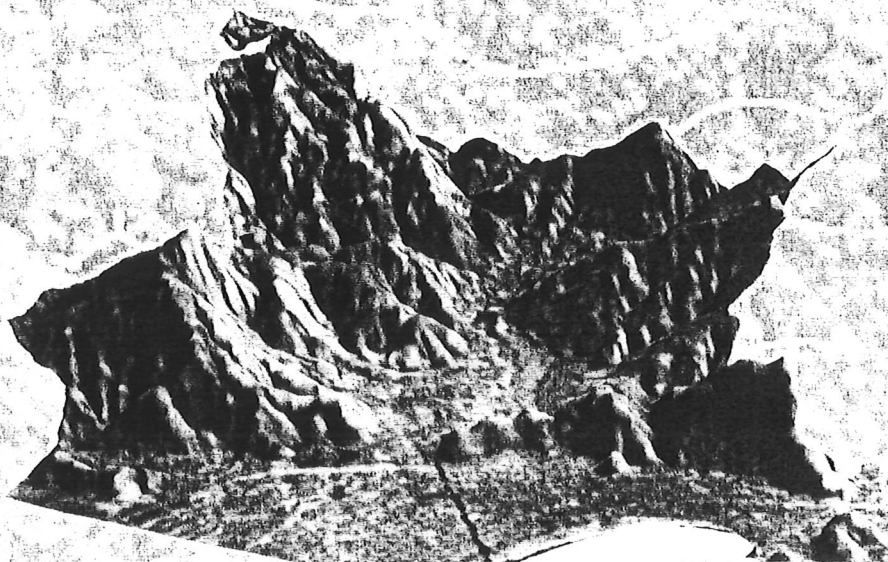


# Cartografia Geotécnica e Geoambiental

**Conhecimento do Meio Físico: Base para a Sustentabilidade**



**Pejon, O. J.  
Zuquette, L. V.  
Editores**

**5° Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica e Geoambiental**  
16 a 18 de novembro de 2004

São Carlos/SP

## **Cartografia Geotécnica e Geoambiental**

Conhecimento do Meio Físico: Base para a Sustentabilidade

Editores

Osni José Pejon

Lázaro Valentin Zuquette

Escola de Engenharia de São Carlos

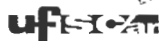
Universidade de São Paulo



## Organização



Departamento de Geotecnia  
Escola de Engenharia de São Carlos  
Universidade de São Paulo



Departamento de Engenharia Civil  
Universidade Federal de São Carlos

## Patrocínio



Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica  
e Geoambiental (5. : 2004 : São  
Carlos)

S612c.5  
2004      Cartografia geotécnica e geoambiental :  
conhecimento do meio físico : base para a  
sustentabilidade / editores: Osni José Pejon  
; Lázaro Valentin Zuquette. -- São Carlos :  
Suprema Gráfica Editora, 2004.  
[582] p. : il.  
ISBN 85-98156-06-X

1. Cartografia geotécnica. 2. Cartografia  
geoambiental. 3. Cartas de risco. 4.  
Sensoriamento remoto. 5. Sistemas de  
informação geográfica.  
I. Pejon, Osni José. II. Zuquette, Lázaro

Impressão: Suprema Gráfica Editora Ltda – São Carlos/SP

Distribuição: Associação Brasileira de Geologia e Engenharia e Ambiental - ABGE  
Fone: 11 – 3767-4361 FAX: 11 – 37190661 e-mail: [abge@ipt.br](mailto:abge@ipt.br)

Imagem da Capa: Modelo Numérico do Terreno - Caragatatuba-SP (Prof. Dr. Oswaldo Augusto Filho-EESC/USP)

## Mapeamento de risco em assentamentos precários nas zonas sul e parte da oeste no município de São Paulo (SP)

Canil, K.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, canilkat@ipt.br

Macedo, E.S.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, esmacedo@ipt.br

Gramani, M.F.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, mgramani@ipt.br

Almeida Filho, G. S.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, gersaf@ipt.br

Yoshikawa, N.K.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, nestorky@ipt.br

Mirandola, F. A.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, Brasil, fabrício@ipt.br

Vieira, B.C

Universidade Estadual Paulista, São Paulo, São Paulo, Brasil, bianca@ourinhos.unesp.br

Baida, L.M.A.

