

## **MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA**

### **Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**

#### **Serviço Geológico do Brasil – CPRM**

#### **Departamento de Gestão Territorial – DEGET**

Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa,  
Enchentes e Inundações

Jundiaí – São Paulo



Maio de 2018

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS .....	1
2. METODOLOGIA.....	5
3. RESULTADOS .....	8
3.1. Setores com risco de movimentos de massa .....	10
3.2. Setores com risco de processos hidrológicos .....	12
3.3. Setores com outros tipos de risco geológico .....	13
3.4. Áreas com intervenções estruturais .....	15
4. SUGESTÕES.....	16
5. CONCLUSÕES .....	18
6. BIBLIOGRAFIA .....	19
7. CONTATO MUNICIPAL.....	20

## 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Nas últimas décadas desastres decorrentes de eventos naturais castigaram todo o país. Dentre esses, as inundações e movimentos de massa foram aqueles que acarretaram o maior número de mortes entre os anos de 1991 e 2010 (Figura 1), ultrapassando as previsões dos sistemas de alerta existentes. Entre os casos mais recentes estão as inundações de Alagoas e Pernambuco em 2010, de Santa Catarina em 2011 e as chuvas catastróficas ocorridas na região serrana do Rio de Janeiro em janeiro de 2011, repetidas em 2012 nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo.

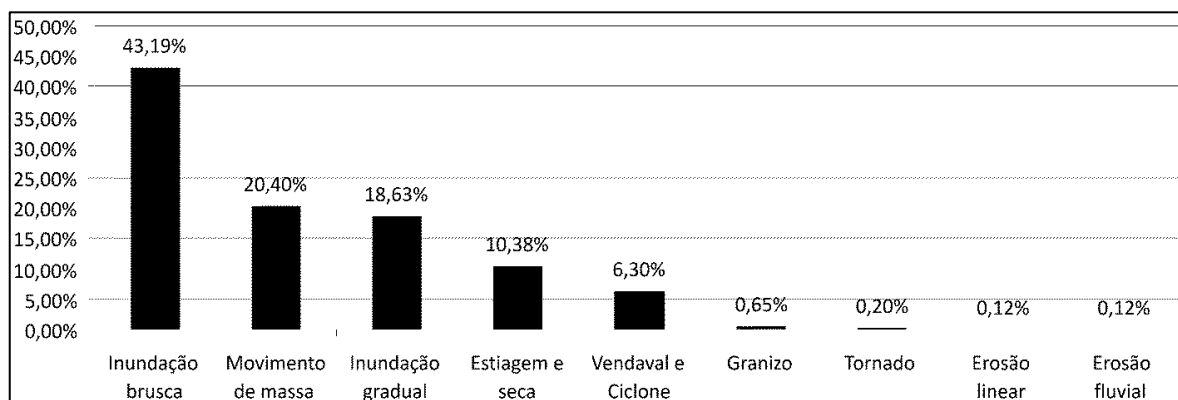


Figura 1. Percentual de mortes por tipo de desastre (UFSC-CEPED, 2012).

Conforme o inciso IV do artigo 6º da lei número 12.608/12, “compete à União apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco”. Dessa forma, o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, empresa do governo federal ligada ao Ministério de Minas e Energia, vem realizando desde novembro de 2011, o mapeamento, descrição e classificação de áreas de risco geológico alto e muito alto em municípios de todas as unidades da federação selecionados pelas Defesas Civas Nacional e Estadual. A finalidade de tal estudo é a prevenção e consequente redução de perdas sociais e econômicas relacionadas a desastres naturais.

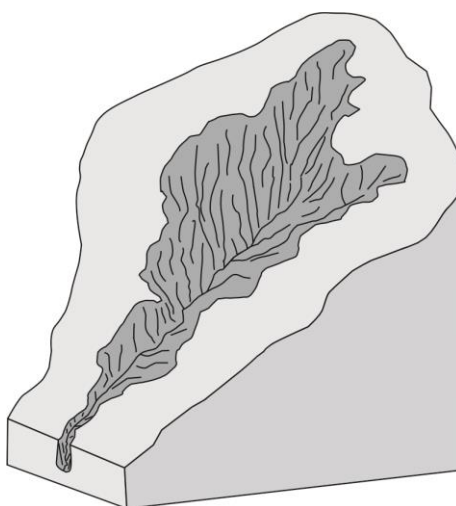
Nessas áreas o risco<sup>1</sup> geológico está relacionado com a possibilidade de ocorrência de acidentes causados por movimentos de massa, feições erosivas, enchente<sup>2</sup> e inundação<sup>3</sup>. Os movimentos gravitacionais de massa estudados são os rastejos, deslizamentos, quedas, tombamentos e corridas, cujas principais características são mostradas no quadro 1.

Quadro 1. Tipos de movimentos gravitacionais de massa (Modificado de Augusto Filho, 1992).

Processos	Características do movimento, material e geometria
Rastejo	Vários planos de deslocamento (internos); Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade; Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes; Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada; Geometria indefinida.

