MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE E ÁREAS DE RISCO ASSOCIADAS A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NA ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU, PR

Relatório Final

Curitiba 2015

MINEROPAR

SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE E ÁREAS DE RISCO ASSOCIADAS A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NA ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU, PR

Relatório final

Curitiba
2015

Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR
Mapeamento da suscetibilidade e áreas de risco associadas a movimentos gravitacionais de massa na área rural do município de Quedas do Iguaçu, PR. Curitiba : Mineropar, 2015.
70 p., anexos

1. Mapeamento de suscetibilidade. 2. Movimentos gravitacionais de massa. 3. Riscos geológicos. 4. Quedas do Iguaçu (PR). I. Salazar Jr., O. II. Arioli, E. E. III. Título.

CDU 624.131 (816.21)

Permitida a reprodução total ou parcial, desde que citada a fonte.
Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR
Rua Máximo João Kopp, 274 - Bloco 3M
CEP 82630.900 - Curitiba - Paraná - Brasil
Telefone: 55 41 3351-6900 - Fax 55 41 3351-6950
homepage: www.pr.gov.br/mineropar - email: minerais@pr.gov.br

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Alberto Richa
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA

Ricardo José Soavinski
Secretário

MINEROPAR - Serviço Geológico do Paraná

José Antonio Zem
Diretor Presidente

Marcos Vitor Fabro Dias
Diretor Técnico

Moacir Lazzarotto de Oliveira Filho
Diretor Administrativo-Financeiro

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

GERÊNCIA DE GEOLOGIA E GEOTECNIA

Gerente
Geólogo Edir Edemir Arioli

Execução
Oscar Salazar Júnior
Edir Edemir Arioli
Geólogos

Apoio e colaboração
Geólogo Donaldo Cordeiro da Silva (informática)
Geólogo Luis Marcelo de Oliveira
Geólogo Rogério da Silva Felipe
Geólogo Diclécio Falcade
Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti (geoprocessamento)
Manoel de Cristo (auxiliar de campo)
Clarissa Nunes (revisão e edição)
Marlene Mengarda Martelli (referências)

Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil - CEPDEC
Ten. -Cel. QOBM Edemilson de Barros
Casa Militar - Seção de Transporte Aéreo - Cmte. Major Eugenio Celso Vaz de Mello

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
2 JUSTIFICATIVAS 10
3 OBJETIVOS DO PROJETO 10
3.1 Objetivos gerais 10
3.2 Objetivos específicos 11
4 ATIVIDADES E MÉTODOS 12
5 EQUIPE 13
6 O MUNICÍPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU 13
6.1 Aspectos socioeconômicos 13
6.2 Meio físico 14
6.2.1 Geomorfologia 14
6.2.2 Geologia do município 16
6.2.3 Estruturas geológicas 21
6.2.4 Modelo Digital do Terreno - MDT 22
6.2.5 Declividades 23
6.2.6 Mapa de relevo sombreado 25
6.2.7 Mapas de curvatura 25
7 MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA 27
7.1 Classificação dos movimentos gravitacionais de massa 27
7.1.1 Quedas e tombamentos de rochas 28
7.1.2 Deslizamentos rotacionais 29
7.1.3 Deslizamentos planares 30
7.1.4 Rastejo 30
7.1.5 Fluxos de detritos 31
7.1.6 Fluxos de lama 32
7.2 INVENTÁRIO DE MGMs 33
7.2.1 MGMs em Quedas do Iguaçu 41
7.2.2 Relações entre geologia, geomorfologia e deslizamentos 47
8 SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA 50
8.1 Conceitos e fundamentos da análise em Quedas do Iguaçu 50
8.2 Critérios para determinação da suscetibilidade 53
9 AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE POR BACIAS HIDROGRÁFICAS 60
9.1 Características fisiográficas 60
9.2 Classificação das bacias segundo a suscetibilidade a MGMs 62
9.3 Ocupação rural e indicações para a Defesa Civil 64
10 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 65

10.1 Modelagem de suscetibilidade a MGMs em Quedas do Iguaçu 65
10.2 Recomendações à Defesa Civil municipal 66
10.3 Observações finais 68
REFERÊNCIAS 69

A N E X O S

ANEXO 1. INVENTÁRIO DE MGMs - REGIONAL

ANEXO 2. FICHAS DE DESCRIÇÃO DE MGMs EM QUEDAS DO IGUAÇU

ANEXO 3. AVALIAÇÃO DA OCUPAÇÃO POR BACIA - MAPAS

ANEXO 4. MAPA DA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA EM QUEDAS DO IGUAÇU - ESCALA 1:50.000

1. INTRODUÇÃO

Eventos de chuvas de grande intensidade em maio e junho de 2013 e junho de 2014 causaram enchentes e movimentos gravitacionais de massa (MGMs) generalizados nas regiões Oeste, Sudoeste, Centro-Sul e Sudeste do Paraná. Estes eventos levaram à priorização desta região para executar mapeamentos para gestão de Defesa Civil.

Na fase emergencial, a MINEROPAR elaborou laudos técnicos em áreas afetadas por deslizamentos. Depois, no segundo semestre de 2014, foram realizados sobrevoos com helicóptero para inventariar os pontos afetados, abrangendo cerca de 6 mil km^2. Em função da extensão e característica dos MGMs, a MINEROPAR programou novas atividades para 2015, com as seguintes abordagens:

a) Projeto Sul-Sudoeste - mapeamento da suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em escala regional (1:50.000);

b) Estudos de caracterização do meio físico em áreas urbanas (escala 1:5.000), para subsidiar o planejamento e a gestão de riscos geológicos.

Este relatório contempla o mapeamento da suscetibilidade a MGMs na área rural do município de Quedas do Iguaçu, selecionado para definir e testar a metodologia de mapeamento a ser aplicada no restante da região, que cobre 80 municípios e mais de 45 mil km^2 (mapa de situação do projeto na Figura 1).

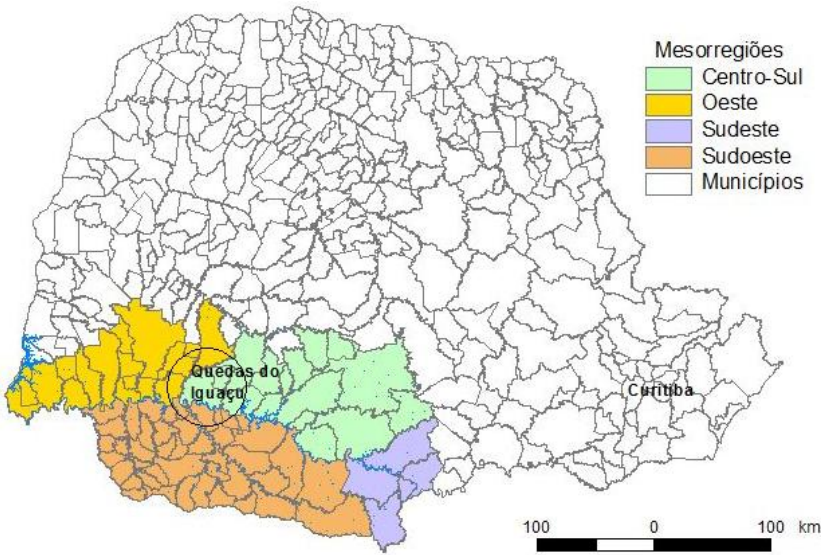


Figura 1. Abrangência do projeto de mapeamento da suscetibilidade a MGMs no Sul-Sudoeste, mesorregiões do Paraná na área do projeto e a situação do município de Quedas do Iguaçu.

2. JUSTIFICATIVAS

A justificativa do projeto foi o alto número de MGMs, com dimensões e danos significativos, inclusive óbitos, ocorridos durante as chuvas de 2013 e 2014, em terrenos considerados até então como menos propensos a estes processos. O padrão de precipitações mostrou similaridade ao que ocorre no Litoral, com acúmulos elevados de chuvas num período de 24 a 96 horas, instabilização de encostas e deflagração dos processos perigosos sobre vastas áreas. Neste contexto, é imperativo estudar o meio físico e avaliar sua interação com os eventos meteorológicos recorrentes, para fins de prevenção de acidentes.

Outro aspecto importante é a expressiva população rural, ligada à agropecuária, suporte da economia regional. Esta ocupação, ainda que dispersa, foi impactada significativamente nas chuvas torrenciais de 2013 e 2014, justificando estudos com o propósito de se estabelecer os controles geomorfológicos e geológicos sobre a localização dos MGMs, de modo a subsidiar as medidas de proteção e Defesa Civil cabíveis às áreas de risco no meio rural.

A avaliação do território municipal em escala regional é complementar com os projetos de mapeamento conduzidos nas áreas urbanas em nível de detalhe (escala 1:5.000), também em desenvolvimento nesta região pela MINEROPAR.

Finalmente, a extensão territorial superior a 45 mil km^2 impõe a necessidade de desenvolvimento metodológico e tecnológico baseado em geoprocessamento, para gerar análises capazes de identificar e priorizar os locais mais suscetíveis a MGMs e subsidiar planos de contingência de Defesa Civil.

3. OBJETIVOS DO PROJETO

3.1 Objetivos gerais

O projeto em Quedas do Iguaçu teve como objetivo testar os aspectos metodológicos para elaboração de mapas de suscetibilidade a MGMs, em consonância com estudos similares em desenvolvimento pelas instituições congêneres, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT, o Serviço Geológico do Brasil - CPRM e o Instituto Geológico (SP).

O estudo foi baseado na comparação dos MGMs com as feições do meio físico de forma integrada, selecionando parâmetros para identificar os setores mais ou menos suscetíveis à deflagração dos movimentos de massa, e gerar mapa na escala 1:50.000, por meio de análises espaciais em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG.

O passo seguinte foi identificar os locais de ocupação da população rural e comparar com o mapa de suscetibilidade a MGMs. Os setores ocupados em áreas mais suscetíveis aos processos perigosos são classificados de forma geral como de maior risco, indicados para ações de prevenção e elaboração de planos de contingência de Defesa Civil.

Estes objetivos estão em sintonia com as necessidades de integração dos órgãos de geologia e Defesa Civil, na busca por metodologias de mapeamento e uso das informações para prevenção dos acidentes geológicos.

3.2 Objetivos específicos

- Constituir base de dados integrada em Sistema de Informações Geográficas, contendo cartas topográficas, geologia, geomorfologia, hidrografia, modelos digitais do terreno e mapas derivados (declividades, curvaturas, hipsometria e relevo sombreado);
- Consolidar o inventário de movimentos gravitacionais de massa iniciado após os eventos de 2013/2014, e obter parâmetros estatísticos destes eventos em relação ao meio físico;
- Realizar análises espaciais integradas e estabelecer uma metodologia para geração dos mapas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa na escala 1:50.000, compatível com os eventos registrados, adaptada às características regionais e passível de replicação nos demais municípios cobertos pelo Projeto Sul Sudoeste;
- Identificar por meio de imagens a ocupação rural nas bacias hidrográficas, cruzando estes locais com o mapa de suscetibilidade e identificando setores de maiores riscos relativos, permitindo à Defesa Civil priorizar suas ações preventivas sobre o território.

4. ATIVIDADES E MÉTODOS

O projeto foi executado com foco na zona rural de Quedas do Iguaçu, compreendendo as atividades e métodos de trabalho relacionados a seguir:

- Organização da base de dados digital no *software* ArcGIS10 (ESRI), incluindo: cartas planialtimétricas 1:50.000 (Copel - Paranacidade), com altimetria (curvas com equidistância de 20 metros), rede hidrográfica, corpos d'água, áreas inundáveis e ilhas. Dados de infraestrutura, do Zoneamento Ecológico-Econômico do Paraná - ZEE. Limites disponibilizados pelo ITCG (divisas municipais e unidades de conservação). Áreas urbanas e rurais baseadas nos setores censitários do IBGE (2010), incluindo dados de população. Bacias hidrográficas delimitadas com os critérios da Agência Nacional de Águas - ANA, fornecidas pelo Instituto das Águas do Paraná. Edificações na área rural compiladas com base em imagens Spot (ITCG, 2005 - 5m), Copel (2013 - 2014 - 2m) e Google Earth (2014). Os mapas de solos e de uso e ocupação não foram considerados por falta de documentos com o detalhamento requerido;
- Base geológica do mapeamento na escala de 1:250.000 do Grupo Serra Geral pela MINEROPAR (ARIOLI e LICHT, 2013); e base geomorfológica do convênio UFPR - MINEROPAR (OKA-FIORI *et al*., 2006), escala 1:250.000;
- Complementação do inventário de movimentos gravitacionais de massa (neste caso extrapolando o município de Quedas do Iguaçu), por meio de sobrevoos de helicóptero no segundo semestre de 2014, com aeronave disponibilizada pela Casa Militar;
- Geração de modelos digitais do terreno (formato raster) e mapas derivados (hipsometria, relevo sombreado, mapas de declividades e de curvatura), e sua intersecção com os registros de MGMs, para obtenção de parâmetros estatísticos do meio físico nos locais afetados;
- Geração do mapa de suscetibilidade a MGMs na escala 1:50.000, por meio de álgebra de mapas, com os parâmetros e critérios selecionados;
- Identificação da ocupação rural com imagens de satélite e cruzamento com o mapa de suscetibilidade a MGMs, nos limites das bacias hidrográficas. Validação de campo para verificar os setores mapeados;

- Avaliação das características da ocupação nas bacias hidrográficas, para priorização das áreas de maior risco, com sugestões de encaminhamento para a revisão dos planos de contingência pelos gestores de Defesa Civil.

5. EQUIPE

O trabalho foi executado pelos geólogos Oscar Salazar Jr e Edir Edemir Arioli. De setembro a dezembro de 2014 foi realizado estudo piloto, com a complementação do inventário em Quedas do Iguaçu e municípios vizinhos, descrições de MGMs e organização de dados preliminares. Foram utilizadas informações coletadas no campo pelos geólogos Rogério da Silva Felipe e Diclécio Falcade, que não participaram deste projeto. Ao longo de 2015 foi realizada a modelagem com *software* de geoprocessamento, geração do mapa de suscetibilidade e validação de campo, com a consolidação dos resultados neste relatório final.

6. O MUNICÍPIO DE QUEDAS DO IGUAÇU

6.1 Aspectos socioeconômicos

Conforme os cadernos municipais do IPARDES (2015), Quedas do Iguaçu se situa no Centro Sul do Paraná, a 427 km da Capital. A superfície é de 827,93 km^2, altitude média de 562 m e população estimada para 2015 de 32.982 habitantes. Segundo o IBGE (2010), 68,57% da população é urbana e 31,43% é rural.

Quedas do Iguaçu tem o rio Iguaçu na divisa sul (lago da UHE de Salto Osório), os rios Guarani e das Cobras marcam os limites a oeste e leste, respectivamente. Municípios limítrofes: Três Barras do Paraná, Catanduvas, Guaraniaçu, Espigão Alto do Iguaçu, Rio Bonito do Iguaçu, São João, São Jorge d'Oeste e Cruzeiro do Iguaçu.

O perfil econômico é marcado pela agricultura, pecuária, produção florestal, indústrias de transformação, construção e comércio. Tem destaque a atividade de reflorestamento e madeireira da empresa Araupel, que conta com milhares de hectares reflorestados em vários municípios e sede industrial em Quedas do Iguaçu. O mapa de situação encontra-se na Figura 2.

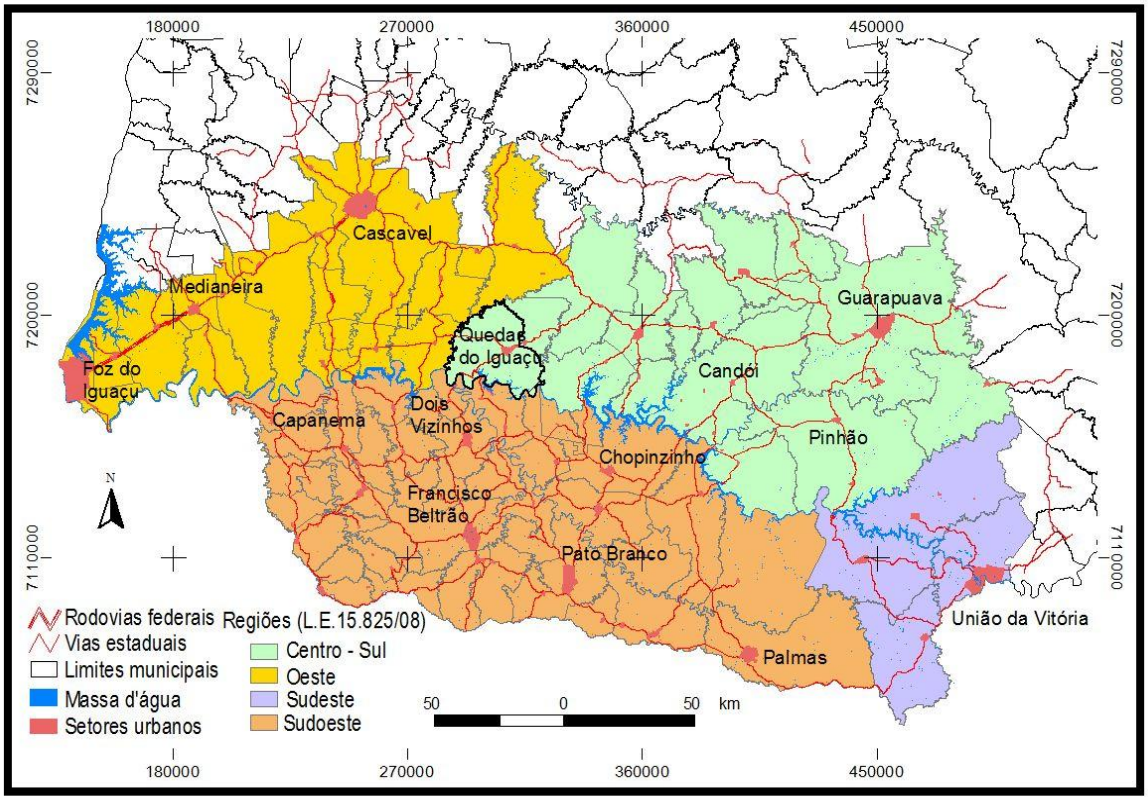


Figura 2. Abrangência do projeto de mapeamento da suscetibilidade a MGMs, as regiões do Paraná contempladas e a situação do município de Quedas do Iguaçu.

6.2 Meio físico

No mapeamento da suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa foram considerados os níveis de informação do meio físico descritos a seguir.

6.2.1 Geomorfologia

Segundo OKA-FIORI *et al*. (2006), Quedas do Iguaçu se situa sobre dois domínios geomorfológicos, os planaltos do Alto-Médio Piquiri (código 2.4.5) e do Baixo Iguaçu (código 2.4.14), conforme representado na Figura 3.

O primeiro domínio mostra dissecação moderada, com desnível geral de 478 m, sendo 400 m a menor cota registrada às margens do rio Iguaçu, a montante da usina de Salto Osório, e a maior na Serra da União com 878 m. Este padrão de dissecação desenvolveu elevações com vastos topos alongados e isolados, vertentes dominantemente suaves, perfis verticais convexos sobre vales

configurados em U aberto, com orientação predominante NE-SW. As declividades são dominantemente baixas, de até 6%, sendo menos abundantes as classes de 6-12% e restritas as declividades de 12-30%. O planalto do Alto-Médio Piquiri ocupa mais ou menos 60% do território, constituindo os terrenos mais elevados e aplainados de SE a NE, onde o município confronta com Espigão Alto do Iguaçu.

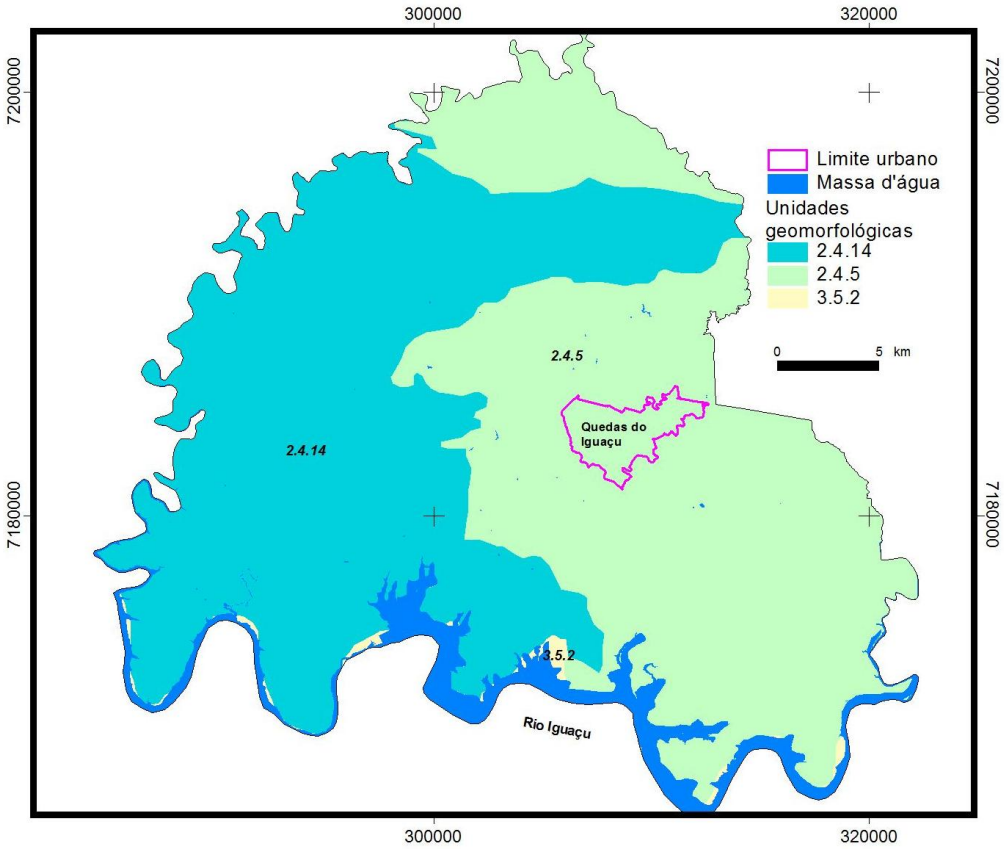


Figura 3. Localização do município de Quedas do Iguaçu nos domínios geomorfológicos dos planaltos do Alto-Médio Piquiri (2.4.5) e do Baixo Iguaçu (2.4.14), segundo OKA-FIORI *et al.* (2006).

O Planalto do Baixo Iguaçu é mais dissecado do que o anterior, com desnível de 275 m, medido entre a cota mais baixa de 344 m às margens do Iguaçu, a jusante da usina de Salto Osório, e a mais elevada de 619 m próximo à divisa com Três Barras do Paraná. O desnível menor, aparentemente incompatível com a maior dissecação, significa que não existe relação direta entre esses atributos geomorfológicos. Este padrão produziu formas de relevo com topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas no perfil vertical e vales em V encaixados, orientados em geral para NNE-SSW. As declividades predominantes pertencem às classes abaixo de 30% e as encostas mais íngremes restringem-se a terrenos

sem expressão regional. Este domínio constitui cerca de 40% do território de Quedas do Iguaçu, rebaixado em relação ao Planalto do Alto-Médio Piquiri por efeito da erosão regional que avança para norte a partir da calha do rio Iguaçu.

O Quadro 1 apresenta uma síntese dos parâmetros descritivos das subunidades geomorfológicas de Quedas do Iguaçu. Não foram consideradas as de menor expressão, como a unidade 3.5.2 (planícies aluviais) e a unidade 2.4.15 (Planalto Francisco Beltrão), situado a sudoeste da margem esquerda do Iguaçu.

Unidade morfológica	Subunidade	Topos	Vertentes	Vales	Dissecação
2.4.5	Planalto do Alto/Médio Piquiri	Alongados e isolados	Convexas e convexo-côncavas	U aberto	Média
2.4.14	Planalto do Baixo Iguaçu	Alongados e em cristas	Retilíneas	V encaixado	Alta

Quadro 1. Síntese das subunidades geomorfológicas em Quedas do Iguaçu.

6.2.2 Geologia do município

Na região do projeto, a unidade estratigráfica principal é o Grupo Serra Geral e a descrição da geologia se baseia no mapeamento realizado pela MINEROPAR (ARIOLI e LICHT, 2013). A coluna estratigráfica do Quadro 2 relaciona as formações e membros que ocorrem em Quedas do Iguaçu, onde a descrição da estratigrafia (sequência cronológica das camadas) começa pela base da coluna. É importante observar que em Quedas do Iguaçu, em diversos setores, foram observadas inversões aparentes nas associações litológicas definidas na estratigrafia regional. Isso pode ser resultado de intercalações locais, típicas dos processos vulcânicos, que são descontínuos e produzem materiais semelhantes em locais diferentes, como será indicado nas descrições a seguir. No município ocorrem as formações Cascavel, Barracão e Candói, cada uma subdividida em membros denominados respectivamente Foz do Iguaçu e Santa Quitéria; Cantagalo e Flor da Serra do Sul; Foz do Areia e Três Pinheiros. Considerando os objetivos deste relatório, serão descritas a seguir as suas principais características.

Unidades litoestratigráficas	Associações litológicas
Formação Candói	Derrames tabulares de basalto cinza com disjunção arqueada no núcleo e hexagonal na base e no topo, variando lateralmente a lobos tabulares de basalto rico em vidro vulcânico, de cor cinza-escuro, e basalto cloritizado, cinza-esverdeado.
Membro Três Pinheiros	Derrames tabulares de basalto rico em vidro vulcânico com disjunção em leque e em bloco.
Membro Foz do Areia	Derrames tabulares espessos de basalto cristalino, de cor cinza, sem evidências de hidrotermalismo, zona vesicular de topo delgada e descontínua, com preenchimentos de quartzo, calcita e zeólita, disjunção colunar e arqueada bem desenvolvidos, com níveis de brecha vulcânica somente na base da sequência.
Formação Barracão	Derrames tabulares e lobados de basaltos avermelhados (oxidação generalizada) com abundantes intercalações de brechas vulcânicas e rochas sedimentares.
Membro Flor da Serra do Sul	Derrames tabulares de ferro-basalto roxo-esverdeado com disjunção em cunha, arqueada e tetragonal (prismas de base quadrada), intercalados a brecha vulcânica.
Membro Cantagalo	Intercalação de derrames lobados de basalto vesicular, com abundantes brechas de fluxo no topo, cimentadas por sílica e calcita, brechas vulcânicas, tufo vulcânico e rochas sedimentares arenosas.
Formação Cascavel	Sequência de derrames lobados, lobos tabulares e derrames tabulares de basalto cinza a avermelhado, com poucas intercalações de brecha vulcânica e arenito.
Membro Santa Quitéria	Intercalação de derrames lobados de basalto vesicular, com abundantes brechas de fluxo no topo, cimentadas por sílica e calcita, brechas vulcânicas, tufo vulcânico e rochas sedimentares arenosas.
Membro Foz do Iguaçu	Lobos tabulares de basalto cinza intercalados a níveis de tufo vulcânico.

Quadro 2. Subdivisão do Grupo Serra Geral no município de Quedas do Iguaçu. Modificado de ARIOLI e LICHT (2013).

A Figura 4 apresenta a distribuição das subunidades que compõem o Grupo Serra Geral no município, reproduzido do mapa de escala original 1:250.000 (ARIOLI e LICHT, 2013).

