 90, um modelo de abordagem dos problemas

relacionados a riscos geológicos, destacando etapas de trabalho com a finalidade de gerenciar riscos, através de sua identificação, análise, medidas de prevenção de acidentes, planejamento para situações de emergência e treinamento e informações públicas. Esta década foi instituída pela ONU, em dezembro de 1989, como a Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (DIRDN), pois visava o direcionamento de estudos dos programas de prevenção e redução de acidentes geológicos, bem como o gerenciamento das consequências sociais e econômicas geradas. Mesmo com as ações mundiais sobre a temática do risco, constata-se uma tendência global ao crescimento das consequências e danos decorrentes de desastres naturais. Este impacto depende principalmente das práticas de desenvolvimento e crescimento das cidades, da eficiência na proteção ambiental, de uma adequada distribuição de renda e de ações governamentais eficazes no planejamento urbano dos municípios (Tominaga, 2007).

1.3 – A ação no Brasil: nível federal, estadual e municipal

Identificar e analisar áreas de risco a movimentos de massa, no caso escorregamentos, é uma tarefa muito importante para os órgãos públicos, nas esferas federal, estadual e principalmente municipal. É na esfera municipal que se tem desenvolvido projetos de gerenciamento territorial, pois é nela que há um maior conhecimento das problemáticas locais e podem ser implementadas ações visando a um melhor planejamento urbano e ambiental. Os sistemas de gerenciamento de áreas de risco devem priorizar equipes técnicas treinadas e com formação adequada para o atendimento dos problemas relacionados a riscos.

Importantes orientações em nível federal têm sido dadas, por meio do Ministério das Cidades, que buscam enfrentar o problema de áreas de risco, como o Programa Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários. Este programa visa a apoiar os municípios na implantação de programas de prevenção e redução de riscos a escorregamentos de encostas em áreas urbanas. As ações praticadas neste programa estão associadas ao Sistema Nacional de Defesa Civil, que promovem atividades de treinamento aos municípios no gerenciamento territorial urbano, em concordância com os programas de urbanização e regularização de favelas e loteamentos precários, principais áreas suscetíveis aos escorregamentos (Carvalho e Galvão, 2006).

Para atuar em riscos geológicos associados a escorregamentos foi instituído o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC). O PPDC é considerado um plano de contingência, pois é um instrumento eficiente no gerenciamento de risco e corresponde aos métodos e técnicas adotados pelos sistemas de Defesa Civil internacionais, recomendado pela ONU. Este instrumento é utilizado a níveis estaduais e municipais, e seu objetivo fundamental é de preparar equipes técnicas governamentais em instrumentos de ação, identificando áreas com maior possibilidade de ocorrência de escorregamentos, agindo em situações de prevenção de risco, diminuindo o número de vítimas e garantindo maior segurança da população moradora dessas áreas. Estas ações devem ocorrer principalmente em períodos chuvosos, pois nestes períodos, ocorrem maior potencialização dos eventos de escorregamento em encostas.

Conforme Carvalho e Galvão (2006), a atuação do PPDC no Estado de São Paulo iniciou-se em 1988, caracterizando as regiões litorâneas da Baixada Santista e Litoral Norte como seus principais alvos. Atualmente, este plano de contingência contempla outras regiões do Estado, abrangendo um total de 62 municípios entre litoral e interior. O gerenciamento geral do sistema de Defesa Civil e o fornecimento das previsões meteorológicas estão a cargo da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC), já a nível regional, o gerenciamento é das Regionais de Defesa Civil (REDECs). As atividades geológicas e geotécnicas são desenvolvidas, respectivamente, pelo Instituto Geológico (IG) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Nos municípios as ações são desenvolvidas

pelas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDECs), que realizam os trabalhos a nível local, como: leitura de dados pluviométricos; recebimento de previsões meteorológicas; vistorias de campo; decisão pela remoção de pessoas de áreas de risco; abrigo das pessoas removidas; e acionamento das equipes do IG e IPT. As equipes municipais recebem treinamento anual pelo CEDEC, IG e IPT.

O município de Guarulhos apresentou um relatório referente ao Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), elaborado por Guarulhos (2004a). Este relatório apresenta alguns referenciais técnicos e gerenciais que permitem aos poderes públicos a implantação de ações estruturais e não-estruturais, em prazos adequados aos recursos orçamentários do município, do Estado e da União, para reduzir e controlar as situações de riscos associados a escorregamentos, além de outros processos geológicos como os solapamentos de margens de córregos que ameaçam a segurança dos moradores e dificulta a construção de assentamentos precários na cidade. Este relatório parte do convênio firmado entre a Prefeitura do Município de Guarulhos, a Caixa Econômica Federal e o Ministério das Cidades, por meio do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários, Ação de Apoio à Prevenção e Erradicação de Riscos em Assentamentos Precários.

O PMRR deve ser considerado como uma diretriz importante tanto para a política habitacional do município como para a implantação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, Econômico e Social do Município de Guarulhos. As áreas de risco devem ser compreendidas, dentro do quadro municipal, como as áreas prioritárias para aplicação de instrumentos, como o Estatuto da Cidade e, fundamentalmente, para a aplicação dos investimentos públicos. O Estatuto da Cidade prevê importantes instrumentos para o aprimoramento da gestão urbana e redução de riscos à saúde e de riscos naturais no contexto urbano, incluindo o controle da ocupação de áreas de risco geotécnico e de inundações, podendo melhorar as condições sanitárias dessas ocupações de baixa renda; reduzir riscos naturais e impactos sobre o meio ambiente. Por outro lado, os programas de regularização fundiária precisam ser combinados com investimentos públicos e políticas sociais e urbanísticas que possam gerar opções adequadas e acessíveis de moradia social para os grupos de maior vulnerabilidade ao risco. Sugere-se, portanto, que sejam adotados, na política habitacional do município, critérios de prioridade para o atendimento das famílias que se encontrem em assentamentos de maior vulnerabilidade, conforme Guarulhos (2004a).

Nesta pesquisa, foram utilizados os dados da Prefeitura Municipal de Guarulhos (PMG), conforme Guarulhos (2004b), reconhecendo as áreas de risco da microbacia Taquara do Reino, no município de Guarulhos, visando à caracterização dos eventos de escorregamento já documentados.

Neste sentido, Sato (2008) realizou um estudo de urbanização da microbacia, com base em condicionantes geoambientais e na legislação pertinente. Considera a microbacia urbana como unidade básica de planejamento urbano; as áreas de risco a escorregamentos como principal condicionante da urbanização; estuda critérios de urbanização em encostas de alta declividade; elabora uma alternativa de urbanização como um ensaio prático de aplicação dos critérios estudados e de valorização do risco a escorregamentos, como condicionante dessa alternativa.

1.4 – A abordagem da Geologia de Engenharia: aplicação da análise geoambiental

Este trabalho baseia-se nas relações que o homem tem com seu meio-físico, dentro do contexto das Geociências. Atualmente, os estudos relacionados às intervenções da sociedade na natureza pertencem não somente ao campo das Geociências, mas ao das ciências em geral, com suas áreas de atuação específicas como, por exemplo, sociais, econômicas e políticas.

A Geologia de Engenharia, chamada também de Geologia Aplicada, facilita e especializa o entendimento dessas relações. De acordo com a definição adotada pela Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), segundo Ruiz e Guidicini (1998), a Geologia de Engenharia pode ser definida como “A ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de engenharia e meio ambiente, decorrentes da interação entre a Geologia e os trabalhos e atividades do Homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos”. Entender a Geologia de Engenharia é desenvolver uma interface entre as atividades antrópicas e o meio-físico geológico, pois é um ramo do conhecimento científico que utiliza as informações da Geologia, a fim de encaminhar os profissionais engenheiros a solucionar problemas ambientais derivados de grandes obras civis. A compreensão ocorre a partir do conhecimento dos componentes do sistema onde ocorreram as mudanças, além de suas inter-relações no presente e no passado. O homem, considerado como agente geológico é colocado como peça fundamental nos estudos geoambientais, pois se caracteriza a ação geológica do homem, quando é feita uma comparação entre os processos naturais e tecnológicos na transformação da Terra.

Os estudos da Geologia de Engenharia relacionam suas aplicações aos estudos dos problemas ambientais gerados por processos da dinâmica superficial. Desta maneira, podem dar subsídios aos estudos de prevenção e correção de acidentes em áreas de risco geológico, dando abertura a novas pesquisas técnicas e científicas.

No início da referida década da ONU, Cerri (1993) apontou a inserção no Brasil das ações preconizadas pela Década Internacional de Redução de Desastres Naturais (DIDRN), valorizando a atuação da Geologia de Engenharia nacional na previsão e prevenção dos acidentes geológicos, especialmente os movimentos de massa.

A consolidação da Geologia de Engenharia no Brasil se deu principalmente entre as décadas de 60 e 80, quando ocorreu a realização de grande acervo tecnológico inicial voltado ao campo de construção de barragens hidrelétricas. A partir de 1985, o crescimento expandiu-se principalmente na área ambiental, com a publicação de uma série de trabalhos científicos, realizados pela Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS) juntamente com o Comitê Brasileiro de Mecânica das Rochas (CBMR) e ABGE (Oliveira e Brito, 1998).