Geóloga Autônoma, São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil, lilianbaida01@hotmail.com

Augusto Filho, O.

Universidade São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil, oafilho@sc.usp.br

Shinohara, E.J.

Universidade São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil, edjun@usp.br

**Resumo:** Este artigo apresenta os resultados do mapeamento de riscos associados a escorregamentos em áreas de encostas e a solapamento de margens de córregos em 96 favelas das zonas sul e parte da oeste do município de São Paulo. Para exemplificar a aplicação do método adotado para o mapeamento de áreas de risco, foi selecionada a Favela Real Parque situada na região da Subprefeitura do Butantã.

**Abstract:** This paper presents the results of landslides risk mapping in hillslopes and in the banks river erosion in the 96 slums of the south and part of west areas of São Paulo municipality. To show the method adopted for risk mapping areas, it was chosen one of the slums called Real Parque located in Butantã quarter.

|             |         |
|-------------|---------|
| SYSNO       | 1423608 |
| PROD        | 0001416 |
| ACERVO EESC |         |



## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta os resultados do mapeamento de riscos associados a escorregamentos em áreas de encostas e a solapamentos de margens de córregos em 96 favelas das zonas sul (Subprefeitura do Campo Limpo, M'Boi Mirim, Capela do Socorro, Parelheiros, Cidade Ademar) e parte da oeste (Subprefeitura do Butantã) do Município de São Paulo, que foi realizado pela equipe técnica do Agrupamento de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente, do Instituto de Pesquisas do Estado de São Paulo – IPT. Esse trabalho teve como objetivo a caracterização das áreas de risco com indicação de medidas corretivas, subsidiando o Programa de Gerenciamento de Riscos da Prefeitura do Município de São Paulo.

## 2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O mapeamento das áreas de risco, realizado em seis regiões do município de São Paulo (Figura 1), está baseado no método e procedimento técnico explicitado em artigo (CERRI et al. 2004) apresentado nesse 5º Simpósio de Cartografia Geotécnica, além das considerações explicitadas em Carvalho e Hachich (1997), Carvalho (2000), Macedo (2001) e Nogueira (2002).

Com base nessas premissas, as etapas de trabalho para o mapeamento das áreas consistiram em:

- elaboração de fotos oblíquas de baixa altitude, a partir de sobrevôo de helicóptero;
- investigações geológico-geotécnicas expeditas para caracterização dos setores de análise;
- avaliação da probabilidade de ocorrência do processo destrutivo;
- avaliação das consequências potenciais; e
- recomendações para intervenções de controle de risco.

Também cabe ressaltar alguns aspectos metodológicos específicos utilizados nesse trabalho:

- os limites de análise de cada área foram estabelecidos com base nos logradouros limítrofes fornecidos pela Prefeitura (ruas, avenidas, estradas, etc.); nas observações coletadas na vistoria técnica e em comum acordo com o técnico/profissional da PMSP que acompanhava a vistoria;

- a contagem das edificações foi realizada principalmente com base nas fotos de helicóptero e vertical, considerando como edificação as áreas construídas contíguas sendo, portanto, aproximadas. Essa observação vale principalmente nas áreas caracterizadas como de graus de probabilidades média e baixa.

Dessa forma, a seguir apresentam-se os resultados do mapeamento realizado, com o resumo da situação das áreas, bem como um exemplo de área mapeada, conforme método adotado, por meio da ficha geral, das respectivas fichas dos setores mapeados, incluindo fotografias aéreas, oblíquas e de campo.