O Membro Foz do Iguaçu (Formação Cascavel) aflora apenas em alguns trechos das margens do rio Iguaçu, à altura da barra do rio Chopim, representando menos de 1% da área do município. É constituído por derrames tabulares de basalto maciço (com até 5% de vesículas), de cor cinza-esverdeado claro, com vesiculação de topo bem desenvolvida e poucos minerais de preenchimento nas vesículas, além de níveis de brechas vulcanoclásticas menos abundantes do que no Membro Santa Quitéria. O Membro Santa Quitéria da mesma formação ocupa aproximadamente 55% do território municipal, estendendo-se quase completamente ao longo das divisas com os municípios vizinhos. Ele contém uma intercalação de derrames lobados de basalto avermelhado e vesicular (com mais de 5% de vesículas), com abundantes níveis de brechas e tufo vulcânico.

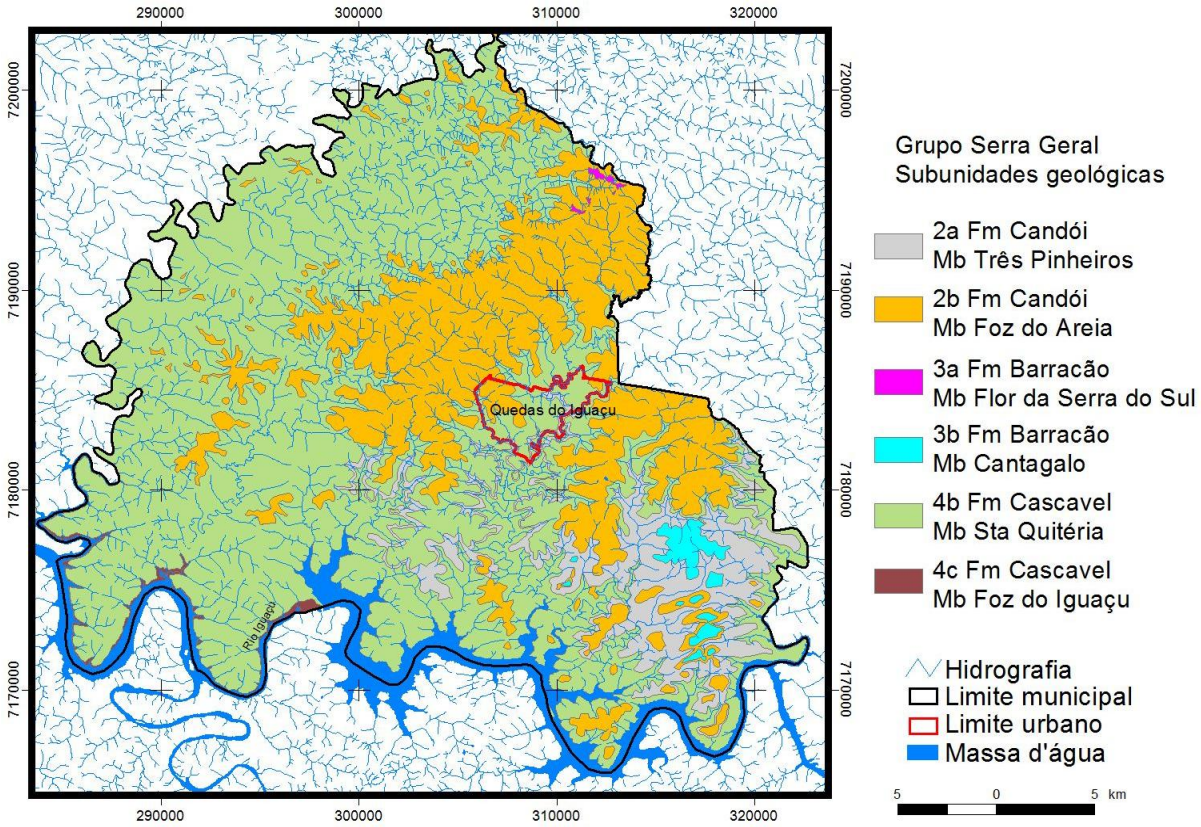


Figura 4. Mapa geológico do município de Quedas do Iguaçu, modificado de ARIOLI e LICHT (2013).

O Membro Santa Quitéria é recoberto diretamente pelo Membro Foz do Areia (Formação Candói), que perfaz aproximadamente 30% do município, com uma área de afloramento maior a noroeste da sede e outra menor a sudeste, além de pequenas ocorrências dispersas no território. Ele é formado por derrames tabulares de basalto cristalino cinza, zona vesicular de topo delgada e descontínua, com preenchimentos de quartzo, calcita e zeólita, disjunção colunar no topo e arqueada no núcleo, ambas bem desenvolvidas, sem intercalações de brecha ou tufo vulcânico.

O Membro Três Pinheiros, da Formação Candói, é formado por derrames tabulares de basalto rico em vidro vulcânico, nos quais são notáveis as disjunções colunares finas, com poucos centímetros de espaçamento. Este basalto hipohialino é reconhecido pela textura muito fina, que não permite observação de

cristais, maciça a esparsamente vesicular, sem preenchimentos, de coloração cinza-escuro e brilho resinoso. As superfícies das fraturas são côncavas, indicativas do alto conteúdo de material vítreo. A disjunção colunar raramente excede 10-15 cm de espessura, apresentando frequentemente geometria em leque. A grande densidade de fraturas leva os basaltos Três Pinheiros a se desintegrarem facilmente quando intemperizados, mesmo em grau moderado, o que os torna altamente suscetíveis a MGMs. O membro Três Pinheiros ocupa cerca de 8% do município, principalmente no setor sudeste do território, entre os rios Formiga e das Cobras.

Sobre os basaltos do Membro Três Pinheiros aflora o Membro Cantagalo (Formação Barracão), composto por derrames tabulares e lobados de basaltos avermelhados, com abundantes intercalações de brechas e tufos vulcânicos, além de rochas sedimentares finas, principalmente arenito. Esta subunidade do Grupo Serra Geral estende-se por menos de 6% do território do município, limitado a algumas ocorrências isoladas no extremo sudeste, no platô situado entre o rio das Cobras e o córrego do Ernesto. A posição do Membro Cantagalo sobre os basaltos Três Pinheiros, em Quedas do Iguaçu, inverte a sequência mapeada em escala regional. Como mencionado, esta inversão aparente pode ser explicada por intercalações locais, típicas dos processos vulcânicos.

O Membro Flor da Serra do Sul (Formação Barracão), recobre a subunidade Foz do Areia em dois pequenos platôs, nas localidades de Alto da Serra e Alto do Bela Vista, que representam cerca de 1% do município. Ele é formado por derrames tabulares, cuja estrutura interna apresenta zona de topo de basalto finamente vesicular, avermelhado com manchas esverdeadas, e núcleo maciço com disjunção arqueada. O contato direto e invertido entre os membros Foz do Areia e Flor da Serra do Sul, inexistente na coluna estratigráfica do Quadro 2, também é comum em sequências vulcânicas, cujas sequências locais podem parecer invertidas ou apresentar falta de algumas unidades mapeadas regionalmente.

As figuras 5 a 10, a seguir, mostram feições típicas de afloramento das subunidades descritas acima, com exposições características da região de Quedas do Iguaçu.

Figura 5. Derrame tabular de basalto vesicular do Membro Foz do Iguaçu.

Figura 6. Derrame lobado de basalto vesicular do Membro Santa Quitéria.

Figura 7. Brecha vulcânica cimentada por sílica e carbonatos no Membro Cantagalo.

Figura 8. Disjunção quadrática em derrame tabular do Membro Flor da Serra do Sul.

Figura 9. Derrame tabular com disjunção colunar no topo e curva no núcleo do Membro Foz do Areia.

Figura 10. Disjunção em leque em derrame tabular do Membro Três Pinheiros.

6.2.3 Estruturas geológicas

As regiões formadas por rochas cristalinas, como as vulcânicas do Terceiro Planalto do Paraná, são normalmente recortadas por fraturas e falhas. As falhas distinguem-se das fraturas por apresentar deslocamentos que produzem nas rochas deformações mecânicas (fraturamento e moagem) e alterações mineralógicas, pela percolação de fluidos no processo de hidrotermalismo. Os produtos mais comuns das deformações e alterações são:

- Brechas, formadas por blocos angulosos de rocha, à semelhança das brechas vulcânicas, resultantes do fraturamento;
- Milonito, ou rocha moída, que apresenta geralmente uma foliação fina resultante da fricção interna;
- Alteração hidrotermal (transformação dos minerais primários das rochas em minerais secundários), em geral mais finos e frágeis (feldspato -> argila);
- Preenchimentos com minerais estranhos às rochas falhadas, geralmente quartzo, carbonatos, zeólitas e minerais metálicos.

A região estudada apresenta abundantes fraturas e falhas, às vezes de expressão regional. Algumas foram identificadas no campo, com registro de efeitos de milonitização (moagem da rocha regional) e alteração hidrotermal. Esses efeitos tornam as rochas mais frágeis e podem favorecer a geração de MGMs.

Na linha Bandeirantes, a corrida de massa que causou um óbito ocorreu devido à existência de um derrame tabular de basalto densamente fraturado, superposto a uma camada de brecha vulcânica fragilizada por hidrotermalismo, ao longo de uma zona de falha (Figura 11), que cedeu sob o peso da rocha maciça. Este solapamento ocorreu durante as chuvas de junho de 2014, por percolação da água infiltrada ao longo da brecha permeável. Outros deslizamentos foram identificados ao longo da mesma zona de falha e de outras subparalelas, cuja direção para N65^{o}W serve de referência para futuras investigações do controle estrutural sobre a suscetibilidade regional a MGMs.

A Figura 11 mostra as principais falhas, predominando a direção N65^{o}W, cujas relações com deslizamentos são mais evidentes e foram confirmadas no campo.

Figura 11. Mapa de suscetibilidade a MGMs em Quedas do Iguaçu, com os traços das falhas de direção predominante N65^{o}W, sendo indicadas em vermelho as que apresentam feições de hidrotermalismo.

6.2.4 Modelo Digital do Terreno - MDT

Modelos digitais do terreno representam a superfície da Terra em relação ao nível do mar, sem superposição de elementos antrópicos ou de vegetação. Neste projeto, os dados de superfície foram gerados em formato *raster*, que corresponde a uma grade de células onde cada célula tem um valor de altitude, obtido a partir da interpolação das cotas das curvas de nível.

A geração da superfície foi feita com a função *topo-to-raster* do ArcGIS, que é um aplicativo baseado num método de interpolação criado para geração de modelos digitais do terreno hidrologicamente corretos, desenvolvido por HUTCHINSON (1988) *in* ESRI (2010). Apesar da potencialidade deste algoritmo, os dados básicos de entrada neste projeto consistiram apenas em curvas de nível provenientes das cartas 1:50.000, o que limita a acurácia da representação final do relevo.

A qualidade dos dados altimétricos condiciona o processo de modelagem, pois a ausência de cotas ao longo dos cursos d'água, a tecnologia de geração das

curvas de nível e sua densidade vão influenciar a representação digital do modelado do terreno, gerando erros e simplificações. Na área estão disponíveis apenas cartas 1:50.000, com curvas de nível com 20 m de equidistância. A superfície foi gerada com uma grade de células de 20 m de lado, correspondendo a 400 m^2 no terreno (cada célula na escala 1:50.000 tem 0,4 mm de lado). O modelo obtido nos limites de Quedas do Iguaçu apresentou altitude mínima de 278,70 m e máxima de 878,82 m (Figura 12).

Figura 12. Aspecto do modelo digital do terreno (MDT) de Quedas do Iguaçu, com representação da hipsometria e sobreposição das bacias hidrográficas e corpos d'água.

O Modelo Digital do Terreno constitui o tema fundamental para a estimativa da suscetibilidade, onde a representação digital do relevo deve refletir de forma adequada as formas naturais, as vertentes e sua inclinação, a configuração dos vales, quebras e outros elementos resultantes de sua evolução. A partir do MDT são derivados os mapas de declividades, de relevo sombreado e curvaturas.

6.2.5 Declividades

O mapa de declividades (Figura 13) reflete a classificação da inclinação das vertentes em relação ao plano horizontal, medida ao longo da linha de maior

mergulho. No MDT, o cálculo é feito para cada célula em relação às suas vizinhas, considerando-se o maior valor resultante da diferença de cotas entre elas. Os resultados foram agrupados em 8 classes, indicadas no Quadro 3 em porcentagem, com os respectivos valores em graus.

Figura 13. Mapa de declividades em Quedas do Iguaçu, sobressaindo os terrenos mais íngremes da região norte noroeste do território.

Classes	Intervalo %	Graus (limite superior)	Legenda do mapa de declividades
1	0 - 2,5	1,43	0 - 2,5%
2	2,5 - 5	2,86	2,5 - 5
3	5 - 10	5,71	5 - 10
4	10 - 20	11,31	10 - 20
5	20 - 25	14,04	20 - 25
6	25 - 30	16,70	25 - 30
7	30 - 45	24,23	30 - 45
8	> 45	> 24,23	> 45

Quadro 3. Classes de declividade do mapa gerado em Quedas do Iguaçu.

6.2.6 Mapa de relevo sombreado

A partir do MDT foi gerado um mapa representando o relevo com efeito de sombreamento, que é uma técnica que cria uma impressão de visão tridimensional. Neste mapa (Figura 14) foi usado um modelo do terreno com células de 10 m, com exagero vertical de 2 vezes, simulando-se uma fonte de iluminação elevada a 45°, direcionada de noroeste (azimute de 315°).

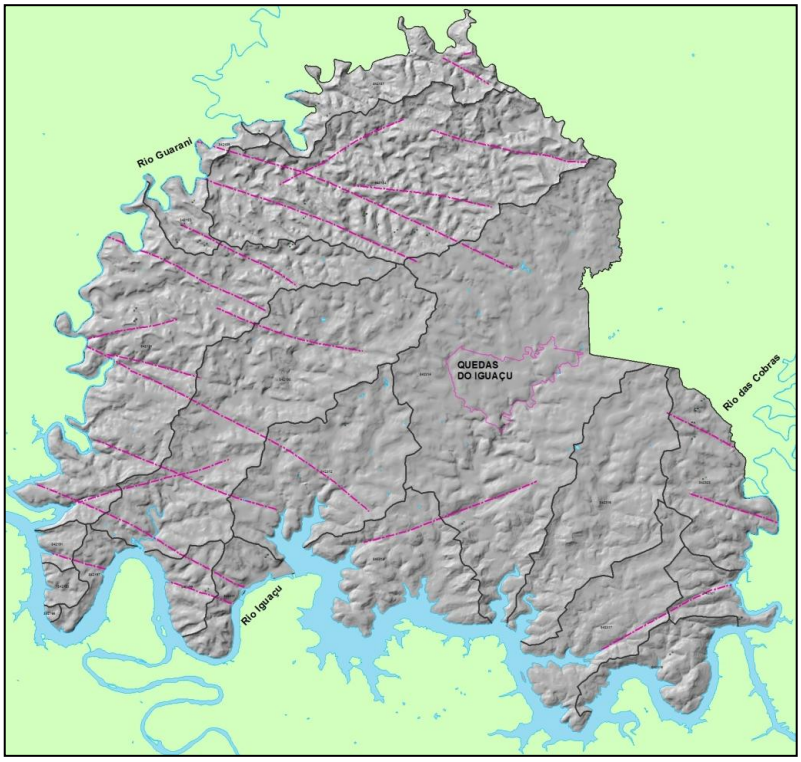


Figura 14. Mapa de relevo sombreado em Quedas do Iguaçu, com traços de falhas/fraturas, as bacias hidrográficas e o limite da sede urbana.

O efeito de sombra ressalta os diferentes padrões de relevo, como nos setores levemente ondulados da região central, onde está a sede de Quedas do Iguaçu e a área mais íngreme a norte noroeste. Também é útil para a visualização de estruturas regionais (falhas NW e NE).

6.2.7 Mapas de curvatura

A curvatura geral é uma função matemática (segunda derivativa de uma polinomial de 4^{a} ordem), calculada sobre um *raster* de superfície. O cálculo é feito para a célula central de um *grid* 3x3, considerando-se as 8 células vizinhas. O resultado é positivo quando a superfície é convexa para cima. Uma curvatura

negativa reflete uma superfície côncava e o valor zero indica uma superfície plana. A Figura 15 mostra o mapa de curvatura geral em Quedas do Iguaçu.

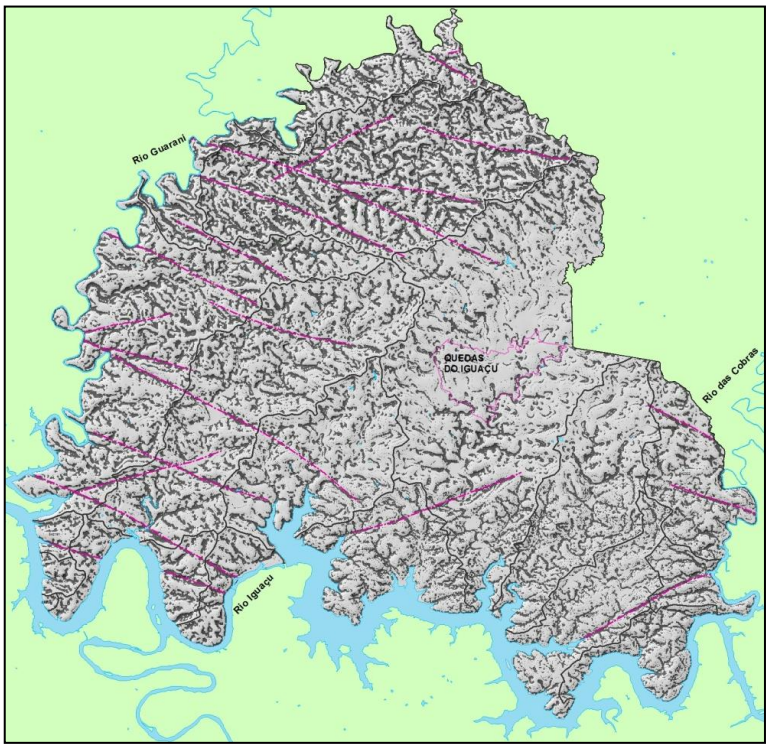


Figura 15. Aspecto do mapa de curvatura geral em Quedas do Iguaçu. Estão representados os valores negativos em preto, que correspondem às concavidades, enquanto os valores cinza correspondem às convexidades.

As funções de modelagem de superfícies também permitem calcular outros tipos de curvatura e desenvolver análises do relevo, como a curvatura em planta, calculada no sentido perpendicular à direção da maior declividade, projetada sobre o plano horizontal, e também a curvatura em perfil, que permite identificar as zonas côncavas (convergentes) e convexas (divergentes).

Segundo SILVEIRA *et al* (2013), em análise da suscetibilidade a MGMs no litoral do Paraná, o plano de curvatura mostrou que 63,6% dos processos de corridas de detritos inventariados ocorreram nas áreas convergentes. Este atributo topográfico está relacionado à dinâmica de águas nas vertentes, sendo um dos fatores de grande relevância para a determinação das classes de suscetibilidade.

7. MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Movimento Gravitacional de Massa - MGM, também chamado movimento de massa ou deslizamento, é o deslocamento de uma massa de rocha, solo, vegetação e/ou água ao longo de uma encosta natural ou talude escavado, por efeito da força da gravidade, devido à redução da coesão interna e à ruptura do limite de resistência ao cisalhamento. Os deslizamentos diferem da erosão porque, nesta, o transporte dos materiais erodidos é mais lento, contínuo e ocorre de forma dispersa.

7.1 Classificação dos movimentos gravitacionais de massa

Os movimentos gravitacionais de massa podem ser classificados em função dos mecanismos e tipos de materiais litológicos envolvidos. Os mecanismos de movimentação do terreno incluem cinco categorias principais: quedas, tombamentos, rolamentos, deslizamentos e fluxos. Os materiais litológicos envolvidos podem ser: rocha, solo, lama e detritos. O termo deslizamento é usado para designar tanto os movimentos de massa em geral quanto um tipo específico.

As descrições a seguir caracterizam mais completamente as combinações dos vários tipos de processos e materiais litológicos, de acordo com a classificação de HUNGR *et al*. (2013), esquematizada no Quadro 4. Neste texto são descritos apenas os movimentos de massa que ocorrem na região do projeto.

Processo	**Tipo de material: identificado no bloco estável**		
	Clastos	**Clastos + finos**	**Finos fluidizados**
Queda	Queda de blocos	Queda de solo	x
Tombamento	Tombamento de blocos	x	x
Deslizamento	Avalanche de blocos	Deslizamento de solo	x
Espalhamento	Espalhamento de blocos	Espalhamento de solo	Espalhamento de lama
Fluxo	Fluxo de detritos	x	Fluxo de lama
Composto	Combinação de dois ou mais processos e/ou materiais		

Quadro 4. Classificação de movimentos gravitacionais de massa, segundo HUNGR *et al*., 2013. Clastos: seixos, blocos e matacões. Finos: areia, silte e argila.

As partes principais de um movimento de massa são: cabeceira, escarpa principal, escarpas laterais, zona de trânsito e zona de deposição. Cabeceira é o topo da escarpa principal, parede que se forma onde houve o rompimento do terreno, geralmente na forma de escarpa semicircular de paredes verticais e aproximadamente paralela às curvas de nível da encosta instabilizada. As escarpas laterais são extensões mais retilíneas da escarpa principal, que em conjunto formam um canal de deslocamento dos materiais litológicos mobilizados. A zona de trânsito é o trecho que une a escarpa principal à zona de deposição, local onde os materiais litológicos mobilizados se acumulam. A zona de deposição é geralmente desmontada por erosão, já que o material depositado é inconsistente e permeável, tendendo a desaparecer em poucos meses ou mesmo semanas, dependendo do regime de chuvas.

7.1.1 Quedas e tombamentos de rochas

Quedas são deslocamentos bruscos de blocos de rocha ou solo, desprendidos da face livre de uma escarpa devido ao intemperismo, à erosão, à intervenção do homem ou a outras causas. (Figura 16).

Figura 16. Exemplo de queda de blocos em Xinhua, China.

As quedas ocorrem em escarpas naturais e taludes escavados, onde a separação do material ocorre geralmente em planos de fraqueza estrutural, tais como estratificação, fraturas e falhas. A pressão exercida pela água de infiltração e a dilatação de minerais argilosos são os principais fatores que levam ao desprendimento dos materiais de uma escarpa rochosa

Tombamentos consistem na rotação de blocos de rocha em torno de um eixo, por efeito da gravidade e ruptura do equilíbrio por alguma fragilidade na base de sustentação. Diferem das quedas porque a ruptura dos blocos tombados ocorre no pé da escarpa, onde não há face livre abaixo do bloco deslocado. Rolamentos de matacões são incluídos nesta categoria de movimento de massa.

7.1.2 Deslizamentos rotacionais

Consistem na rotação de rocha ou solo ao longo de uma superfície côncava (Figura 17), podendo afetar um bloco único ou grandes complexos de blocos. Nesta definição, solo é considerado o conjunto de materiais que, desde as camadas superficiais de solo arável até a rocha alterada, podem ser desmontados com uso de pá e picareta. Portanto, é um conceito geotécnico, e não agronômico.

Figura 17. Visão aérea de um deslizamento rotacional em Washington, EUA.

A superfície superior de cada bloco fica frequentemente pouco perturbada, mas é mais comum a subdivisão do bloco abatido em outros menores por meio de fraturas. Eles são comuns nos cortes de estradas e em áreas urbanas, onde a geometria das encostas é modificada, geralmente por cortes que aumentam o ângulo dos taludes, retiram o suporte na base e alteram o regime hidráulico do maciço.

7.1.3 Deslizamentos planares

Neste tipo de ruptura verifica-se o deslizamento mais ou menos rápido de rocha ou de detritos ao longo de um plano pré-existente, geralmente planos de estratificação, foliação, fraturas e contatos entre solo e rocha (Figura 18). É comum também que a superfície de deslizamento seja definida pelo contato entre zonas de solo com alta permeabilidade sobre outras menos permeáveis. Este contato funciona como o topo de um maciço rochoso, acima do qual a concentração de água de infiltração gera poropressão positiva, reduzindo a resistência ao cisalhamento e à coesão interna.

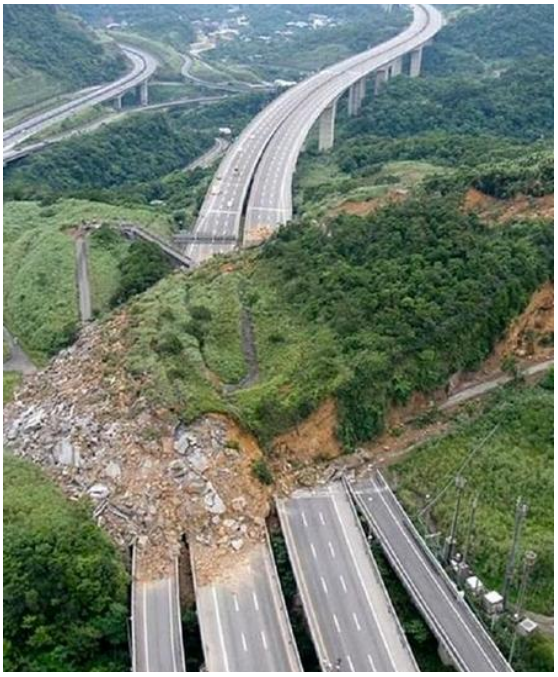


Figura 18. Deslizamento planar em Keelung, Taiwan.

7.1.4 Rastejo

É uma movimentação muito lenta, contínua ou sazonal de solo numa encosta, causada por tensões tangenciais suficientemente fortes para produzirem deformação permanente, mas insuficientes para conduzirem a ruptura brusca. O rastejo pode ser, portanto, precursor de um deslizamento rotacional ou translacional. Por isto é importante reconhecer os sinais de rastejo durante a avaliação de vertentes.

Praticamente todas as encostas são afetadas por este tipo de movimentação, embora em velocidades muito variadas. As evidências de rastejo são ondulações no terreno, trincas abertas e fechadas, degraus de abatimento, árvores inclinadas, cercas onduladas, leitos de estradas afundados e tubulações deslocadas (Figura 19). A ruptura do solo na forma de trincas com rejeitos verticais e/ou horizontais (degraus de abatimento) é denominada atualmente de deformação de encosta, tipo de movimento de massa bastante comum na região Sul/Sudoeste do Paraná.

Figura 19. Rastejo de solo com degraus de abatimento em Quedas do Iguaçu.

7.1.5 Fluxos de detritos

São fluxos saturados por água em mistura homogênea com detritos variados, em que a percentagem de materiais grossos (areias e cascalhos) é elevada, em geral mais de 20%. Normalmente, a quantidade de materiais finos em suspensão (silte e argila) é também elevada. Por vezes iniciam-se como deslizamentos rotacionais e evoluem para fluxos à medida que incorporam água no percurso, nos fundos de vales. É esta mistura densa que serve de suporte ao transporte de elementos maiores em suspensão.

Em consequência destas características, os fluxos de detritos têm alto poder abrasivo e destrutivo, podem deslocar-se por distâncias muito grandes e atingir velocidades muito altas. Quando atingem velocidades acima de 100 km/h, os fluxos de detritos podem subir encostas e outras elevações que estejam na sua

trajetória. Quando confinados em vales encaixados, estes fluxos podem preenchê-los até 100 m de altura ou mais (Figura 20).

Figura 20. Fluxo de detritos ocorrido no bairro Floresta, Paranaguá, em 2011.

7.1.6 Fluxos de lama

São fluxos aquosos densos que diferem dos anteriores na percentagem de materiais grossos, que é relativamente pequena. A percentagem de materiais finos (silte e argila) corresponde, em geral, a mais de 50%. Podem ocorrer em quase todos os tipos de vertentes, desde que a cobertura de material inconsolidado contenha predominância de finos em relação a seixos e blocos.