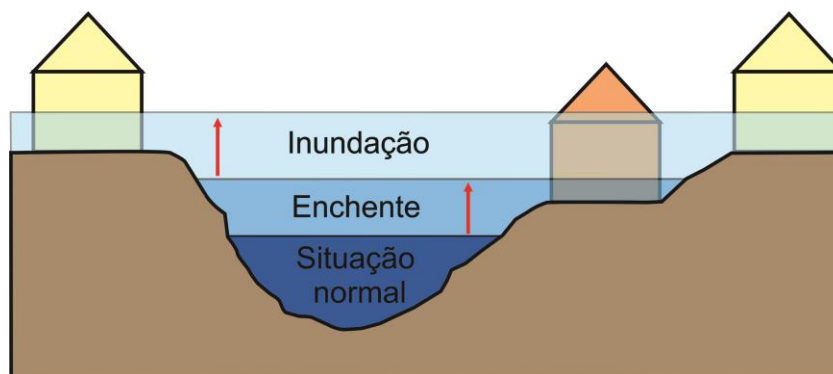
Deslizamentos	Poucos planos de deslocamento (externos); Velocidades de médias (m/h) a altas (m/s); Pequenos a grandes volumes de material; Geometria e materiais variáveis; i. Planares: solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza; ii. Circulares: solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas; iii. Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza.
Quedas	Sem planos de deslocamento; Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado; Velocidades muito altas (vários m/s); Material rochoso; Pequenos a médios volumes; Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc.; Rolamento de matacão; Tombamento.
Corridas	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação); Movimento semelhante ao de um líquido viscoso; Desenvolvimento ao longo das drenagens; Velocidades médias a altas; Mobilização de solo, rocha, detritos e água; Grandes volumes de material; Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas.

As feições erosivas identificadas em campo (Figura 2) são aquelas que têm como principal agente atuante a água, formando sulcos no terreno que dão origem às ravinas e voçorocas.



**Figura 2. Representação de feição erosiva em encosta.**

Além da possibilidade de enchentes e inundações (Figura 3) também é verificado se há o processo de solapamento<sup>4</sup> de margem em áreas próximas aos cursos d'água.



**Figura 3. Representação de enchente e inundação com a elevação do nível d'água.**

Os dados resultantes deste trabalho são disponibilizados em caráter primário para as defesas civis de cada município e os dados finais alimentam o banco nacional de dados do Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais – CEMADEN, ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, que é o órgão responsável pelos alertas de ocorrência de eventos climáticos de maior magnitude que possam colocar em risco vidas humanas, e do Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD, ligado ao Ministério da Integração Nacional, que como algumas de suas atribuições, inclui o monitoramento, a previsão, prevenção, preparação, mitigação e resposta aos desastres, além de difundir os alertas nos estados e municípios.

A seguir estão listados alguns conceitos importantes sobre o tema, conforme apresentado em Ministério das Cidades e IPT (2007).

- Risco<sup>1</sup>: Relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequência sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade maior o risco;
- Vulnerabilidade: Grau de perda para um dado elemento, grupo ou comunidade dentro de uma determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo;
- Suscetibilidade: Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência;
- Talude natural: Encostas de maciços terrosos, rochosos ou mistos, de solo e/ou rocha, de superfície não horizontal, originados por agentes naturais;
- Talude de corte: Talude resultante de algum processo de escavação executado pelo homem;
- Enchente ou cheia<sup>2</sup>: Elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga;
- Inundação<sup>3</sup>: Processo de extravasamento das águas do canal de drenagem para as áreas marginais (planície de inundação, várzea ou leito maior do rio) quando a enchente atinge cota acima do nível da calha principal do rio;
- Alagamento: Acúmulo momentâneo de águas em uma dada área decorrente de deficiência do sistema de drenagem;

- Enxurrada: Escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte;
- Solapamento<sup>4</sup>: Ruptura de taludes marginais do rio por erosão e ação instabilizadora das águas durante ou logo após processos de enchente ou inundação;
- Área de risco de enchentes e inundação: Terrenos marginais e cursos d'água ocupados por assentamentos habitacionais precários sujeitos ao impacto direto de processos de enchente e inundação.

## 2. METODOLOGIA

O trabalho é constituído por três etapas. A primeira inclui as tarefas anteriores às atividades de campo, na qual são levantadas informações prévias sobre as características geológicas do município, histórico de ocorrência de desastres naturais, feições indicativas de instabilização de taludes e encostas, ou outras informações úteis para o desenvolvimento do trabalho. Nessa etapa também é realizado o primeiro contato com a Defesa Civil Municipal, durante o qual são coletadas informações pertinentes ao trabalho de mapeamento de risco, assim como verificada a disponibilidade de acompanhamento em visitas nas áreas que apresentam risco geológico.

Na segunda etapa do trabalho são realizadas atividades de campo nas áreas onde, segundo a defesa civil municipal, há histórico de ocorrência de desastres naturais ou naquelas áreas onde existem situações de risco. Em Jundiaí o mapeamento de risco foi realizado entre os dias 17 e 21 de maio de 2018, após uma reunião inicial no dia 17 com o coordenador da Defesa Civil Municipal, João Osório Gimenez Germano. As avaliações de campo foram guiadas e acompanhadas pelo geólogo da prefeitura, Bruno Mendes da Rocha.

Nos locais visitados são analisadas visualmente algumas características geológicas e geotécnicas do terreno. Além disso, também é feito o levantamento do histórico local em relação à ocorrência de processos e indícios de instabilização de taludes ou encostas (relatos de moradores) e, especialmente nos casos de enchentes e inundações, é verificada a frequência dos eventos nos últimos cinco anos.

No caso de maciço de solo são observados indícios de processos desestabilizadores do terreno, geomorfologia da encosta, atributos do(s) talude(s) e do maciço, aterro lançado, escoamento de águas pluviais e de águas servidas, presença de feição erosiva, tipo de vegetação, lixo, lançamento de esgoto, existência de blocos de rocha, propensão da área em enchentes e/ou inundações e em caso positivo características do(s) curso(s) d'água.