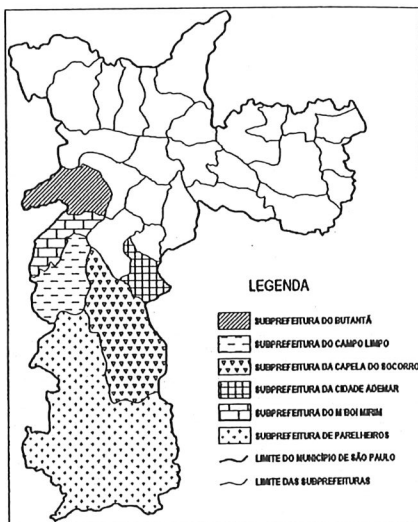


Figura 1. Localização das áreas mapeadas no município de São Paulo.

## 3. ANÁLISE DAS ÁREAS DE RISCO DA REGIÃO MAPEADA

O mapeamento das áreas de risco foi realizado entre os meses de janeiro e março de 2003. Após as visitas de campo em todas as favelas e a elaboração do respectivo dossiê, contendo a ficha geral de campo, fichas dos setores, fotografias aéreas, fotos oblíquas e de campo, pode-se fazer uma análise das áreas, com os resultados exibidos na Tabela 1. De acordo com a Tabela 1, foram cadastrados 302 setores de risco, distribuídos nas 96 favelas visitadas. Destes 302 setores, cerca de 85% estão relacionados a problemas de escorregamentos de encostas e/ou aterros e 15% relacionado a solapamento de margens. Em relação aos graus de risco, 16% dos

setores foram cadastrados em grau muito alto de risco, 27% em grau alto, 32% em grau médio e 25% em grau baixo. Foram contadas cerca de 28.300 moradias, situadas em setores com os seguintes

graus de risco: muito alto (7%), alto (10%), médio (37%) e baixo (46%), sendo sugeridas apenas 48 remoções imediatas.

Tabela 1 - Síntese das áreas de risco mapeadas.

|                    |                        | Sub-Prefeituras |                   |             |       |             |               |
|--------------------|------------------------|-----------------|-------------------|-------------|-------|-------------|---------------|
|                    |                        | Butantã         | Capela do Socorro | Campo Limpo | M'Boi | Parelheiros | Cidade Ademar |
| Processos          | Nº Favelas             | 11              | 33                | 15          | 17    | 8           | 12            |
|                    | Nº Setores             | 34              | 92                | 54          | 63    | 16          | 43            |
|                    | Escorregamento         | 28              | 77                | 39          | 61    | 16          | 36            |
|                    | Solapamento de Margens | 5               | 15                | 15          | 2     | -           | 7             |
|                    | MA                     | 6               | 13                | 18          | 6     | 1           | 6             |
|                    | A                      | 2               | 26                | 7           | 23    | 7           | 14            |
|                    | M                      | 15              | 33                | 15          | 19    | 5           | 9             |
|                    | B                      | 11              | 20                | 14          | 15    | 3           | 14            |
|                    | MA                     | 204             | 507               | 941         | 103   | 65          | 159           |
|                    | A                      | 131             | 1060              | 229         | 415   | 305         | 647           |
| Graus de Risco     | M                      | 882             | 3671              | 1905        | 2464  | 655         | 1048          |
|                    | B                      | 2425            | 3815              | 3355        | 1897  | 174         | 1234          |
|                    | MA                     | 204             | 507               | 941         | 103   | 65          | 159           |
| Nº Moradias        | A                      | 131             | 1060              | 229         | 415   | 305         | 647           |
|                    | M                      | 882             | 3671              | 1905        | 2464  | 655         | 1048          |
|                    | B                      | 2425            | 3815              | 3355        | 1897  | 174         | 1234          |
| Remoções Sugeridas |                        | 11              | -                 | 2           | 28    | -           | 7             |

MA=muito alto; A=alto; M=médio; B=baixo

Em relação às alternativas de intervenção para esses setores, foram sugeridas medidas de limpeza e recuperação e obras de drenagem superficial, proteção vegetal (gramíneas) e desmonte de blocos e matacões. Para as situações mais críticas foram indicadas obras de drenagem de subsuperfície, estruturas de contenção localizadas ou lineares, obras de terraplenagem e estruturas de contenção de médio a grande portes, além da remoção de moradias em ocasiões necessárias.