São induzidos, frequentemente, por eventos de elevada pluviosidade, podendo ocorrer todos os termos de transição entre enxurradas constituídas quase apenas por água de escoamento superficial e fluxos de alta densidade, em que a proporção de materiais em suspensão é muito alta. Os fluxos são normalmente muito fluidos e, por isso, deslocam-se através da rede de drenagem pré-existente. Podem, assim, atingir grandes distâncias, mesmo deslocando-se em vales com inclinação suave (Figura 21).

Figura 21. Fluxo de lama registrado no bairro Batel, em Antonina (2011).

Na fase inicial, os fluxos de lama muito fluidos podem atingir velocidades de 30 m/s ou mais de 100 km/h em apenas alguns segundos. Na fase terminal, quando atingem zonas aplainadas e extensas, a velocidade diminui para alguns metros por dia. Como os fluxos de lama podem atingir velocidades muito grandes e percorrer longas distâncias, são potencialmente muito perigosos. Algumas das grandes catástrofes ocorridas nas últimas décadas, principalmente na América do Sul, foram ocasionadas por estes tipos de movimentações de massa.

Recentemente, os fluxos de lama e detritos passaram a ser denominados conjuntamente corridas de massa, termo que simplifica a nomenclatura e se aproxima do caso mais geral, em que são transportados materiais finos e grossos em proporções muito variadas.

7.2 Inventário de MGMs

Após o período emergencial dos eventos de 2014, a MINEROPAR decidiu realizar estudo piloto, visando obter parâmetros de avaliação da suscetibilidade a MGMs. Uma parte do trabalho consistiu na ampliação do inventário dos movimentos gravitacionais de massa. Os dados obtidos serão descritos a seguir, para consolidação dos resultados. Uma avaliação específica sobre os MGMs de Quedas do Iguaçu encontra-se no item 7.2.1.

Em outubro de 2014 foi realizado sobrevoo de helicóptero da região de Quedas do Iguaçu até o Parque Nacional do Iguaçu. Em novembro, foram realizados voos sistemáticos na região a leste de Quedas do Iguaçu, em linhas com espaçamento de 4 km e comprimentos variando de 50 a 100 km. No total foram voados cerca de 1.600 km em 4 dias, com o registro de mais de 140 pontos com deslizamentos (Anexo 1). Na Figura 22 observa-se a área de inventário regional e as linhas de voo realizadas.

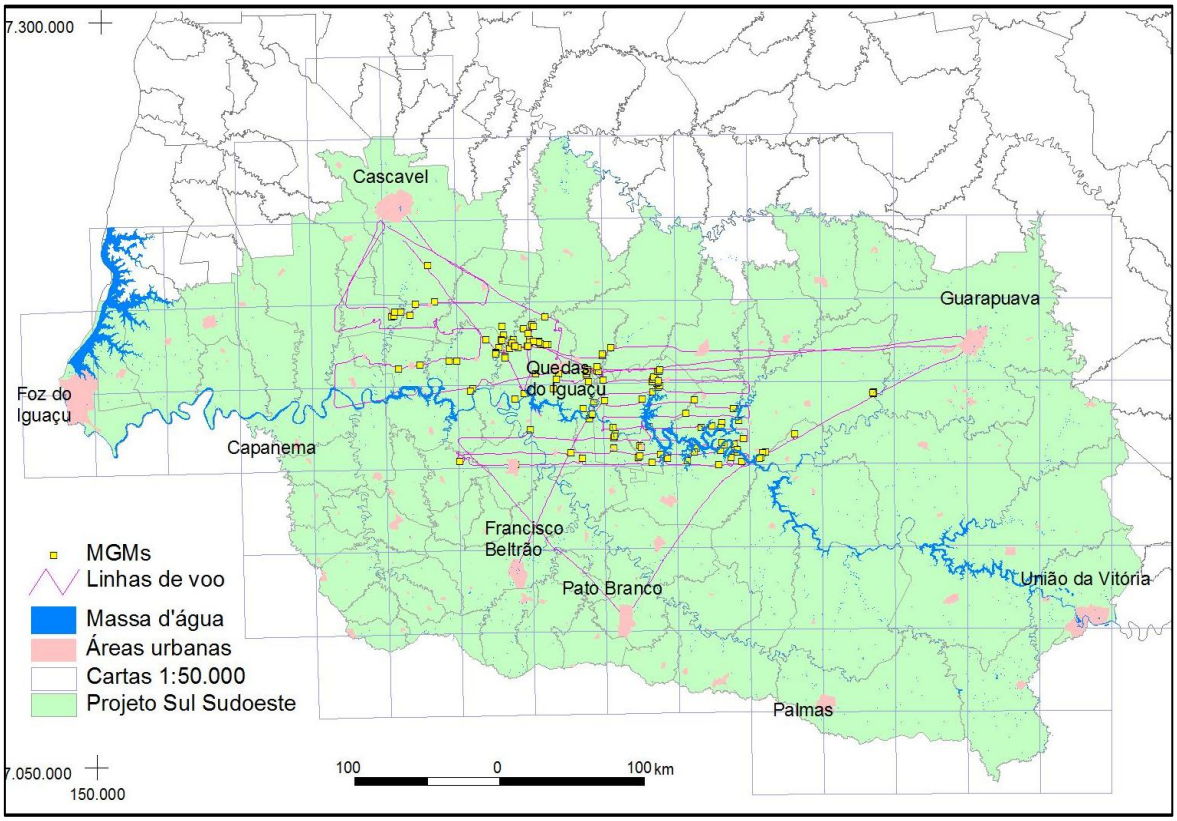


Figura 22. MGMs inventariados e linhas de voo no Sul Sudoeste (2014), no entorno de Quedas do Iguaçu. As bases de apoio foram as cidades de Guarapuava, Cascavel, Francisco Beltrão e Pato Branco.

Classificação dos MGMs

No processo de inventário e classificação de MGMs no Sul Sudoeste revelou-se uma dificuldade desconhecida em outras regiões: o envolvimento bastante generalizado do maciço rochoso na deflagração dos processos. A deflagração de deslizamentos no litoral paranaense, por exemplo, decorre da ruptura da

cobertura de solo, tanto residual quanto transportado (colúvio), sem envolvimento do substrato rochoso. Naquela região, a única relação evidente com a rocha está na função de plano de escorregamento que a superfície do maciço exerce na geração de parte dos deslizamentos. São exceção, evidentemente, as quedas de blocos em taludes escavados, que constituem problemas de engenharia, sem relação direta com estabilidade de encosta. Na região Sul Sudoeste e mais especialmente em Quedas do Iguaçu, a análise das escarpas de deslizamentos revelou que boa parte dos acidentes originou-se dentro do maciço rochoso, em locais em que a alteração intempérica de basalto densamente fraturado reduziu a resistência mecânica até o limite do fator de segurança.

A estatística dos MGMs, apresentada no Quadro 5, mostra que praticamente metade dos deslizamentos ocorreram por ruptura da cobertura de solo (48,95%) e que mais de um quarto do total (26,57%) ocorreu por ruptura do maciço rochoso. Se forem adicionados aos deslizamentos de rocha os que envolveram a cobertura de solo (8,39%) e os que evoluíram a corridas de massa (6,29%), totalizam-se 41,25% dos MGMs envolvendo o maciço rochoso. Trata-se de uma proporção inédita nos levantamentos destes processos no Sul do Brasil e que alerta para um foco de atenção para os especialistas em gestão do risco e requer mudanças na avaliação dos processos ocorridos e da periculosidade de eventos futuros.

Merece atenção, também, o fato de que 11,19% dos MGMs na região se classificarem como corridas de massa, como eventos isolados ou decorrentes de deslizamentos de solo e/ou rocha. Esses eventos são os mais perigosos, pelo volume, pela velocidade e pela energia com que impactam as estruturas civis e a população na sua trajetória encosta abaixo. Esta é uma proporção significativa e que requer, por parte da Defesa Civil, priorização das áreas com maior suscetibilidade identificada.

Este tipo de fenômeno, relacionado com a intensidade das precipitações, sua concentração e os volumes finais, também representa uma dificuldade adicional para os processos de modelagem, pois as corridas podem afetar áreas de baixas declividades e relevo suave, que não seriam consideradas de risco, numa primeira avaliação.

CLASSIFICAÇÃO MGM	n	%
Deslizamento de solo	**70**	**48,95**
Deslizamento de rocha	**38**	**26,57**
Deslizamento de rocha e solo	**11**	**8,39**
Deslizamento de rocha com corrida de massa *	**9**	**6,29**
Deformação de encosta: fendas com rejeito	**6**	**4,20**
Deslizamento de solo com corrida de massa *	**4**	**2,80**
Corrida de massa sem deslizamento associado *	**3**	**2,10**
Avalanche de blocos	**2**	**1,40**
Total	**143**	**100,00**

Quadro 5. Tipos de MGMs cadastrados na região de Sul Sudoeste em 2014 (* MGMs com corridas de massa = 11,19%).

Relações dos MGMs com o aspecto das encostas

Aspecto é a direção para a qual está voltada uma encosta e que pode ter influência sobre a estabilidade geotécnica devido a diferenças de insolação, umidade, incidência de ventos, cobertura vegetal e estrutura do solo. Como pode ser observado no Quadro 6 e na Figura 23, não existe grande predominância de uma direção sobre as demais, apenas uma concentração um pouco maior dos registros de MGMs nesta região no quadrante Sul (135 - 225°).

Setor	Registros de MGMs
0 - 45°	10
45 -90°	21
90 - 135°	10
135 - 180°	27
180 - 225°	25
225 - 270°	15
270 - 315°	17
315 - 360°	18
Total	**143**

Quadro 6. Aspecto das encostas com registros de MGMs (Sul Sudoeste - 2014).

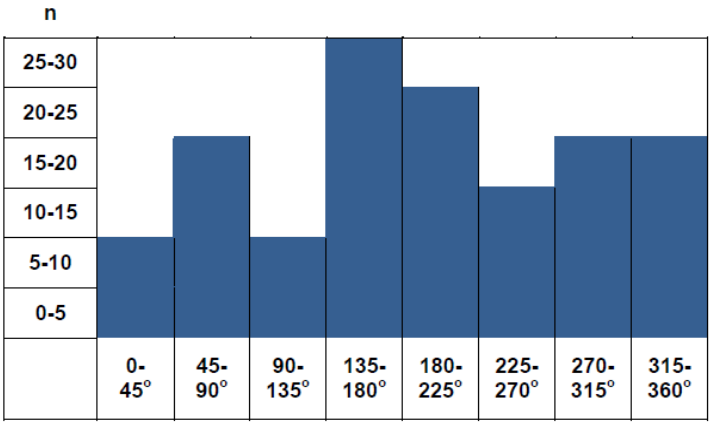


Figura 23. Distribuição estatística dos MGMs nas encostas em função do aspecto.

No hemisfério sul, as encostas do quadrante sul recebem menos insolação e são naturalmente mais úmidas, o que favorece o adensamento da cobertura vegetal e, consequentemente, a presença de camadas mais espessas de solo.

Relações com a declividade

As declividades dos locais de ocorrência dos 143 MGMs cadastrados apresentam o valor médio de 21,45° ou 39,29% (Figura 24). A distribuição de frequência das declividades, dos pontos de início aproximado do deslizamento, foi determinada com base em modelo digital de elevação obtido a partir das curvas de nível de 20 m de equidistância, provenientes das cartas 1:50.000.

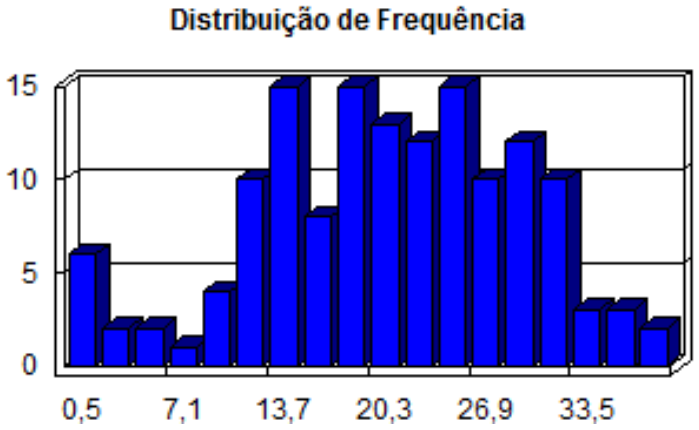


Figura 24. Distribuição estatística de MGMs em função da declividade no ponto de origem (143 registros).

Relações com a geologia

Como referido no item relativo à classificação dos MGMs (ver Quadro 5), esta região mostra uma ocorrência elevada e um pouco inesperada de envolvimento do maciço rochoso subjacente no processo de ruptura, que chega a pouco mais de 40% dos registros. Considerando-se a distribuição estatística destes MGMs cadastrados em relação às subunidades geológicas, caracterizadas no mapeamento regional na escala 1:250.000, explicitada no Quadro 7, fica evidente uma predominância de deslizamentos verificados no Membro Santa Quitéria, subdivisão da Formação Cascavel, que chega a 68,53% do total.

Segue-se em importância o Membro Foz do Areia, com 16,78% dos MGMs, enquanto em cada uma das demais unidades geológicas a distribuição é menor do que 5% e totaliza 14,70% dos acidentes. Esta distribuição é representada no mapa geológico da Figura 25 e a interpretação desta relação encontra-se na seção 7.2.2 - Relações entre deslizamentos, geologia e geomorfologia.

Formação	Membro	N MGMs	%	Média da declividade (graus)
Cascavel	Santa Quitéria	98	68,53	21,59
	Toledo	7	4,90	24,17
	Foz do Iguaçu	2	1,40	15,74
Candói	Foz do Areia	24	16,78	23,31
	Três Pinheiros	7	4,90	13,23
Barracão	Cantagalo	3	2,10	17,57
Covó	Guarapuava	2	1,40	22,94
Total		**143**	**100,00**	**21,45°**

Quadro 7. Distribuição dos registros de MGMs inventariados em 2014 nas subunidades geológicas do Grupo Serra Geral.

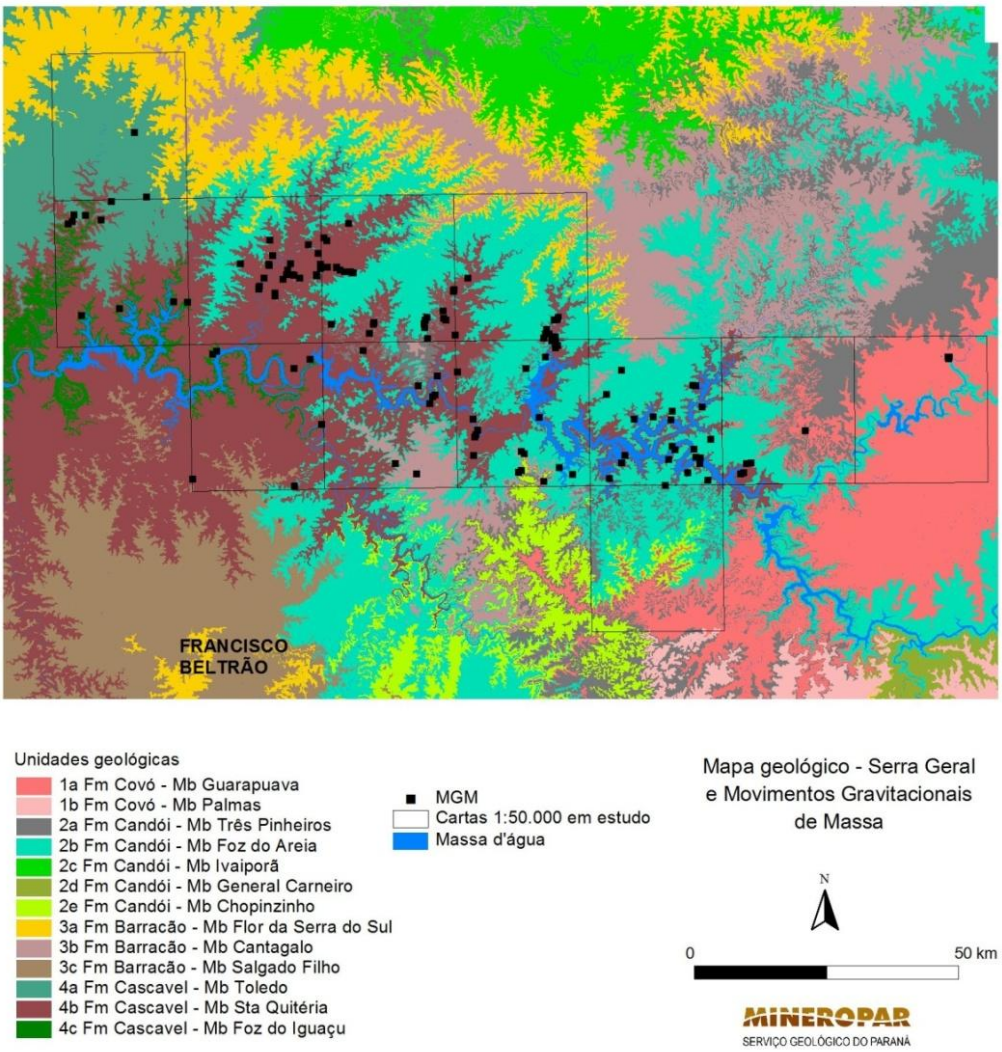


Figura 25. Mapa do Grupo Serra Geral e os pontos de inventário de MGMs.

Relações com unidades geomorfológicas

O mapa da Figura 26 mostra a distribuição regional dos MGMs e sua localização dentro dos domínios geomorfológicos definidos por OKA-FIORI *et al*. (2006). Cinco dessas unidades hospedam, em ordem decrescente de importância, os deslizamentos de junho de 2014, de acordo com as ocorrências relacionadas no Quadro 8: planaltos do Alto/Médio Piquiri, do Baixo Iguaçu, de Foz do Areia, de Francisco Beltrão e de Guarapuava. Os dois primeiros conformam o relevo do município de Quedas do Iguaçu (ver item 6.2.1).

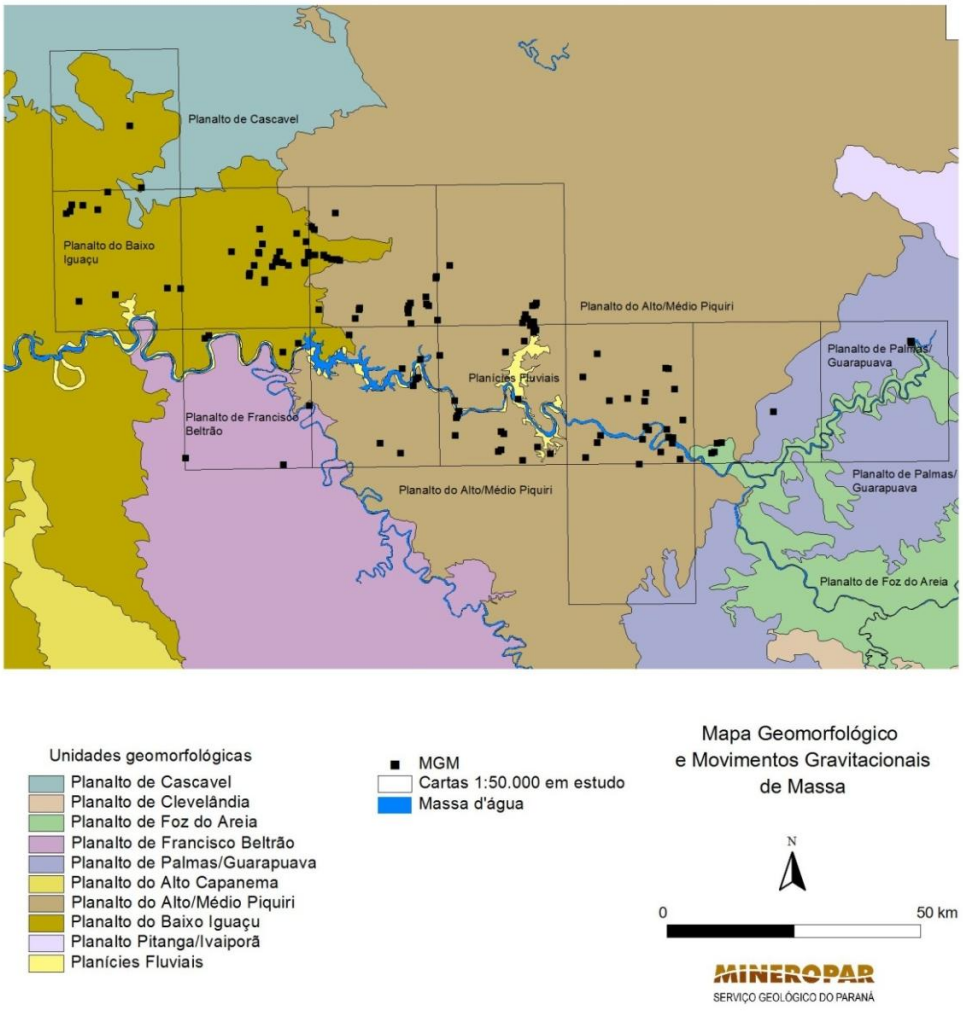


Figura 26. Distribuição dos MGMs no mapa geomorfológico regional.

Unidade morfológica	MGMs	%
2.4.5	77	53,85
2.4.14	52	36,36
2.4.2	5	3,50
3.5.2	2	1,40
2.4.15	2	1,40
2.4.13	1	0,70
2.4.4	1	0,70
Corpos d'água (margens/represas)	3	2,10
Total	**143**	**100,00**

Quadro 8. Distribuição de MGMs sobre as unidades geomorfológicas.

A maior relação dos MGMs com a geomorfologia está na concentração maciça dos eventos em terrenos tabulares (92,75% do inventário), os mais abundantes na região (Quadro 9). Isto se deve, em grande parte, ao controle geológico sobre a evolução do relevo: o Membro Santa Quitéria, formado por intercalações de derrames de basalto maciço e brechas vulcânicas, condiciona o desenvolvimento deste tipo de terreno, que se caracteriza pela presença de escarpas rochosas nas encostas superiores, como se descreve no item 7.2.2 - Relações entre geologia, geomorfologia e deslizamentos.

Relevo	n	%
Tabular	64	92,75
Morros isolados	4	5,80
Topo de morro colinoso	1	1,45
Total	**69**	**100,00**

Quadro 9 - Relevo dominante nos locais de ocorrência dos MGMs.

7.2.1 MGMs em Quedas do Iguaçu

Incluídos no inventário regional, os MGMs de Quedas do Iguaçu foram avaliados em detalhe, para obtenção de elementos de análise visando a geração do mapa de suscetibilidade no município. As descrições encontram-se no Anexo 2 (17 MGMs). Na reorganização de dados, o MGM 05 foi renomeado para MM 48 e o MGM 06, para MM 06a. Dos 41 MGMs de Quedas do Iguaçu, todos de 2014, 3 foram desconsiderados por dúvidas em relação à natureza do evento. A listagem de 38 eventos encontra-se no Quadro 10 e o mapa de situação na Figura 27. As Figuras 28 a 33 ilustram alguns MGMs registrados em Quedas do Iguaçu.

A ficha descritiva inclui:

- Dados de localização, do evento e vistoria;
- Elementos da encosta, drenagem, vegetação, litologia e saprólito;
- Profundidade das camadas;
- Descrição do MGM e feições associadas;
- Ocupação antrópica na área de risco; aspectos da vistoria e Defesa Civil;
- Croquis e documentação fotográfica.

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO	UNIDADE GEOLÓGICA	CURV	CURV PERFIL	CURV PLANA	ALT m	DECLIV %
MM-01	**corrida de massa - cabeceira**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,22	0,04	-0,18	566,10	52,69
MM-02	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,06	-0,12	-0,06	572,12	35,41
MM-03	**deformação de encosta: fendas com rejeito**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,35	0,16	-0,19	482,38	23,26
MM-04	**corrida de massa - cabeceira**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-1,04	0,73	-0,32	502,43	40,65
MM-06a	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,14	0,00	0,14	606,22	39,64
MM-07	**deslizamento de solo**	**2a Fm Candói - Mb Três Pinheiros**	-0,28	0,15	-0,13	495,01	1,87
MM-08	**deformação de encosta: fendas com rejeito**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,14	0,15	0,00	520,14	32,64
MM-09	**corrida de massa**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,14	-0,15	-0,01	469,57	25,24
MM-10	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,08	0,20	0,12	450,12	19,34
MM-11	**deformação de encosta: fendas com rejeito**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,04	-0,01	-0,04	476,87	24,56
MM-12	**deslizamento de rocha e solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,23	-0,20	0,04	600,14	36,59
MM-13	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,25	0,29	0,05	565,99	24,60
MM-14	**deformação de encosta: fendas com rejeito**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,09	-0,05	0,04	582,67	3,73
MM-15	**deformação de encosta: fendas com rejeito**	**2b Fm Candói - Mb Foz do Areia**	0,22	-0,18	0,04	599,43	23,64
MM-16	**avalanche de blocos**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,21	0,26	0,05	419,56	29,16
MM-17	**deformação de encosta: fendas com rejeito**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,51	-0,18	0,33	534,30	42,85
MM-19	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,66	0,53	-0,13	492,47	30,61
MM-20	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,97	0,92	-0,05	435,77	70,97
MM-22	**deslizamento de solo e corrida de massa**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,43	-0,36	0,06	491,76	46,45
MM-24	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,53	0,40	-0,14	558,36	18,59
MM-25	**deslizamento de solo**	**2b Fm Candói - Mb Foz do Areia**	0,18	-0,10	0,08	609,62	21,90
MM-26	**deslizamento de rocha**	**2b Fm Candói - Mb Foz do Areia**	0,22	-0,17	0,05	611,01	21,43
MM-27	**deslizamento de rocha**	**2b Fm Candói - Mb Foz do Areia**	0,01	-0,01	0,00	607,32	18,15
MM-28	**deslizamento de rocha**	**2b Fm Candói - Mb Foz do Areia**	-0,02	-0,10	-0,11	604,17	19,31
MM-31	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,60	0,51	-0,10	545,88	41,59

MM-32	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,30	-0,10	0,20	545,84	32,54
MM-33	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,60	0,39	-0,21	542,70	36,58
MM-35	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,12	0,04	-0,08	421,29	58,52
MM-36	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,06	-0,02	0,04	415,37	28,78
MM-37	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,37	-0,21	0,16	455,79	23,62
MM-38	**deslizamento de rocha e corrida de massa**	**2b Fm Candói - Mb Foz do Areia**	0,62	-0,75	-0,13	539,85	28,55
MM-46	**deslizamento de rocha e corrida de massa**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,01	-0,30	-0,31	438,07	68,31
MM-47	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,29	-0,18	-0,47	550,51	47,49
MM-48	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,43	-0,56	-0,13	559,16	47,96
MM-49	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	0,15	-0,27	-0,12	540,15	26,87
MM-50	**deslizamento de solo**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,14	0,04	-0,09	494,19	28,53
MM-51	**deslizamento de rocha**	**4b Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria**	-0,76	0,85	0,09	504,48	37,20
MM-130	**deslizamento de rocha**	**2a Fm Candói - Mb Três Pinheiros**	0,14	-0,18	-0,04	480,51	26,42
Valores médios			-0,08	0,04	-0,04	523,35	32,53

Quadro 10. MGMs cadastrados em Quedas do Iguaçu (38 registros) e atributos correlatos (Curv - Curvatura, Alt - Altitude; Decliv - Declividade).