Em se tratando de maciço rochoso são observadas as propriedades das discontinuidades, número, geometria e tamanho de blocos dispostos nas porções superiores da encosta, aspectos relacionados à presença e tipo de vegetação, indícios de processos desestabilizadores do terreno, geomorfologia da encosta e atributos do(s) talude(s).

Os indícios ou evidências de processos desestabilizadores citados anteriormente referem-se às trincas em muros, paredes e pisos, trincas no terreno, depressão de pavimentos, inclinação e tombamento de muros, postes e árvores, deformação de muros de contenção e outros elementos que sugerem a deformação e/ou deslocamento do terreno.

De acordo com a classificação proposta pelo Ministério das Cidades e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2004 e 2007), o grau de risco é determinado conforme a existência de alguns indícios, podendo variar de risco baixo (R1) até risco muito alto (R4). Entretanto, por se tratar de uma ação emergencial, somente setores com risco alto (R3) e muito alto (R4) são mapeados em campo. Se há possibilidade de deslizamentos, o quadro 2 é utilizado na classificação do grau de risco, enquanto o quadro 3 é aquele usado no caso de enchentes e inundações.

**Quadro 2. Classificação dos graus de risco para deslizamentos (Modificado de Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2004).**

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.
R2 Médio	Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R3 Alto	Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Muito Alto	As evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas e prolongadas.

**Quadro 3. Classificação dos graus de risco para enchentes e inundações (Modificado de Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2004).**

Grau de risco	Descrição
R1 Baixo	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos. Baixa frequência de ocorrência (sem registros de ocorrências nos últimos cinco anos).
R2 Médio	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos).
R3 Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Média frequência de ocorrência (registro de uma ocorrência significativa nos últimos cinco anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade.
R4 Muito Alto	Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos. Alta frequência de ocorrência (pelo menos três eventos significativos em cinco anos) e envolvendo moradias com alta vulnerabilidade.

Durante os levantamentos de campo são feitos registros fotográficos, anotações e marcação de estações com auxílio de aparelho de posicionamento global (GPS), sendo utilizada a projeção UTM (Universal Transversa de Mercator) como sistema de coordenadas e o WGS-84 (*World Geodetic System*) como *datum*. Entretanto, para a elaboração dos produtos finais, os dados são convertidos para o Sistema de Coordenadas SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – 2000), que é o referencial do Sistema Geodésico Brasileiro e do Sistema Cartográfico Nacional.



A última etapa, posterior ao campo, consiste na definição e descrição de áreas de risco geológico alto e muito alto, tendo como base análises dos dados coletados em campo e imagens de satélite. Cada uma dessas áreas é denominada setor de risco, e para cada um desses setores é confeccionada uma prancha.

A prancha é identificada por um código, possuindo uma breve descrição, os nomes do bairro e rua(s) que compõem o setor, o mês e ano de sua conclusão, a coordenada GPS de um ponto de referência local, a tipologia do movimento de massa ou informação da ocorrência de enchente ou inundação, número aproximado de construções e habitantes no interior do polígono delimitado, sugestões de intervenção, o grau de risco, os nomes da equipe executora do trabalho e imagens que representam o setor de risco.

Em cada prancha há uma figura central na qual é representada a delimitação do setor, circundada por fotografias menores obtidas em campo. Tais fotografias são indicadas por números sequenciais cuja localização é inserida na imagem central.

Nessa etapa também foi redigido o presente relatório, onde constam informações relativas ao mapeamento de risco do município.

Para melhor compreensão e utilização do trabalho desenvolvido, é importante ressaltar que, de acordo com a metodologia adotada pelo projeto, a identificação dos riscos deve se restringir à região habitada atualmente. Entretanto, isso não significa que as áreas de planície de inundação ou encostas adjacentes à área identificada não sejam suscetíveis a serem atingidas por eventos de inundação ou movimentação de massa. Assim, áreas atualmente não ocupadas podem apresentar risco à população, caso sejam habitadas de maneira inadequada.

Vale ressaltar que as áreas aqui descritas foram àquelas indicadas pela equipe da Defesa Civil onde há a presença de edificações voltadas à permanência humana, uma vez que o intuito do projeto de setorização é o de preservar vidas.