4. EXEMPLO DE MAPEAMENTO DE ÁREA DE RISCO DA FAVELA REAL PARQUE

Dentre todas as áreas mapeadas, foi selecionada para a apresentação da metodologia adotada no presente trabalho, a Favela do Real Parque, por apresentar setores representativos dos graus de risco muito alto, alto, médio e baixo. O dossiê dessa favela

pode ser observado a partir das Figuras 2, 3, 4 e 5 e das Fotos 1, 2, 3 e 4

| <b>MAPEAMENTO DE RISCO - FICHA GERAL DE CAMPO</b>                                                                                                                            |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SUB PREFEITURA DO BUTANTÃ                                                                                                                                                    |                       | ÁREA Nº: 10 (REAL PARQUE) |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Equipe:                                                                                                                                                                      |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Data: 11/03/03                                                                                                                                                               |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Localização da Área: Ruas Conde de Itaguaí (porção superior) e Paulo Borroui (porção inferior).                                                                              |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Coordenadas: UTM 326.359 m Este; 7.388.087 m Norte.                                                                                                                          |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| IDENTIFICAÇÃO DA FOTO VERTICAL: FV-BT-10-01 (ARQUIVO PMSP/RESOLO; FAIXA 017; FOTO 0036; ESCALA 1:6.000).                                                                     |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Caracterização da Ocupação (padrão, tipologia das edificações, infra-estrutura):<br>Área consolidada, com trechos densamente ocupados. Predomínio de edificações de madeira. |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Caracterização Geológica:<br>Migmatito estromatítico com paleossoma xistoso e ocorrência restrita de Terciário.                                                              |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Caracterização Geomorfológica:<br>Setor de encosta com declividade baixa a média e desnível máximo de 20 m.<br>(Colinas Pequenas com Espigões Locais)                        |                       |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Setor nº                                                                                                                                                                     | Grau de probabilidade | Nº de moradias ameaçadas  | Alternativa de intervenção                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                                                                                                                                                                            | R4- MUITO ALTO        | 25                        | Remoção das moradias ameaçadas na crista e base do talude e execução de obras de drenagem e proteção superficial na encosta e/ou obras de terraplenagem de médio porte no talude de corte e eventual reocupação da área mantendo uma faixa não edificante na base e crista do talude. |
| 2                                                                                                                                                                            | R2- MÉDIO             | 100                       | Serviços de limpeza, obras de drenagem e proteção superficial nos taludes de corte e nos aterros.<br>Verificação periódica das condições da obra de contenção junto à R. Conde de Itaguaí.<br>Verificação das condições estruturais das edificações.                                  |
| 3                                                                                                                                                                            | R1- BAIXO             | 200                       | Serviços de limpeza e conservação e obras de drenagem pluvial e água servida. Verificação das condições estruturais das construções                                                                                                                                                   |

Figura 2 - Modelo da ficha geral de campo utilizada no mapeamento das áreas de risco.