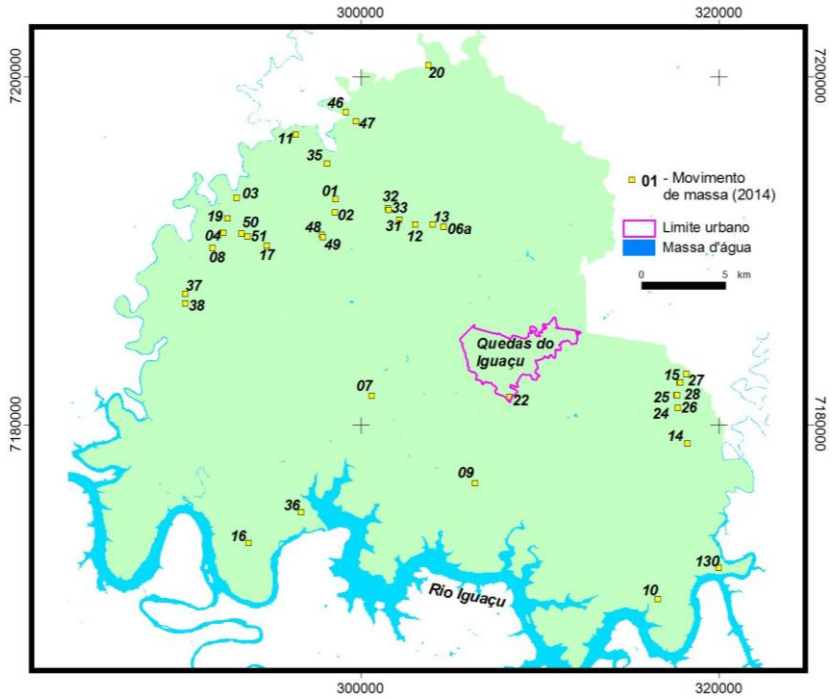


Figura 27. Localização dos MGMs de 2014 (38) no município de Quedas do Iguaçu.

Figura 28 - MM-01 - Lajeado Bonito. Vista aérea da cicatriz de deslizamento e fluxo de detritos que atingiu dois ramos de estrada e um aviário, além de ter causado uma vítima fatal.

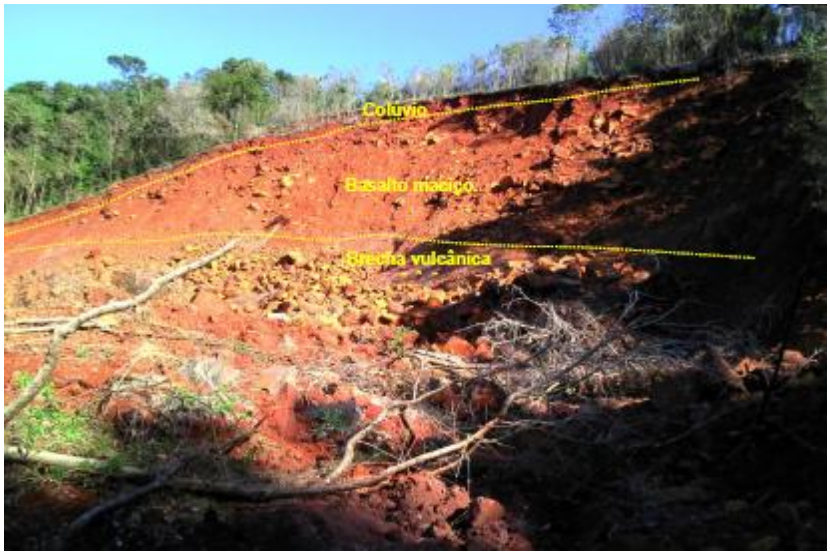


Figura 29 - MM-01 - Lajeado Bonito. Aspecto da escarpa na zona de ruptura e brecha vulcânica na base.

Figura 30 - Imagem Google Earth com indicação de zonas de fissuramento no terreno (MM-03 - Rio Queimado).

Figura 31 - Imagem Google Earth com a cicatriz do MM-04, duas cicatrizes de deslizamento e corrida de massa, em área de vegetação de médio porte.

Figura 32 - MM-10 Deslizamento translacional e corrida de massa em encosta com colúvio predominante.

Figura 33 - MM-12 - Espalhamento de detritos na zona de deposição do MGM, vendo-se ao fundo depósito formado na margem oposta do riacho.

Para extrair os atributos de geologia, declividades, curvatura e hipsometria para cada ponto de referência dos MGMs, foi usada a função *Extract values to points*, intersectando os pontos dos MGMs e os arquivos *raster* de geologia, declividade, modelo digital do terreno e curvatura (geral, planar e perfil).

Fica evidente que a determinação do ponto de início do MGM é crucial, no processo de inventário. Ele deve corresponder o melhor possível ao ponto inicial de instabilização e início do processo, ou seja, a base da cicatriz ou escarpa principal. Nem sempre é possível determiná-lo de forma adequada, pela imprecisão do GPS, método de inventário (helicóptero, imagem, campo) e cartas topográficas com pouco detalhe. No caso em estudo, as cartas usadas são da escala 1:50.000, com curvas de nível de 20 m, além de imagens Google pós-eventos (8/06/2014) e pontos cotados com GPS, em solo e com aeronave. Em termos de modelagem do relevo, as cartas 1:50.000 originam o modelo digital do terreno, que incorpora uma imprecisão inerente ao método de elaboração da carta e à escala.

Os parâmetros obtidos na comparação com os vários elementos são usados na indicação da suscetibilidade natural. Considerando o evento de 2014 e os 38 eventos registrados, seus dados estatísticos estão resumidos no Quadro 11.

Elemento		Valor médio ou %
Declividade (%)		32,55
Altitude (m)		525,35
Geologia	Mb. Santa Quitéria	30 reg. (78,95%)
	Mb. Foz do Areia	6 reg. (15,79%)
	Mb. Três Pinheiros	2 reg. (5,26%)
Curvatura	Geral	-0,0794
	Perfil	0,0392
	Plana	-0,0402

Quadro 11. Parâmetros estatísticos dos terrenos relativos aos 38 MGMs de 2014 inventariados em Quedas do Iguaçu.

7.2.2 Relações entre geologia, geomorfologia e deslizamentos

Na descrição da geologia, observa-se que, das unidades geológicas mais extensas, apenas o Membro Foz do Areia é formado quase exclusivamente por basaltos maciços, enquanto as demais unidades contêm abundantes níveis de brechas vulcânicas. Ressalve-se que basalto maciço não significa rocha sem fraturas, mas com menos de 5% do volume formado por vesículas, mesmo que esteja densamente fraturado. As brechas são porosas e se alteram mais facilmente por efeito do intemperismo (alteração superficial das rochas, típica do clima úmido) e da infiltração das águas de superfície. Sendo permeáveis, estas camadas concentram as águas infiltradas no subsolo, que afloram na base das escarpas de topo do relevo, sustentadas por camadas de basalto maciço.

Em alguns locais, principalmente ao longo de zonas de falhas de direção N65^{o}W, observam-se os efeitos de hidrotermalismo, ou alteração das rochas por ação de fluidos quentes que ascendem de zonas mais profundas da crosta terrestre. O hidrotermalismo provoca principalmente argilização dos minerais primários das rochas. Por serem mais permeáveis do que os basaltos maciços, as brechas vulcânicas tornam-se caminhos preferenciais para a circulação dos fluidos hidrotermais, argilizando-se de forma mais generalizada e profunda. Por isto, pelo menos ao longo de duas zonas de falhas, na linha Lageado Bonito, brechas vulcânicas apresentam os efeitos hidrotermais e uma resistência mecânica típica de saibro ou solo.

Fora destas zonas hidrotermalizadas, as mesmas brechas apresentam resistência mecânica tão alta que exigem o uso de explosivos para o desmonte, como se observa na estrada de Lageado Bonito. Por falta de dados suficientes, não é possível afirmar se o processo de solapamento descrito a seguir ocorre apenas onde as brechas estão hidrotermalizadas ou se a alteração intempérica é suficiente para produzir os mesmos efeitos sobre a resistência mecânica.

A Figura 34 ilustra o processo de geração de um deslizamento no estágio de solapamento da brecha vulcânica, antes da ruptura da escarpa de basalto acima dela, que é mostrada na Figura 35.

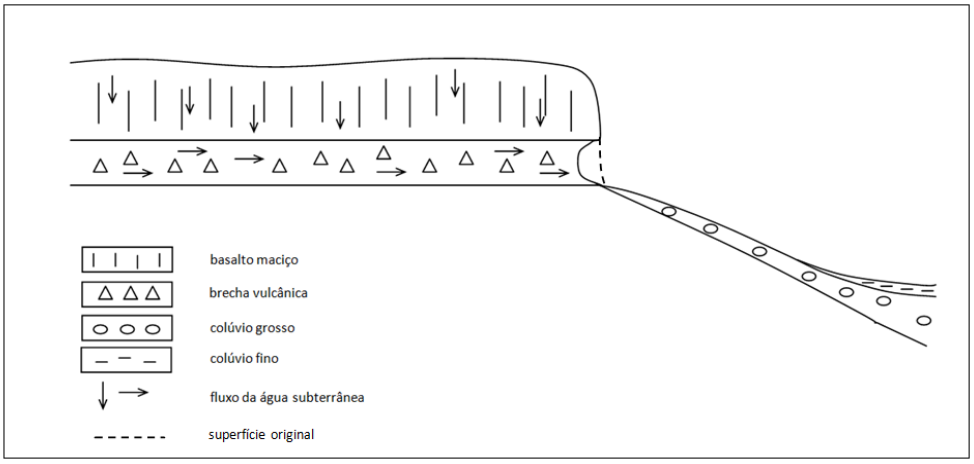


Figura 34. Seção de morro tabular com derrame de basalto fraturado sobre brecha vulcânica.

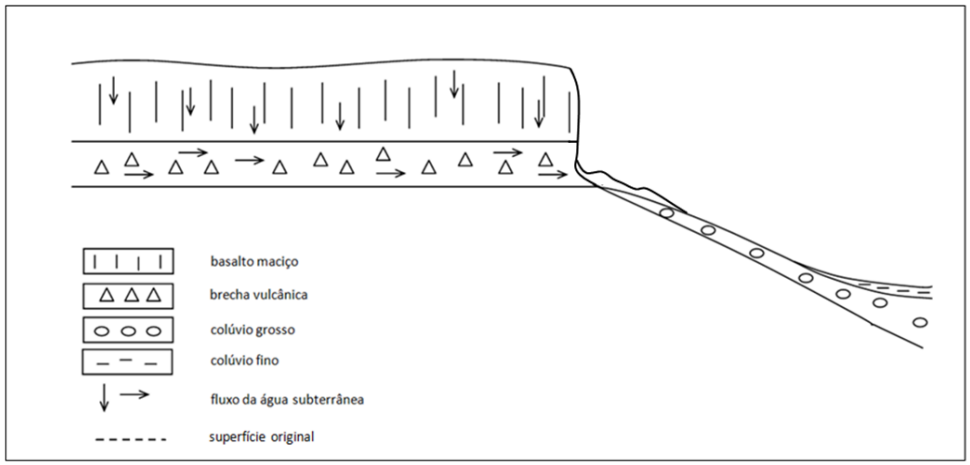


Figura 35. Recuo de escarpa rochosa devido a deslizamento de rocha gerado por solapamento de brecha vulcânica.

A circulação de água nestes locais altera mais profundamente a brecha vulcânica, que é erodida facilmente, provocando o solapamento do basalto sobrejacente. O solapamento produz quedas de blocos e deslizamentos de rocha e solo, que se transformam ao longo do percurso em corridas de massa, isto é, fluxos densos, formados por grandes volumes de água e sedimentos de todos os tipos (blocos, seixos, areia, lama, detritos lenhosos). A alta fluidez e o grande volume das corridas de massa imprimem altas velocidades de deslocamento, com energia suficiente para abrir canais de transporte em poucos segundos e destruir as

estruturas que estão no caminho. Esses são os movimentos gravitacionais de massa mais perigosos, destrutivos e difíceis de prever que se conhece. Os produtos finais são depósitos de colúvio grosso (solo transportado rico em blocos de rocha) na encosta superior e na meia encosta, e colúvio fino (solo transportado contendo fragmentos menores de rocha, do tamanho de seixos e grânulos) na encosta inferior. Esta separação ocorre basicamente pelo transporte seletivo dos sedimentos finos a maiores distâncias do que os mais grossos.

O Membro Santa Quitéria, que ocupa 61,89% do território de Quedas do Iguaçu (Quadro 12), apresenta estas características e por isto é a unidade geológica que detém o maior potencial para geração de deslizamentos de solo e rocha. No município, esta unidade gerou a maior parte dos deslizamentos de rocha e solo, com danos materiais e perdas humanas, durante as chuvas torrenciais de junho de 2014.

Subunidade geológica	Área total km^2	%
Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	509,69	61,89
Fm Candói - Mb Foz do Areia	195,37	23,72
Fm Candói - Mb Três Pinheiros	70,55	8,57
Fm Barracão - Mb Cantagalo	7,65	0,93
Fm Cascavel - Mb Foz do Iguaçu	4,02	0,49
Fm Barracão - Mb Flor da Serra do Sul	0,67	0,08
Massa d'água	35,59	4,32
Total	823,54	100

Quadro 12 - Extensão das subunidades geológicas em Quedas do Iguaçu.

As relações entre geologia, geomorfologia e deslizamentos refletem-se também no desenvolvimento de encostas íngremes e mais elevadas na região, como ocorre na Linha Lageado Bonito, por onde passa uma zona de falha (ver Figura 11). O desnível provocado pela erosão das camadas de basalto é acentuado, ao longo das zonas de falhas, pela elevação de blocos da crosta.

A combinação de alta declividade e grande desnível entre o fundo do vale e o topo da escarpa cria condições propícias à geração de deslizamentos de grande

periculosidade, com potencial para evoluírem a corridas de massa. Enquanto a alta declividade aumenta a instabilidade da encosta, o grande desnível condiciona o acúmulo de energia potencial, que se transforma em energia cinética durante os deslizamentos, uma combinação perigosa e destrutiva para a ocupação humana nas imediações, mesmo que esta esteja posicionada em terrenos planos e estáveis mais abaixo. Além disto, a área da bacia de drenagem ao longo da zona de falha cria condições para a concentração de grandes volumes de água, durante chuvas torrenciais, favorecendo a ocorrência de inundações rápidas.

8 SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

8.1 Conceitos e fundamentos da análise em Quedas do Iguaçu

Os conceitos utilizados neste projeto seguem as revisões recentes discutidas pelas instituições de geologia e geologia de engenharia, em nível internacional, publicadas em 2013 pela Associação Brasileira de Engenharia ABGE, com a Associação Brasileira de Mecânica dos Solos - ABMS e o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (FELL *et al*., 2013). Estas diretrizes são os resultados das discussões da comissão técnica internacional JTC-1 *(Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes* - Comitê Técnico sobre Deslizamentos e Taludes Artificiais), visando homogeneizar os conceitos (relacionados a seguir) e compatibilizar o uso dos principais termos ligados aos mapeamentos, aplicados ao planejamento do uso do solo e gestão de riscos.

Suscetibilidade é uma avaliação qualitativa de onde os movimentos de massa podem ocorrer, sem levar em consideração quando, com que frequência ou qual a magnitude do evento esperado, em função da predisposição do terreno e da influência de fatores locais, naturais ou antrópicos, que potencializam esta predisposição.

Perigo é a probabilidade de que um evento de determinada magnitude e reconhecido potencial destrutivo ocorra em algum lugar e em algum período específico. É a condição geológica, ambiental ou antrópica com potencial para causar danos ao meio ambiente, ao patrimônio ou às pessoas. Trata-se de um acidente natural que ainda pode acontecer.

Vulnerabilidade é o grau de exposição de uma comunidade ou de um patrimônio aos efeitos de um tipo específico de acidente geológico, ambiental ou antrópico. Quando se trata de instabilidade de encostas, ela é indicada pelo dano que um determinado movimento de massa pode causar à comunidade ou ao patrimônio. O grau de exposição depende basicamente da proximidade da zona de impacto, e da qualidade da ocupação e das estruturas civis em termos de resistência aos efeitos do perigo identificado.

Risco é a probabilidade de que um determinado volume de perdas, traduzido em valor monetário, afete uma comunidade, infraestrutura ou setor do meio ambiente. Este é um conceito econômico, utilizado inclusive pelas companhias de seguro no cálculo dos prêmios e indenizações. Ele é classicamente dividido em risco ambiental, social e econômico.

Tendo em vista estas definições, a elaboração do mapa de suscetibilidade a MGMs, no estágio de conhecimento e com os dados disponíveis, é tarefa de grande dificuldade, em função dos aspectos resumidos a seguir:

- A complexidade dos processos envolvidos e a impossibilidade de quantificar com precisão as variáveis que controlam a ocorrência de MGMs (vegetação, geologia, solos, topografia, hidrologia e intervenção antrópica);
- As séries históricas de precipitações são limitadas e sem testes de significância estatística;
- Ausência de sistemas de monitoramento de encostas, integrados com monitoramento climático de longo prazo.

Mesmo com todas estas limitações intrínsecas ao processo, foi decidida a elaboração do mapa de suscetibilidade a MGMs em Quedas do Iguaçu neste projeto, com o objetivo de buscar uma forma de caracterização e priorização da área rural para as ações de Defesa Civil. Também prevaleceu o entendimento que esta é uma investigação metodológica dinâmica, sendo necessário realizar os estudos, gerar os mapas de integração, avaliar em face de outros eventos climáticos, comparar com áreas vizinhas, fazendo as revisões críticas e aperfeiçoamentos. Neste sentido, os documentos produzidos serão discutidos

com as equipes de Defesa Civil, para estabelecer um processo de avaliação (e validação) constante.

Outros aspectos ainda devem ser considerados:

- Os temas utilizados são passíveis de reprodução nos municípios vizinhos, como a geologia, declividades e curvatura do terreno, estes dois últimos obtidos a partir das cartas topográficas 1:50.000;
- O inventário realizado em 2014 cobre uma área extensa de mais de 6 mil km^2, onde serão gerados mapas de suscetibilidade a MGMs com critérios similares, com reconhecimento de campo posterior e verificação dos resultados;
- O evento de chuvas deflagrador dos MGMs foi o de junho de 2014, ou seja, os critérios de referência estão baseados naquelas precipitações. O processo de revisão futuro também vai considerar uma avaliação mais detalhada destas e das futuras chuvas, com dados combinados de sensores de estações, satélite e radar, conforme arquivos gerados pelo SIMEPAR no sistema SIPREC (Sistema Integrado de Estimativas de Chuvas).

No estágio atual, os resultados de Quedas do Iguaçu representam a fase inicial de um esforço de investigação técnico-científica e de desenvolvimento metodológico. Os resultados serão postos à prova de forma contínua, avaliando a utilidade dos documentos cartográficos no processo de gestão do território, sua resposta em futuros eventos climáticos, a aferição dos parâmetros considerados, ao longo do tempo, aplicados à esta extensa região.

O uso de ferramentas de geoprocessamento permite a modificação e geração de novos resultados de análise com relativa facilidade, além do registro e arquivamento dos passos metodológicos testados. Outro fator importante é a possibilidade de novas bases cartográficas, o que permitiria melhorar a acurácia da representação do modelo do terreno.

Outra questão fundamental do projeto diz respeito aos riscos. Conforme definição, **risco** é uma medida da **probabilidade** de um efeito adverso às pessoas, propriedades ou meio ambiente, frequentemente estimado pelo produto da probabilidade de um fenômeno de uma dada magnitude, multiplicado por suas consequências. No estágio atual, não há dados suficientes para os cálculos de probabilidade para a determinação quantitativa de riscos.

Portanto, a expressão "**risco**" neste relatório indica genericamente áreas ocupadas por habitações, infraestrutura ou instalações econômicas na área rural de Quedas do Iguaçu, delineadas pela intersecção do mapa de suscetibilidade a MGMs com o registro da ocupação identificada em imagens de sensores remotos. Embora o uso deste termo possa levar a erros de interpretação, foi aqui utilizado em função do seu uso comum pelas equipes de Defesa Civil. Além disso, a identificação destas áreas não aparece na forma de polígonos no mapa de suscetibilidade, mas é representada apenas pelos próprios registros das ocupações rurais, identificadas nas imagens.

Com o mapa de suscetibilidade e ocupação associados, pretende-se estabelecer critérios práticos de priorização para ações preventivas de Defesa Civil, junto com o monitoramento climático, aproveitando os elementos de análise reconhecidos como relevantes à deflagração dos acidentes de 2013 e 2014, subsidiando a revisão dos planos de contingência e ações preventivas futuras.

8.2 Critérios para determinação da suscetibilidade

A suscetibilidade a MGMs foi determinada por meio da combinação algébrica em ambiente SIG de três temas: geologia, declividade e curvatura do terreno. Inicialmente, cada um dos temas (formato *raster*) foi reclassificado, de acordo com a estimativa de sua participação na suscetibilidade.

A reclassificação das subunidades encontra-se no Quadro 13. A coluna "Classe" indica os códigos numéricos das subunidades geológicas e a coluna "reclassificar" mostra o peso atribuído em cada caso, assumido para cada célula.

Unidade Geológica	Classe	Influência na Suscetibilidade	Reclassificar
Candói Mb. Foz do Areia	5	Baixa	1
Cascavel Mb. Foz do Iguaçu	14	Média	2
Barracão Mb. Flor da Serra do Sul	9	Média	2
Candói Mb. Três Pinheiros	4	Média	2
Barracão Mb. Cantagalo	10	Alta	3
Cascavel Mb. Santa Quitéria	13	Alta	3
Massa d'água (Nodata)	1.000	Nula	Nodata

Quadro 13. Classificação da suscetibilidade a MGMs nas unidades geológicas.

Para a geologia foram usados os pesos 1, 2 e 3, para classificar as subunidades com influência baixa, média ou alta na suscetibilidade, respectivamente. Esta hierarquização foi obtida dos dados de campo e da estatística dos MGMs, conforme discutido nos itens anteriores.

No caso da declividade, que é considerado o tema mais preponderante dos três para o controle dos MGMs, o Quadro 14 indica os valores dos intervalos considerados, sua influência estimada na suscetibilidade e os valores de reclassificação do arquivo *raster* correspondente.

Classe (faixa de declividades)	Influência na suscetibilidade	Reclassificar
0 - 10%	Baixa	10
10 - 25%	Média	20
> 25%	Alta	30

Quadro 14. Classes de declividade nos locais com MGMs.

A curvatura do terreno apresentou dificuldades na definição da sua influência na deflagração dos MGMs. Depois de várias tentativas, a melhor solução encontrada foi a discriminação em duas classes, uma relacionada aos terrenos divergentes, que correspondem de forma geral às superfícies convexas no relevo; e outra, aos setores convergentes, indicativos das porções côncavas. No primeiro caso, a influência na suscetibilidade foi considerada baixa e no segundo alta (Quadro 15). O valor limite (-0,08) corresponde a uma porção média da encosta, próxima da zona retilínea, onde ocorre a mudança de uma zona divergente para uma convergente. Os valores negativos correspondem às porções das vertentes que convergem para os talvegues. As observações de campo em Quedas do Iguaçu, discutidas no item 7.2.2, mostram que estes setores das concavidades dos vales devem ser consideradas com atenção, tendo em vista o tipo de fenômeno registrado em 2014, com deslizamentos deflagrados nas zonas de maior declividade, no topo das encostas, evoluindo para a formação de corridas de grande extensão, atingindo até centenas de metros, com alto potencial destrutivo.

Classe	Influência na Suscetibilidade	Reclassificar
Divergente > -0,08 (positiva)	Baixa	100
Convergente < -0,08 (negativa)	Alta	200

Quadro 15. Classificação da curvatura do terreno em função da suscetibilidade a MGMs.

Os quadros anteriores (13. Geologia; 14. Declividades; 15. Curvatura do terreno) resumem os critérios adotados para a estimativa da suscetibilidade aos movimentos gravitacionais de massa no município de Quedas do Iguaçu. O processo de obtenção do mapa é realizado no ArcGIS, com a soma dos arquivos reclassificados, em formato *raster*. Esta soma de níveis de informação é uma técnica de geoprocessamento conhecida como álgebra de mapas, que tem como objetivo representar as propriedades combinadas para um local específico do terreno, podendo ser definidos os temas e respectivos pesos, bem como os operadores adequados a cada modelagem.

No caso de Quedas do Iguaçu, os três temas foram somados, considerando os valores numéricos arbitrários, como resumido abaixo:

- Geologia (1, 2, 3)
- Declividade (10, 20, 30)
- Curvatura (100, 200).

O resultado desta soma produz um novo arquivo *raster*, onde as células podem ter os seguintes valores: 111, 112, 113, 121, 122, 123, 131, 132, 133, 211, 212, 213, 221, 222, 223, 231, 232, ou 233. O passo final é a discriminação destes resultados nas classes de suscetibilidade (baixa, média ou alta), usando-se uma média ponderada com os fatores e os pesos, conforme os Quadros 16 e 17.

Fatores	Pesos
Geologia = 1	b (baixa) = 1
Curvatura = 2	m (média) = 2
Declividade = 3	a (alta) = 3

Quadro 16. Fatores e pesos utilizados na média ponderada para determinação da suscetibilidade.

DEFINIÇÃO DAS CLASSES - MÉDIA PONDERADA

Combin. possibil.	Combin. letras	Cálculo	Média ponderada	Classe de Suscetibilidade
1 10 100	b b b	(1x1) + (1x3) + (1x2) / 6 = 1 + 3 + 2/6 = 6/6	1,00	**B**
1 10 200	b b a	(1x1) + (1x3) + (3x2) / 6 = /6 = 1 + 3 + 6/6 = 10/6	1,66	**B ***
2 10 100	m b b	(2x1) + (1x3) + (1x2) / 6 = 2 + 3 + 2/6 = 7/6	1,16	**B**
2 10 200	m b a	(2x1) + (1x3) + (3x2) / 6 = 2 + 3 + 6/6 = 11/6	1,83	**M**
3 10 100	a b b	(3x1) + (1x3) + (1x2) / 6 = 3 + 3 + 2/6 = 8/6	1,33	**B**
3 10 200	a b a	(3x1) + (1x3) + (3x2) / 6 = 3 + 3 + 6/6 = 12/6	2,00	**M**
1 20 100	b m b	(1x1) + (2x3) + (1x2) / 6 = 1 + 6 + 2/6 = 9/6	1,50	**B**
1 20 200	b m a	(1x1) + (2x3) + (3x2) / 6 = 1 + 6 + 6/6 = 13/6	2,16	**M**
2 20 100	m m b	(2x1) + (2x3) + (1x2) / 6 = 2 + 6 + 2/6 = 10/6	1,66	**M ***
2 20 200	m m a	(2x1) + (2x3) + (3x2) / 6 = 2 + 6 + 6/6 = 14/6	2,33	**M ***
3 20 100	a m b	(3x1) + (2x3) + (1x2) / 6 = 3 + 6 + 2/6 = 11/6	1,83	**M**
3 20 200	a m a	(3x1) + (2x3) + (3x2) / 6 = 3 + 6 + 6/6 = 15/6	2,50	**A**
1 30 100	b a b	(1x1) + (3x3) + (1x2) / 6 = 1 + 9+ 2/6 = 12/6	2,00	**M**
1 30 200	b a a	(1x1) + (3x3) + (3x2) / 6 = 1 + 9 + 6/6 = 16/6	2,66	**A**
2 30 100	m a b	(2x1) + (3x3) + (1x2) / 6 = 2 + 9 + 2/6 = 13/6	2,16	**M**
2 30 200	m a a	(2x1) + (3x3) + (3x2) / 6 = 2 + 9 + 6/6 = 17/6	2,83	**A**
3 30 100	a a b	(3x1) + (3x3) + (1x2) / 6 = 3 + 9 + 2/6 = 14/6	2,33	**A ***
3 30 200	a a a	(3x1) + (3x3) + (3x2) / 6 = 3 + 9 + 6/6 = 18/6	3,00	**A**

Quadro 17. Cálculo da média ponderada para classificação da suscetibilidade a MGMs (* - valores no limite do intervalo de classe).

