

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

Mimoso do Sul – Espírito Santo



Março de 2020

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	1
2. METODOLOGIA.....	5
3. RESULTADOS	8
3.1. Setores com risco queda de blocos.....	10
3.2. Setores com risco de deslizamento.....	13
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.

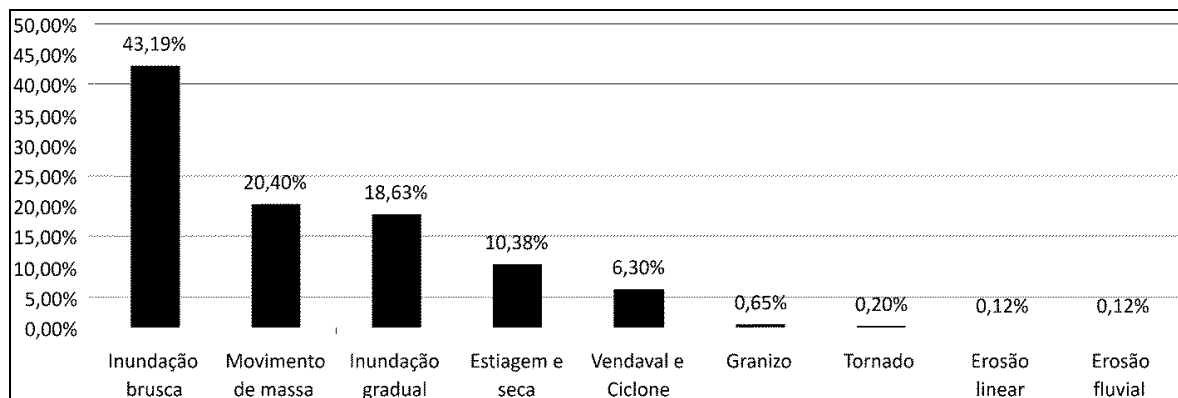


Figura 1. Percentual de mortes por tipo de desastre (UFSC-CEPED, 2012).

No ano de 2011, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB), passou então a integrar o Plano Nacional de Gestão de Riscos e Resposta aos Desastres Naturais (PNGRRDN), juntamente com o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), Ministério das Cidades, e outros órgãos do Governo Federal. No PPA (Plano Plurianual) 2012-2015, dentre os quatro eixos de ações estabelecidos no PNGRRDN - (1) mapeamento, (2) previsão, (3) resposta e (4) monitoramento – o Serviço Geológico recebeu a missão de realizar o mapeamento de áreas de risco geológico em 821 municípios prioritários, no período de 2011 a 2014. Na ocasião, a seleção desses municípios foi elaborada por técnicos do Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão (MPOG), do Ministério da Integração (MI), e da Casa Civil do Governo Federal, tendo como base os registros do CENAD referentes aos decretos de calamidade pública, situação de emergência e ocorrência de perdas de vidas humanas decorrentes de desastres naturais. A partir de 2014, após a meta de mapear 821 municípios ter sido atingida, a CPRM deu continuidade aos trabalhos de setorização de riscos geológicos.

Em 2012 foi implantada a lei número 12.608/12, que 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; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Conforme o inciso IV do artigo 6º da referida lei “compete à União apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco”, o que justifica a atuação do Serviço Geológico do Brasil (SGB) nesse tema.

De maneira geral, as áreas de risco¹ geológico mapeadas pelo SGB estão relacionadas com a possibilidade de ocorrência de acidentes causados por movimentos de massa, feições erosivas, enchente² e inundação³. Os principais 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.

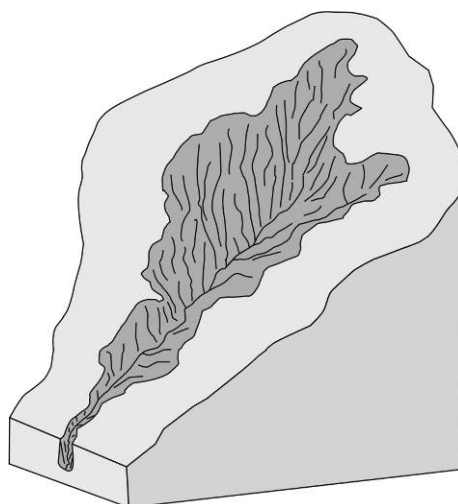


Figura 2. Representação de feição erosiva em encosta.