2 – OBJETIVO

O presente trabalho visa analisar as características geoambientais de áreas de risco a escorregamentos nos loteamentos do Recreio São Jorge e Novo Recreio, na microbacia Taquara do Reino, no Município de Guarulhos – SP, por meio do mapa de zoneamento de risco que pontua cicatrizes de escorregamentos e caracteriza as classes de suscetibilidade e risco a escorregamentos na microbacia.

3 – ÁREA DE ESTUDO

A área objeto deste estudo está situada no município de Guarulhos, na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), correspondente aos loteamentos do Recreio São Jorge e Novo Recreio, na região do Cabuçu, junto ao Parque Estadual da Cantareira (Figura 1).

Esta área foi escolhida com base nos seguintes critérios:

- a) Área sujeita a grande incidência de processos de escorregamentos no município (Guarulhos, 2004 a, b);

b) Disponibilidade de dados do Projeto Cabuçu (Oliveira *et al.*, 2005)

c) Interação com pesquisa de Mestrado na temática de urbanização, elaborada na mesma área (Sato, 2008).

Para o estudo realizado, a área dos loteamentos foi definida com base na delimitação da microbacia correspondente, ou seja, a microbacia do córrego Taquara do Reino, afluente do córrego Invernada, da bacia do rio Baquirivu - Guaçu, contribuinte do rio Tietê.

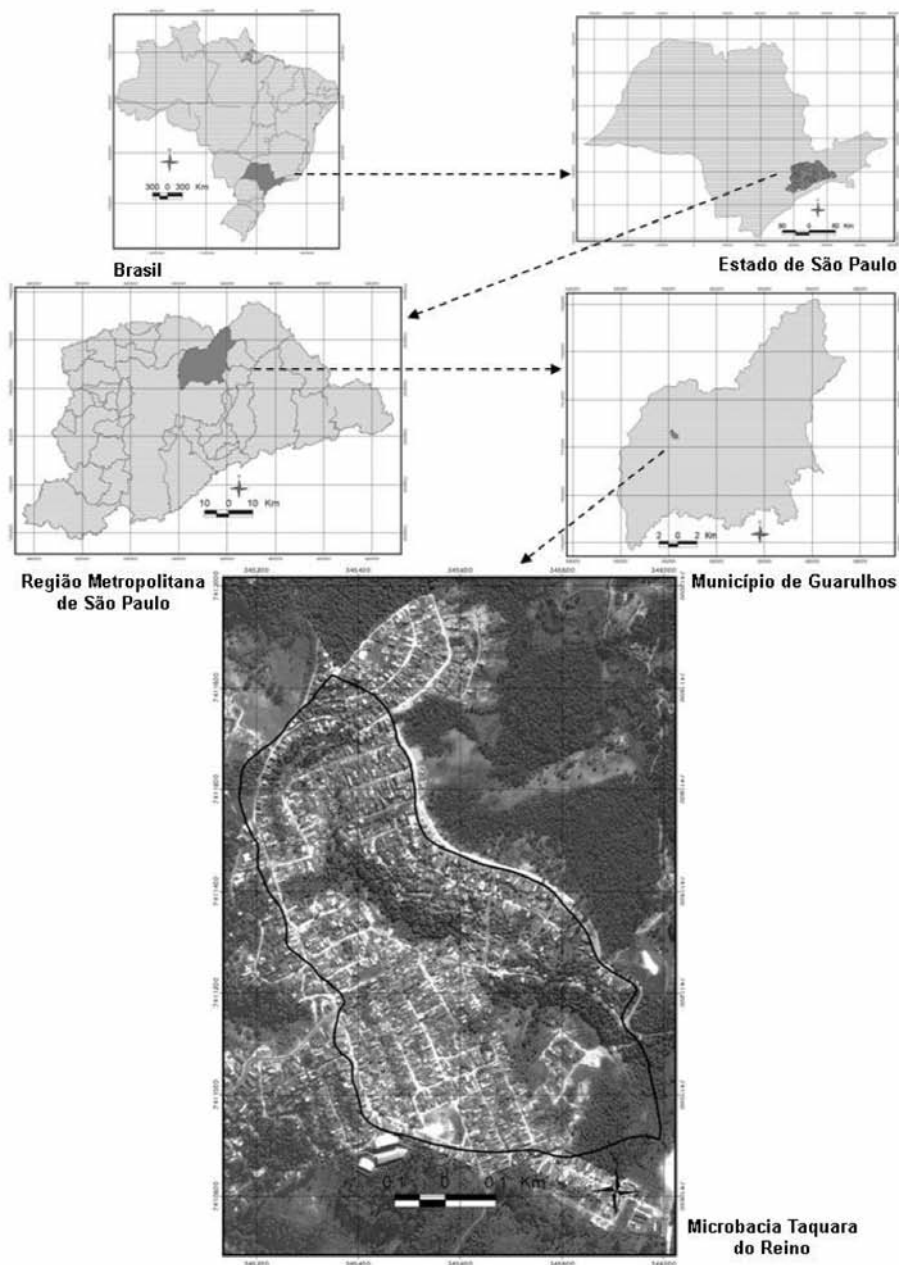


Fig. 1 – Localização da Microbacia Taquara do Reino, no Município de Guarulhos e RMSP.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Analisar o meio-físico pela abordagem geoambiental não é somente demonstrar os componentes físicos e suas inter-relações nos sistemas, mas também, elaborar um modelo de estudo que consiga representar a realidade, como hipóteses representantes das investigações. Tais modelos constituem representações simplificadas da realidade para a resolução dos problemas, correlacionando componentes, causas e condicionantes dos fenômenos.

Todos estes fatores podem e devem ser analisados, comparados, testados e descritos para se conseguir caracterizar as conseqüências das intervenções diretas e indiretas do homem no meio-físico, além dos novos processos que possivelmente poderão ser desencadeados nos novos sistemas criados.

A análise geoambiental proposta para a microbacia tem o intuito de aplicar um modelo fenomenológico, que aborde vários eventos de escorregamentos com o objetivo de elaborar um zoneamento de risco. O modelo foi elaborado com base na identificação dos condicionantes que causam a instabilidade nas encostas e que melhor explicam o comportamento dos escorregamentos na microbacia.

Os materiais utilizados para a elaboração dos diversos mapas contou com base topográfica em escala de 1:1 000, fornecida pela Prefeitura Municipal de Guarulhos (PMG), datada de 1994 com curvas de nível com equidistância de 1m e malha viária. Os mapas foram gerados com o auxílio do programa ArcGIS 9.2, sendo reproduzidos na escala 1:3 500. O fluxograma apresenta as principais etapas e suas respectivas atividades de trabalho (Figura 2).

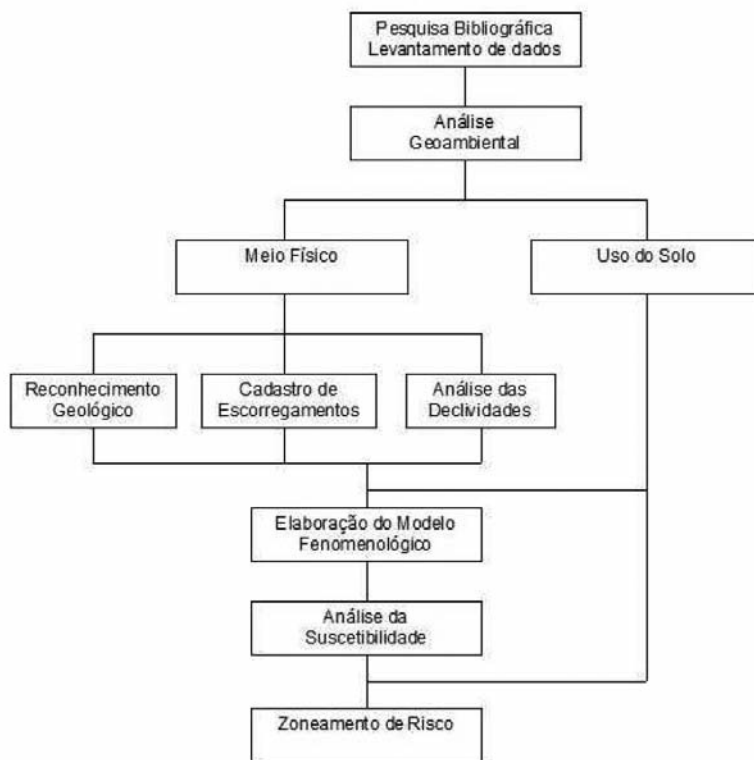


Fig. 2 – Fluxograma de análise geoambiental voltada ao zoneamento de risco a escorregamentos.

4.1 – Pesquisa bibliográfica e levantamento de dados

A pesquisa bibliográfica foi orientada para a busca de obras (teses, dissertações e artigos científicos) que abordassem o universo de caracterização e identificação dos agentes, causas e condicionantes dos processos de escorregamento e áreas de risco, tendo sido complementada pela recuperação de dados disponíveis no Projeto Cabuçu (Oliveira *et al.*, 2005), correspondentes ao meio físico local e regional.