Os intervalos resultantes da média ponderada correspondem às seguintes classes de suscetibilidade: Baixa: 1,00 - 1,66; Média: 1,66 a 2,33; Alta: 2,33 - 3,00. Os casos limítrofes entre estas classes (marcados com * no Quadro 17) são resolvidos arbitrariamente, usando-se a declividade como fator de maior importância, para esta decisão.

Após a definição da suscetibilidade, os MGMs foram cruzados com o mapa final para comparação, que apresentou o resultado sumarizado nos Quadros 18 e 19.

Baixa Média Alta

COD	CLASSE	CURV	CURV _PERF	CURV _PLAN	ALTIT	DECLIV	UNIDADE	SOMA
MM-01	corrida de massa - cabeceira	-0,22	0,04	-0,18	566,10	52,69	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-02	deslizamento de rocha	0,06	-0,12	-0,06	572,12	35,41	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-03	deformação de encosta: fendas c/ rejeito	-0,35	0,16	-0,19	482,38	23,26	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-04	corrida de massa - cabeceira	-1,04	0,730	-0,32	502,43	40,65	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-06a	deslizamento de rocha	0,14	0,00	0,14	606,22	39,64	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-07	deslizamento de solo	-0,28	0,15	-0,13	495,01	1,87	Fm Candói - Mb Três Pinheiros	212
MM-08	deformação de encosta: fendas com rejeito	-0,14	0,15	0,00	520,14	32,64	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-09	corrida de massa	0,14	-0,15	-0,01	469,57	25,24	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-10	deslizamento de solo	-0,08	0,20	0,12	450,12	19,34	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-11	deformação de encosta: fendas com rejeito	-0,04	-0,01	-0,04	476,87	24,56	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-12	deslizamento de rocha e solo	0,23	-0,20	0,04	600,14	36,59	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-13	deslizamento de solo	-0,25	0,29	0,05	565,99	24,60	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	223
MM-14	deformação de encosta: fendas com rejeito	0,09	-0,05	0,04	582,67	3,73	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	113
MM-15	deformação de encosta: fendas com rejeito	0,22	-0,18	0,04	599,43	23,64	Fm Candói - Mb Foz do Areia	133
MM-16	avalanche de blocos	-0,21	0,26	0,05	419,56	29,16	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-17	deformação de encosta: fendas com rejeito	0,51	-0,18	0,33	534,30	42,85	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-19	deslizamento de solo	-0,66	0,53	-0,13	492,47	30,61	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-20	deslizamento de rocha	-0,97	0,92	-0,05	435,77	70,97	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-22	deslizamento de solo e corrida de massa	0,43	-0,36	0,06	491,76	46,45	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-24	deslizamento de solo	-0,53	0,40	-0,14	558,36	18,59	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	223
MM-25	deslizamento de solo	0,18	-0,10	0,08	609,62	21,90	Fm Candói - Mb Foz do Areia	131

MM-26	deslizamento de rocha	0,22	-0,17	0,05	611,01	21,43	Fm Candói - Mb Foz do Areia	131
MM-27	deslizamento de rocha	0,01	-0,01	0,00	607,32	18,15	Fm Candói - Mb Foz do Areia	121
MM-28	deslizamento de rocha	-0,02	-0,10	-0,11	604,17	19,31	Fm Candói - Mb Foz do Areia	121
MM-31	deslizamento de rocha	-0,60	0,51	-0,10	545,88	41,59	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-32	deslizamento de solo	0,30	-0,10	0,20	545,84	32,54	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-33	deslizamento de solo	-0,60	0,39	-0,21	542,70	36,58	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-35	deslizamento de rocha	-0,12	0,04	-0,08	421,29	58,52	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-36	deslizamento de solo	0,06	-0,02	0,04	415,37	28,78	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-37	deslizamento de solo	0,37	-0,21	0,16	455,79	23,62	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	123
MM-38	deslizamento de rocha e corrida de massa	0,62	-0,75	-0,13	539,85	28,55	Fm Candói - Mb Foz do Areia	131
MM-46	deslizamento de rocha e corrida de massa	-0,01	-0,30	-0,31	438,07	68,31	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	133
MM-47	deslizamento de solo	-0,29	-0,18	-0,47	550,51	47,49	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-48	deslizamento de rocha	0,43	-0,56	-0,13	559,16	47,96	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-49	deslizamento de rocha	0,15	-0,27	-0,12	540,15	26,87	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-50	deslizamento de solo	-0,14	0,04	-0,09	494,19	28,53	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-51	deslizamento de rocha	-0,76	0,85	0,09	504,48	37,20	Fm Cascavel - Mb Sta Quitéria	233
MM-130	deslizamento de rocha	0,14	-0,18	-0,04	480,51	26,42	Fm Candói - Mb Três Pinheiros	132

Quadro 18. Síntese do cadastro de MGMs, classificados por tipologia e a suscetibilidade a MGM do local em que estão situados. Cod: identificação do MGM; Curv.: Curvatura, Curv_perf: curvatura em perfil; Curv:Plan: Curvatura em planta; Altit. Altitude; Decliv: declividade (%); Soma: resultado da soma dos 3 arquivos matriciais, por célula.

Classe de suscetibilidade	n° de MGMs	%
Alta	29	76,32
Média	6	15,79
Baixa	3	7,89

Quadro 19 - Resumo da classificação dos MGMs de Quedas do Iguaçu quanto às classes de suscetibilidade.

Os resultados e critérios adotados, discutidos nos itens anteriores, resultaram no mapa da suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa para o município de Quedas do Iguaçu, na escala 1:50.000 (Anexo 4). O mapa gerado está representado na Figura 36.

Figura 36. Mapa da suscetibilidade a MGMs de Quedas do Iguaçu, com indicação das principais estruturas geológicas e os locais com registros de deslizamentos (ver Anexo 4).

9. AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE POR BACIAS HIDROGRÁFICAS

9.1 Características fisiográficas

As bacias hidrográficas representam unidades naturais que podem ser comparadas e hierarquizadas no processo de gestão do território. Nesta avaliação, foram utilizadas as 20 bacias hidrográficas de nível 6, delimitadas no município pelo Instituto das Águas do Paraná, com base na rede hídrica integrada das cartas 1:50.000, com a metodologia de codificação da Agência Nacional de Águas - ANA. As bacias de nível 6 correspondem aos principais afluentes do rio Iguaçu como os rios Guarani e das Cobras (limites do município a oeste e leste, respectivamente). Algumas delas estão totalmente contidas nos limites do município, outras extrapolam esses limites e foram recortadas no mapa apresentado na Figura 37.

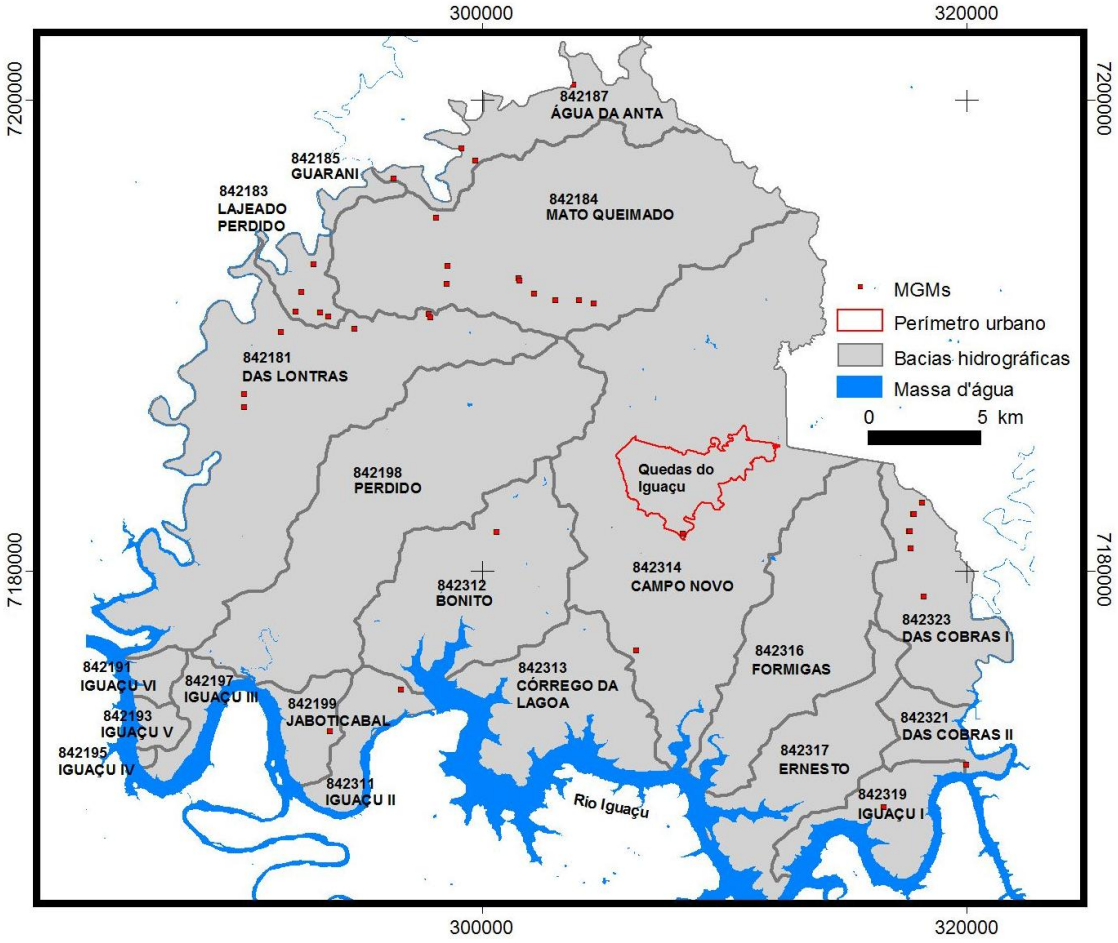


Figura 37. Mapa de Quedas do Iguaçu com a delimitação das bacias hidrográficas de nível 6, de acordo com Agência Nacional de Águas (2007).

Os códigos numéricos são da ANA e os nomes foram extraídos das bases topográficas em escala 1:50.000, da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército - DSG/ME (1980, 1982), atribuídos a partir do corpo d'água mais importante, de acordo com o manual de nomenclatura da agência.

As características das bacias hidrográficas também entram na avaliação da suscetibilidade a inundações (metodologia do IPT/CPRM), não contemplados neste projeto. Entre os índices usados, a densidade de drenagem (Dd), medida em km/km², é calculada pela divisão do comprimento total dos segmentos de cursos d'água (L) pela área da bacia em quilômetros quadrados (A). Dd=L/A. Este índice geralmente varia de 0,5 km/km² (bacias mal drenadas devido à elevada permeabilidade ou à precipitação escassa) a 3,5 km/km² (bacias excepcionalmente bem drenadas em áreas com elevada precipitação ou muito impermeáveis). A Figura 38 apresenta a classificação das bacias hidrográficas de Quedas do Iguaçu segundo sua densidade de drenagem.

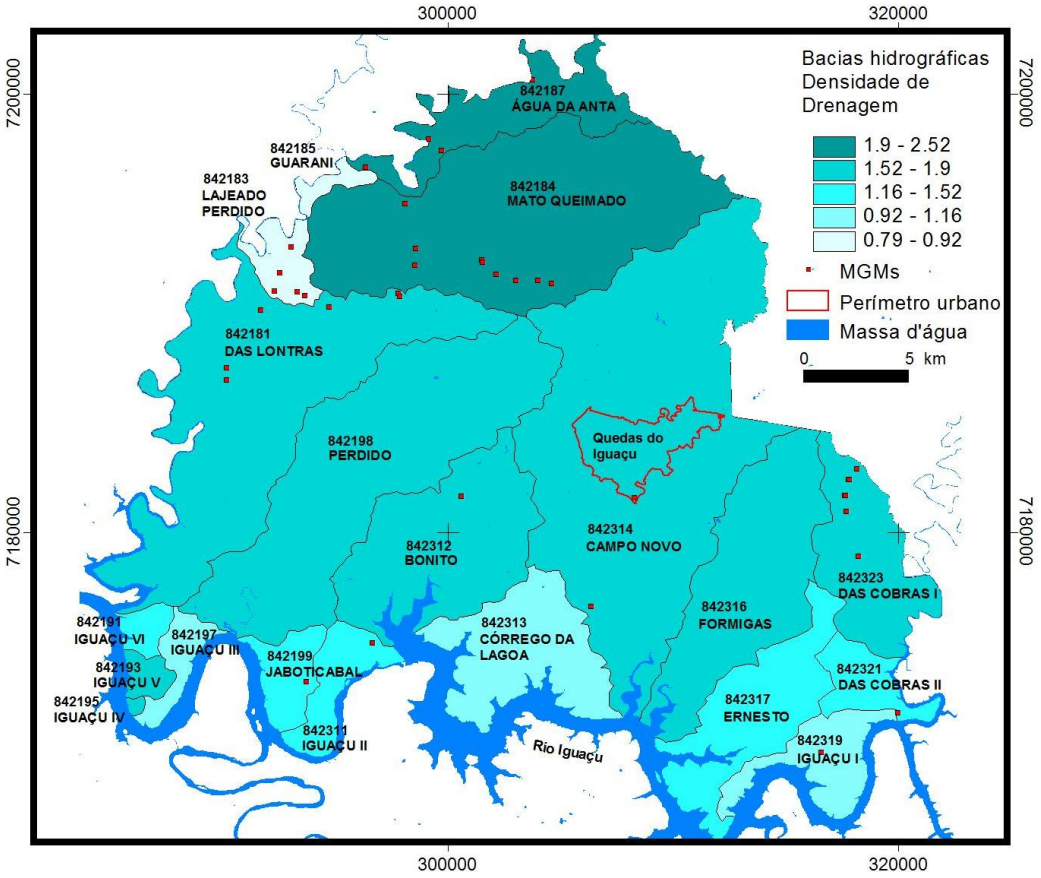


Figura 38. Bacias hidrográficas, densidade de drenagem e registros de MGMs.

Observa-se que a maior densidade de drenagem está na porção norte, onde também há maior dissecação e concentração de altas declividades, além da maior ocorrência de MGMs inventariados em 2014. As bacias menores, adjacentes ao rio Iguaçu, apresentam baixas densidades de drenagem.

9.2 Classificação das bacias segundo a suscetibilidade a MGMs

As bacias hidrográficas de Quedas do Iguaçu foram classificados de acordo com a ocorrência de terrenos de alta, média e baixa suscetibilidade a MGMs (proporção em área). A Figura 39 mostra as bacias onde a ocorrência de terrenos com suscetibilidade **alta** a MGMs é maior.

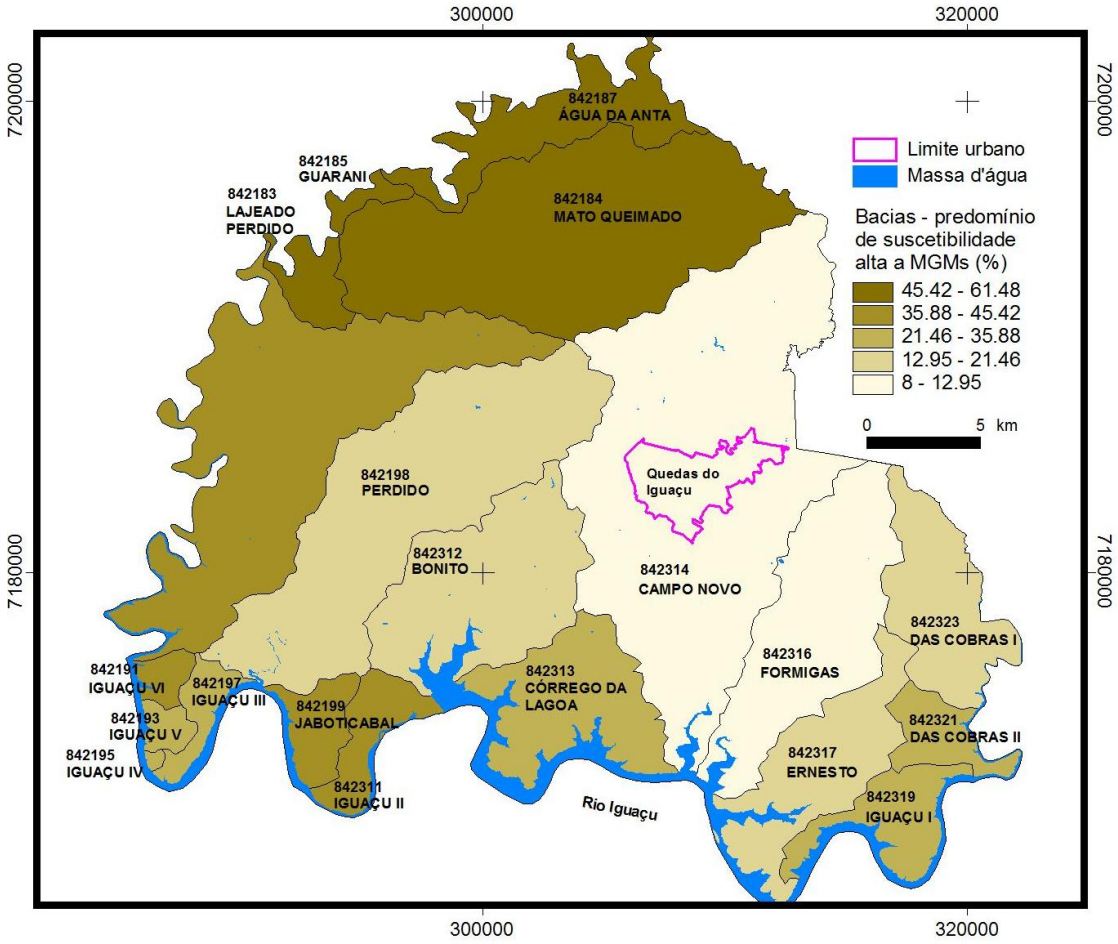


Figura 39. Classificação das bacias de Quedas do Iguaçu segundo a predominância de terrenos classificados como de suscetibilidade alta a MGMs, em área.

As bacias dos rios Mato Queimado, Água da Anta e Lajeado Perdido, destacam-se pela predominância da suscetibilidade alta e também pelo registro de deslizamentos. Entre as bacias hidrográficas com maiores concentrações de terrenos com suscetibilidade média a MGMs, destacam-se as dos rios das Cobras I e II, Iguaçu I, Jaboticabal e Iguaçu III. Entre as de maior concentração de terrenos de baixa suscetibilidade, destacam-se os rios Campo Novo e Formigas.

O Quadro 20 resume as características morfométricas das bacias hidrográficas e as respectivas proporções em área dos terrenos de suscetibilidade baixa, média e alta a MGMs, ressaltadas as predominantes com as respectivas cores.

Bacia	MGM 2014	Rios soma km	Área bacia m^2	Densidade de drenagem	Suscetibilidade Alta - % na Bacia	Suscetibilidade Média - % na Bacia	Suscetibilidade Baixa - % na Bacia
842181	6	172,99	105,87	1,63	39,69	34,21	26,10
842183	5	8,11	9,01	0,90	54,39	30,07	15,53
842184	9	281,45	111,63	2,52	49,62	31,21	19,17
842185	-	2,70	3,43	0,79	45,42	27,41	27,18
842187	4	67,31	28,84	2,33	61,48	25,45	13,08
842191	-	5,59	4,81	1,16	35,88	41,61	22,51
842193	-	7,31	4,46	1,64	35,87	39,57	24,56
842195	-	1,28	0,84	1,52	34,67	45,16	20,17
842197	-	10,10	9,71	1,04	31,68	45,35	22,97
842198	-	167,15	97,05	1,72	20,64	35,50	43,86
842199	1	16,86	11,77	1,43	39,08	43,02	17,89
842311	1	18,32	13,88	1,32	42,42	36,15	21,43
842312	1	85,25	54,72	1,56	17,45	40,51	42,04
842313	-	48,05	45,30	1,06	30,06	39,86	30,08
842314	2	302,12	160,49	1,88	8,00	25,80	66,21
842316	-	97,53	56,92	1,71	8,46	40,02	51,52
842317	-	52,16	38,93	1,34	12,95	39,97	47,09
842319	1	19,58	21,21	0,92	33,58	44,54	21,88
842321	1	15,66	11,76	1,33	21,46	51,77	26,77
842323	7	55,19	32,14	1,72	16,42	46,91	36,68

Baixa Média Alta

Quadro 20. Síntese das características morfométricas das bacias hidrográficas do município de Quedas do Iguaçu, classificação pelo predomínio das classes de suscetibilidade e número de MGMs registrados em 2014.

A correlação entre a maior ocorrência de deslizamentos (no evento de 2014) e a predominância de terrenos mais suscetíveis a MGMs no interior das bacias hidrográficas reflete a consistência dos resultados obtidos na modelagem.

9.3 Ocupação rural e indicações para a Defesa Civil

O foco do mapeamento da suscetibilidade e indicação de risco neste projeto é gerar subsídios à gestão de Defesa Civil na zona rural, o que requer o registro da ocupação existente fora do perímetro urbano. Para determinar onde está a ocupação foram analisadas imagens de satélite, criando-se polígonos irregulares para circunscrever de forma aproximadas as maiores concentrações de casas e outras edificações da zona rural. O mapa da Figura 40 mostra os resultados desta compilação, nas 20 bacias hidrográficas de Quedas do Iguaçu. Observar os setores com vazios relativos, ocupados preferencialmente por reflorestamentos.

+

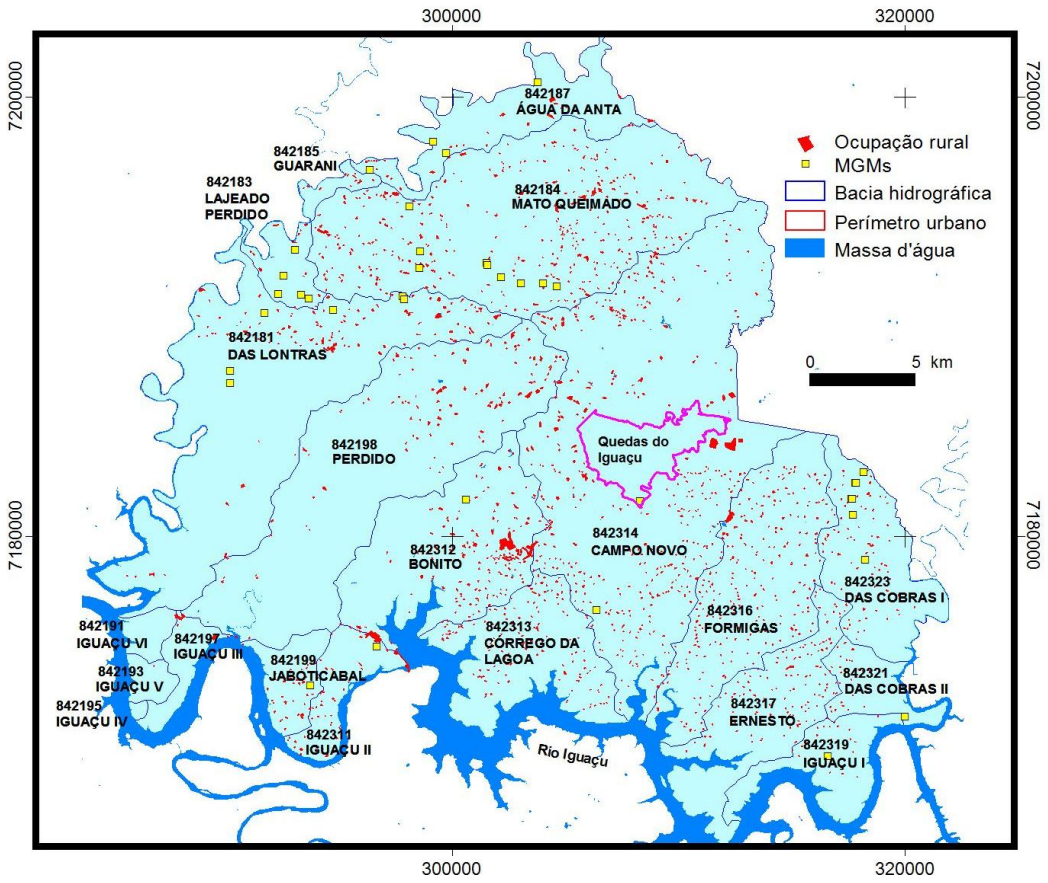


Figura 40. Ocupação rural em Quedas do Iguaçu, pontos de MGMs (2014) e bacias hidrográficas de 6ª ordem.

Neste processo, foram utilizadas imagens fornecidas pela Copel (2013, 2 m de resolução). Como estas imagens não cobrem todo o território de Quedas do Iguaçu, parte da área foi verificada a partir de imagens georreferenciadas do Google Earth. Nesta plataforma, o pixel tem cerca e 8 m, com uma acurácia menor que as da Copel. Foram utilizadas as imagens Copel: 2834-4-NE, 2834-4-SE, 2834-4-SO, 2849-2-NO, 2849-2-NE, 2835-3-SO, 2835-3-NO; Google Earth: imagens 1, 2, 3, 4.jpg. Os dados de ocupação 2.064 polígonos (Figura 40). No Anexo 3 encontram-se as bacias classificadas e a avaliação das características da ocupação.

10. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

10.1 Modelagem da suscetibilidade a MGMs em Quedas do Iguaçu

A modelagem da suscetibilidade a MGMs no município de Quedas do Iguaçu permite delinear os setores mais propensos à ocorrência desses acidentes naturais, em virtude de chuvas torrenciais. Esta identificação tem consistência estatística, pelo número de eventos cadastrados dentro das áreas de alta suscetibilidade, e física, pela validação de campo que manteve os erros de localização e classificação dos eventos dentro dos limites aceitáveis pela modelagem.

A metodologia de modelagem foi testada por meio de várias combinações de métodos e critérios e os resultados apresentados neste relatório demonstram a sua validade e permitem a sua aplicação em outros municípios da região. Mudanças na metodologia poderão ser necessárias, em novas áreas, provavelmente devido a diferenças nas características regionais e locais do terreno. De resto, é o que se espera de todo método científico: flexibilidade e versatilidade de adaptação aos objetos de estudo.

A divisão do território municipal em 20 bacias hidrográficas, unidades mundialmente utilizadas na gestão do meio físico e dos recursos naturais, permitiu enfocar mais adequadamente as áreas consideradas genericamente de maior risco. Consequentemente, as indicações de medidas a serem adotadas pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil - COMPDEC, puderam

ser mais discriminadas, ao mesmo tempo que reduziram a área de maior atenção a cerca de 25% do território do município.

10.2 Recomendações à Defesa Civil municipal

O Plano de Contingência de Defesa Civil deve priorizar as áreas de risco indicadas nas bacias hidrográficas, com maior atenção às bacias dos rios Mato Queimado, Água da Anta e Lajeado Perdido. Elas foram mais atingidas por movimentos de massa e inundações devido à alta suscetibilidade resultante da combinação de uma geologia e de um relevo favoráveis à instabilização das encostas e à concentração de grandes volumes de água da chuva em bacias hidrográficas pouco extensas.

No que diz respeito à prevenção do risco, recomendamos a criação de um plano participativo com medidas a serem discutidas, aprovadas e implementadas em cooperação entre a COMPDEC, a MINEROPAR, a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente e a Secretaria Municipal de Viação e Obras, bem como representantes das comunidades instaladas dentro das bacias hidrográficas priorizadas. Esta recomendação visa proporcionar a Quedas do Iguaçu a oportunidade de liderar um processo participativo de planejamento em Defesa Civil, passível de ser difundido tanto na região e como no estado do Paraná. Apresentamos abaixo alguns requisitos desta modalidade de prevenção do risco associado a acidentes naturais, para avaliação da Administração Municipal.