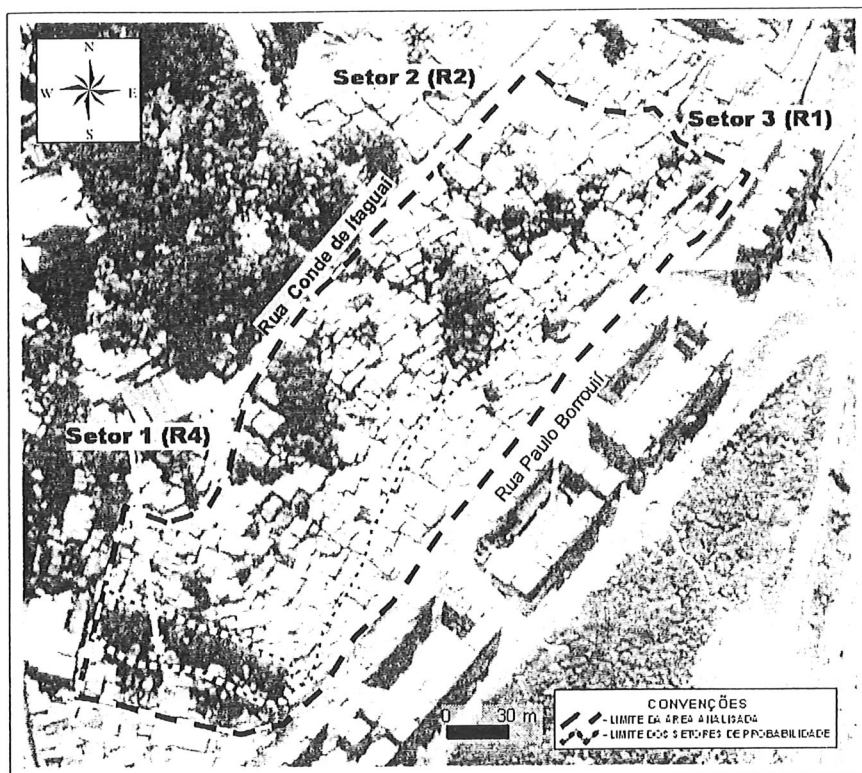


Foto 1 - Vista geral da área da favela Real Parque com a setorização de risco e a identificação dos principais acessos à área. (recorte da Foto Aérea 0036/Faixa017, escala 1:6.000 da PMSP/RESOLO).

## MAPEAMENTO DE RISCO

Ficha de Campo: X Encosta

☐ Margem de Córrego

SUB PREFEITURA DO BUTANTÃ

ÁREA Nº: 10 (REAL PARQUE) SETOR 1

Equipe:

Data: 11/03/2003

Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Talude de corte com altura máxima de 10-12 m.

Declividade entre 35° e 45°.

Depósitos de lixo e entulho na crista e face do talude.

Ausência de sistema de drenagem superficial.

Lançamento de água servida e esgoto no talude.

Presença de depósitos de bota-fora e entulho lançados na encosta.

Feições de instabilização (deslocamento das moradias, trincas e degraus no terreno, processos erosivos, etc.).

Moradias junto à base e na crista do talude de corte.

Vegetação rasteira, com árvores e trechos de solo exposto.

Descrição do processo de instabilização: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água, etc):

Alta potencialidade para deflagração de escorregamentos de solo pouco profundos mobilizando solo e os detritos lançados. Ameaça imediata de moradias situadas na crista e base do talude.

Alta potencialidade para deflagração de processos erosivos lineares.

Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local e coordenadas):

Fotos: FV-BT-10-01; FH-BT-10-01; FC-BT-10-01

Número máximo de edificações (\*) potencialmente ameaçadas no setor: cerca de 25

Remoção das moradias ameaçadas na crista e base do talude.

Execução de obras de drenagem e proteção superficial na encosta e/ou obras de terraplenagem de médio porte no talude de corte.

Eventual reocupação da área mantendo uma faixa não edificante na base e crista do talude.

(\*)- Considerou-se uma edificação como as áreas construídas contíguas.

**Grau de Probabilidade: R4- MUITO ALTO**

Figura 3 - Ficha do setor 1 da favela Real Parque contendo o diagnóstico do setor, descrição do processo de instabilização identificado, observações relevantes sobre a área e a definição do grau de probabilidade para o setor.