Com os dados obtidos pela Prefeitura Municipal de Guarulhos (Guarulhos, 2004b) foi realizado um reconhecimento das áreas de risco, visando à caracterização dos eventos documentados na microbacia.

Nesta fase, foram também levantados os índices pluviométricos de Jan/2006 a Dez/2007, por meio da estação meteorológica do Núcleo Cabuçu, (Oliveira *et al.*, 2005), a que se encontra mais próxima da área objeto do estudo (2 km em linha reta). Os dados mensais da estação meteorológica do Núcleo Cabuçu foram relacionados com análises regionais, conforme Lacava (2007).

4.2 – Análise geoambiental

A análise geoambiental compreende as mudanças do meio físico-geológico provocadas pelo componente antrópico. Nesse caso, esta etapa metodológica sugere o reconhecimento dos condicionantes de meio físico e de uso e ocupação do solo, nas etapas metodológicas seguintes.

A análise geoambiental do meio físico compreendeu o reconhecimento geológico, o cadastramento de escorregamentos e a elaboração do mapa de declividades da microbacia.

O reconhecimento geológico da microbacia foi realizado como primeiro passo da metodologia desta pesquisa no campo, ao mesmo tempo em que foram sendo identificadas as cicatrizes de escorregamento e feições indicadoras de movimentação dos terrenos, além de outros aspectos do meio físico, tais como: declividades e formas das encostas e escoamento superficial das encostas (convergente e divergente).

No caso da etapa metodológica do reconhecimento do uso do solo nos loteamentos da microbacia, identificou irregulares e inadequadas construções nas encostas, caracterizados pelos cortes e aterros, edificações frágeis e mal estruturadas, vegetação, e sistema viário sem pavimentação e planejamento urbano prévio.

Seguindo o proposto por Ab' Sáber (1969), a análise geoambiental considerou primeiramente, as formas da paisagem, que correspondem às geometrias das encostas naturais ou dos taludes de corte ou aterro; segundo, a estrutura superficial da paisagem, que corresponde às edificações e ao solo e substrato geológico sotopostos, além do material antrópico presente na forma de resíduos; e, finalmente, a fisiologia ou dinâmica da paisagem relativa ao processo em foco, ou seja, os escorregamentos.

A análise geoambiental teve o intuito de caracterizar causas e condicionantes principais dos processos de escorregamento, dando especial atenção às cicatrizes, tendo em vista a elaboração do modelo fenomenológico dos processos.

4.2.1 – Meio físico

4.2.1.1 – Reconhecimento geológico

O reconhecimento geológico foi realizado com base em 70 pontos de observação, onde foi possível examinar afloramentos de rocha sã ou alterada e com condições de acesso, dado que a área

da bacia apresenta-se intensamente ocupada. Estes locais correspondem a afloramentos. O mapa de unidades litológicas foi elaborado em escala 1:3 500, com a utilização da carta topográfica da microbacia Taquara do Reino em escala de 1:1 000.

4.2.1.2 – Cadastro de escorregamentos

O cadastro de escorregamentos, que acompanhou o reconhecimento geológico, foi realizado por meio de levantamento de suas cicatrizes, localizados por GPS, com elaboração de perfis longitudinais, utilizando-se trena e nível de bolha, descrevendo as características antrópicas e naturais da encosta, em cada intervalo de medida. A medida de inclinação total foi realizada com clinômetro.

No cadastro de cada cicatriz foram determinadas as coordenadas de localização, nome da rua e número da habitação presente no local ou próxima, os intervalos de medida, sua altura, distância e observações sobre a descrição para cada intervalo.

As observações contemplam além da descrição dos materiais naturais e antrópicos presentes, feições de instabilidade como rachaduras em paredes, embarrigamentos de muros, trincas em escadas de escoamento de água pluvial e servida, presença de águas servidas nas encostas e de fossas, lixo acumulado, aterro e vegetação.

No escritório, foram elaborados perfis ao longo das cicatrizes de escorregamentos com o auxílio do programa *AutoCad 2006* e editados em *CorelDraw 11*.

4.2.1.3 – Análise das declividades

A elaboração do mapa de declividade passou pelas seguintes etapas:

- I – O mapa base de curva de nível foi geoprocessado para determinar o mapa do modelo digital de terreno;
- II – O mapa do modelo digital do terreno foi geoprocessado para determinar o mapa preliminar de declividade. As classes de declividade foram selecionadas por meio da análise geoambiental que culminou na compreensão do modelo fenomenológico;
- III – Construção de polígonos das manchas de cada classe de declividade, contornando-as;
- IV – Traçado dos polígonos das manchas com um buffer de 5 m de segurança, equivalente à largura de 1 lote, no sentido da precaução com áreas vizinhas.

O mapa foi elaborado na escala 1:3 500 que, resultando num desenho de tamanho A3, permitiu uma boa visualização de todas as etapas acima descritas.

4.2.2 – Uso do solo

Com base em imagem de satélite QuickBird, datada de maio de 2004, foi realizado um mapeamento do uso do solo, elegendo-se as seguintes categorias: uso urbano com densidade habitacional alta, média e baixa, mata, campo antrópico, reflorestamento, chácara, edificação de sítio e solo exposto, adaptado de Oliveira *et al.* (2005).

O critério utilizado para a identificação das categorias de densidade habitacional foi a contagem de lotes ocupados em cada quadra, segundo Oliveira *et al.* (2004), caracterizando os três níveis de ocupação: alta (>75% de ocupação), média (25% – 75% de ocupação) e baixa (< 25% de ocupação).

A extração das categorias de uso do solo foi realizada a partir da interpretação da imagem de satélite, com conseqüente construção dos polígonos de cada categoria.

Os resultados do reconhecimento do uso do solo foram aplicados em duas etapas da análise geoambiental. Na primeira etapa, o uso do solo foi considerado como agente potencializador da instabilidade das encostas, sendo entendido como condicionante dos escorregamentos, através dos cortes e aterros. Na segunda etapa, os resultados foram aplicados para se realizar o zoneamento de risco, como elemento que sofre as conseqüências danosas do processo de escorregamento.

4.3 – Elaboração do modelo fenomenológico

O modelo fenomenológico foi elaborado com base na identificação dos condicionantes dos escorregamentos que melhor explicam o fenômeno e caracteriza a etapa-chave do método proposto neste trabalho. Este modelo foi pautado na abordagem metodológica de Augusto Filho (1992).

Os condicionantes considerados no modelo fenomenológico foram de meio físico (reconhecimento geológico, escorregamentos cadastrados e declividades) e de uso do solo (forma que as encostas são ocupadas: cortes e aterros), que são os principais aspectos do processo de instabilização investigado, e que reconhecidos, explicam o comportamento geoambiental dos eventos de escorregamentos na microbacia.

4.4 – Análise da suscetibilidade

O mapa de suscetibilidade destaca as áreas com possibilidade de vir a ocorrer escorregamentos, com base nos principais fatores condicionantes destacados pelo modelo fenomenológico. Dentre tais fatores, destacou-se um limiar de declividade, acima do qual se deram todos os escorregamentos e a distribuição dos tipos litológicos.

4.5 – Zoneamento de risco

O mapa de zoneamento de risco a escorregamentos da microbacia resultou da análise do cruzamento do mapa de suscetibilidade com o mapa do uso do solo, complementada por reconhecimento de campo das imediações das cicatrizes dos escorregamentos cadastrados.

5 – ANÁLISE GEOAMBIENTAL

A microbacia do Córrego Taquara do Reino, contribuinte da margem direita do Córrego Invernada, por sua vez afluente do rio Baquirivu–Guaçu, afluente do rio Tietê, está situada a 15 km do centro da cidade de Guarulhos. A microbacia possui um comprimento aproximado de 1 100m e mede cerca de 600 m de largura máxima, totalizando uma área aproximada de 42 ha.

Segundo Sato (2008), a microbacia Taquara do Reino possui cerca de 5 500 moradores, e a análise da evolução da ocupação urbana foi realizada através de fotos aéreas e imagens de satélite de diversas épocas. Nas fotos aéreas de 1970 e 1988 observa-se que havia somente sítios na microbacia e a maioria das vias existentes se encontravam em topos de morro e permitiam acesso a esses sítios. A mudança significativa aparece na foto aérea de 1993, onde a ocupação urbana se concentra na vertente direita, através de loteamento realizado pela Imobiliária Continental. Na foto aérea de 2000 já se observa a ocupação total da microbacia, através de loteamentos irregulares de invasões na vertente esquerda e a montante. As imagens de satélite de 2004 e 2007 apontam o adensamento da região e confirmam a consolidação da ocupação da microbacia Taquara do Reino (Figura 3).