Os planos participativos de prevenção e controle do risco são cada vez mais adotados, no mundo inteiro, em virtude do baixo índice de sucesso verificado nos planos centralizados e definidos apenas por técnicos e administradores regionais. Tratadas como objetos de atenção e não como agentes de intervenção, as comunidades afetadas resistem a adotar as medidas recomendadas pelas autoridades públicas. A imprevisibilidade de comportamento dos sistemas naturais leva a elevados índices de erro nas medidas preventivas, com frequentes alarmes falsos e mobilizações frustradas, tanto da Defesa Civil quanto das comunidades, desmoralizando os sistemas de alerta e alarme (GUZZETTI *et al*., 2005; HUNGR *et al*., 2005). Este risco de insucesso pode ser reduzido quando os Planos de Contingência são elaborados participativamente e algumas medidas de controle são implantadas pela própria população interessada.

Segundo PETLEY (2010), da *American Geophysical Union*, os sistemas de monitoramento e alarme para deslizamentos e inundações estão sendo cada vez mais simplificados e organizados com base em recursos tecnologicamente simples e disponíveis nas comunidades. Ao invés de sensores elétricos e sirenes, eles usam pluviômetros feitos com garrafas de plástico e sinos nas casas para os próprios moradores alertarem os vizinhos. Os sistemas sofisticados de monitoramento e alarme custam caro, exigem operação por técnicos especializados e, quando entram em pane, costumam ser abandonados.

Os sistemas simples de monitoramento e alarme podem ser efetivos e confiáveis, como alternativa aos sistemas sofisticados de custo elevado e difícil manutenção, devendo ser montados e operados pelos próprios moradores e devem ser adaptados às necessidades, possibilidades e conveniências de cada comunidade. Esta opção reflete a dificuldade de recursos e os problemas técnicos inerentes às redes oficiais de monitoramento hidrometeorológico. Os sistemas mais simples apresentam algumas características favoráveis, como:

- Podem operar sob condições difíceis de clima, como as chuvas torrenciais;.
- São menos precisos que os equipamentos das redes de monitoramento, mas não exigem peças de reposição e caros processos de manutenção constante;
- Podem ser aferidos por pluviômetros das instituições de ensino e pesquisa da região, antes de serem instalados nas áreas de risco;
- Montados e operados pelos moradores, reforçam o senso de participação da comunidade em relação à sua própria segurança;
- Os sistemas de monitoramento e alarme podem ser operados por crianças em idade escolar, donas de casa, idosos, pessoas com deficiências físicas e mesmo por pessoas sem alfabetização;
- O uso contínuo pelos próprios moradores leva ao conhecimento crescente sobre os limiares indicativos dos estados de alerta e alarme, que inevitavelmente envolvem erros de previsão em função das incertezas dos fenômenos naturais. Trata-se de um processo de aprendizagem mais eficaz do que qualquer treinamento que venha a ser dado por técnicos do governo;

- O esforço de discussão, organização, operação e avaliação de um sistema comunitário de alarme educa a comunidade para participar mais ativamente das decisões que afetam a sua própria segurança;

Desta forma, é possível estabelecer com os moradores das áreas de risco um comprometimento importante sobre as medidas de observação e atenção, com os registros das precipitações e os eventuais indícios de instabilidade ativa nas encostas. Na zona rural, não há planejamento da ocupação, mas a Administração Municipal pode apoiar as avaliações e recomendações da COMPDEC, estabelecendo um programa de orientação e progressivo deslocamento das moradias de locais perigosos a outros mais seguros. Além disto, é importante para a segurança das famílias manter as estradas vicinais em condições para funcionarem como rotas de fuga na hora da emergência.

10.3 Observações finais

A realização deste estudo está alinhada com o papel da MINEROPAR e suas atribuições de Serviço Geológico do Paraná, instituição de apoio às diversas instâncias da Defesa Civil. Neste sentido, é importante ressaltar o disposto na Lei Federal 12.608/2012, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, onde as competências dos Estados estão relacionadas no Artigo 7°. O parágrafo IV, em especial, define a obrigação do Estado de "identificar e mapear as áreas de risco e realizar estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades, em articulação com a União e os Municípios".

Outro ponto da mesma lei diz respeito à elaboração do Plano Estadual de Proteção e Defesa Civil, também definida como obrigação do Estado, que deverá conter "no mínimo: I - a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres".

Concluindo, o projeto realizado em Quedas do Iguaçu teve como objetivo a definição metodológica para avaliar a suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, visando a geração de documentos cartográficos de apoio às ações preventivas de Defesa Civil neste grande compartimento do Estado.

REFERÊNCIAS

ARIOLI, E. E.; LICHT, O. A. B. **O Grupo Serra Geral no Estado do Paraná**: mapeamento geológico das cartas 1:250.00 de Guaíra, Cascavel, Campo Mourão, Foz do Iguaçu, Guaraniaçu, Guarapuava, Pato Branco e Clevelândia. Curitiba: Mineropar, 2013. 2 v.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de construção da base hidrográficas com base em ottobacias**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, ANA, 2007. 150 p.

ESRI. **Esri Demographic Update Methodology:** 2010/2015. New York : ESRI White Paper, 2010. 27 p.

FELL, R.; COROMINAS, J.; BONNARD, C. ; CASCINI, L.; LEROI, E.; SAVAGE, W. **Diretrizes para o zoneamento da suscetibilidade, perigo e risco de deslizamentos para planejamento do uso do solo**. São Paulo: ABGE, 2013. 88 p.

GUZZETTI, F.; PERUCACCI, S.; ROSSI, M. **Definition of critical threshold for different scenarios (WP 1.16)**. Perugia, Italia: IRPI CNR, 2005. 38 p.

HUNGR, O.; COROMINAS, J.; EBERHARDT, E. **Estimating landslide motion mechanism, travel distance and velocity**. Local: University of British Columbia, State of the Art Paper 4, 2005.

HUNGR, O.; LEROUEIL, S.; PICCARELLI, L. **Varnes classification of landslides, an update**. UNESCO, WP/WLI (International Geotechnical Society's Working Party on World Landslide Inventory), JTC-1, 2013. 48 p.

HUTCHINSON J. N. Mass Movement. In: THE ENCYCLOPEDIA OF GEOMORPHOLOGY (Fairbridge, R.W., ed.), Reinhold Book Corp., New York: Reinhold Book Corp, 1988. p.688–696.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **XII Censo demográfico**. Brasília: IBGE, 2010.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno estatístico município de Quedas do Iguaçu.** Curitiba : IPARDES, 2015. 43 p.

OKA-FIORI, C.; SANTOS, L. J. C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P., SILVEIRA, C. T. BRISKI, S. J.; FELIPE, R. S. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná**. Curitiba: MINEROPAR, 2006. 62 p. Convênio MINEROPAR-UFPR.

PETLEY, D. **Community based monitoring of landslide events**. AGU Blogosphere, 2010, Disponível em: <http.www *online* >Acesso em: jul. 2014.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; FERREIRA, A. M.; GÓIS, J. R.; MIO, G.; SILVEIRA, R. M. P.; MASSULINI, N. E. B.; LEONARDI, T. M. H. **Emprego de atributos topográficos no mapeamento da suscetibilidade a processos geoambientais na bacia do rio Jacareí/Paraná**. Sociedade & Natureza (UFU. Online), v. 24, 2013. p. 623-639.

A N E X O S

ANEXO 1. INVENTÁRIO DE MGMs - REGIONAL

ANEXO 2. FICHAS DE DESCRIÇÃO DE MGMs EM QUEDAS DO IGUAÇU

ANEXO 3. AVALIAÇÃO DA OCUPAÇÃO POR BACIA - MAPAS

ANEXO 4. MAPA DA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA EM QUEDAS DO IGUAÇU ESCALA 1:50.000

ANEXO 1. INVENTÁRIO DE MGMs - REGIONAL

TABELA DE INVENTÁRIO DE MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Tabela de síntese do inventário dos MGMs realizado no Sul Sudoeste (2014):

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-01	298692.25	7192980.13		corrida de massa - cabeceira										
MM-02	298639.25	7192212.13		deslizamento de rocha										
MM-03	293001.25	7193043.13		deformação de encosta: fendas com rejeito										
MM-04	292225.25	7191022.14		corrida de massa - cabeceira										
MM-05	289034.26	7197535.13	02/12/14	deslizamento de rocha e solo										
MM-06a	304897.25	7191363.13		deslizamento de rocha										
MM-07	300759.25	7181662.14		deslizamento de solo										
MM-08	291604.25	7190159.14		deformação de encosta: fendas com rejeito										
MM-09	306676.25	7176657.14		corrida de massa										
MM-10	317199.24	7169999.13		deslizamento de solo										
MM-11	296399.25	7196699.13		deformação de encosta: fendas com rejeito										
MM-12	303249.25	7191529.13		deslizamento de rocha e solo										
MM-13	304249.25	7191530.13		deslizamento de solo										
MM-14	318883.24	7178935.13		deformação de encosta: fendas com rejeito										
MM-15	318800.24	7182928.13		deformação de encosta: fendas com rejeito										
MM-16	293672.25	7173230.14		avalanche de blocos										

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	**Relevo**	**Posição relevo**	**Encosta**	**Declividade**	**Drenagem**	**Cobertura vegetal**	**Litologia**	**Escarpam**	**Risco**	**Obs**
MM-17	294736.25	7190309.13		deformação de encosta: fendas com rejeito										
MM-18	287972.25	7190300.14	02/12/14	deslizamento de rocha e solo										
MM-19	292459.25	7191877.13		deslizamento de solo										
MM-20	304003.25	7200662.13		deslizamento de rocha										
MM-21	308764.25	7181990.13		deslizamento de solo										
MM-22	308674.25	7181614.13		deslizamento de solo e corrida de massa										
MM-23	307866.25	7179885.13		deslizamento de rocha sobre rio										
MM-24	318319.24	7180994.13		deslizamento de solo										
MM-25	318245.24	7181726.13		deslizamento de solo										
MM-26	318298.24	7181703.13		deslizamento de rocha										
MM-27	318431.24	7182435.13		deslizamento de rocha										
MM-28	318478.24	7182431.13		deslizamento de rocha										
MM-29	324087.24	7179528.13		deslizamento de solo										
MM-30	321897.24	7182669.13		deslizamento de solo										
MM-31	302347.25	7191810.13		deslizamento de rocha										
MM-32	301702.25	7192456.13		deslizamento de solo										
MM-33	301712.25	7192344.13		deslizamento de solo										
MM-34	299953.25	7192364.13		deslizamento de rocha em saibreira										
MM-35	298181.25	7195032.13		deslizamento de rocha										
MM-36	296705.25	7174981.14		deslizamento de solo										
MM-37	290057.25	7187537.14		deslizamento de solo										

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	**Relevo**	**Posição relevo**	**Encosta**	**Declividade**	**Drenagem**	**Cobertura vegetal**	**Litologia**	**Escarpam**	**Risco**	**Obs**
MM-38	290057.25	7186987.14		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-39	287050.25	7188801.14		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-40	287001.25	7188485.14		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-41	287043.25	7188442.14		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-42	287012.25	7188380.14		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-43	287041.25	7188287.14		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-44	283496.26	7193112.14		deslizamento de rocha										
MM-45	263502.27	7217884.14		deslizamento de rocha em saibreira										
MM-46	299256.25	7197970.13		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-47	299843.25	7197452.13		deslizamento de solo										
MM-48	297870.25	7190943.13		deslizamento de rocha										
MM-49	297953.25	7190792.13		deslizamento de rocha										
MM-50	293270.25	7191001.13		deslizamento de solo										
MM-51	293620.25	7190835.13		deslizamento de rocha										
MM-52	323805.24	7187941.13		deslizamento de solo										
MM-53	323794.24	7187786.13		deslizamento de solo										
MM-54	323867.24	7188205.13		deslizamento de solo										

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	**Relevo**	**Posição relevo**	**Encosta**	**Declividade**	**Drenagem**	**Cobertura vegetal**	**Litologia**	**Escarpam**	**Risco**	**Obs**
MM-55	326534.24	7190311.13		deslizamento de rocha e corrida de massa										
MM-56	322327.24	7182400.13		deslizamento de rocha										
MM-57	321876.24	7184099.13		deslizamento de solo										
MM-58	279095.25	7176506.14		deslizamento de solo sobre rio										
MM-59	278299.25	7175914.14		deslizamento de rocha em saibreira										
MM-60	253434.26	7183276.15		deslizamento de solo ou erosão										
MM-61	260654.26	7184595.15		deslizamento de solo ou erosão										
MM-62	270879.26	7185878.14		deslizamento de solo										
MM-63	273494.26	7185750.14		deslizamento de solo										
MM-64	273483.26	7185816.14		deslizamento de solo										
MM-65	250944.27	7200589.15		deslizamento de solo e corrida de massa										
MM-66	251673.27	7200977.14		deslizamento de solo										
MM-67	252057.27	7202363.14		deslizamento de rocha										
MM-68	254240.27	7202234.14		deslizamento de solo e corrida de massa										
MM-69	257200.27	7201327.14		deslizamento de solo e corrida de massa										
MM-70	259142.27	7204864.14		deslizamento de rocha ou solo										
MM-71	265811.26	7205653.14		queda de blocos em saibreira										
MM-72	417508.22	7175418.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	escarpa	rio Pinhão	mata nativa na encosta, campo cultivado no topo	riodacito	15-20	usina a montante, sem residências	ao lado e a jusante do salto do Curucaca

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-73	417362.22	7175144.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	escarpa	rio Pinhão	mata nativa na encosta, campo cultivado no topo	riodacito	10-15	usina a montante, sem residências	ao lado e a jusante do salto do Curucaca
MM-74	417263.22	7175396.12	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa		mata nativa na encosta, campo cultivado no topo	riodacito	15-20		ao lado e a jusante do salto do Curucaca
MM-75	390305.22	7161530.12	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	convexa	alta	córrego	mata nativa e campos cultivados	basalto Três Pinheiros	10-15		
MM-76	380022.22	7155446.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	retilínea	escarpa		mata na encosta e campos cultivados no topo	basalto	5-10	corte de rodovia movimentada	mais 2 MM junto a NE na encosta
MM-77	379179.22	7155259.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	escarpa		mata nativa na encosta, campo cultivado no topo	basalto	5-10	campo cultivado na base	2 MM do mesmo tamanho juntos
MM-78	378629.22	7153587.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	média		campo no MM e mata nativa no entorno	basalto Três Pinheiros	5		2 MM coalescentes
MM-79	378086.22	7153353.13	13/11/14	deslizamento de solo	morros isolados	topo encosta	côncava	média	rio Iguaçu ponte p/ Mangueirinha	mata nativa acima do MM e campo na origem	basalto Três Pinheiros	5-10		
MM-80	371889.22	7152170.13	13/11/14	deslizamento de solo	morros isolados	meia encosta	retilínea	alta	córrego	mata	basalto Três Pinheiros	5		2 pequenos opostos e 1 na cabeceira da drenagem
MM-81	368095.23	7153594.13	13/11/14	deslizamento de solo	morros isolados	meia encosta	convexa	escarpa	beira do rio Iguaçu	mata na encosta e campos na base	basalto	20-25	casa abaixo e ao lado do eixo	

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-82	369661.23	7156461.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	meia encosta	retilínea	escarpa	beira do rio Iguaçu	mata na encosta e rio Iguaçu abaixo	basalto	30 o maior e 2 de 5-10		3 pequenos MM próximos
MM-83	370360.23	7155334.13	13/11/14	deslizamento de solo e rocha	tabular	topo encosta	côncava	escarpa	beira do rio Iguaçu	mata na encosta e lago rio Iguaçu abaixo	basalto Três Pinheiros sobre basalto claro	5-10		
MM-84	363885.23	7151132.13	13/11/14	deslizamento de solo	topo de planalto colinoso	base encosta	côncava	baixa	córrego abaixo	desmatado	basalto	5		
MM-85	353257.23	7152410.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	beira do Iguaçu	mata na encosta e campos naturais no topo	basalto claro	5-10		
MM-86	343836.23	7154505.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	beira lago iguaçu	mata na encosta e campos naturais no topo	basalto	10-15		escarpa principal expõe derrame rompido no topo
MM-87	340850.23	7151939.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	média	perto lago iguaçu	mata nativa e campos cultivados	basalto	15-20	estrada vicinal abaixo e casas < 50 m	escarpa principal inclinada em relação às curvas de nível
MM-88	316809.24	7153287.14	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	média	córrego	mata eucaliptos e capoeirão	basalto	10	casas abaixo do MM separadas por córrego	

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-89	293709.24	7151067.14	13/11/14	queda de solo em corte	tabular	meia encosta	convexa	média - alta		desmatado zona urbana	basalto	15-20	centro Dois Vizinhos	acidente induzido por escavação irregular atendido por OSJ em 2013
MM-90	274486.25	7152346.15	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	média	rio abaixo da estrada	mata na encosta e campos no topo	basalto	10 -15	estrada vicinal fazenda	deslizamento em corte de estrada vicinal
MM-91	312824.24	7155260.14	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	média		desmatado parcial	basalto	10		
MM-92	327595.24	7156779.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	meia encosta	convexa	alta	rio dentro da cidade	desmatado parcial	basalto	10 -15	centro da cidade	2 deslizamentos próximos 1 casa destruída outras em risco precisa vistoria local
MM-93	336073.23	7153614.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	retilínea	média	córrego abaixo	mata na encosta campo no topo	basalto	15-20		vários pequenos deslizamentos incipientes ao lado e abaixo do MM
MM-94	336585.23	7153994.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa - concava	média		reflorestamento eucaliptos	basalto	15 -20		
MM-95	346301.23	7153259.13	13/11/14	deslizamento de rocha e corrida de massa	tabular	topo encosta	média com escarpa no topo	escarpa	beira de lago rio Iguaçu	mata na encosta campo abaixo	basalto	50	casas abaixo pelo menos 1 destruida	risco sobre 2 residências exige vistoria local
MM-96	364468.23	7156068.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	côncavo-convexa	escarpa	beira de lago rio Iguaçu	mata na encosta campo no topo	basalto	10-15		

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpa m	Risco	Obs
MM-97	365736.23	7157929.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	beira de lago rio Iguaçu	manta na encosta campo no topo	basalto	5		
MM-98	365161.23	7158574.13	13/11/14	deslizamento de solo e rocha	tabular	topo e meia encosta	retilinea	escarpa	beira de lago rio Iguaçu	mata na encosta campo no topo	basalto	5 a 15-20		38 MM próximos em trecho de 500 m entre MM-98 e 99
MM-99	369305.23	7158037.13	13/11/14	deslizamento de solo e rocha	tabular	topo e meia encosta	retilínea	escarpa	beira de lago rio Iguaçu	mata na encosta campo no topo	basalto	5 a 15-20		38 MM próximos em trecho de 500 m entre MM-98 e 99
MM-100	370442.23	7156351.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	base e meia encosta	retilínea	escarpa	beira de lago rio Iguaçu	mata na encosta campo no topo	basalto	10 -20		7 MM próximos em trecho de 500 m
MM-102	298892.24	7162718.14	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	escarpa	alta	rio Chopim	mata na encosta campo no topo e entorno	basalto	20 -30 m e 10 - 15	casas entra margem oposta do rio	2 MM separados por 100 m dentro de zona com mata preservada
MM-103	327494.24	7163658.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilinea	escarpa	rio Iguaçu	mata na encosta campo no topo	basalto	20		3 MM até ponto MM-104
MM-104	328310.24	7161594.13	13/11/14	deslizamento de rocha e solo	morros isolados	meia encosta	convexa	média		mata na encosta campos no entorno	basalto	5-10	casas abaixo e ao lado da zona de trânsito	
MM-105	327789.24	7160313.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	escarpa	alta	barranca lago	mata na encosta campos no entorno	basalto	5		
MM-106	328032.24	7160703.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	alta	barranca lago	mata localmente preservada	basalto	15-20		

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-107	336627.23	7157613.13	13/11/14	deslizamento planar de solo	tabular	meia encosta	concava	média	rio abaixo	reflorestamento	basalto	10-15		classificação duvidosa pode ser transição a rotacional
MM-108	337148.23	7157133.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	côncava	média	cabeceira de drenagem	desmatado periferia de cidade	basalto	10	periferia cidade	avanço da escarpa por erosão retroativa pode ameaçar ocupação a montante
MM-109	340010.23	7164021.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	côncava	média	meio lago Salto Osório	mata nativa	basalto	10	barranca de lago	
MM-110	356269.23	7156769.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	meia encosta	convexa	média		mata na encosta campos no entorno	basalto	10		
MM-111	355632.23	7155364.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	média - alta	beira lago iguaçu	desmatado campo	basalto	10 -15		
MM-112	289576.25	7194531.14	02/12/14	deslizamento de rocha e solo										
MM-113	288810.25	7192969.14	02/12/14	deslizamento de rocha e solo										
MM-114	288949.25	7192685.14	02/12/14	deslizamento de rocha e solo										
MM-115	372420.23	7159875.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilínea	média	córrego	reflorestamento pinus	basalto	5		
MM-116	365142.23	7165154.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilínea	média	córrego	mata e campos	basalto	10-15		
MM-117	364887.23	7163569.13	13/11/14	deslizamento raso solo	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	lago rio Iguaçu	mata e campos	basalto	5-10	barranca de lago	3 MM separados 20-30 m
MM-118	361571.23	7164053.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	alta e média	lago rio Iguaçu	campo	basalto	5	casas quase abaixo	deslizamento pequeno no limite E de fenda com 30 m

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-119	357935.23	7163690.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	convexa	média	lago rio Iguaçu	campo	basalto	10 -15		
MM-120	352732.23	7168310.13	13/11/14	deslizamento rocha	tabular	meia encosta	côncava	média	córrego	mata	basalto maciço sobre basalto claro	25-30	casas abaixo curral destruídas estrada vicinal	área de risco merece vistoria local
MM-121	370847.23	7165939.12	13/11/14	deslizamento de solo raso	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	lago rio Iguaçu	mata	basalto	10-15		
MM-122	369669.23	7170030.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	côncava	alta	lago rio Iguaçu	mata	basalto	15-20		
MM-123	369098.23	7170066.12	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	lago rio Iguaçu	mata	basalto	15-20		forma delta dentro do lago
MM-124	355582.23	7172882.12	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	convexa	média		mata	basalto	30 m e 10		2 MM juntos
MM-125	337467.24	7173216.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilinea	alta	perto cabeceira de córrego	mata	basalto	5-10		
MM-126	324570.24	7172597.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilinea	média	córrego abaixo	mata	basalto	10-15		origem na base da escarpa de topo
MM-127	319357.24	7166594.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	convexa	média	lago	mata	basalto	20		
MM-128	319837.24	7167874.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	média		campos naturais	basalto	10		fenda indica MM incipiente
MM-129	320312.24	7168262.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilínea	alta	lago	mata	basalto	10-15		
MM-130	320700.24	7171798.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilínea	escarpa	lago	mata	basalto	10-15		
MM-131	341180.24	7175463.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	retilínea	alta	córrego	mata	basalto maciço sobre basalto alterado	10 - 15		

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-132	343016.24	7177189.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilínea	alta	córrego	mata na encosta campos no topo e abaixo	basalto maciço sobre basalto alterado	10-15		
MM-133	343146.24	7177919.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	retilínea	alta	rio Iguaçu	mata na encosta campos no topo e abaixo	basalto maciço sobre basalto alterado	10-15		
MM-134	343524.24	7177574.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	retilínea	alta		desmatado parcial	basalto	5-10		
MM-135	342413.24	7178509.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	alta		mata na encosta campos no topo e abaixo	basalto	5-10 a 10-15	cortes de rodovia pavimentada	4 MM em trecho da rodovia com obras de recuperação em andamento
MM-136	343030.24	7178716.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	convexa	alta		mata na encosta campos no topo e abaixo	basalto	5-10 a 10-15	cortes de rodovia pavimentada	Final do trecho iniciado no MM-135
MM-137	340842.24	7179068.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	média a alta		mata na encosta campos no topo e abaixo	basalto	5-10	corte de rodovia movimentada	corte na mesma rodovia do ponto MM-135
MM-138	341155.24	7179768.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	alta	córrego	mata na encosta campos no topo e abaixo	basalto	10-15		assoreamento no córrego pelos dois MM
MM-139	341879.24	7179816.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	convexa	alta		mata na encosta campos no topo	basalto	10-15		forma da escarpa principal indica 2 MM coalescentes de 5 m

Id	UTME_S69	UTMN_S69	Data	Classificação	Relevo	Posição relevo	Encosta	Declividade	Drenagem	Cobertura vegetal	Litologia	Escarpam	Risco	Obs
MM-140	341475.24	7180606.13	13/11/14	deslizamento de rocha	tabular	topo encosta	convexa	alta	córrego	mata na encosta campos no topo	basalto	25-30	sede de fazenda a montante da escarpa	assoreamento no córrego pelo MM
MM-141	343010.24	7179204.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	topo encosta	convexa	alta		mata na encosta campos no topo	basalto	5-10		
MM-142	342872.24	7182343.13	13/11/14	deslizamento de solo	tabular	meia encosta	retilínea	escarpa		mata na encosta campos no topo	basalto	5-10	campo cultivado na base	2 MM menores ao lado N

ANEXO 2. FICHAS DE DESCRIÇÃO DE MGMs EM QUEDAS DO IGUAÇU

- **QI 01 MM 01**
- **QI 02 MM 02**
- **QI 03 MM 03**
- **QI 04 MM 04**
- **QI 05 MM 48**
- **QI 06 MM 06a**
- **QI 07 MM 07**
- **QI 08 MM 08**
- **QI 09 MM 09**
- **QI 10 MM 10**
- **QI 11 MM 11**
- **QI 12 MM 12**
- **QI 13 MM 13**
- **QI 14 MM 14**
- **QI 15 MM 15**
- **QI 16 MM 16**
- **QI 17 MM 17**

(Obs. A identificação em Quedas do Iguaçu (QI) foi compatibilizada com a listagem do inventário regional (MM)

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Lajeado Bonito		**Código:** (QI-01) MM-01
UTM E WGS84: 298643	**UTM N WGS84:** 7192936	**Cota:** 540	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 05/08/14 (EA), 17/09/14 (EA/OS)
UTM E SAD69: 298692	**UTM N SAD69:** 7192980			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa	Talvegue com flancos convexos, declividade de até 20% (±12^{o}) e drenagem intermitente em encosta longa (> 500 m), com amplitude de pelo menos 110 m e declividade média de 25% (±15^{o}), medidas no Google Earth. Sem escarpas visíveis. Talvegue alterado por corrida de massa, mas é possível observar que o vale é aberto e de pequena profundidade, em torno de 10 m, medido no Google Earth.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas	Intermitente, com surgência atual no meio da zona de trânsito da corrida de massa.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas	Encosta parcialmente desmatada, com capoeirão e árvores isoladas abaixo da base da estrada vicinal de Lageado Bonito a Mato Queimado, que passa na base da zona de origem da corrida de massa. Acima, mata secundária rala, de médio a pequeno porte, com serrapilheira rasa, e plantações de *Pinus eliotiis*.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração)	Basalto I: sequência de lobos laminados, vesiculares e brechados, totalmente alterados e friáveis (W4-W5) e juntas próximas (espaçamento < 20 cm), indicando resistência mecânica fraca (Q4). Basalto II: derrame tabular de basalto maciço, alterado apenas nas superfícies das juntas (W2) e juntas medianamente espaçadas (20-60 cm), indicando boa resistência mecânica (Q2).
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas	Sem zona de saprólito desenvolvida porque a cobertura de solo é transportada e o contato com a rocha é abrupto.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-4 m	Colúvio	Colúvio grosso com espessura máxima observada na base das escarpas laterais. Espessura sobre a escarpa principal: < 1 m. Blocos angulosos a arredondados de basalto maciço < matriz argilosa homogênea. Maior concentração e tamanho de blocos na base (70%, 20-60 cm) do que no topo (20%, < 15 cm).