Além da possibilidade de enchentes e inundações (Figura 3) também é verificado se há o processo de solapamento⁴ de margem em áreas próximas aos cursos d'água.

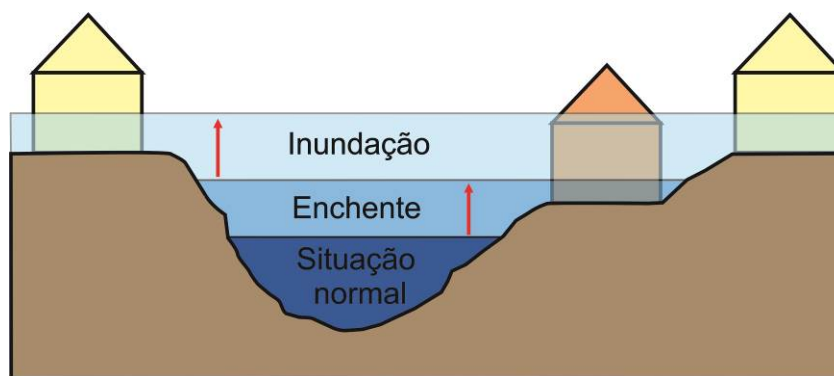


Figura 3. Representação de enchente e inundação com a elevação do nível d'água.

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, vinculado 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**¹: 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 cheia²: Elevação temporária do nível d'água em um canal de drenagem devida ao aumento da vazão ou descarga;
- Inundação³: 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;
- Solapamento⁴: 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 realizados levantamentos de campo, juntamente com a Defesa Civil Municipal, com vistas a reconhecer e delimitar as áreas de risco geológico existentes no município, levando em consideração a vulnerabilidade das edificações, bem como a existência de fatores que indicam a presença ou a possibilidade de deflagração de processos erosivos, de movimento de massa ou inundações, bem como o histórico de ocorrência de eventos adversos ou desastres naturais.

No caso dos movimentos de massa e processos erosivos, busca-se identificar e caracterizar principalmente as condições de ocupação de terrenos inclinados, as características topográficas de taludes de corte e encostas, existência de deformações no terreno e nas edificações, presença de infiltrações e surgência de água ou efluentes domésticos, lançamento de lixo e aterro de maneira desordenada, ocorrência de maciços rochosos fraturados ou depósitos coluvionares e de tálus.

A avaliação das áreas submetidas ao risco de serem atingidas por enchentes e inundações se dá por meio da observação da existência de edificações instaladas em planícies de inundação, bem como pelo levantamento da frequência histórica do extravasamento de água dos cursos d'água com consequente atingimento das ocupações existentes no local.

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 é 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.

3. RESULTADOS

A Setorização de Risco do município de Mimoso do Sul foi realizada entre os dias 11 e 13 de março de 2020, após uma reunião inicial com o Coordenador Municipal de Proteção e Defesa Civil Municipal, Franciney Matias de Oliveira, e o Agente Fiscal de Obras, Leonardo Ferreira da Silva, os quais indicaram as áreas a serem vistoriadas e acompanharam as avaliações de campo.

Os vinte e três setores de alto e muito alto risco da área urbana do município estão apresentados no quadro 4, bem como sua localização e o processo a que estão sujeitos – deslizamento e queda de blocos.

Vale ressaltar que a Defesa Civil de Mimoso do Sul deu preferência a identificação de setores de risco a deslizamentos e queda de blocos em detrimento aos de inundação, informando que não havia setores de risco alto ou muito alto a tal processo. Sendo assim, não foram identificados neste trabalho, locais com o risco devido a processos hidrológicos.