### 3. RESULTADOS

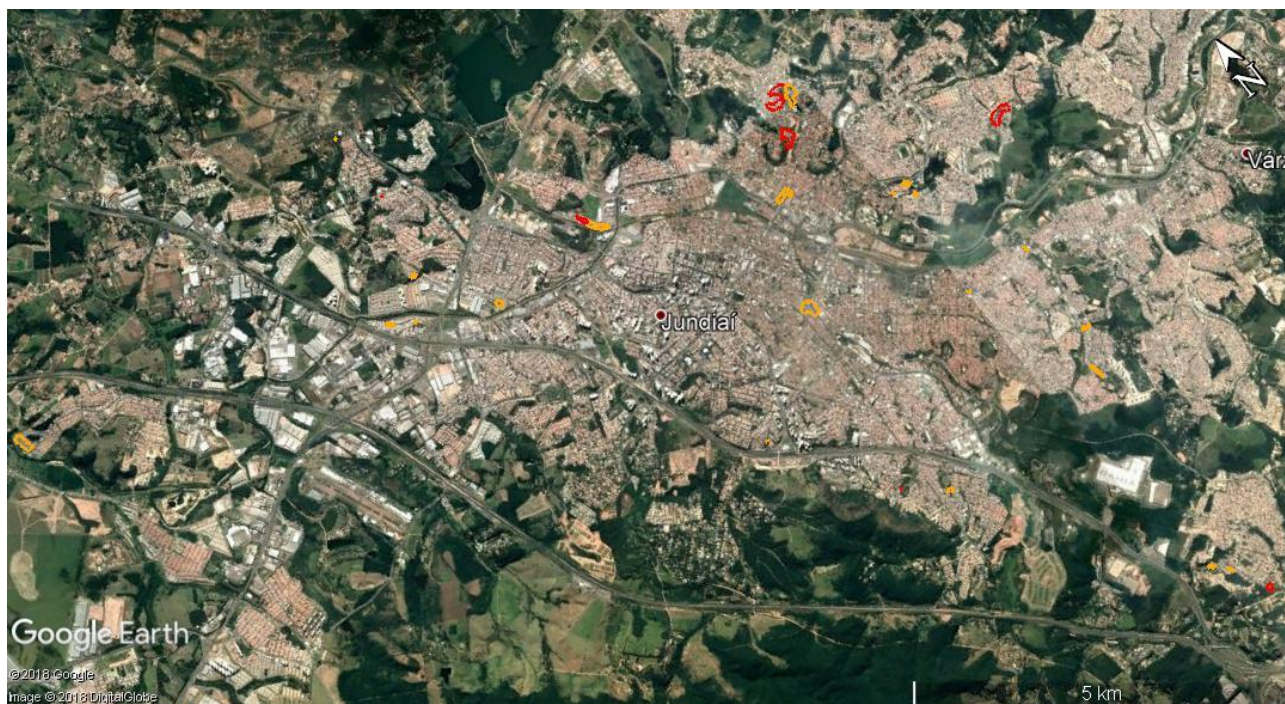
Os vinte e nove setores de alto e muito alto risco da área municipal de Jundiaí (SP) estão no quadro 4. Neste também estão adicionados bairros ou distritos e trechos de ruas ou avenidas pertencentes a cada setor e os movimentos de massa, feições erosivas ou eventos de inundações e enchentes identificados e/ou que podem ainda ocorrer em cada setor.

**Quadro 4. Síntese dos setores de risco alto e muito alto.**

BAIRRO ou DISTRITO	RUA ou AVENIDA	CÓDIGO DO SETOR	TIPOLOGIA
Jardim Tamoio	Rua Bastos e Travessa A	SP_JUNDIAI_SR_1_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Jardim Fepasa	Ruas José Carlos Tomé e Bom Sucesso	SP_JUNDIAI_SR_2_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Jardim Fepasa	Ruas Sebastião do O. Queirós e Bom Sucesso	SP_JUNDIAI_SR_3_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Jardim São Camilo	Rua José Maria Whitaker	SP_JUNDIAI_SR_4_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Jardim São Camilo	Avenida São Camilo	SP_JUNDIAI_SR_5_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Jardim São Camilo	Avenida São Camilo e Rua Pedro Latance	SP_JUNDIAI_SR_6_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Jardim São Camilo	Avenida São Camilo e Ruas Pedro Latance e Benedito Basílio Souza Filho	SP_JUNDIAI_SR_7_CPRM	Deslizamento planar e rastejo
Vila Santana	Rua José Censi	SP_JUNDIAI_SR_8_CPRM	Deslizamento
Vila Santana	Rua Domingos Vendemiati	SP_JUNDIAI_SR_9_CPRM	Deslizamento
Vila Maringá	Avenida Clemente Rosa	SP_JUNDIAI_SR_10_CPRM	Deslizamento
Jardim Santa Gertrudes (Águas das Flores)	Ruas Cecília Rocha Mesquita Santos e Osvaldo Ventriglio	SP_JUNDIAI_SR_11_CPRM	Deslizamento
Jardim Santa Gertrudes	Rua Eulália Siqueira de Campos	SP_JUNDIAI_SR_12_CPRM	Solapamento de margem e Inundação
Jardim Santa Gertrudes (Área Verde)	Rua Ricardo César Fávoro	SP_JUNDIAI_SR_13_CPRM	Solapamento de margem e Inundação
Jardim Anhanguera	Rua Chideu Chicuta	SP_JUNDIAI_SR_14_CPRM	Deslizamento
Jardim Sales	Rua Mário Franchi	SP_JUNDIAI_SR_15_CPRM	Deslizamento
Torres de São José	Rua Corina Soave Gandra	SP_JUNDIAI_SR_16_CPRM	Deslizamento
Jardim CECAP	Rua Hisaschi Nagaoka	SP_JUNDIAI_SR_17_CPRM	Solapamento

			de margem
Jardim Shangai	Ruas Dr. Benedito de Godói Ferraz e São Manoel	SP_JUNDIAI_SR_18_CPRM	Inundação
Jardim Sorocabana	Rua Um	SP_JUNDIAI_SR_19_CPRM	Deslizamento
Jardim Sorocabana	Rua Um	SP_JUNDIAI_SR_20_CPRM	Inundação
Jardim das Tulipas	Avenida Marginal do Rio Jundiá e Ruas Armando Malite e Custódia do Nascimento Aguirre	SP_JUNDIAI_SR_21_CPRM	Inundação
Vila Nova Jundiainópolis	Rua Manoel Mendes	SP_JUNDIAI_SR_22_CPRM	Solapamento de margem
Bairro Vianello	Avenida Dr. Odil Campos de Sães e Ruas Atílio Vianello e Evangelista Mirandola	SP_JUNDIAI_SR_23_CPRM	Inundação
Jardim Aurélia	Rua Nair Olioli Mingorance	SP_JUNDIAI_SR_24_CPRM	Inundação
Vila Esperança	Rua Guilherme Augusto Bader	SP_JUNDIAI_SR_25_CPRM	Solapamento de margem e Inundação
Vila Agrícola	Ruas Recife e Várzea Paulista	SP_JUNDIAI_SR_26_CPRM	Solapamento de margem
Vila Agapeama	Rua Joaquim de Almeida Ramos	SP_JUNDIAI_SR_27_CPRM	Solapamento de margem e Inundação
Vila Nambi	Avenida Bento do Amaral Gurgel	SP_JUNDIAI_SR_28_CPRM	Solapamento de margem
Bairro Ponte São João	Ruas Dino e Padre Ângelo Cremonti	SP_JUNDIAI_SR_29_CPRM	Inundação

A seguir, na figura 4, que mostra a zona urbana da sede do município de Jundiá, é possível visualizar todos os setores de risco delimitados em campo.