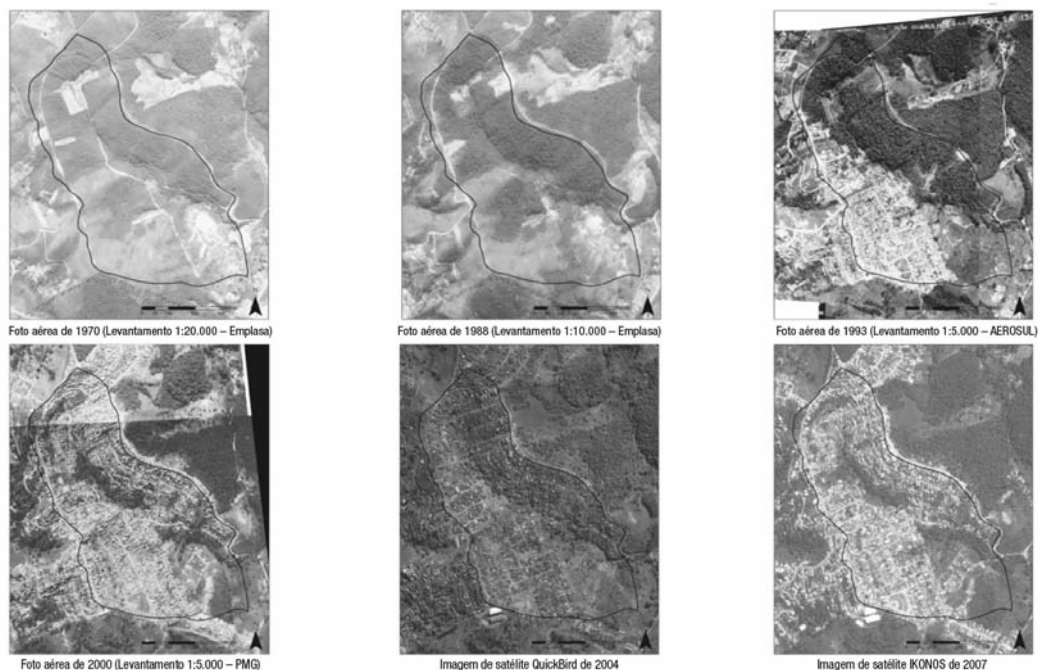


Fig. 3 – Evolução da ocupação urbana da microbacia Taquara do Reino.

5.1 – Os terrenos

Geomorfologicamente, a microbacia Taquara do Reino está inserida em região de morros e montanhas e apresenta altitudes entre 760 e 890 m, com amplitudes topográficas máximas entre 100 e 130 m.

A Figura 4 apresenta o mapa de classes selecionadas de declividade superiores e inferiores a 60%. As classes variam de $< 5^\circ$ a $> 30^\circ$, que foram agrupadas em manchas. As áreas relativamente planas com declividades inferiores a 10% estão referenciadas aos topos e fundo de vale.

A legislação urbanística e ambiental são instrumentos normativos que restringem a ocupação, constituindo, dessa maneira, instrumentos fundamentais para a urbanização. O Código Florestal (Brasil, 1965), em seu artigo 2º, determina que a cobertura vegetal não pode ser eliminada em terrenos de declividade acima de 45° (100%). A Lei Lehman (Brasil, 1979) em seu artigo 3º define que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30° , salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes. No âmbito municipal pode-se destacar a Lei de Zoneamento (Guarulhos, 2007), cujo artigo 6º, declara não ser permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade superior 30° , salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes, observando-se o limite máximo de 45° (Sato, 2008).

No reconhecimento geológico, foram identificadas as seguintes unidades litológicas: rocha metassedimentar, rocha metavulcânica, rocha gnáissica e aluvião. Predominam, na microbacia, as rochas metassedimentar e metavulcânica, pré-cambrianas do Grupo Serra de Itaberaba (Oliveira *et al.*, 2005).

As rochas metassedimentares, representadas por filitos, ocorrem predominantemente nos divi-

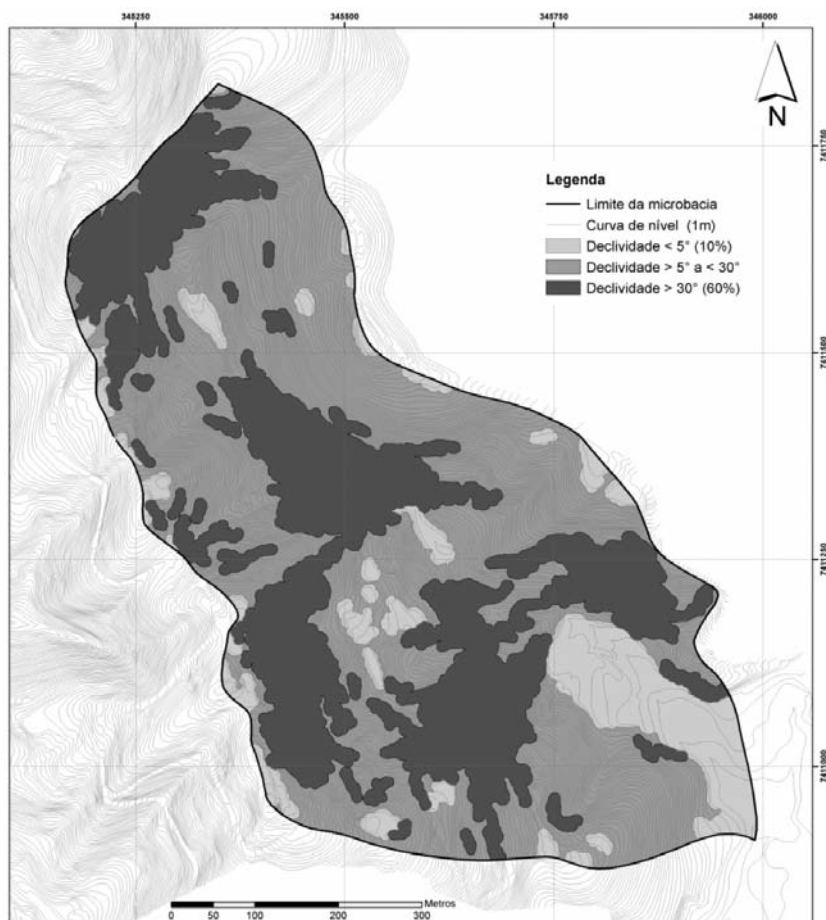


Fig. 4 – Mapa de classes selecionadas de declividade da microbacia.

sores de águas direito e cabeceiras, com tendência a destacar áreas topograficamente mais elevadas e maior declividade. Os solos correspondentes são rasos com coloração amarelada, silto-arenosos. Nas áreas das rochas metassedimentares a infiltração é limitada pela alta declividade, pela espessura reduzida dos solos e pela rocha subaflorante.

As rochas metavulcânicas, representadas por basaltos metamorfizados, ocorrem predominantemente em terrenos mais rebaixados e de encostas mais suaves. Os solos correspondentes são profundos, argilosos e de coloração vermelha. A natureza dos solos derivados destas rochas e sua distribuição na microbacia determinam comportamentos hídricos diferentes. Nas áreas das rochas metavulcânicas, o perfil de alteração profunda e as menores declividades favorecem a infiltração.

A elaboração do mapa de unidades litológicas considerou os limites entre as unidades por predominância. O contato entre elas apresenta transição de um termo a outro e, às vezes, intercalações (Figura 5).

Finalmente, em pequena área a jusante da microbacia ocorre rocha gnáissica e, no fundo do vale, terrenos aluvionares, atualmente cobertos por aluviões antrópicos (aterros).

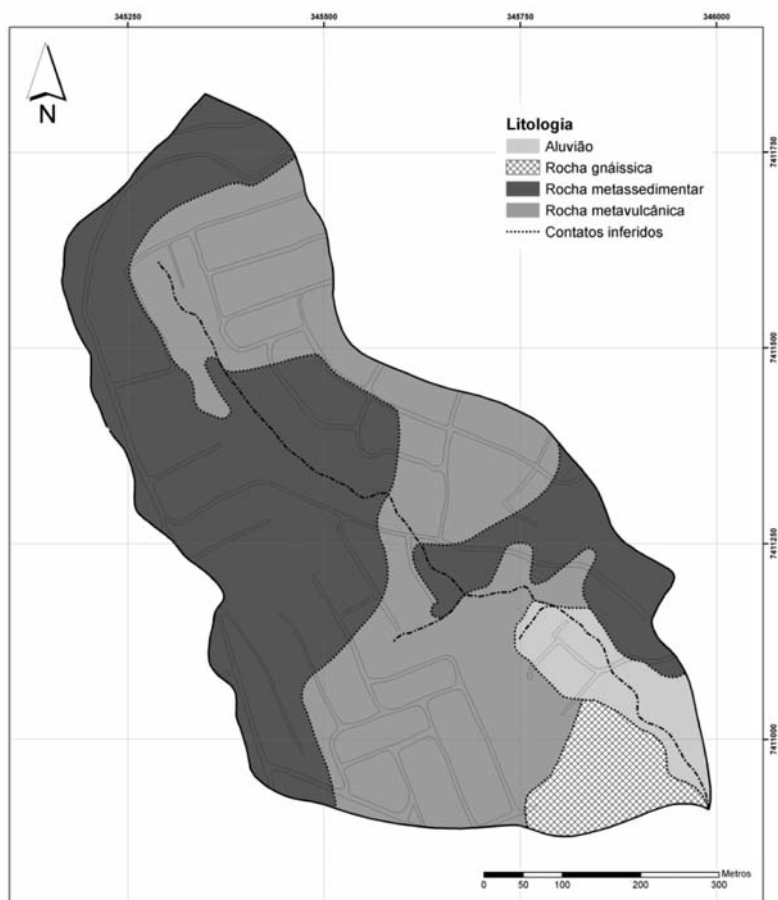


Fig. 5 – Mapa de unidades litológicas da microbacia.