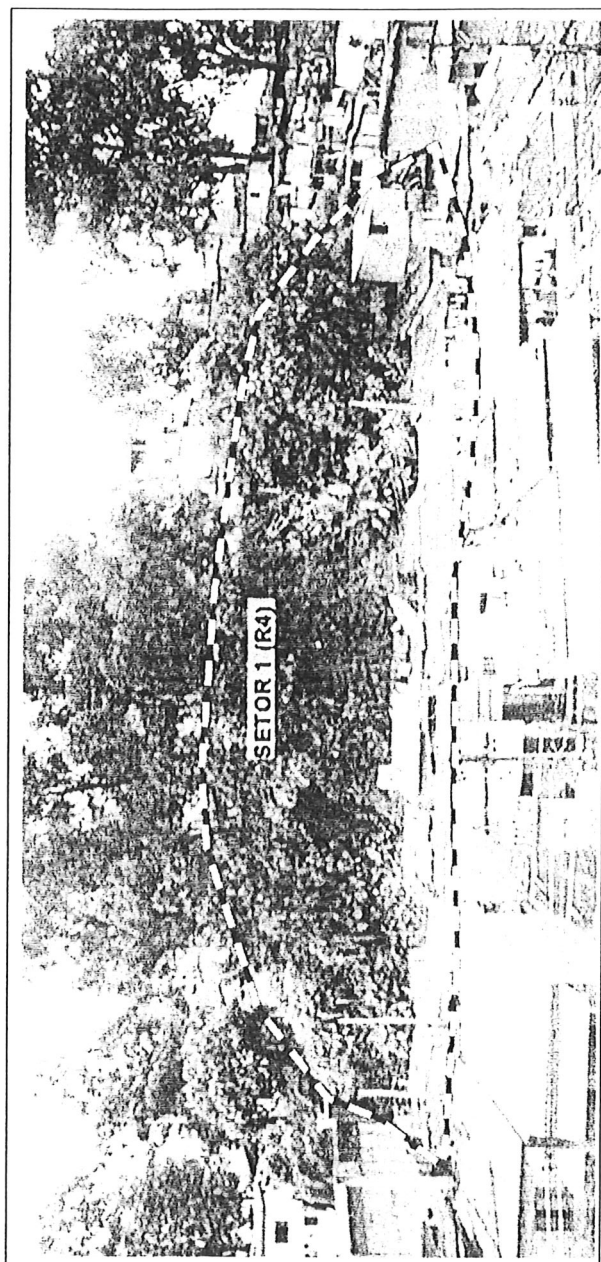


Foto 2 - Apresentação do setor 1, a partir de fotografia de chão, com limite da área analisada. A respectiva ficha deste setor está ilustrada na Figura 3, anteriormente apresentada.

### MAPEAMENTO DE RISCO

Ficha de Campo: X Encosta

☐ Margem de Córrego

SUB PREFEITURA DO BUTANTÃ

ÁREA Nº: 10 (REAL PARQUE) SETOR 2

Equipe:

Data: 11/03/03

Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Encosta natural com amplitude máxima em torno de 20 m.

Declividade média entre 20° e 30°.

Presença de vários taludes de corte e aterros (bota-foras) de pequenos portes.

Concentração de água pluvial e servida.

Presença de feições erosivas de pequeno porte.

Moradias ao longo de toda a encosta.

Edificações principalmente de madeira.

Sem vegetação rasteira, trechos de solo exposto e exemplares arbóreos isolados.

Descrição do processo de instabilização: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água, etc):

Média potencialidade para deflagração de escorregamentos de solo pouco profundos nos taludes de corte e nos patamares em aterro, afetando edificações a jusante e a montante.

Alta potencialidade para deflagração de processos erosivos lineares associados ao sistema de drenagem pluvial deficitário podendo afetar localmente as edificações.

Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local e coordenadas):

Fotos: FV-BT-10-01; FH-BT-10-01; FC-BT-10-02.

Número máximo de edificações (\*) potencialmente ameaçadas no setor: cerca de 100.

Serviços de limpeza, obras de drenagem e proteção superficial nos taludes de corte e nos aterros melhorarão as condições gerais de estabilidade do setor.

Implementação de plano de construção de edificações de alvenaria em conjunto com as obras de estabilização acima.