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

BAIRRO/ DISTRITO	LOGRADOURO	CÓDIGO DO SETOR	TIPOLOGIA
Bairros Morro da Palha e Monte Cristo	Ruas Crispim Braga e Valdir Monteiro de Barros	ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM	Queda de Blocos/Deslizamento Planar
Bairro Vista Alegre	Rua da Pratinha	ES_MIMOSOD_SR_02_CPRM	Queda de Blocos
Bairro Mangueira	Rua Francisco Chanca	ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM	Queda de Blocos/Deslizamento Planar
Bairro Morada do Cysne	Rua Zilda Vieira Cysne	ES_MIMOSOD_SR_04_CPRM	Deslizamento Planar/Queda de Blocos
-	ES-177	ES_MIMOSOD_SR_05_CPRM	Queda de Blocos/Deslizamento Planar
Bairro Funil	Rua Maria Buzim	ES_MIMOSOD_SR_06_CPRM	Queda de Blocos/Deslizamento Planar
Bairro Funil	Rua São Lucas	ES_MIMOSOD_SR_07_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Centro	Rua Siqueira Campos	ES_MIMOSOD_SR_08_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Centro	Rua Espírito Santo	ES_MIMOSOD_SR_09_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Serrano	Ruas Cláudio Vivas e das Acácias	ES_MIMOSOD_SR_10_CPRM	Deslizamento Planar/Queda de Blocos
Bairro Serrano	Rua 6	ES_MIMOSOD_SR_11_CPRM	Deslizamento Planar/Queda de Blocos
Bairro Monte Belo	Rua João Melo dos Santos	ES_MIMOSOD_SR_12_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Monte Belo	Rua João Melo dos Santos	ES_MIMOSOD_SR_13_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Monte Belo	Rua João Melo dos Santos	ES_MIMOSOD_SR_14_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Serrano	Rua Sebastião Guedes	ES_MIMOSOD_SR_15_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro Itapoã	Rua Antônio Vivas	ES_MIMOSOD_SR_16_CPRM	Queda de Blocos/Deslizamento Planar
Bairro Vila Rica	Rua Bela Vista	ES_MIMOSOD_SR_17_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro da Pratinha	Rua Dr. José Monteiro da Silva	ES_MIMOSOD_SR_18_CPRM	Deslizamento Planar
Bairro da Pratinha	Rua Projetada	ES_MIMOSOD_SR_19_CPRM	Deslizamento Planar
Distrito São Pedro do Itabapuana	Rua Asa Branca	ES_MIMOSOD_SR_20_CPRM	Queda de Blocos/Deslizamento Planar
Distrito Conceição do Muqui	Rua João Pires dos Reis	ES_MIMOSOD_SR_21_CPRM	Deslizamento Planar
Distrito Conceição do Muqui	Estrada para Mimoso do Sul	ES_MIMOSOD_SR_22_CPRM	Deslizamento Planar
Distrito Conceição do Muqui	Estrada para Mimoso do Sul	ES_MIMOSOD_SR_23_CPRM	Deslizamento Planar

Nas figuras 4 a 6, localizam-se os setores de risco delimitados na zona urbana do município – sede e distritos de São Pedro do Itabapoana e Conceição do Muqui.



Figura 4. Setores de risco geológico na sede do município de Mimoso do Sul. (Imagem: Google Earth).



Figura 5. Setor de risco geológico no distrito de São Pedro de Itabapoana. (Imagem: Google Earth).



Figura 6. Setores de risco geológico no Distrito de Conceição do Muqui. (Imagem: Google Earth).

3.1. Setores com risco queda de blocos

Foram identificados nove setores de risco alto ou muito alto ao processo de queda de blocos, e em sete desses setores, as quedas é o processo mais relevante. Aproximadamente 775 imóveis, incluindo residências, Hospital Apóstolo Pedro e um ginásio, encontram-se na área de atingimento de eventuais blocos ou lascas rochosas oriundas do paredão rochoso ou do depósito de tálus de seu sopé (Figura 7).



Figura 7. Vista parcial da sede do município de Mimoso do Sul, de onde pode se observar dois setores de risco geológico a queda de blocos. Da esquerda para a direita, setor ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM (em laranja) e o setor ES_MIMOSOD_SR_16_CPRM (em vermelho).

Observa-se que os setores de risco a queda de blocos estão sujeitos a quedas primárias e secundárias. As quedas primárias se referem a blocos ou lascas rochosas que se desprendem do paredão rochoso (Figura 8) e as secundárias, da remobilização desse material já solto na encosta (Figura 9).



Figura 8. Cicatriz de deslocamento de lasca de rocha do paredão rochoso.



Figura 9. Blocos soltos em encosta de declividade média a alta, sujeitos a remobilização.

Durante a vistoria de campo, estava em andamento a execução da obra de mitigação de risco a queda de blocos no setor ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM (Figuras 10 e 11). Além do desmonte de blocos no paredão rochoso e daqueles já mobilizados na encosta, observou-se também a instalação de uma tela flexível para conter eventuais quedas (Figuras 12 e 13).