5.2 – As chuvas

Regionalmente, segundo Lacava (2007), a área de estudo situa-se na região da Serra da Cantareira que apresenta, para o período monitorado pelos postos pluviométricos disponíveis em mais longo período, 1941 a 1964, uma média anual de 1 411 mm.

Ainda segundo o autor acima referido, no período mais seco (abril a setembro), as médias mensais estão abaixo de 75 mm. No período mais úmido (outubro a março), as médias mensais estão acima de 125 mm, e o mês de janeiro corresponde ao mês mais úmido, com um máximo de quase 240 mm de chuva.

Conforme dados da Estação Meteorológica do Núcleo Cabuçu (EMET Núcleo Cabuçu), recentemente instalada a 2 km (em linha reta) da microbacia em estudo, o total anual precipitado referente ao período de janeiro a dezembro de 2006 foi de 1 125 mm, e no período de janeiro a dezembro de 2007 foi de 1 035 mm, segundo Lacava (2007).

Embora esta estação registre a pluviosidade a cada 30 min, o que permitiria a análise de intensidades de chuva, a falta de um registro sistemático dos eventos de escorregamentos por parte da

Defesa Civil de Guarulhos e a dificuldade em se obter datas confiáveis de ocorrência dos escorregamentos da população local, não permitiram a realização de uma análise de correlação entre pluviosidade e escorregamentos.

5.3 – O uso do solo

O Quadro 1 apresenta as áreas ocupadas pelas diferentes categorias de uso do solo e a Figura 6 apresenta o mapa de uso do solo da microbacia (adaptado de Oliveira *et al.*, 2005).

Quadro 1 – Áreas ocupadas pelas diferentes categorias de uso do solo na microbacia.

Categorias	Área (m²)	Área (ha)	Porcentagem (%)
Uso urbano com densidade Alta	228 877	22,88	54,6
Uso urbano com densidade Média	44 958	4,49	10,8
Uso urbano com densidade Baixa	13 993	1,39	3,4
Campo antrópico	62 807	6,28	15,0
Mata	49 809	4,98	12,0
Reflorestamento	12 560	1,25	3,0
Edificação de Sítio	421	0,04	0,1
Chácara	1 163	0,11	0,3
Solo exposto	3 443	0,34	0,8
Total da Microbacia	418 036	41,80	100

O mapa mostra que a microbacia possui 418 mil m² (42 ha) e está quase que totalmente ocupada com 287 mil m², correspondente a 69% da área. Sua maior parte, com alta densidade habitacional ocupa 54% do total da microbacia.

As edificações são construídas em patamares obtidos pelos cortes e aterros, que atingem desníveis aproximados entre 1 e 6 m de altura. A maior parte das edificações é de alvenaria, sendo que algumas são feitas de madeira. As casas possuem de 1 a 4 cômodos, dependendo da condição financeira das famílias. A autoconstrução, principalmente de finais de semana, é a forma que prevalece na microbacia. Muitas destas edificações estão inacabadas e/ou foram construídas inadequadamente sem autorização da Prefeitura.

Tendo em vista a prática de ocupação dos lotes por meio de cortes e aterros, verifica-se que quanto maior a declividade da encosta, maior é o movimento de terra executado. Esta condição é agravada pela falta de compactação dos aterros que resultam de solos simplesmente lançados encosta abaixo e sem obras de estabilização.

Assim, a falta de planejamento habitacional aliada à cultura popular de “morar no plano”, implicam alteração pronunciada não só da forma da encosta, mas também de sua constituição tendo em vista a formação de aterros compostos por terra lançada, entulho e lixo.

Os perfis das encostas são também alterados pela abertura de ruas, escadas d’água, travessas e caminhos de terra, sem pavimentação e planejamento urbano. As ruas dos loteamentos não possuem pavimentação, apenas “cascalho” (brita lançada). Muitas destas ruas permanecem intransitáveis mesmo em períodos sem chuvas, por terem sido traçadas perpendicularmente às curvas de nível, com declividades muito acentuadas. Tais ruas, não pavimentadas, estão sujeitas a processos erosivos intensos, provocados pelo escoamento superficial concentrado das chuvas e mesmo das águas servidas e dos esgotos (Figura 7).

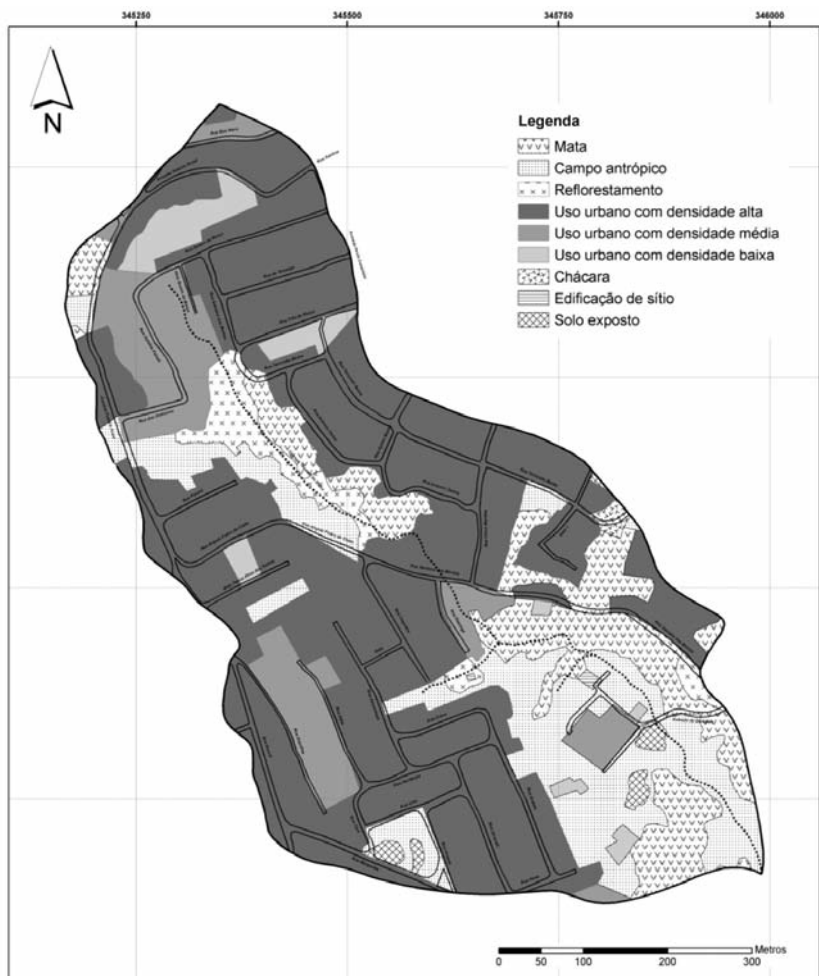


Fig. 6 – Mapa de uso do solo da microbacia.

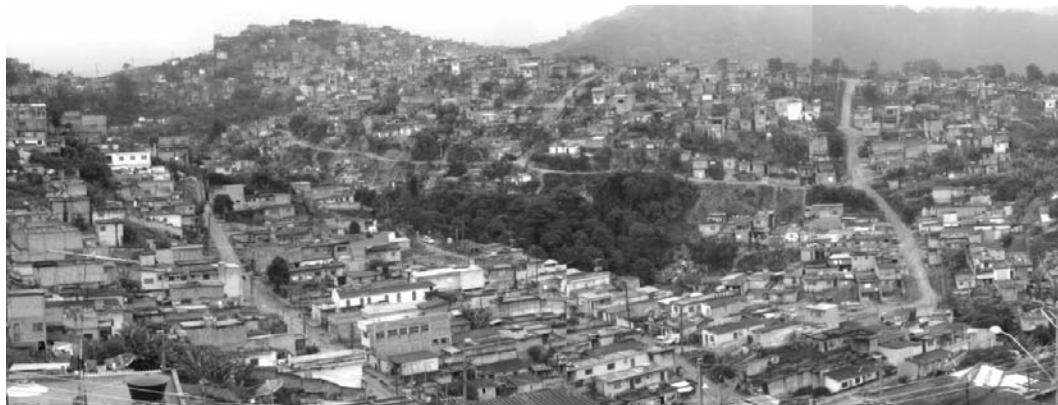


Fig. 7 – Vista dos loteamentos Recreio São Jorge e Novo Recreio.

O abastecimento de água encanada através da rede de distribuição é parcial. Alguns moradores utilizam a nascente principal do córrego, cuja água, entretanto, é imprópria para o consumo (Queiroz, 2005).

Algumas edificações não possuem coleta de esgoto, sendo que muitas se utilizam de fossas e outras lançam diretamente na rua, a céu aberto. O esgoto coletado em algumas ruas é direcionado para o córrego no fundo do vale. Os aterros de terra lançada, com lixo e entulho são frequentemente objeto de implantação de fossas de infiltração de esgotos e águas servidas que promovem a sua saturação, mesmo em períodos sem chuvas. Verificou-se também que nos aterros cresce vegetação espontânea, como: gramíneas, mamoneiras, taiobas, e em alguns locais são plantadas bananeiras.