A porção do Setor 2 junto a R. Conde de Itaguaí (limite superior da área analisada) já sofreu escorregamento, tendo sido realizada obra de contenção no local. Recomenda-se a verificação periódica das condições dessa obra, pois existem edificações que seriam afetadas numa eventual instabilização da mesma.

Verificação das condições estruturais das edificações

(\*) Considerou-se uma edificação como as áreas construídas contíguas.

**Grau de Probabilidade: R2- MÉDIO**

Figura 4 - Ficha do setor 2 da Favela Real Parque contendo o diagnóstico do setor, descrição do processo de instabilização identificado, observações relevantes sobre a área e a definição do grau de probabilidade para o setor.

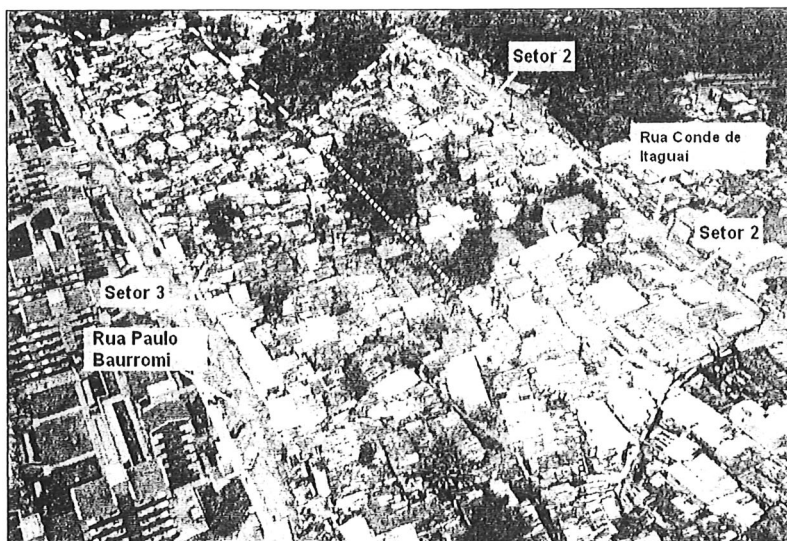


Foto 3 - Apresentação do setor 2, a partir de fotografia de helicóptero, com limite da área analisada e descrição do setor.



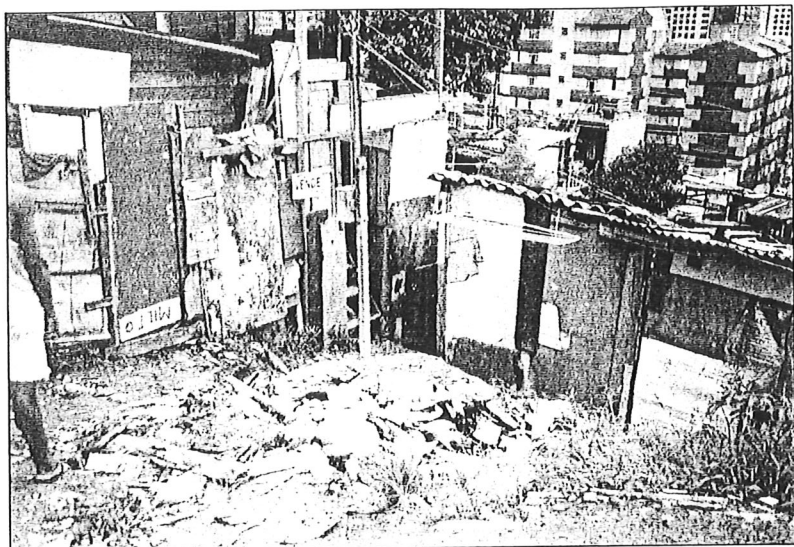


Foto 4 - Detalhe do setor 2, a partir de fotografia de chão.

### MAPEAMENTO DE RISCO

Ficha de Campo: X Encosta

☐ Margem de Córrego

SUB PREFEITURA DO BUTANTÃ

ÁREA Nº: 10 (REAL PARQUE) SETOR 3

Equipe: Oswaldo Augusto Filho, Bianca C. Vieira, Fabrício Mirandola (IPT).