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado)	Zona de ruptura: escarpa principal de 80 m x 15 m x 80 m com forma côncava (anfiteatro) e declividade de ± 60^{o}. Volume estimado do material deslocado: 30.000 m^{3}. Perfil da escarpa principal: até 6 m de brecha vulcânica porosa e friável na base, 8 m de basalto maciço no topo e 1 m de colúvio na superfície, que aumenta até 3 m na base das escarpas laterais. Zona de trânsito: ± 200 m de extensão e 30 m de largura na base, onde aflora laje de basalto maciço. Zona de deposição: ± 200 m de extensão e 80 m de largura máxima junto ao rio, com declividade de 5^{o} no topo do material depositado (ângulo de repouso), formado por areia, seixos e blocos em ordem decrescente de abundância. Causa da ruptura: saturação da brecha vulcânica com baixa resistência mecânica provocou colapso sob o peso do basalto maciço. Classificação: deslizamento de rocha e colúvio - corrida de massa.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem	Fendas de tração ao lado das escarpas laterais com rejeitos de até 20 cm. Grande volume de matacões e blocos instáveis remanescentes na base da zona de ruptura. Erosão linear na zona de deposição. Árvores caídas em toda extensão da corrida de massa. Drenagem barrada pelo material deslocado, que atingiu margem E do rio. Um óbito registrado na zona de deposição.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico	Sem MGM antigos observados.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-01a	298675	7193032	566	base da escarpa principal
QI-01b	298696	7193001	540	centro da base da zona de ruptura, na estrada vicinal
QI-01c	298856	7193111	493	base da zona de transporte e início da zona de deposição
QI-01d	298989	7193209	468	centro da zona de deposição, na estrada de Linha Bandeirantes
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica na área de risco								
Posição em relação ao MGM	Posição relativa	ao lado da zona de deposição						
	Distância mínima	30 m						
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE	
Edificações	Alvenaria		Mista		Madeira			2
	Número de pisos	1	Área construída		Padrão construtivo			
Uso	Residencial	1	Industrial		Igreja, salão paroquial			
	Comercial		Escola		Outros: aviário			1
Danos associados a MGM	Um aviário completamente destruído na zona de deposição do MGM, logo abaixo da estrada de Lageado Bonito - Linha Bandeirantes, com um óbito registrado.							
Taludes e aterros	Taludes	Sem taludes escavados nas imediações.						
	Aterros	Sem aterros nas imediações.						

Observações	Dados do SIMEPAR: precipitação acumulada de 270 mm no dia 08/06/14 na estação de Salto Osório. Aviário totalmente destruído na zona de deposição da corrida de massa. Um óbito registrado. Residência 30 m a N da borda da zona de deposição não foi atingida. Área de risco: recomendado à COMPDEC estender até 50 m para cada lado da zona de deposição, em sua porção mais larga. Pode ser redefinida com estudos de maior detalhe na encosta e no MDT.

Vistoria executada para a CEPDEC

Executor

Geólogo Edir E. Arioli

Data

8 de agosto de 2014

Diagnóstico

O fluxo de detritos pode ter sido iniciado por concentração de água na brecha vulcânica, que é porosa e friável. A saída de água e o colapso da brecha pode ter provocado solapamento do basalto sobrejacente, iniciando uma queda de blocos cuja mistura com água de enxurrada formou um fluxo de detritos com alto poder erosivo. O fluxo de detritos incorporou grande volume de colúvio, também poroso e friável, ao longo de um percurso de aproximadamente 400 m.

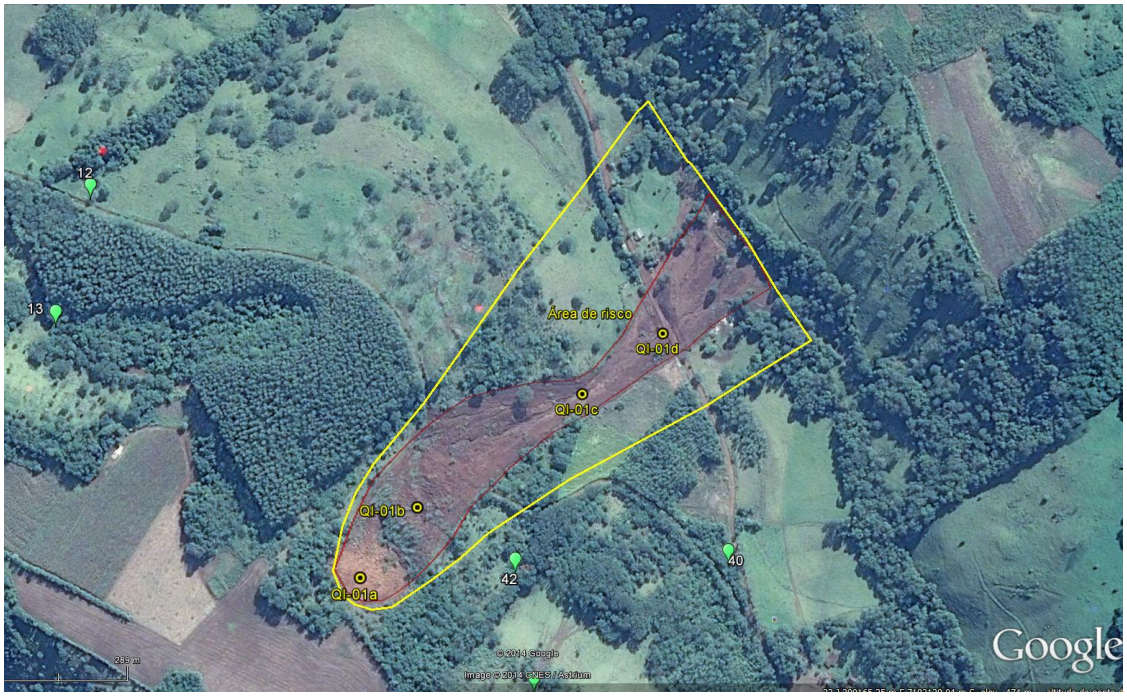
Prognóstico

O grande volume de detritos soltos, instáveis e altamente erodíveis apresenta alta probabilidade de reativar o fluxo ocorrido em junho. Ainda que o volume remanescente seja menor do que o disponível à época do acidente, o risco residual é alto para os transeuntes.

Recomendações

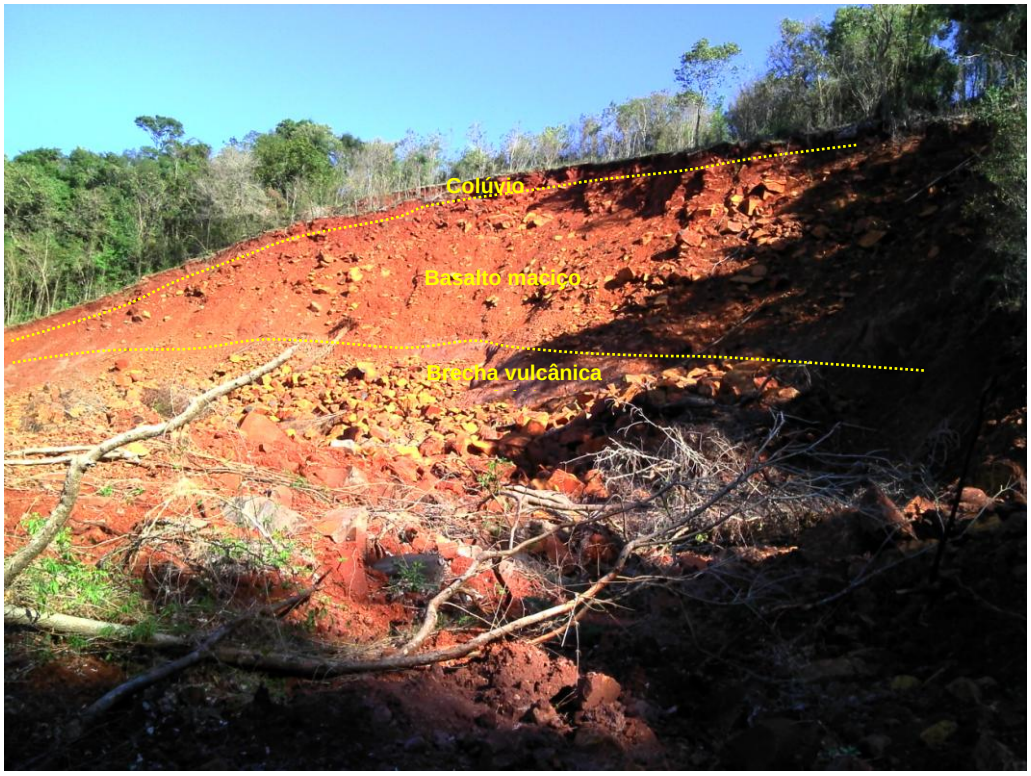
Recomendamos manter a interdição das duas estradas atingidas pelo fluxo de detritos, em períodos de chuva e até que sejam executadas obras de limpeza e contenção dos blocos de rocha e outros detritos que permanecem acima das estradas. A interdição pode ser suspensa em períodos secos, mas é recomendável que as obras de engenharia sejam executadas imediatamente, para segurança dos transeuntes. A interdição da área afetada, com uma margem de segurança de pelo menos 50 m para cada lado, desde o topo da encosta até o fundo do vale, deve ser mantida por tempo indeterminado para a construção de edificações de uso e ocupação permanente.

Imagens e fotos de campo



Localização da corrida de massa com pontos de controle e limites da área de risco.

Extensão do fluxo de detritos que interrompeu dois ramais da estrada vicinal.



Escarpa na zona de ruptura com brecha vulcânica rosada na base.

Detalhe da escarpa com brecha vulcânica na base.

Brecha vulcânica friável que gerou deslizamento por colapso sob o peso do basalto maciço.

Laje exposta por erosão no final da zona de transporte do fluxo de detritos.

Borda da zona de deposição com terracetes que marcam as flutuações no fluxo de detritos.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Lajeado Bonito		**Código:** (QI-02) MM-02
UTM E WGS84: 298591	**UTM N WGS84:** 7192167	**Cota:** 576	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 06/08/14 (EA), 16/09/14 (EA/OS)
UTM E Sad69: 298639	**UTM N Sad69:** 7192212			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa	Retilínea em planta e côncavo-convexa em perfil, cerca de 800 m de extensão e 300 m do topo à base, com 60 m de desnível até o rio. Declividade média de 20% (± 12°). Sem vales profundos, exceto no local do MGM, que ocorreu na cabeceira de uma drenagem rasa e intermitente, na meia encosta.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas	Somente rio que corre para N80°W, cerca de 120 m abaixo da estrada e do ginásio de esportes.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas	Cerca de metade da área é desmatada e o restante é coberto por vegetação esparsa, árvores isoladas e mata secundária pouco densa e de porte pequeno a médio. Reflorestamento com *Pinus elliotis* e eucaliptos no entorno do MGM.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração)	Basalto I: lobos decimétricos a métricos (< 3 m) de basalto maciço e vesicular, intercalados a brecha vulcânica semelhante à do QI-01, todos com alteração generalizada e comportamento friável, o que caracteriza RQD de nível Q4 (fraca resistência mecânica). Basalto II: basalto maciço, com alteração argilosa limitada à superfície das juntas, que têm espaçamento de até 0,6 m, caracterizando RQD de nível Q2 (boa resistência mecânica).
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas	Basalto I: apesar da alteração generalizada da rocha, saprólito pouco espesso. Basalto II: sem saprólito observado.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-3 m	Colúvio	Colúvio grosso com blocos subangulosos a arredondados de basalto, com até 0,4 m de diâmetro, em abundante matriz (± 60%) argilosa, vermelha, homogênea e pouco compacta.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado)	Escarpa de deslizamento em anfiteatro com 20 m de diâmetro e até 8 m de altura, aberta em basalto maciço, laminado, alterado e coberto por colúvio com blocos placóides de até 0,4 x 0,6 x 0,8 m de diâmetro em matriz argilosa. O volume de material deslocado pelo movimento de massa foi estimado em 6.000 m^3. O basalto ocupa os 4 m inferiores da escarpa, com disjunção tabular (horizontal) com espaçamento de 8-10 cm e alteração argilosa generalizada, tornando-o friável. Estas características conferem à rocha uma resistência mecânica fraca, isto é, alta suscetibilidade a desmoronamentos. Classificação: deslizamento de rocha e colúvio. Os blocos aflorantes na encosta, acima da escarpa, são de basalto maciço, com disjunção mais espaçada, em torno de 0,5 m. O proprietário do lote atingido, Sr. Daniel Schmanski, informa que o deslizamento começou por baixo, o que corresponde à situação observada.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem	Acima da escarpa há uma única fenda de tração, aberta em até 0,2 m e paralela à cabeceira do deslizamento.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico	Sem MGM antigos observados no local.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-02a	298589	7192167	576	Base da escarpa principal do deslizamento de rocha e colúvio
QI-02b	298575	7192242	560	Final da zona de deposição, em pequeno açude
QI-02c	298640	7192265	554	Fundos da igreja São José
QI-02d	298093	7192339	553	Limite N da área residencial da sede comunitária
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica na área de risco								
Posição em relação ao MGM	Posição relativa							
	Distância mínima							
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE	
Edificações	Alvenaria	6	Mista	1	Madeira			2
	Pisos	1	Área construída		Padrão construtivo			
Uso	Residencial	4	Industrial		Igreja, salão paroquial			2
	Comercial		Escola	1	Posto de saúde			1
Danos associados a MGM	Sem danos registrados em estruturas civis.							

Taludes e aterros	Taludes	Localização	nos fundos da igreja São José
		Altura máxima, bancadas	3 m sem bancadas
		Inclinação (^{o})	80^o
		Distância base - edificação	8 m dos fundos da igreja
		Muros: contenção, arrimo	inexistentes
		Materiais escavados	colúvio de basalto
		Erosão, desmoronamento, deformações	inexistentes
	Aterros	Localização	em frente à igreja São José
		Altura máxima	2 m
		Distância topo - edificação	10 m
		Muros de arrimo	de pedras em torno do aterro
		Materiais de preenchimento	desconhecido
		Grau de compactação	bastante compacto devido à idade do aterro
		Erosão, desmoronamento, deformações	inexistentes
Água e esgoto	Água empoçada	açude no final da zona de deposição do deslizamento, funcionou como barreira natural	
	Drenagem superficial	drenagem intermitente e surgência a montante do açude	
	Esgoto	não foi observado	
	Destino do esgoto	não foi observado	
	Vazamentos	não foram observados	

Vistoria executada para a CEPDEC

Executor

Geólogo Edir E. Arioli

Data

8 de agosto de 2014

Diagnóstico

O deslizamento representa um acidente isolado e não há feições de campo que permitam identificar movimentação do terreno fora dos limites do acidente já ocorrido. Os caminhamentos feitos na encosta, a sul e a norte da igreja, não registraram fendas ou quaisquer outras feições de instabilidade, o que permite limitar a área de risco ao acidente natural já ocorrido.

Prognóstico

Não há indicações no terreno que permitam afirmar que outras movimentações de solo ou rocha venham a ocorrer no local, em futuro previsível. De qualquer forma, a posição e o padrão construtivo da igreja e do posto de saúde constituem uma proteção ao Colégio Estadual do Campo Lageado Bonito e ao ginásio de esportes contra eventuais movimentos de massa futuros.

Recomendações

Por medida de precaução, o local do deslizamento está sendo demarcado como uma Área de Alerta, para observação dos moradores em períodos de chuva, porque a baixa resistência mecânica do colúvio e do basalto expostos no local pode favorecer a expansão da escarpa já formada, principalmente por recuo encosta acima. Não há motivos para caracterizar a sede comunitária de Lageado Bonito como Área de Risco.

Imagens e fotos de campo

Imagem oblíqua da sede comunitária de Lageado Bonito com deslizamento e área de risco.

Escarpa do deslizamento na propriedade de Daniel Schmanski.

Zona de trânsito do deslizamento, em perspectiva da cabeceira para a zona de deposição.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Barra do Mato Queimado		**Código:** (QI-03) MM-03
UTM E WGS84: 292952	**UTM N WGS84:** 7192999	**Cota:** 495	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 05/08/14 (EA)
UTM E WGS84: 293001	**UTM N WGS84:** 7193043			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Encosta côncava em planta e côncavo-convexa em perfil, com declividade média de 28% (± 17°), 57% (± 30°) na encosta inferior e 24% (± 12°) no terraço em que ocorrem as fendas no terreno. Amplitude: 140 m do rio Queimado até o topo da escarpa de cumeeira. Comprimento em planta: 550 m. Zona de fissuramento do terreno no terraço superior, entre o topo da maior declividade até a base da crista do relevo.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Sem drenagem no local, exceto o rio Queimado na base da encosta.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Maior parte do terreno desmatado, principalmente no terraço em que ocorrem as fendas, com mata nativa ou secundária na crista do relevo.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço e são aflora em blocos angulosos, com até 0,8 m de aresta, soltos mas pouco deslocados dos afloramentos, ao longo da crista do relevo.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem observações.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-2 m	Colúvio	Colúvio com blocos subangulosos de basalto em matriz argilosa é visível nas fendas do terreno, até a profundidade aproximada de 2 m.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Sem MGM desenvolvido, exceto 4 fendas abertas com até 0,5 m de abertura e 0,6 m de rejeito vertical, distribuídas ao longo de um arco balizado pelos pontos QI-03a a QI-03d e junto à base da crista do relevo.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Deslocamento de blocos decimétricos de basalto, principalmente junto à fenda superior, na base da crista do relevo (QI-03e).
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Concavidade do terraço sugere que há movimentação periódica ou contínua do terreno, sob influência de saturação por água da chuva e infiltração a partir da base da escarpa de topo.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-03a	292952	7192999	495	Centro da zona de fissuramento
QI-03b	292849	7193051	494	Ponto intermediário ao centro e ao limite W da zona de fissuramento
QI-03c	293025	7193067	473	Limite E da zona de fissuramento
QI-03d	292806	7193097	488	Limite W da zona de fissuramento
QI-03e	292984	7192942	511	Fenda na base da crista do relevo e no limite do mato
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica na área de risco								
Posição em relação ao MGM	Posição relativa	3 residências e 3 instalações rurais na base da encosta e à margem do rio Queimado						
	Distância mínima	250 m em planta, medida da fenda mais baixa à residência mais próxima						
Moradores/ocupantes	Adultos	2	Idosos	4	Crianças	1	PCNE	
Edificações	Alvenaria		Mista	6	Madeira			
	Pisos	1	Área construída		Padrão construtivo			
Uso	Residencial	3	Industrial		Igreja, salão paroquial			
	Comercial		Escola		Rural			3
Danos associados a MGM	Sem danos registrados							
Taludes e aterros	Taludes	Sem taludes escavados nas imediações.						
	Aterros	Sem aterros nas imediações.						
Água e esgoto	Água empoçada	Sem observações nas imediações						
	Drenagem superficial							
	Esgoto							
	Destino do esgoto							
	Vazamentos							

Vistoria executada para a CEPDEC

Executor

Geólogo Edir E. Arioli

Data

5 de agosto de 2014

Diagnóstico

A movimentação do terreno limita-se a uma rampa suspensa de colúvio, na encosta superior da Área de Risco, onde o depósito coluvial parece ser derivado de retrabalhamento de depósitos mais antigos. O local é uma cabeceira de uma drenagem em formação, em alvéolo incipiente, onde há concentração de umidade em relação aos flancos E e W. O perigo de deslizamento é alto, assim como o perigo de rolamentos de blocos deslocados pela movimentação do colúvio, principalmente dos blocos de maior volume que estão soltos sobre o terreno, no limite inferior do mato, no alto da encosta. De acordo com a imagem anexada ao presente relatório, os limites da Área de Risco englobam a residência de Amilton Skirzinski, excluindo as de Paulo e Ignácio Skirzinski.

Prognóstico

Não é possível, sem sondagens geotécnicas, afirmar o grau de instabilidade da rampade colúvio fissurada, mas a abertura das fendas favorece cada vez mais a infiltração de água, acelerando a movimentação do terreno, a cada período de chuva. Como se trata de uma situação nova e generalizada nas encostas da região, as precauções dos moradores e da COMPDEC devem ser maiores do que em relação a outros tipos de acidentes naturais, como enchentes, porque não existem precedentes que permitam avaliar a evolução da instabilidade iniciada em junho de 2014.

Recomendações

A primeira providência dos moradores deve ser a remoção da moradia de Amilton Skirzinski para fora da Área de Risco. O local oferecido por Ignácio Skirzinski é suficientemente seguro, considerando os dados levantados no campo. O local mais seguro da propriedade é representado pelo terraço que se situa junto à divisa com Ênio Levinski, a W da Área de Risco. O terraço está formado no topo de um derrame de basalto maciço e é a feição geomorfológica mais estável da região, junto com os platôs extensos como o que abriga a área urbana de Quedas do Iguaçu. Se esta opção for considerada pelos moradores, eles precisarão de apoio da Prefeitura Municipal para a abertura de um acesso seguro a partir da estrada principal.

Os demais moradores encontram-se cerca de 50 m fora da Área de Risco, mas devem observar a encosta, dentro e fora da área fissurada, após períodos de chuvas prolongadas (mais de uma semana) ou intensas (mais de 50 mm em 24 h). Se surgirem novas fissuras, dentro ou fora da Área de Risco, recomenda-se que os moradores informem a COMPDEC e que esta solicite nova vistoria à MINEROPAR.

Imagens e fotos de campo

Localização da zona de fissuramento e moradias a jusante, à margem do rio Queimado.

Limite oeste da zona fraturada, no ponto QI-03d.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Fazendinha		**Código:** (QI-04) MM-04
UTM E WGS84: 292197	**UTM N WGS84:** 7190948	**Cota:** 521	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 18/09/14 (EA)
UTM E Sad69: 292225	**UTM N Sad69:** 7191022			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Encosta retilínea em planta e côncava em perfil, com 90 m de desnível e comprimento de 530 m do topo até o rio, com declividade média de 17% (10^{o}). Sem vales encaixados. A corrida de massa tem origem na encosta superior, sem relação aparente com vale ou concavidade do terreno.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio na base da encosta corre em direção geral N45^{o}W, afluente do rio Guarani. Não foi observada água corrente ao longo da encosta.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Mata secundária, densa, de médio a pequeno porte, climáxica (3 estratos desenvolvidos), com serrapilheira espessa. Segundo informação de moradora, a mata tem aproximadamente 40 anos de idade, quando foi abandonada plantação de milho na área.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto I: lobos decimétricos de basalto vesicular e brechado, completamente alterado e friável, com consistência de saibro (Q5), aflora na metade inferior da escarpa principal do deslizamento. Basalto II: blocos rolados, com até 0,6 m de aresta, e lajes de basalto maciço, resistência mecânica boa (Q2), que aflora na metade superior da escarpa principal do MGM.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Basalto I tem consistência de saprólito laminado.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-4 m	Colúvio	Blocos angulosos de basalto maciço < matriz argilo-siltosa homogênea, forma cobertura sobre o basalto. Espessura aumenta de ± 1 m no topo da escarpa até 3-4 m na base das escarpas laterais.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado)	Duas cabeceiras em anfiteatro com 50 m de extensão cada uma e altura máxima de 30 m, indicando um volume deslocado de ± 70.000 m^{3}. Bloco de basalto maciço com até 7 m de aresta foi depositado à altura da base da zona de ruptura, sendo visível em imagem de satélite. Os deslizamentos de rocha e colúvio alimentaram corrida de massa com ± 400 m de extensão até o rio. Classificação: deslizamento de rocha e colúvio - corrida de massa. Causa provável: basalto friável cedeu sob o peso do basalto maciço, sob condições de saturação por água infiltrada durante evento de chuvas torrenciais.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem	Fendas abertas com rejeitos de até 0,3 m acompanham a direção geral da escarpa do relevo, à distância de 30 a 50 m a SE da escarpa principal do MGM.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico	Escarpas laterais ao MGM recente, ao longo da encosta superior, indicam recorrência de deslizamentos e quedas de rocha.

Pontos	UTM E [(1)]	UTM N [(1)]	Cota[(2)]	Descrição
QI-04a	292197	7190948	521	base da escarpa principal S
				[(1)] WGS84 [(2)] Google Earth

Ocupação antrópica na área de risco								
Posição em relação ao MGM	Posição relativa	Sem ocupação antrópica no local						
	Distância mínima							
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE	
Edificações	Alvenaria		Mista		Madeira			
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo			
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial			
	Comercial		Escola		Outros			
Danos associados a MGM	Sem danos registrados							
Taludes e aterros	Taludes	Sem taludes escavados no local						
	Aterros	Sem aterros no local						
Água e esgoto	Sem instalações de água e esgoto no local							

Observações	Acesso foi possível com auxílio da Sra. Lourdes Brzezinski, moradora antiga na propriedade.

Imagens e fotos de campo

Imagem de sensoriamento remoto com localização e feições associados ao MGM.

Contato entre basalto vesicular e friável e basalto maciço, que aparece desmontado na forma de blocos angulosos rolados sobre a superfície da escarpa principal.

Zona de trânsito da corrida de massa, vista a partir da zona de ruptura.

Colúvio na escarpa lateral N da zona de ruptura, com blocos de basalto maciço em primeiro plano.

Bloco de basalto maciço rolado da escarpa principal do MGM.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Rio do Lontra		**Código:** QI-05 MM-48
UTM E WGS84: 297855	**UTM N WGS84:** 7190897	**Cota:** 570	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 18/09/14 (EA)

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Retilínea em planta e côncava em perfil, exceto no local do MGM, onde a escarpa é côncava em planta. Desnível de 80 m desde o platô até o açude situado abaixo do MGM. Declividade de 17% (± 10^{o}) na base da escarpa e média de 38% (± 22^{o}) da base da escarpa até o platô. MGM na concavidade da escarpa.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Sem drenagem observada no local.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Mata nativa ou sedundária, densa, de médio a grande porte, climáxica, com serrapilheira espessa. Desmatado abaixo do MGM, mas pode ser efeito de deslizamentos anteriores.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto I: locos de vesicular, alterado e friável (resistência mecânica fraca: Q4). Basalto II: basalto maciço, alterado apenas nas superfícies das juntas, que têm espaçamento de até 0,8 m (boa resistência mecânica: Q2).
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem saprólito observado na área.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-2 m	Colúvio	Matriz argilo-siltosa ou argilosa com estratificação grosseira e blocos dispersos.
2-5 m	Tálus	Blocos angulosos de basalto maciço em pouca matriz argilosa ou argilo-siltosa.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Escarpa principal em anfiteatro com aproximadamente 60 m de comprimento e até 15 m de altura, com 60 m de comprimento no eixo da zona de ruptura, correspondendo ao volume estimado de 20.000 m^{3} para o material desmontado. Sentido geral do deslocamento para S45^{o}W. Classificação: deslizamento de rocha e colúvio. Causa provável: colapso do basalto vesicular e friável sob o peso do basalto maciço, por saturação em evento de chuvas torrenciais.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Duas fendas abertas, com abertura de até 0,8 m e rejeito de até 0,6 m cortam obliquamente, com direção geral N45^{o}W, a estrada que foi interrompida pelo MGM, cerca de 80 m a E do mesmo.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Rampa de aproximadamente 30% (17^{o}) abaixo do MGM indica possíveis depósitos de deslizamentos antigos, o que pode estender-se ao longo da escarpa do relevo.