O lixo doméstico e o entulho são lançados de maneira irregular em vias públicas, encostas, terrenos ou no fundo do vale, atingindo o córrego. A concentração do lixo nos aterros proporciona a obstrução da drenagem natural, pois retém o fluxo de água no aterro, aumentando seu peso, gerando sua saturação e reduzindo a resistência dos taludes. Não há coleta de lixo porta-a-porta, devido às ruas serem intransitáveis, as poucas lixeiras comunitárias existentes são de difícil acesso, e falta maior cuidado dos moradores com a disposição do lixo domiciliar nos loteamentos, encontrando-se estes em grave estado de degradação.

A paisagem na microbacia está servida pelos morros de alta declividade, pelo intenso desmatamento, pelos cortes e aterros, por ruas não pavimentadas e ortogonais às curvas de nível, o escoamento superficial sofre intensa alteração, com aumento de sua intensidade de vazão, devido ao aporte das águas servidas e esgoto, além de sua concentração potencializando seu poder erosivo, gerando sulcos e ravinas, ao longo das ruas.

Além disso, nos lotes, no interior das quadras, a desorganização da distribuição dos diferentes materiais que compõe o meio físico antrópico é intensa, destacando, principalmente, para os processos de escorregamento, a presença de maciços instáveis de aterro composto por terra, lixo e entulho, com presença de fossas de esgotos e pontos de infiltração de águas servidas.

5.4 – Análise do cadastro de escorregamentos

Em campo foram identificadas e cadastradas 8 cicatrizes de movimentos de massa, sendo 7 escorregamentos e um deslocamento em rocha metassedimentar, muito específico e que não foi considerado na análise do processo dominante (Figura 8).

O cadastro dos escorregamentos 2 e 7, (Figura 9 e 10) exemplificam a forma como as encostas são ocupadas. No que diz respeito aos condicionantes antrópicos, pode-se verificar que os escorregamentos mobilizam sempre os aterros que, como já foi assinalado são constituídos por misturas heterogêneas de solo, entulho, lixo e a presença de fossas. Verificou-se que, no que diz respeito aos condicionantes naturais, todos os escorregamentos cadastrados ocorreram em áreas de litologia metassedimentar (apenas o evento 4 possui intercalações metavulcânicas, pois está próximo ao contato estabelecido) e em declividades superiores a 30°.

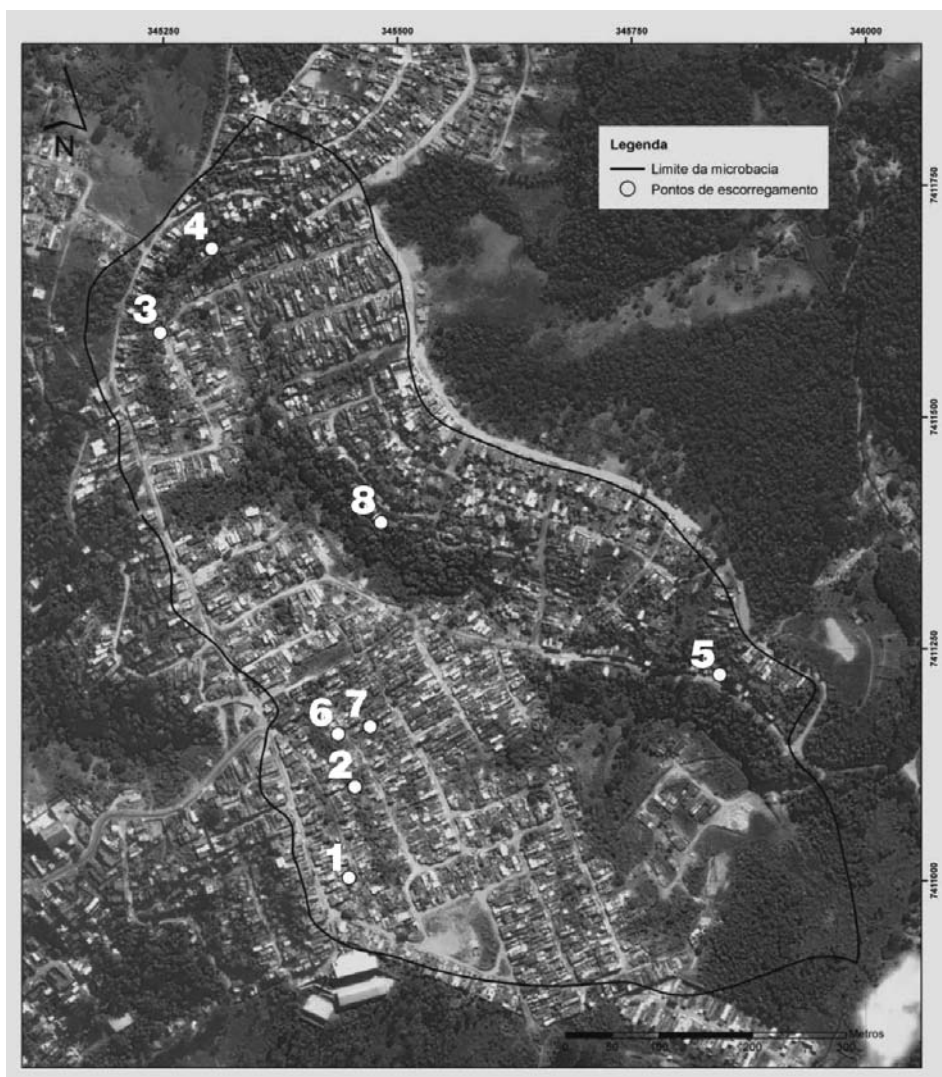


Fig. 8 – Imagem de Satélite com a localização dos pontos de escorregamentos na microbacia.

Escorregamento 2

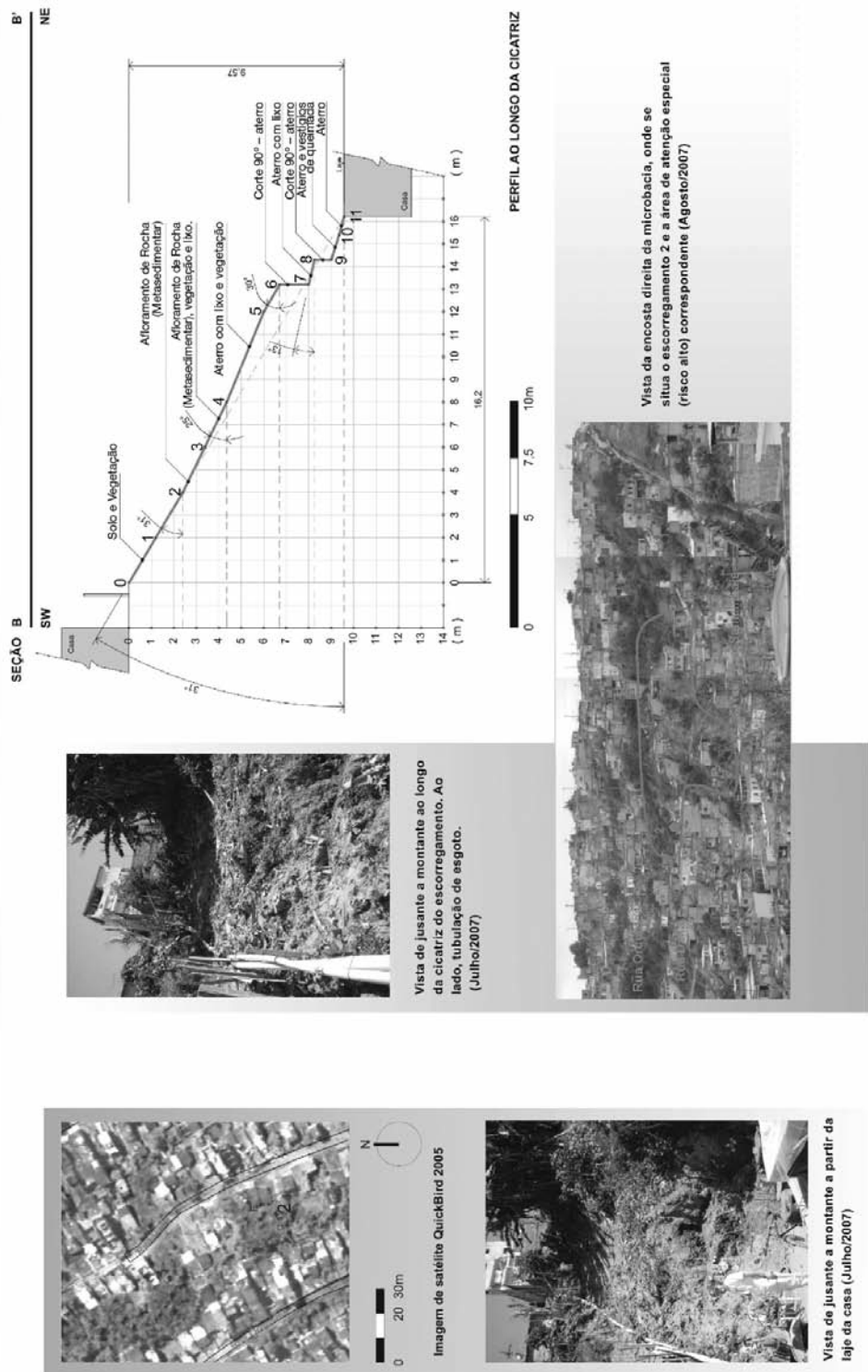
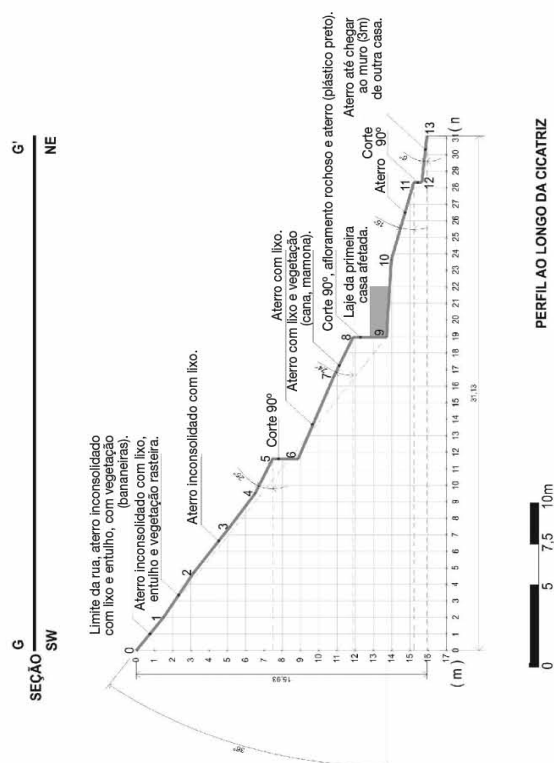