Data: 11/03/03

Diagnóstico do setor (condicionantes e indicadores do processo de instabilização):

Terreno com inclinação suave (inferior a 10°) e situado a pelo menos 10 m da base da encosta do Setor 2.

Área intensamente ocupada, sem áreas livres.

Sem evidências de processos de instabilização.

Desorganização dos sistemas de drenagem pluvial e águas servidas.

Ausência de vegetação.

Sistema viário e de circulação precário.

Predomínio de moradias de madeira.

Descrição do processo de instabilização: (escorregamento de solo / rocha / aterro; naturais / induzidos; materiais mobilizados; solapamento; ação direta da água, etc):

Baixa potencialidade para deflagração de escorregamentos de solo e processos erosivos.

Ocorrências de outras instabilizações associadas a eventuais problemas estruturais das edificações e ao sistema precário de drenagem superficial e águas servidas.

Observações (incluindo descrição de fotos obtidas no local e coordenadas):

Fotos: FV-BT-10-01; FH-BT-10-01; FC-BT-10-02.

Número máximo de edificações (\*) potencialmente ameaçadas no setor: cerca de 200

Serviços de limpeza e conservação e obras de drenagem pluvial e água servida.

Verificação das condições estruturais das construções.

Implementação de plano de construção de edificações de alvenaria casado com as obras de estabilização acima.

(\*)- Considerou-se uma edificação como as áreas construídas contíguas.

**Grau de Probabilidade: R1 - BAIXO**

Figura 5 - Ficha do setor 3 da Favela Real Parque contendo o diagnóstico do setor, descrição do processo de instabilização identificado, observações relevantes sobre a área e a definição do grau de probabilidade para o setor.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento realizado para as subprefeituras do Butantã, Campo Limpo, M'Boi Mirim, Capela do Socorro, Parrelheiros e Cidade Ademar foi fundamentado numa metodologia de zoneamento de áreas de risco e não em cadastro pontual de moradias em situação de risco.

Esse zoneamento possibilitará uma avaliação das áreas, com objetivo de estabelecer soluções imediatas, de médio e longo prazo para as favelas em situações mais críticas.

Destaca-se também que, durante os trabalhos de campo, observou-se que grande parte das situações de risco é provocada por intervenções antrópicas (cortes em altas declividades do terreno) e ausência de infra-estrutura (obras de drenagem e saneamento básico). A concentração das águas pluviais e o vazamento em tubulações constituem os principais fatores desencadeadores dos processos.

Considerando-se a síntese do mapeamento de áreas de risco, deve-se estabelecer um plano de gestão das áreas mapeadas, estruturado a partir de cada Subprefeitura. A montagem de um programa de monitoramento das áreas de risco com base nos dados levantados nesse trabalho constitui-se uma primeira aplicação desse mapeamento com boa relação custo/benefício.

## 6. REFERÊNCIAS

CARVALHO, C.S.; HACHICH, W. (1997) Gerenciamento de riscos geotécnicos em encostas urbanas. SOLOS E ROCHAS, v. 20:3, p.179-187.

CARVALHO, C.S. (2000) Análise quantitativa de riscos e seleção de alternativa de intervenção: exemplo de um programa municipal de controle de riscos geotécnicos em favelas. Anais 1º Workshop sobre Seguros na Engenharia, ABGE, São Paulo, p. 49-56.

CERRI, L.E. et al. (2004) Método, critérios e procedimentos adotados em mapeamento de risco em assentamentos precários no Município de São Paulo (SP). 5º Simpósio Brasileiro de Cartografia Geotécnica, ABGE, São Carlos (no prelo).

NOGUEIRA, F.R. (2002) Políticas públicas municipais para gerenciamento de riscos

ambientais associados a escorregamentos em áreas de ocupação subnormal. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Rio Claro, 253 p.

MACEDO, E. S. (2001) Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Rio Claro, 276 p.