Figura 10. Vista da obra de contenção de maciço rochoso, no setor ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM.



Figura 11. Vista da obra de contenção de maciço rochoso, no setor ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM.



Figura 12. Rede flexível de impacto, projetada para conter a trajetória de eventuais blocos que possam se desprender do maciço rochoso ou remobilizar da encosta. Setor ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM.



Figura 13. Rede flexível de impacto, projetada para conter a trajetória de eventuais blocos que possam se desprender do maciço rochoso ou remobilizar da encosta. Setor ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM.

O processo de queda de blocos apresenta algumas peculiaridades importantes de serem ressaltadas. Possui alta imprevisibilidade, pois não está associada a períodos de altas pluviosidades e as medidas de mitigação, além de muito dispendiosas financeiramente, podem não apresentar a eficácia esperada, uma vez que a densa vegetação do maciço e da encosta em seu sopé pode esconder blocos e lascas rochosas em iminência de se mobilizarem (Figuras 14 e 15). Isso se soma ao fato de que a formação de novos blocos/lascas de rocha é um processo dinâmico em função do intemperismo e crescimento de vegetação nas discontinuidades das rochas (Figuras 16 e 17), o que potencializa o desprendimento do material do maciço.



Figura 14. Vegetação densa na encosta do sopé do paredão rochoso – depósito de tálus – que podem esconder inúmeros blocos soltos com o potencial de rolamento. Setor ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM.



Figura 15. Vegetação densa e de grande porte, no paredão rochoso, que eventualmente pode esconder descontinuidade, blocos e lascas já delimitados na iminência de se soltarem do paredão. Setor ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM.

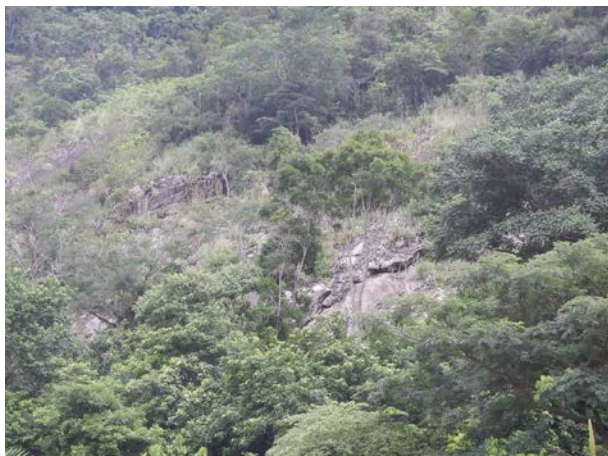


Figura 16. Raízes de vegetação de grande porte penetrando as descontinuidades da rocha. Setor ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM.



Figura 17. Raízes de vegetação rasteira penetrando as descontinuidades da rocha. Setor ES_MIMOSOD_SR_16_CPRM.

Conforme relatado pela Defesa Civil Municipal, ocorreu um evento de queda de blocos bastante significativo no setor de risco ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM, em dezembro de 2016. Uma lasca de rocha de aproximadamente 1,5 metros de espessura caiu sobre um Posto de Saúde, na noite anterior a sua inauguração (Figura 18). Portanto, houve somente danos materiais, sem perdas de vidas humanas. Nesse mesmo evento, algumas moradias foram atingidas por blocos menores, também com destruição parcial das construções (Figura 19).



Figura 18. Lasca de rocha, com espessura de aproximadamente 1,5 metros em cima do que restou da construção do Posto de Saúde. Setor ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM.



Figura 19. Parede de residência parcialmente destruída por bloco rochoso. Setor ES_MIMOSOD_SR_03_CPRM.

3.2. Setores com risco de deslizamento

Entre os vinte e três setores identificados no município de Mimoso do Sul, dezenove apresentam possibilidade de ocorrência de deslizamentos, sendo que em dezesseis setores este é o principal fator de risco.

Em geral, pode se observar que na maioria dos casos o risco é induzido, uma vez que os imóveis são construídos sem a orientação e/ou projeto de um profissional da área. Desta forma são

feitas interferências inadequadas nas encostas naturais, realizando cortes de alta inclinação em taludes que podem chegar dez metros de altura em alguns locais (Figuras 20 e 21).