Fig. 9 – Exemplo de Cadastro: Prancha do Escorregamento 2.

Escorregamento 7



Vista da encosta de jussante a montante ao longo da cicatriz do escorregamento (Setembro/2007)



Imagem de satélite QuickBird 2005



Vista da encosta de jusante a montante ao longo da cicatriz do escorregamento (Setembro/2007)



Vista de jusante a montante, em destaque corte e aterro coberto com plástico Setembro/2007



Vista do perfil da encosta de jusante a montante (Setembro/2007)



**Lista da encosta de montante a jusante
Setembro/2007)**



Vista da encosta direita da microbacia, onde se situa o escorregamento 7 e a área de atenção especial (risco alto) correspondente (Agosto/2007)

Fig. 10 – Exemplo de Cadastro: Prancha do Escorregamento 7.

6 – DISCUSSÃO

Neste item, seguindo o roteiro metodológico, são apresentados e discutidos o modelo fenomenológico, a suscetibilidade e o risco.

6.1 – Modelo fenomenológico

O modelo fenomenológico dos processos mais frequentes de escorregamentos corresponde ao resultado da análise dos condicionantes da instabilidade das encostas e que melhor explicam o comportamento destes processos. Predomina, nos movimentos de massa analisados, o tipo de escorregamento planar, com pequena espessura e forma retangular estreita, ou seja, o comprimento do escorregamento é bem superior à largura.

Na área de estudo estes escorregamentos ocorrem em encostas superiores a 30° (60%), em terrenos metassedimentares, mobilizando materiais de aterro com lixo e entulho. A deflagração dos escorregamentos nos períodos de chuva foi potencializada pela presença de fossas, encontradas nos escorregamento 2 e 3, águas servidas e de bananeiras plantadas na encosta. Tais elementos, principalmente as fossas, propiciaram a infiltração das águas que saturam os materiais. A saturação dos materiais do aterro propicia o aumento do peso e de sua componente tangencial instabilizadora, além de criar escoamentos subparalelos à encosta nos contatos entre os diversos materiais presentes, como tijolos, plásticos, papelão, garrafas, entre outros.

A instabilidade potencial das edificações tem como causa a movimentação destes aterros. A inclinação dos cortes e aterros ao longo dos perfis é em geral superior ao da inclinação original da encosta favorecendo a ocorrência de escorregamentos. Quanto maior esta inclinação maior é o volume mobilizado pelos cortes e aterros.

Uma síntese do modelo fenomenológico, integrando os condicionantes naturais e antrópicos pode ser assim apresentada:

- os metassedimentos, mais resistentes ao intemperismo e a erosão, que as formações metavulcânicas, predominam nas encostas com maiores declividades;
- as maiores declividades exigem maiores cortes para o assentamento das casas, produzindo maiores volumes de aterro;
- os volumes de aterro lançados com lixo e entulho encosta abaixo, constituem os maciços instáveis aos processos de escorregamento;
- alguns corpos de aterro são usados para implantação de fossas e lançamento de águas servidas, potencializando as instabilizações.

6.2 – Suscetibilidade

Tendo em vista o modelo fenomenológico acima descrito, considerou-se a declividade como o principal fator a ser considerado no zoneamento de áreas com diferentes suscetibilidades aos escorregamentos.

A declividade acima de 30° (60%) foi considerada como o principal critério da definição de suscetibilidade elevada. A declividade igual ou inferior a 5° (10%) é relativa aos topos dos morros e fundo de vale, e definiu a classe de suscetibilidade baixa. A declividade no intervalo entre 5° a 30° refere-se a classe de suscetibilidade média.

Embora haja uma tendência dos escorregamentos se darem predominantemente em rochas metassedimentares, suas áreas de ocorrência foram consideradas em segundo plano, tendo em vista que os contatos com os terrenos metavulcânicos são transicionais e há intercalações destas litologias. Além disso, por causas provavelmente neotectônicas, há áreas de menores declividades constituídas por rochas metassedimentares, não apresentando suscetibilidade elevada. O Quadro 2 apresenta a matriz de classificação da suscetibilidade.

Quadro 2 – Classes de suscetibilidade a escorregamentos da microbacia Taquara do Reino.

SUSCETIBILIDADE	ALTA	MÉDIA	BAIXA
Declividade	> 30°	> 5° e ≤ 30°	≤ 5° (topos e fundo de vale)
Litologia	metassedimentar e metavulcânica	metassedimentar, metavulcânica, gnaiss e aluvião	

Entretanto, deve-se ponderar que a suscetibilidade aos escorregamentos embora determinada a partir de condicionantes naturais, tais condicionantes não são exclusivamente determinantes, pois a suscetibilidade somente é de fato adquirida pelos terrenos como resultado das práticas inadequadas de uso do solo, realizadas na microbacia, destacando-se os cortes significativos e volumes de aterros correspondentes. A Figura 11 apresenta o mapa das áreas de suscetibilidade da microbacia.

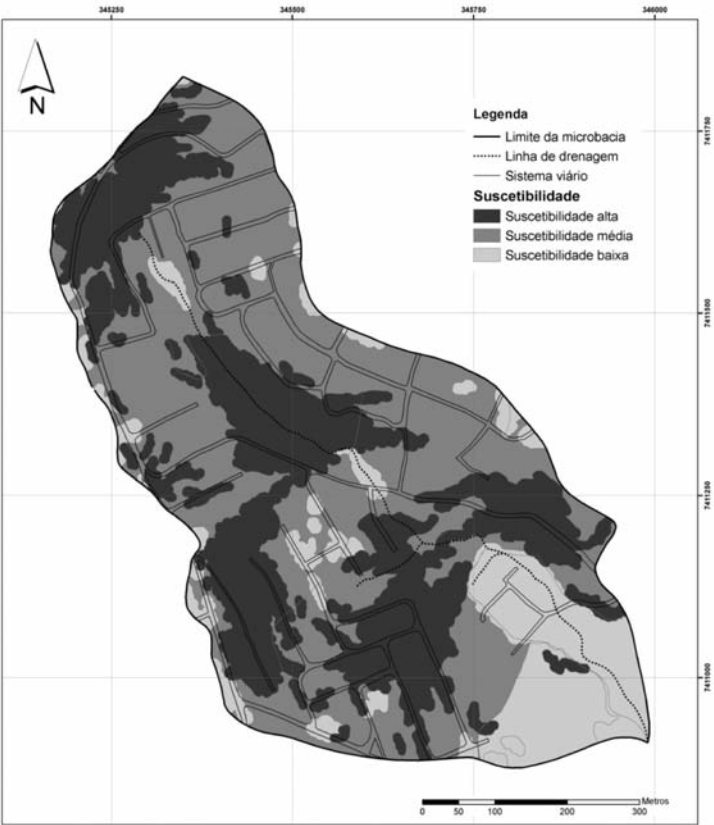


Fig. 11 – Mapa de suscetibilidade da microbacia.

6.3 – Zoneamento de risco

A Figura 12 apresenta o mapa de zoneamento de risco com base no cruzamento do mapa de suscetibilidade com o mapa de uso do solo. Neste mapa, as áreas de risco foram definidas como: risco alto, médio e baixo.