**Figura 4. Setores com risco geológico da área urbana do município de Jundiá (Imagem: *Google Earth*).**

### 3.1. Setores com risco de movimentos de massa

Foram mapeados quinze (15) setores de encosta para movimento de massa, sendo eles de tipologia do tipo deslizamento planar em encosta natural ou aterro, às vezes agregando rastejo. Estes setores representam o cenário típico de ocupação urbana em encostas, com a geração de cortes e aterros (figuras 5 e 6), mesmo quando em declividades suaves a moderadas.

Os aterros simplesmente lançados (ou mal compactados) são instáveis, configurando um cenário de risco, especialmente quando moradias estão muito próximas de seu topo ou base, podendo sofrer danos a partir de qualquer tipo de instabilização do terreno. Esta situação aliada às construções, muitas vezes, edificadas sem critérios técnicos adequados podem levar a movimentações do terreno, mesmo em moradias de alvenaria, que são evidenciadas por rachaduras, fissuras e trincas em paredes e estruturas (Figura 7), e que devem ser acompanhadas pela Defesa Civil Municipal, principalmente ao longo do período de chuvas intensas, para avaliar a evolução do cenário de risco.

Adicionalmente, o terreno é composto por rochas e solos de alteração de rochas metamórficas, mostrando estruturas reliquias, como foliações e descontinuidades que, quando cortadas podem influenciar positivamente ou negativamente na estabilidade do talude. Desta forma, e considerando que a população desconhece questões técnicas como esta, ao executar cortes para implantação de moradias, muitos locais acabam tendo condições geotécnicas desfavoráveis, potencializando o risco a deslizamentos.

Os setores de risco a deslizamentos verificados no município de Jundiá seguem a linha comumente vista em regiões que foram ocupadas de maneira desordenada e sem orientação técnica, muitas vezes gerada pela pressão imobiliária de determinadas áreas, onde locais impróprios são loteados ou então, invadidos e/ou ocupados pela população.

Em Jundiá há ao menos duas áreas com grande ocupação de encosta natural (Figura 8), concentrando um número bastante grande de moradias sujeitas a deslizamentos. Estas áreas

compreendidas nos bairros São Camilo e Tamoio geraram vários setores de risco alto e muito alto, onde são englobadas muitas construções, podendo haver entre estas residências com menor ou maior grau de risco, mas que por estarem, na sua grande maioria, geminadas ou muito próximas uma das outras acabaram por ser englobadas num único grau de risco.



**Figura 5. Corte e aterro para implantação de residências. Local com entulho e lixo, potencializando o risco a deslizamento na encosta (SP\_JUNDIAI\_SR\_3\_CPRM)**



**Figura 6. Moradia construída agregando métodos construtivos de corte e aterro, gerando talude vertical de grande amplitude (SP\_JUNDIAI\_SR\_15\_CPRM)**



**Figura 7. Trinca em parede causada pela movimentação do terreno (Fonte: Defesa Civil Municipal) (SP\_JUNDIAI\_SR\_2\_CPRM)**



**Figura 8. Densa ocupação irregular em encosta natural, gerando cortes e aterros, com casas geminadas (SP\_JUNDIAI\_SR\_6\_CPRM)**

Potencializando o risco da ocupação irregular de encostas está o fato de muitas cabeceiras de drenagens e áreas de mananciais serem ocupados por moradias. Essa condição gera áreas de risco (Figura 9) quando o curso natural das águas é obstruído ou alterado pelas construções, que sofrem em demorado nos períodos chuvosos, quando a água tende a buscar seu caminho natural.

Outra característica comum nas ocupações de encosta é a disposição de águas servidas e de esgoto, proveniente das moradias, diretamente nos taludes. Isto provoca o encharcamento do solo exposto (Figura 10) e agrava possíveis instabilizações do solo que podem ainda ser potencializados por acúmulo de precipitação seguido de chuvas intensas. O lançamento de entulho, lixo e outros detritos são verificados em algumas áreas do município. Estes materiais podem sofrer instabilização, assim como acumulam água aumentando a carga sobre o terreno onde estão apoiados.

Melhoria da infraestrutura, como acessos, sistemas de drenagem urbanos (águas pluviais) eficazes, com manutenção apropriada e sistemas de coleta de esgoto com seu devido afastamento e tratamento podem melhorar as condições gerais das ocupações urbanas do município de Jundiaí, por

disciplinarem as águas que escoam ou infiltram nas encostas. A fiscalização municipal deve estar atenta a possíveis cortes irregulares nos terrenos e construção de aterros sem a devida técnica adequada em todos os casos e em especial nas áreas mais declivosas e suscetíveis a movimentos de massa. A prefeitura e a Defesa Civil devem evitar ou acompanhar casos semelhantes e futuros ao ilustrado nos setores de encosta mapeados, procurando eliminar e/ou mitigar os riscos.