Figura 20. Talude de corte executado em encosta para construção de moradia no setor ES_MIMOSOD_SR_04_CPRM.



Figura 21. Encosta natural de alta declividade sendo executado corte subvertical na sua base para construção de imóveis no setor ES_MIMOSOD_SR_07_CPRM.

Além disso, alguns setores de risco são devido às residências encontrarem-se muito próximas a crista da encosta. Em razão desta proximidade é possível que um deslizamento de solo comprometa a fundação do imóvel, podendo causar danos a sua estrutura. Este fator é agravado nos casos em que o solo que compõe a fundação é composto por material com características geotécnicas desfavoráveis, como por exemplo, um aterro lançado.

Algumas moradias ergueram muros com a finalidade de conter a ocorrência de um deslizamento, entretanto é necessário que tal obra tenha sido feita sob o projeto de um engenheiro geotécnico especializado. Caso contrário este tipo de interferência pode passar uma falsa segurança e agravar os danos caso não garanta a estabilidade do talude e venha a ruir junto com o material mobilizado no deslizamento (Figura 22).

No setor ES_MIMOSOD_SR_11_CPRM se observa que outro fator que propiciou o deslizamento foi a pequena espessura de solo em contato diretamente com a rocha pouco alterada. Nesta situação o maciço rochoso funciona como uma barreira hidráulica, dificultando a percolação da água. Como consequência ocorre a saturação do solo durante as chuvas e o que induz os movimentos de massa. Esta condição pode se replicar em outros pontos da cidade, inclusive locais que a princípio não apresentam risco alto (Figura 23).



Figura 22. Muro trincado devido ao peso do aterro no local, podendo vir a desmoronar. Setor ES_MIMOSOD_SR_08_CPRM.



Figura 23. Camada de solo de pouca espessura em contato direto com a rocha, propiciando a instabilidade do talude no setor de risco ES_MIMOSOD_SR_07_CPRM.

É importante ressaltar que tanto em setores onde existe o risco por deslizamento e por rolamento de blocos, quanto naqueles onde existe apenas o risco de rolamento de blocos, a ocorrência de um deslocamento de massa de solo pode servir como agente deflagrador para colocar em movimento partículas de rocha (Figuras 24 e 25). Desta forma, é fundamental que a população inserida em situação de risco geológico esteja instruída e alinhada com a Defesa Civil, comunicando possíveis deslizamentos ou feições de instabilidade mesmo que não estejam próximas as residências.



Figura 24. Blocos de rocha podendo ser mobilizados por um eventual deslizamento de solo no setor de risco ES_MIMOSOD_SR_06_CPRM.



Figura 25. Deslizamento de massa no setor de risco ES_MIMOSOD_SR_01_CPRM, onde apesar do solo não ter afetado nenhuma residência, o avanço do processo de deslizamento ou erosão pode instabilizar blocos de rocha presentes na encosta.

4. SUGESTÕES

Neste capítulo são apresentadas sugestões gerais baseadas nas situações verificadas durante a realização do presente trabalho.

É de suma importância esclarecer que as medidas de intervenção apresentadas constituem sugestões gerais e objetivam nortear as administrações municipais a respeito de possíveis formas de atuação para mitigar o risco geológico. Dessa forma, em nenhuma hipótese, as propostas apresentadas dispensam a realização de estudos e projetos que, em função das características específicas de cada região, indiquem a viabilidade, o tipo e as formas de implantação de medidas de intervenção eficazes.

1. Remoção temporária dos moradores que se encontram nas áreas de risco durante o período de alta pluviosidade;
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 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. 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;
10. 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 deveriam 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 26).