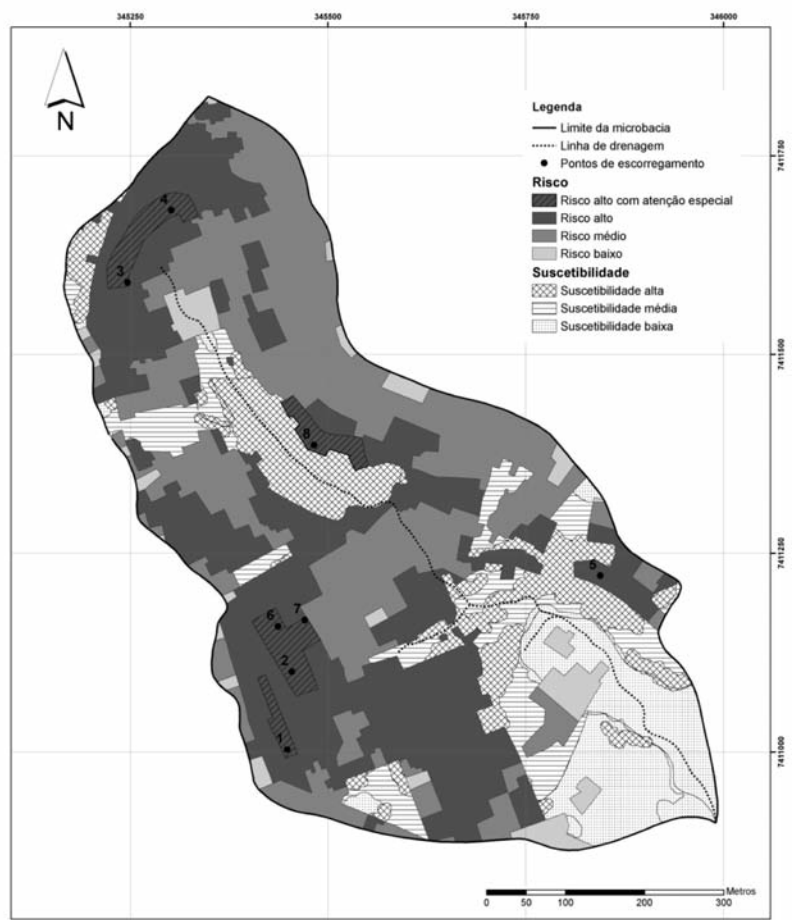


Fig. 12 – Mapa de zoneamento de risco e suscetibilidade a escorregamentos da microbacia.

Na classe de risco alto foram destacadas áreas de atenção especial, delimitadas no entorno dos escorregamentos cadastrados, onde os fatores geoambientais, condicionantes dos processos, persistem lateralmente.

As classes de suscetibilidade foram desconsideradas como risco, pois não há uso do solo associados a estas unidades. Este mapa constitui um mapa síntese da análise geoambiental integrando áreas de suscetibilidade e de risco.

7 – CONCLUSÃO

A pesquisa realizada na microbacia Taquara do Reino, para caracterizar o comportamento geoambiental das áreas de risco a escorregamentos nos loteamentos do Recreio São Jorge e Novo

Recreio, revelou que a ação antrópica tem papel fundamental na criação do risco geológico. Esta situação reflete assentamentos urbanos inadequados na microbacia, favorecendo a manifestação dos escorregamentos.

No que se refere ao condicionante natural, as áreas de instabilização estão basicamente vinculadas às declividades maiores que 30° (60%), e sua alta frequência de acidentes está relacionada, principalmente, à forma como as encostas são ocupadas, com cortes e produção de aterros não compactados ou solos lançados, com entulho e lixo. Nas áreas de encostas foi verificado que os escorregamentos são planares e mobilizam esses materiais.

O modelo fenomenológico identificou que as encostas com maiores declividades exigem maiores cortes para o assentamento das casas, que por sua vez, produzem maiores volumes de aterro que, sendo lançados nas maiores declividades, favorecem os escorregamentos.

A análise geoambiental da microbacia permitiu identificar as áreas mais suscetíveis a escorregamentos que, cruzadas com as áreas de uso do solo, permitiu elaborar um zoneamento de risco.

O produto final, de síntese, apresenta num mesmo mapa o zoneamento de risco e o de suscetibilidade a escorregamentos. Desta maneira, este produto constitui o instrumento fundamental para qualquer ação na microbacia desde os preventivos, como os de um PPDC (Planos Preventivos de Defesa Civil) até as de um planejamento urbano. Espera-se que os resultados obtidos viabilizem a implantação de medidas de controle do risco na microbacia. Neste sentido, Sato (2008) utilizou de condicionantes geoambientais, que deram suporte ao desenvolvimento de uma proposta aplicativa de planejamento urbano na mesma área da microbacia.

8 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Guarulhos pelo apoio técnico e disponibilização de dados, e à Prefeitura de Guarulhos, pelo apoio fornecido em disponibilizar relatórios técnicos sobre as áreas de risco no município de Guarulhos.

Agradecem também à Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENPE) – Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, pela Bolsa Mestrado da Rede Pública de Ensino de São Paulo, à primeira autora.

9 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Sáber, A. N. (1969). *Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o quaternário. Geomorfologia*. IG-USP. vol.18. São Paulo, Brasil.
- Andrade, M. R. M. (1999). *Cartografia de Aptidão para Assentamento Urbano do Município de Guarulhos/SP*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo. 154p.
- Augusto Filho, O. (1992). Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTA, 1., Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro: ABMS / ABGE / PCRJ, 1992a. vol. 2, pp. 721-733.
- Brasil. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 – Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 20

dez. 1979. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 22 nov. 2006.

Brasil. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Institui o novo código florestal. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 dez. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 22 nov. 2006.

Brasil. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Programas Urbanos (2006). *Capacitação em mapeamento e gerenciamento de risco*. Brasília, DF.

Carvalho, C. S.; Galvão, T. (Orgs.) (2006). *Prevenção de riscos de deslizamentos em encostas: guia para elaboração de políticas municipais*. Brasília, DF: Ministério das Cidades.

Cerri, L. E. S. (1993). *Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes*. 1993. 197 f. Tese (Doutorado em Geociências – Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Gomes, G. L. C. C. (2008). *Análise geoambiental de áreas de risco a escorregamentos nos loteamentos do Recreio São Jorge e Novo Recreio, no município de Guarulhos – SP*. 2008. 97 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade de Guarulhos, Guarulhos/SP, Brasil.

Guarulhos (Município). Secretaria de Habitação. (2004a). *PMRR: Plano Municipal de Redução de Riscos*. Guarulhos: Prefeitura Municipal de Guarulhos.

Guarulhos (Município) (2004b). *Mapeamento de riscos em áreas de encostas e margens de córregos em favelas no município de Guarulhos: Recreio São Jorge e Jardim Novo Recreio*. Guarulhos: Rosa e Bindone.

Guarulhos. Lei nº 6.253, de 24 de maio de 2007 – Dispõe sobre o uso, a ocupação e o parcelamento do solo no Município de Guarulhos e dá providências correlatas. *Diário Oficial [do] Município de Guarulhos*, Guarulhos, SP, 25 mai. 2007. Disponível em: <http://www.guarulhos.sp.gov.br/06_prefeitura/leis/leis_download/06253lei.pdf> Acesso em: 30 mai. 2007.

Lacava, M. A. (2007). *Comportamento hídrico de superfície da bacia do rio Cabuçu de Cima, Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos, SP*. Guarulhos, 2007. 71 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental Aplicada) – Universidade de Guarulhos, Guarulhos/SP, Brasil.

Macedo, E. S. (2001). *Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade*. 275 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

Oliveira, A. M. S.; Brito, S. N. A. (Eds.) (1998). *Geologia de engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Estatística.

Oliveira, A. M. S. et al. (2004). *Diagnóstico ambiental para o manejo sustentável do núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e áreas vizinhas do município de Guarulhos*. Guarulhos: UnG, Relatório da Fase II do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP. 35 p.

Oliveira, A. M. S. et al. (2005). *Diagnóstico ambiental para o manejo sustentável do núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e áreas vizinhas do município de Guarulhos*. Guarulhos: UnG, Relatório Final do Projeto Cabuçu UnG / FAPESP. 108 p.

- Queiroz, W. D. (2005). *Impactos geoambientais da ocupação urbana na microbacia do Córrego Taquara do Reino – Bairro Novo Recreio, Município de Guarulhos, SP*. 2005. 41 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental) - Universidade de Guarulhos, Guarulhos/SP, Brasil.
- Ruiz, M. D.; Guidicini, G. (1998). Introdução. In: OLIVEIRA, A. M. dos S.; BRITO, S. N. A. de. (Eds.). *Geologia de engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia e Estatística, p. 1-5.
- Sato, S. E. (2008). *Proposta de urbanização com base nos condicionantes geoambientais dos loteamentos do Recreio São Jorge e Novo Recreio, Região do Cabuçu, Guarulhos, SP*. 2008. 68 f. Dissertação (Mestrado em Análise Geoambiental) – Universidade de Guarulhos, Guarulhos/SP, Brasil.
- Tominaga, L. K. (2007). *Avaliação de terreno para análise de perigos e riscos associados a escorregamentos: aplicação em Ubatuba*. 2007. 200 f. Tese (Doutorado em Ciências – Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.