**Figura 9. Ocupação em cabeceira de drenagem (SP\_JUNDIAI\_SR\_5\_CPRM)**



**Figura 10. Infiltração de água proveniente do topo da encosta em casa parcialmente demolida pela prefeitura (SP\_JUNDIAI\_SR\_4\_CPRM)**

### 3.2. Setores com risco de processos hidrológicos

Foram mapeados seis (6) setores exclusivamente de risco alto à inundação em Jundiaí. Além destes setores foram, também, identificados quatro (4) setores de risco que agregam tipologias do tipo solapamento de margem e inundação e outros quatro (4) setores exclusivamente de solapamento de margem de rio.

O cenário em comum entre os setores é a ocupação, por moradias e outras edificações, nas planícies de inundação dos rios (figuras 11 e 12), estando sujeito a processos diretos de inundação, assim como, diretamente sobre suas margens, sujeitas a solapamento de margem de rio (erosão seguida de desmoronamento da margem) (figuras 13 e 14).



**Figura 11. Rio Guapeva canalizado na região central do município de Jundiaí, onde ruas, avenidas e construções ocupam sua planície de inundação (SP\_JUNDIAI\_SR\_23\_CPRM)**



**Figura 12. Residências implantadas às margens de um afluente do Rio Jundiaí, em sua planície de inundação (SP\_JUNDIAI\_SR\_20\_CPRM)**



**Figura 13. Degrau de abatemento no terreno, causado por solapamento de margem do córrego (SP\_JUNDIAI\_SR\_17\_CPRM)**



**Figura 14. Casa trincada e abandonada devido o solapamento da margem do córrego ao lado da residência (SP\_JUNDIAI\_SR\_22\_CPRM)**

No sítio urbano do município, eventualmente existem deficiências dos sistemas de drenagens urbanas e uma pressão da ocupação urbana, com um grande número de intervenções antrópicas, como aterros, implantação de vias públicas, construções e obstruções dos rios e córregos (Figura 15), já existentes ou em fase de implantação, em áreas de várzeas e mananciais. Essa condição, além de potencializar uma área de risco, acaba por agredir as leis ambientais e gerar problemas correlatos à ocupação destas áreas. Somado a tudo isso, a ação degradadora dos municípios, ao entulhar os rios com seus descartes potencializam eventos de cheias, além de contribuir para a poluição dos cursos d'água (Figura 16).

A cidade de Jundiaí tem em seu perímetro urbano alguns rios e córregos que orientaram o crescimento da cidade e que hoje apresentam suas planícies de inundação totalmente ocupadas. Essa situação gera, conforme já relatado, problemas de inundação e solapamento de margem, sobrepondo estes eventos em algumas áreas. Porém, devido a maior destrutividade cabe maior atenção ao solapamento de margem, por ser, via de regra, um maior gerador de vítimas graves e até óbitos.



**Figura 15. Córrego da Colônia, canalizado e com várias pontes em seu curso urbano, podendo potencializar eventos de cheias, caso a vazão não esteja adequadamente dimensionada (SP\_JUNDIAI\_SR\_29\_CPRM)**



**Figura 16. Grande quantidade de lixo e entulho lançados no Córrego Tanque Velho (SP\_JUNDIAI\_SR\_27\_CPRM)**

### 3.3. Setores com outros tipos de risco geológico

**Vila Maringá; Ruas Jataí e Ibiporã**

**Coordenadas UTM: 307295 m E, 7430160 m S, 23K**

Segundo a Defesa Civil e os moradores o problema ocorreu durante um evento chuvoso no mês de abril de 2018, quando o acúmulo de água pluvial proveniente da Rua Ibiporã, somado ao extravasamento do esgoto da rede coletora adentraram o quintal de uma residência da Rua Ibiporã, rompendo o muro dos fundos desta casa (Figura 17) e colapsando o mesmo, que por sua vez desabou sobre uma edícula nos fundos de outra residência (Figura 18), localizada à Rua Jataí.

Apesar da gravidade dos fatos, não houve vítimas e o acidente não é caracterizado como um evento geológico, pois aparentemente foi ativado por problemas estruturais da rede de drenagem pluvial e da rede coletora de esgoto. Ambas devem ser avaliadas pelos órgãos competentes com o intuito de verificar quais foram as falhas e para que estas sejam sanadas, evitando novas ocorrências.



**Figura 15.** Fundos de residência localizada à Rua Ibiporã que teve seu muro colapsado pela força das águas



**Figura 16.** Residência localizada à Rua Jataí, que foi atingida por muro e pelo talude, destruindo pequena edícula

### **Bairro Traviu; Estrada da Casa Velha**

**Coordenadas UTM: 298018 m E, 7440873 m S, 23K.**

Área constituída por chácaras e ruas sem pavimento (Figura 17) às margens de um pequeno curso d'água (Figura 18) afluente do Rio Jundiáí, que segundo a Defesa Civil houve ocorrências de inundação atingindo as residências no passado. Porém, após vistoria no local e conversa com os moradores foi constatado que o atingimento das águas é pequeno nas residências e que o córrego encontrava-se assoreado, tendo ocorrido trabalhos da prefeitura no início de 2018, desassoreando o rio (Figura 18). Desta forma, segundo os moradores não houve mais eventos de cheias no local e, assim, a área foi considerada de risco médio à inundação, pela baixa frequência de acontecimentos e pelo pequeno poder de causar danos da mesma.