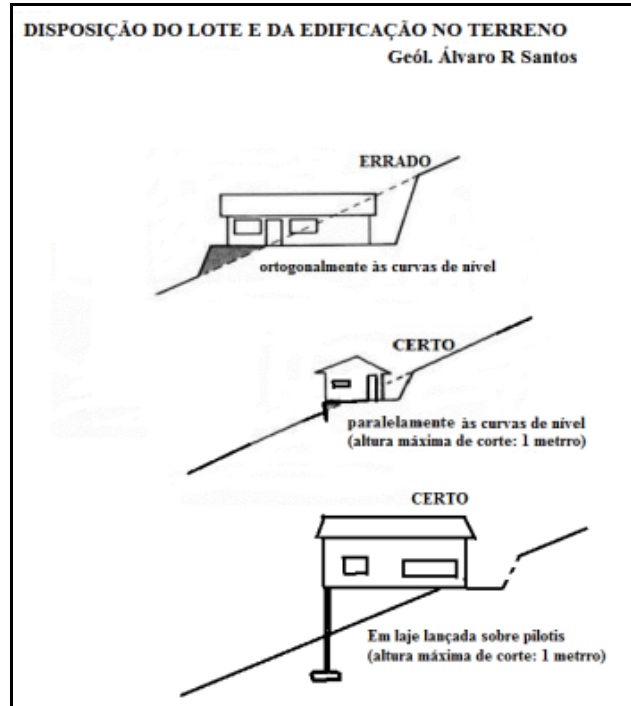


Figura 26 Exemplos de intervenções em terrenos inclinados (Santos, 2012).

5. CONCLUSÕES

O município de Mimoso do Sul caracteriza-se por relevo serrano e morros altos, com alta declividade e amplitude, com ocorrência frequente de exposição de maciço rochoso. Esses aspectos, associados à ocupação desordenada favorece o surgimento de áreas de risco. Durante a vistoria de campo, foram identificados e delimitados vinte e três setores de risco alto e muito alto a queda de blocos e deslizamento de solo no município de Mimoso do Sul, totalizando aproximadamente 890 imóveis em risco.

No que se refere ao processo de queda de blocos, o município apresenta grandes áreas em risco a esse processo, o qual possui particularidades muito importantes. Trata-se de um processo com alta capacidade de destruição e perda de vidas humanas. Além da baixa previsibilidade de ocorrência – não possui correlação com períodos de alta pluviosidade – as medidas de contenção são muito dispendiosas financeiramente e somente minimizam os eventuais atingimentos e danos. A formação de novos blocos ou lascas rochosa que podem se desprender do paredão é dinâmica, em função do intemperismo e crescimento de vegetação, dentre outros fatores.

Dentre os setores de risco a deslizamento, observa-se que a maioria é devido a construções sem acompanhamento técnico especializado, com imóveis construídos muito próximos a crista ou a base de amplos taludes de corte sem observar questões relativas à segurança. Frequentemente, quando relacionados a setores de queda de blocos, próximos a paredões rochosos, o processo de deslizamento de solo se dá na encosta natural, em função do contato abrupto da camada de solo com a rocha sã.

Portanto, caso não se coloque em prática programas de controle da urbanização, novas áreas de risco podem surgir e a situação dos setores existentes pode ser agravada. É aconselhável que o poder público tome medidas no sentido de fiscalizar novas ocupações nos setores de risco e em áreas semelhantes e, eventualmente, proibir as construções em setores de risco sem um projeto adequado.

Vale ressaltar que a Defesa Civil de Mimoso do Sul deu preferência a identificação de setores de risco a deslizamentos e queda de blocos em detrimento aos de inundação, informando que não havia setores de risco alto ou muito alto a tal processo. Sendo assim, não foram identificados neste trabalho, locais com o risco devido a processos hidrológicos.

É importante salientar que o presente relatório é de caráter informativo e representa as condições atuais observadas no momento da visita de campo. Dessa forma, tendo em vista a dinâmica do crescimento urbano e, conseqüentemente, das áreas de risco geológico, é fundamental que o trabalho seja periodicamente atualizado.

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 deslizamentos: 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: Franciney Matias de Oliveira – Coordenador da Defesa Civil de Mimoso do Sul
- Órgão Municipal: Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
- Endereço: R. Espírito Santo, nº 312, Centro – Mimoso do Sul/ES. CEP: 29400-000
- Telefone: (28) 99992-0858 - Coordenador da Defesa Civil; (28) 3555-1333 - Prefeitura
- E-mail: neymathiasoliveira@gmail.com (Coordenador da Defesa Civil);
defesacivil@mimosodosul.es.gov.br (E-mail Defesa Civil).

Belo Horizonte, abril de 2020.

Larissa Flávia Montandon Silva
Geóloga/Pesquisadora em Geociências
CPRM/SUREG-BH

Ítalo Prata de Menezes
Geólogo/Pesquisador em Geociências
CPRM/SUREG-BH