**Figura 17.** Chácaras e ruas sem pavimento no Bairro Traviu



**Figura 18.** Curso d'água afluente do Rio Jundiáí, desassoreado pela prefeitura



### 3.4. Áreas com intervenções estruturais

Durante os levantamentos de campo foram visitadas três (3) áreas que apresentaram intervenções estruturais implantadas recentemente, com o objetivo de erradicar os problemas estruturais encontrados na Rua Pedro Ravanhani, onde foram retirados moradores que residiam em área de risco e foi prolongada a rua, além da construção de muro de gabião para contenção da encosta. Também foram executadas obras na Rua Ondina Pontes Richeti, onde foi construído muro de gabião para contenção da encosta e na Rua Otacília Noronha de Melo, onde aumento da vazão da ponte sob a Rodovia Anhanguera, para travessia do Córrego da Valquíria. Entretanto, a avaliação do risco geológico nessa área está diretamente relacionada à sanidade e eficácia das obras de engenharia implantadas, o que não faz parte do escopo do presente trabalho, uma vez que, para tal, entende-se ser necessária a atuação de engenheiros civis especializados.

A seguir são relacionadas as áreas visitadas que apresentaram intervenções estruturais.

**Quadro 5. Síntese das áreas com intervenções estruturais visitadas.**

BAIRRO ou DISTRITO	RUA ou AVENIDA	TIPO(S) DE OBRAS INSTALADAS(S)	FOTO
Jardim São Camilo	Rua Pedro Ravanhani	Retirada de moradores de área de risco, prolongamento da rua e construção de muro de gabião para contenção da encosta.	Figuras 19 e 20
Jardim Itália	Rua Ondina Pontes Richeti	Construção de muro de gabião para contenção da encosta.	Figuras 21 e 22
Jardim do Trevo	Rua Otacília Noronha de Melo	Aumento da vazão da ponte sob a Rodovia Anhanguera e retaludamento da margem do córrego	Figuras 23 e 24



**Figura 19. Muro de gabião e área de risco recuperada**



**Figura 20. Encosta recuperada**

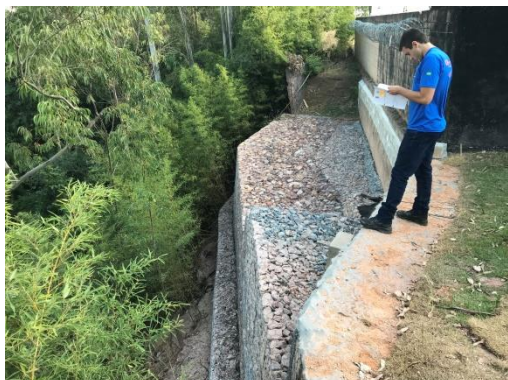


Figura 21. Muro de gabião para contenção de encosta



Figura 22. Encosta muito íngreme recuperada e construção de muro de gabião



Figura 23. Construção de *tunnel liner* para ampliação da vazão do Córrego da Valquíria sob a Rodovia Anhanguera



Figura 24. Retaludamento da margem do córrego e desassoreamento do leito do curso d'água

#### 4. SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas sugestões gerais baseadas nas situações verificadas durante os trabalhos de vistoria no município de Jundiá (SP). Apenas uma ou mais das sugestões apresentadas são válidas para cada caso apresentado neste relatório de setorização de risco alto e muito alto, ou seja, cada caso deve ser avaliado separadamente para a adoção da medida mais adequada. As sugestões são:

1. Remoção temporária dos moradores que se encontram nas áreas de risco durante o período de chuvas;
2. Desenvolvimento de estudos de adequação do sistema de drenagem pluvial e esgoto a fim de evitar que o fluxo seja direcionado sobre a face dos taludes ou encostas. Além disso, verificar e reparar os pontos de vazamento de água de encanamentos;
3. Desenvolvimento de estudos geotécnicos e hidrológicos com a finalidade de embasar os projetos e/ou obras de contenção de encostas;
4. Fiscalização e proibição da construção em encostas, margens e interior dos cursos d'água segundo normas estabelecidas por lei;
5. Instalação de sistema de alerta para as áreas de risco, através de meios de veiculação pública (mídia, sirenes, celulares), permitindo a remoção eficaz dos moradores em caso de alertas de chuvas intensas ou contínuas;

6. Realização de programas de educação voltados para as crianças em idade escolar e para os adultos em seus centros comunitários, ensinando-os a evitar a ocupação de áreas impróprias para construção devido ao risco geológico e também conscientizá-los da questão do lixo;
7. Elaboração de um plano de contingência que envolva a zona rural e urbana, para aumentar a capacidade de resposta e prevenção a desastres no município;
8. Fiscalizar e exigir que novos loteamentos apresentem projetos urbanísticos respaldados por profissionais habilitados para tal;
9. Avaliar a possibilidade de remoção e reassentamento dos moradores que habitam em residências inseridas nos setores de risco muito alto. Realizar a demolição da moradia e dar nova utilidade à área para se evitar novas ocupações;
10. Executar manutenção das drenagens pluviais e canais de córregos, a fim de evitar que o acúmulo de resíduos impeça o perfeito escoamento das águas durante a estação chuvosa;
11. A Defesa Civil deve agir mais de modo preventivo e, nos períodos de seca, aproveitar a baixa no número de ocorrências para percorrer e vistoriar todas as áreas de risco conhecidas e já adotar as medidas preventivas cabíveis.

É importante ressaltar que os terrenos naturais, quando estáveis, podem ser entendidos como um sistema em equilíbrio, de maneira que qualquer modificação ou inserção de elementos externos sem o devido acompanhamento técnico pode causar sua instabilização. Dessa maneira, pode-se afirmar que os projetos de engenharia devem ser ajustados em função da morfologia do terreno natural, de maneira a minimizar as intervenções externas na superfície, como supressão da vegetação natural, cortes subverticalizados, aterros mal adensados, lançamento de águas servidas, entre outros (figura 25).

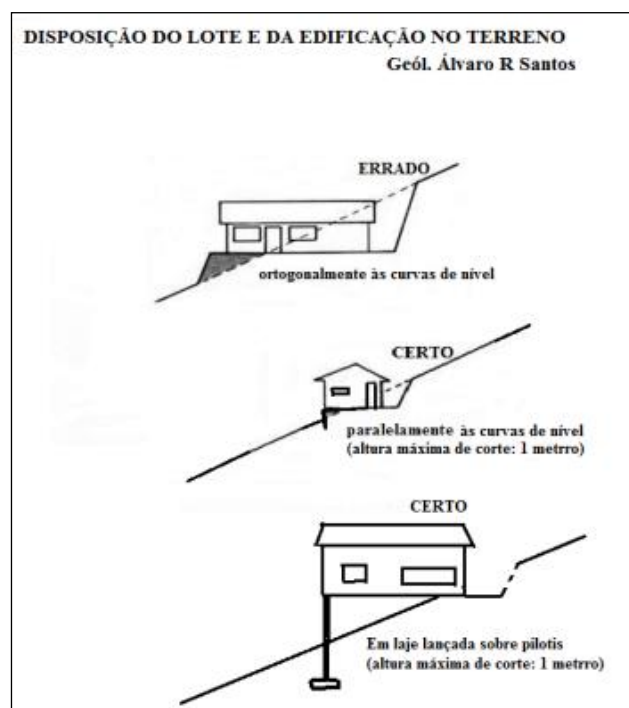


Figura 25. Exemplos de intervenções em terrenos inclinados (Santos, 2012).

## 5. CONCLUSÕES

No município de Jundiaí (SP) foram constatados vinte e nove (29) setores de risco alto e muito alto, sendo quinze para movimento de massa (tipo planar em talude natural ou de aterro ou planar com rastejo), quatro para solapamento de margens, quatro agregando solapamento de margens com inundação e os demais (seis) para inundação.

Para que a situação não se agrave num futuro próximo é necessário um esforço da administração municipal na fiscalização do avanço da ocupação urbana em áreas suscetíveis a processos adversos, impedindo e prevenindo situações de risco hidrológico e/ou geológico.

É sabido que apesar das declividades moderadas a altas ocorrentes em Jundiaí, o risco (também em encostas mais suaves) em áreas urbanas tem um fator antrópico que condiciona sua ocorrência através de cortes, aterros e lançamento indiscriminado de água e lixo nos taludes. Esta situação deve ser considerada e monitorada pelo município, com intuito de mitigar situações de risco e evitar a formação de novas áreas.

O Município de Jundiaí possui uma geomorfologia que favorece a formação de áreas de risco geológico para movimento de massa, devido a presença de morros que naturalmente já apresentam inclinação favorável a estes eventos. Essa condição agregada a grande intervenção humana potencializa o risco, gerando áreas como as do Jardim São Camilo e Jardim Tamoio, onde uma grande quantidade de famílias ocupam áreas com risco a deslizamentos. Adicionalmente, como na grande maioria dos municípios brasileiros, a cidade de Jundiaí originou e cresceu nas margens de seus rios e córregos, gerando áreas propícias às inundações e solapamento de margens. Estas áreas muitas vezes encontram-se em regiões centrais, diferentemente dos deslizamentos que tendem a se localizar nas áreas mais periféricas e pobres do município.

É importante ressaltar que o presente relatório é de caráter informativo, sendo necessária a revisão constante destas áreas e de outras não indicadas, que podem ter seu grau de risco modificado. Isso significa que o grau de risco de determinada área delimitada (risco alto e muito alto) ou não (risco baixo e médio) em campo nesse momento pode se alterar no futuro. Uma área de grau de risco médio, por exemplo, que não foi alvo desse mapeamento, pode evoluir para grau de risco alto e muito alto a depender das transformações efetuadas sobre as encostas do município.

## 6. BIBLIOGRAFIA

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas-COBRAE. *Anais...* 1992. p. 721-733.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 17 mar. 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT.

**Treinamento de Técnicos Municipais para o Mapeamento e Gerenciamento de Áreas Urbanas com Risco de Escorregamentos, Enchentes e Inundações.** Apostila de treinamento. 2004. 73p.

MINISTERIO DAS CIDADES / INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLOGICAS – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios.** Celso Santos Carvalho, Eduardo Soares de Macedo e Agostinho Tadashi Ogura, organizadores – Brasília: Ministerio das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnologicas – IPT, 2007.

SANTOS, A.R. Enchentes e deslizamento: causas e soluções. Áreas de risco no Brasil. São Paulo: Pini. 2012, 136p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2010, 2 ed. Ver. Ampl., Florianópolis. 2012. 168p.

## 7. CONTATO MUNICIPAL

- Responsável: João Osório Gimenez Germano (Coordenador Municipal de Defesa Civil)
- Órgão Municipal: Defesa Civil do Município de Jundiaí.
- Endereço: Rua Dino, 843
- Telefone: (11) 4586-0666

Jundiaí, maio de 2018

---

**Douglas da Silva Cabral**

Geólogo/Pesquisador em Geociências  
CPRM/SUREG-SP

---

**Camila Dalla Porta Mattiuzi**

Engenheira Ambiental/Pesquisadora em  
Geociências  
CPRM/SUREG-SP