Pontos	UTM E [(1)]	UTM N [(1)]	Cota[(2)]	Descrição
QI-04	297855	7190897	570	Limite E da escarpa principal, onde interrompe a estrada vicinal
				[(1)] WGS84 [(2)] Google Earth

Ocupação antrópica na área de risco	
Posição em relação ao MGM	Sem ocupação antrópica na área, exceto estrada de fazenda abandonada.
Moradores/ocupantes	
Edificações	
Uso	
Danos associados a MGM	Estrada abandonada foi interrompida pelo deslizamento e pelas fendas abertas com rejeito.
Taludes e aterros	Sem taludes escavados ou aterros na área
Água e esgoto	Sem instalações de água e esgoto na área

Observações	

Imagens e fotos de campo

Vista oblíqua, de S para N, da área com deslizamento em concavidade de escarpa natural sob processo de recuo. Área desmatada abaixo do MGM indica possíveis depósitos de deslizamentos anteriores.

Escarpa principal com basalto maciço desmontado na superfície, sob cobertura de colúvio.

Basalto vesicular, argilizado e friável, sob o basalto maciço rompido, cujos blocos angulosos mostram origem sem transporte.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Bandeirantes		**Código:** (QI-06) MM-06a
UTM E WGS84: 304848	**UTM N WGS84:** 7191319	**Cota:** 570	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 18/09/14 (EA)
UTM E Sad69: 304897	**UTM N Sad69:** 7191363			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Limite inferior do flanco N de vale com amplitude de 30 m. Sem escarpas visíveis. Declividade média de 22% (± 12^{o}). MGM na encosta superior.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio de pequeno porte corre na base da encosta dentro de vale aberto. Cabeceira de drenagem cerca de 300 m a SE.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatado com plantações na encosta, mata secundária rala de pequeno a médio porte no fundo do vale.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto I: laminado, vesicular, brechado, argilizado e friável em corte em frente à casa, ao lado N do depósito do MGM e na base da escarpa principal, indicando pelo menos 30 m de espessura para a sequência de lobos, resistência mecânica Q4 (fraca). Basalto II: blocos angulosos de basalto maciço com até 0,6 m de aresta rolados na encosta e na metade superior da escarpa principal do MGM, resistência mecânica Q2 (boa).
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem saprólito visível, provavelmente devido à predominância de solo transportado na região.

Prof. (m)	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-1,5	Colúvio	Blocos arredondados < 0,3 m de basalto < matriz argilosa na escarpa lateral N do MGM.

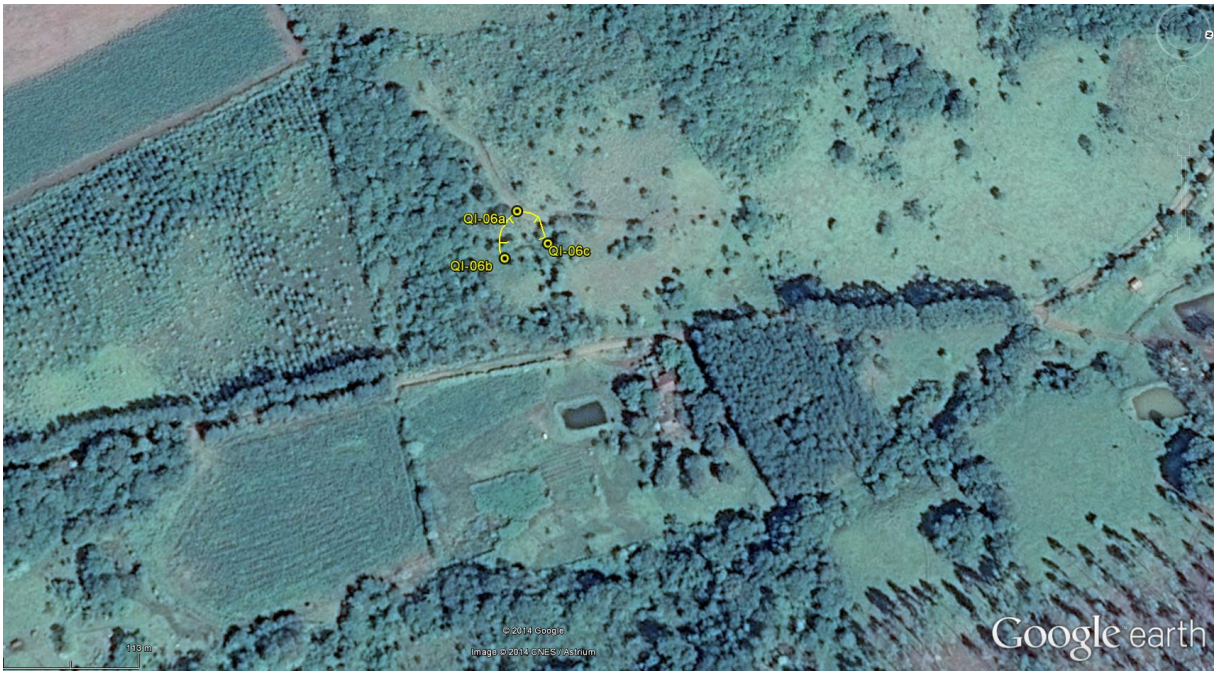
MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Escarpa principal semicircular e laterais retilíneas. Zona de ruptura de 40 m comprimento x 40 m no eixo x 8 m de altura. Volume estimado: 5.000 m^3. Zona de transporte com ± 100 m até açude. Basalto friável na metade inferior da escarpa principal e maciço no topo com blocos visivelmente na posição original do derrame, com disjunção colunar de até 0,6 m de largura. Classificação: deslizamento de rocha e colúvio.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Fendas de tração abertas com rejeito de 0,5 m na extensão N da escarpa principal e blocos instáveis de basalto descalçados pela movimentação do terreno.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem evidências de MGM anteriores.

Pontos	UTM E [(1)]	UTM N [(1)]	Cota[(2)]	Descrição
QI-06a	304848	7191319	570	Centro da base da escarpa principal
QI-06b	304861	7191336	562	Base da escarpa lateral N
QI-06c	304875	7191292	566	Base da escarpa lateral S
				[(1)] WGS84 [(2)] Google Earth

Ocupação antrópica na área de risco		
Posição em relação ao MGM	Posição relativa	jusante
	Distância mínima	15 m a N do final do depósito de detritos
Moradores/ocupantes	1 residência foi demolida por iniciativa do proprietário após o MGM	
Edificações		
Uso		
Danos associados a MGM	Sem danos, a edificação foi demolida por precaução	
Taludes e aterros	Taludes	Sem taludes escavados no local, exceto corte de estrada com 1 m de altura
	Aterros	Sem aterros no local
Água e esgoto	Água empoçada	Somente um açude com cerca de 200 m^2 ao lado da casa demolida, onde estacionou o depósito de detritos gerados pelo MGM
	Drenagem superficial	
	Esgoto	
	Destino do esgoto	
	Vazamentos	

Observações	Aparentemente o MGM ocorreu depois de 08/06/14, porque não aparece na imagem de satélite.

Imagens e fotos de campo



Vista oblíqua de satélite com indicação da escarpa principal, que não aparece na imagem.

Escarpa principal com basalto maciço em primeiro plano, recobrindo basalto friável.

Campo de matacões angulosos, típico das zonas de ocorrência dos derrames de basalto maciço, que capeiam o relevo sobre sequências de lobos vesiculares e brechas vulcânicas.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Novo Horizonte		**Código:** (QI-07) MM-07
UTM E WGS84: 300710	**UTM N WGS84:** 7181618	**Cota:** 517	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 07/08/14 (EA)
UTM E Sad69: 300759	**UTM N Sad69:** 7181662			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Encosta côncava em planta e em perfil, com ± 70 m de desnível e declividade média de 40% (± 22^{o}), com escarpa no terço superior, sem declividade medida. MGM ocorreu na base da escarpa, cerca de 60 m a NW do córrego.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Córrego raso, com largura de 5 m e vazão normalmente pequena, mas que aumenta rapidamente em eventos de chuvas mais fortes, corre ao longo da base da encosta. Foi assoreado por detritos líticos e árvores de pequeno a médio porte.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Mata secundária de pequeno a médio porte apenas na encosta SE do platô, tendo sido removida para dar lugar a agricultura nos dois platôs, tanto o de 500 m quanto no de 570 m de altitude.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço observado apenas nos detritos, onde ocorre em blocos angulosos com até 0,4 m de aresta. Escarpa principal não foi examinada, mas apenas teve dimensões estimadas: 20 m de comprimento e 8 m de altura. Os detritos foram transportados por 60 m até o córrego, assoreando-o.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem saprólito observado.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem perfil de solo descrito, apenas observada presença de colúvio no topo da escarpa principal.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Escarpa principal de 20 m de comprimento, 8 m de altura e 60 m de zona de transporte. Volume estimado: 1.200 m^2. Classificação: deslizamento de rocha e colúvio. Causa provável da ruptura: basalto fraturado cedeu por saturação sob condições de chuvas torrenciais.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Assoreamento do córrego que passa na base da encosta.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem feições de MGM anteriores observadas.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-07	300710	7181618	517	Final da zona de trânsito do MGM, na margem NW do córrego
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica		
Posição em relação ao MGM	Sem ocupação antrópica no local.	
Moradores/ocupantes		
Edificações na área de risco		
Uso		
Danos associados a MGM		
Taludes e aterros	Taludes	Sem taludes escavados ou aterros no local
	Aterros	
Água e esgoto	Água empoçada	Sem instalações de água e esgoto no local.
	Drenagem superficial	
	Esgoto	
	Destino do esgoto	
	Vazamentos	

Observações	SIMEPAR: precipitação acumulada de 270 mm no dia 08/06/14 na estação de Salto Osório. MGM não aparece na imagem do Google Earth.

Vistoria executada para a CEPDEC

Executor

Edir E. Arioli

Data

07/08/14

Diagnóstico

Deslizamento planar em colúvio, formado por saturação do solo argiloso em período de chuvas torrenciais, depositou grande volume de detritos líticos e vegetais sobre a encosta inferior e o leito do córrego.

Prognóstico

O grande volume de detritos soltos, instáveis e altamente erodíveis apresenta alta probabilidade de reativar o fluxo ocorrido em junho. O barramento do córrego continuará provocando inundações sobre a propriedade de Paulo Persel, enquanto os detritos líticos e vegetais não foram removidos.

Recomendações

Recomendamos retirar as árvores caídas que está barrando o curso do córrego, de modo a evitar a inundação da propriedade e danificação da plantação de Paulo Persel, nos períodos de chuvas torrenciais. Por não haver ocupação residencial, o local não é considerado Área de Risco. Entretanto, recomendamos evitar qualquer tipo de ocupação de caráter permanente ao longo do córrego, porque a encosta mais íngreme é altamente suscetível a movimentos gravitacionais de massa.

Fotos de campo

Deslizamento de terra sobre a margem NW do córrego, na divisa das propriedades.

Barragem formada por detritos de terra, rocha e vegetação no córrego da divisa.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Fonte da União		**Código:** (QI-08) MM-08
UTM E WGS84: 291555	**UTM N WGS84:** 7190115	**Cota: 524**	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 07/08/14 (EA), 17/09/14 (EA/OS)
UTM E Sad69: 291604	**UTM N Sad69:** 7190159			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Encosta convexa em planta e côncava em perfil com declividade de 90% (42^{o}) e desnível de 30 m sobre terraço com largura de 50 m e declividade de 14% (± 8^{o}). Escarpa incipiente abaixo das fendas semicirculares do MGM em desenvolvimento na encosta a montante.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Córrego 50 m abaixo da moradia, na base do terraço colúvio-aluvial (inferido sem análise da constituição, por falta de exposições no local).
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatado, reflorestamento com eucaliptos ao longo das encostas vizinhas e removidos no local do MGM.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço em blocos angulosos com até 0,6 m de aresta.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem saprólito observado.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-2 m	Colúvio	Sem perfil de solo descrito, tendo sido apenas observado nas fendas que colúvio tem pelo menos 2 m de espessura.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Cabeceira de movimento de massa antigo, onde fendas abertas até 0,6 m e abatimento de até 0,6 m marcam a reativação provocada pelas chuvas de junho p.p. A escarpa do movimento de massa está bem visível no terreno, em forma de semicírculo com aproximadamente 80 m de diâmetro. O terreno é constituído por colúvio com grande proporção de blocos angulosos a subangulosos de basalto e pouca matriz argilosa, pelo menos em superfície. Não houve deslocamento de material, exceto afundamento dentro da zona de ruptura em desenvolvimento. Classificação: deformação de encosta. Causa provável: colúvio está cedendo progressivamente em períodos chuvosos, acentuando-se o colapso sob condições de chuvas torrenciais. Estágio: reativação periódica.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Fendas abertas ao longo da escarpa principal em desenvolvimento, bem como no terraço abaixo, onde se encontra a residência da Sra. Santina Brzezinski. Residência em construção mista com rachadura transversal à varanda, com abertura de 2 cm e trinca fechada sobre a porta de entrada, alinhada com a primeira. Várias trincas abertas recortam o terreno em várias direções, em torno da casa, algumas com rejeito de até 5 cm. O terreno começa a inclinar em direção ao córrego à distância de 10-12 m em relação à frente da moradia. A meia distância do topo do talude ao córrego, onde há um açude, a deformação do terreno provocou soerguimento do solo, indicando tensões cisalhantes horizontais.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	A deformação da encosta mostra que o terreno está sendo deformado progressivamente, desde data imprecisa, que os moradores não sabem informar.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-08a	291555	7190115		Cabeceira de MGM em desenvolvimento
QI-08b	291594	7190003		Pátio da residência no terraço abaixo da encosta deformada por fendas
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica								
Posição em relação ao MGM	Posição relativa	jusante						
	Distância mínima	80 m						
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos	2	Crianças		PCNE	
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista	1	Madeira			
	Pisos	1	Área construída	100	Padrão construtivo			bx
Uso	Residencial	1	Industrial		Igreja, salão paroquial			
	Comercial		Escola		Outros			

Danos associados a MGM	Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
	Pisos		1			
	Paredes		2			
	Tetos		1			
	Esquadrias		2			
	Muros					
	Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Sem taludes escavados no local
	Aterros	Sem aterros no local
Água e esgoto	Água empoçada	Açude de ± 400 m^2 no curso do córrego, 50 m abaixo da moradia
	Drenagem superficial	Córrego de pequeno porte 50 m abaixo da moradia
	Esgoto Destino do esgoto	Sem esgoto observado
	Vazamentos	Sem vazamentos observados

Vistoria de 07/08/14 Executor: Edir E. Arioli

Diagnóstico

Movimento de massa antigo, sem classificação por falta de feições preservadas, foi reativado com abertura de fendas extensas e profundas, o que favoreceu a infiltração da água da chuva. O terraço abaixo é depósito de material mais argiloso removido por movimentação do terreno e erosão do colúvio. Dois processos podem explicar as fendas no terreno. O primeiro é o aumento da pressão negativa por elevação do lençol freático, durante a chuva, e o assentamento do solo por efeito do próprio peso. O segundo é a pressão exercida pelo colúvio por baixo do terraço, ao entrar em rebaixamento no alto da encosta, provocando as fissuras que atingiram a estrutura da moradia. O risco para os moradores é baixo, porque não há condições visíveis para desmoronamentos que levem ao colapso da estrutura da edificação.

Prognóstico

As fendas abertas na encosta e no terraço favorecem a infiltração rápida da água da chuva, o que pode provocar novas instabilidades no terreno por ocasião de chuvas torrenciais.

Recomendações

Recomendamos aos moradores desocupar a residência quando houver previsão de chuva torrencial, acima de 100 mm em 24 horas ou 150 mm em 48 horas. Não há risco em permanecer na moradia em dias de estio ou com chuvas sazonais, abaixo desses limites. Não se recomenda deslocar a casa para outro local do mesmo terraço, porque todo ele está sob influência do deslocamento da encosta a montante.

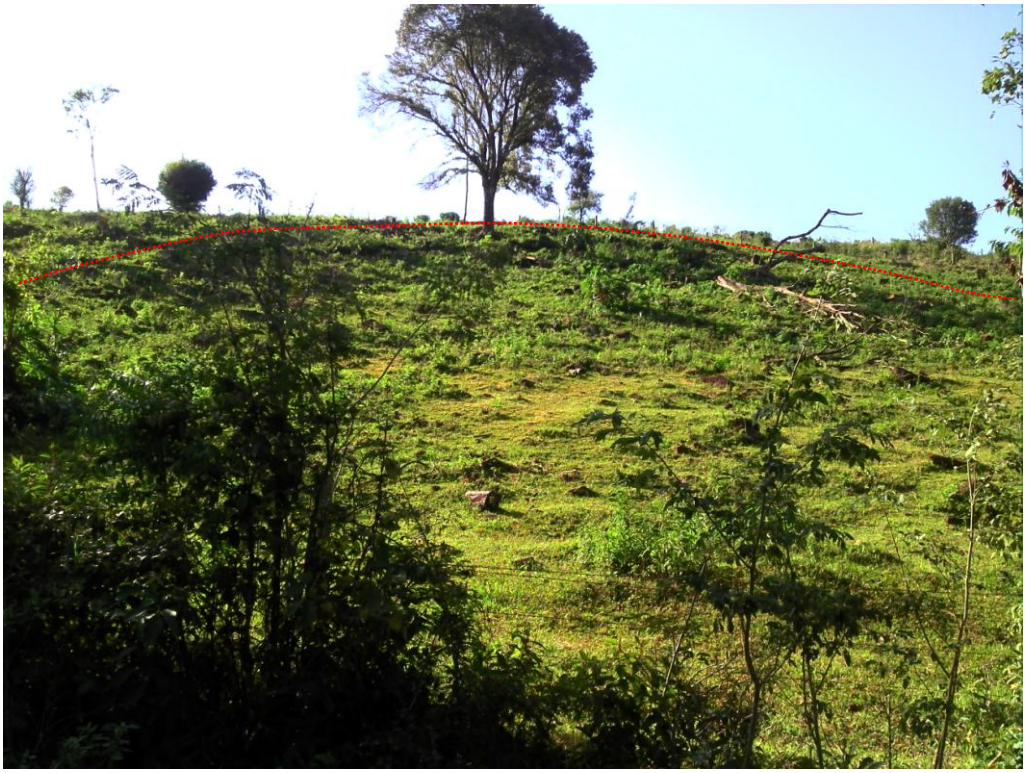
Imagens e fotos de campo

Vista oblíqua em imagem de satélite do local vistoriado.

Terraço sedimentar onde se situa a moradia de Santina Brzezinski.

Rachadura aberta na varanda da moradia.

Fenda aberta com pequeno rebaixamento junto ao paiol.



Cabeceira de deslizamento antigo com reativações periódicas.

Fenda aberta com rebaixamento, formada pela reativação do deslizamento em junho de 2014.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Comunidade 10 de Maio		**Código:** (QI-09) MM-09
UTM E WGS84: 306627	**UTM N WGS84:** 7176613	**Cota:** 492	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 02/07/14 (RF, DF)
UTM E Sad69: 306676	**UTM N Sad69:** 7176657			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Encosta côncava em planta e em perfil, com desnível de 90 m e declividade média de 22% (± 12°), sem vales encaixados no local. Pequena escarpa aparece no topo da encosta, com até 3 m de altura, origem dos MGM vistoriados.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio de médio porte com corredeiras na base da encosta.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatamento generalizado na área, exceto no topo da encosta, onde há mata secundária de pequeno a médio porte.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto sem outras especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem dados do perfil de solo.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	São três deslizamentos que ocorreram nesta propriedade, sendo o que o principal apresenta também corrida de detritos que percorreu mais ou menos 300 m e aparece solto sobre a superfície do solo. Esse deslizamento quase atingiu a casa do proprietário. Todo o detrito veio de uma pequena escarpa. Os outros deslizamentos são de pequeno porte e situados em encosta de média declividade.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-09	306627	7176613	492	Local do MGM vistoriado (RF, DF)
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
	Pisos					
	Paredes					
	Tetos					
	Esquadrias					
	Muros					
	Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	

Água e esgoto	Água empoçada	
	Drenagem superficial	
	Esgoto	
	Destino do esgoto	
	Vazamentos	

Observações	**Diagnóstico** O deslizamento principal se caracterizou por um movimento de massa muito rápido cuja corrida de detritos (rochas soltas, material coluvionar e troncos de árvores) que iniciou de uma rampa vertical ou talude de mais ou menos 50 m de altura e deslizaram sobre o solo em uma rampa suave por mais ou menos 100 m sem causar sulco na superfície. Toda a encosta deve ser considerada de alto risco a deslizamentos de solo/rocha e corrida de detritos. **Prognóstico** Não há risco iminente para a casa do proprietário. **Recomendações à COMDEC** Solicitar ao proprietário que verifique na escarpa atrás da sua residência a existência de trincas. Caso encontre trincas solicitar que mude o local da casa para outra parte do terreno. Essa mesma recomendação deve ser adotada caso o proprietário não se sinta seguro devido ao ocorrido. Recomenda-se considerar como Área de Atenção.

Imagens e fotos de campo

Localização do MGM em relação à moradia, sem feições visíveis na imagem de satélite.

Foto mostrando as cicatrizes dos deslizamentos e o fluxo de detritos.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Boa Esperança		**Código:** (QI-10) MM-10
UTM E WGS84: 317150	**UTM N WGS84:** 7169955	**Cota:** 460	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 02/06/14 (RF, DF)
UTM E Sad69: 317199	**UTM N Sad69:** 7169999			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Retilínea em planta e convexo-côncava em perfil, com desnível de 40 m e declividade média de 47% (25^{o}), sem vales encaixados ou escarpas na área.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Sem drenagem no local.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Área pouco desmatada, exceto em torno da residência, com mata nativa ou secundária de médio a grande porte nas encostas da área.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-3 m	Colúvio	Apenas registrada a espessura, sem outros dados.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Grande deslizamento translacional com corrida de detritos em rampa de média declividade que atingiu a parte de trás da residência do proprietário. Essa rampa é constituída por colúvio que possui espessura em torno de 3 m. Muito detritos ainda estão soltos a meia encosta.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E [(1)]	UTM N [(1)]	Cota[(2)]	Descrição
QI-10	317150	7169955	460	Localização da moradia ao final da zona de deposição do MGM
				[(1)] WGS84 [(2)] Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM						
Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas		
Pisos						
Paredes						
Tetos						
Esquadrias						
Muros						
Postes						

Taludes e aterros	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	**Diagnóstico** O bloco de rocha que aparece no ponto de rompimento do solo na encosta, sugere que o colúvio saturado possa ter se movimentado sobre um derrame basáltico com mergulho subparalelo à encosta devido ao corte da rampa feito atrás da casa. O corte para a construção da casa desestabilizou a encosta. **Prognóstico** Há risco iminente dos detritos deslocados que se encontram na meia encosta possam ainda atingir a residência. A área deve ser considerada de desastre. **Recomendações à COMDEC** Interditar em definitivo a residência. Toda a encosta em volta da casa é considerada de alto risco aos deslizamentos e corrida de detritos, o que é sugerido ao proprietário construir em outro local .

Imagens e fotos de campo

Imagem de satélite sem feições do MGM visíveis.

Deslizamento provocado por corte em encosta com colúvio.

Laje de pedra indicando que colúvio saturado pode ter deslizado no contato com basalto.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Nova Itália		**Código:** (QI-11) MM-11
UTM E WGS84: 296350	**UTM N WGS84:** 7196655	**Cota:** 488	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 03/07/14 (RF, DF)
UTM E Sad69: 296399	**UTM N Sad69:** 7196699			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Rampa ampla com aproximadamente 300 m de comprimento e inclinação de mais ou menos 20°.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio de médio porte corre cerca de 400 m a N do local vistoriado e 100 m abaixo na altitude.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatamento generalizado com bosques, linhas de árvores e árvores isoladas ao longo do rio e no entorno das áreas cultivadas.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem registros, exceto ocorrência de colúvio sobre solo residual.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Da parte inferior da rampa até a meia encosta encontram-se feixes de trincas paralelas em forma de semicírculo ou anfiteatro. Esse semicírculo possui aproximadamente 200 m de diâmetro e a trinca principal possui um abatimento (deslocamento vertical) de 30 cm e abertura horizontal de 15cms. As demais trincas apresentam deslocamento horizontal de menos de 1 cm. Na base da rampa, a 100 m da trinca principal encontra-se a residência do Sr. José Luiz. No corte em que a casa foi erguida, escorre muita água no contato do solo residual com colúvio.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-11	296350	7196655	488	Local das trincas vistoriadas
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
	Pisos					
	Paredes					
	Tetos					
	Esquadrias					
	Muros					
	Postes					

Taludes e aterros			
	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	**Diagnóstico** Em função da diferença da permeabilidade entre o material inconsolidado (colúvio/solo residual) onde, o colúvio é mais permeável, desenvolve-se um acúmulo de água que faz com que esse colúvio perca a coesão e possivelmente deslize sobre o solo residual. **Prognóstico** Não há risco iminente de corrida de detritos que vá atingir a residência acima citada, no entanto deve ser considerada de Área de Risco. **Recomendações à COMDEC** Conforme foi recomendado ao Coordenador da COMDEC durante a vistoria, que em épocas de chuvas intensas os moradores devem abandonar a residência. Sempre que houver chuvas em qualquer quantidade, esses moradores devem ficar atentos a abertura e/ou deslocamento vertical das trincas ou o aparecimento de novas.

Imagens e fotos de campo

Imagem de satélite com localização das trincas e da residência.

Residência a jusante da trinca principal, local de onde foi tirada a foto.

Trinca principal do conjunto com rejeito vertical de 0,3 m.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Alta Floresta		**Código:** (QI-12) MM-12
UTM E WGS84: 303200	**UTM N WGS84:** 7191485	**Cota:** 604	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 03/07/14 (RF, DF)
UTM E Sad69: 303249	**UTM N Sad69:** 7191529			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Relevo suavemente ondulado, com desníveis de 20-30 m e declividade < 20^{o}, estimados em imagens de satélite, sem escarpas ou vales encaixados. O MGM teve origem em local de alta declividade.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio de pequeno porte cerca de 200 m a jusante do MGM.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatamento generalizado para desenvolvimento de agricultura, com remanescentes localizados de mata secundária de pequeno a médio porte.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
0-3 m	Colúvio	Colúvio com mais de 3 m de espessura, sem detalhes.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Grande deslizamento translacional de terra e rocha em escarpa de alta declividade (45^{0}) que formou uma corrida de detritos que se espalhou em aproximadamente 10.000 m^{2} no dia 8/6/14 às 13:00 horas. A força dessa corrida foi de grande energia, pois os detritos atravessaram o vale por 200 m, passando por um rio, e pararam alguns metros acima da escarpa do morro adjacente. Na parte superior da escarpa formada pelo deslizamento encontra-se grandes trincas abertas com rejeitos verticais em forma escalonada. Esse deslizamento e trincas ocorreram a aproximadamente 100 m da residência do Sr. Miroslau. O material inconsolidado é um colúvio que possui mais de três metros na sua parte mais espessa.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E [(1)]	UTM N [(1)]	Cota[(2)]	Descrição
QI-12	303200	7191485	604	Cabeceira do MGM
				[(1)] WGS84 [(2)] Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
	Pisos					
	Paredes					
	Tetos					
	Esquadrias					
	Muros					
	Postes					

Taludes e aterros			
	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	**Diagnóstico** A ruptura de solo e rocha em escarpa de alta declividade tem difícil explicação, pode ter acontecido devido à pouca espessura do colúvio, principalmente na parte mais elevada, e que a parte superior da rocha (contato colúvio rocha) esteja muito fraturada, formando pequenos blocos mais ou menos de mesmas dimensões. Com o rompimento do colúvio devido à saturação, o deslizamento se deu nesse contato, arrastando também a parte superior da rocha. **Prognóstico** Não há risco iminente para residência do Sr. Miroslau Segunda. **Recomendações à COMDEC** Conforme foi recomendado ao Coordenador da COMDEC, e do Proprietário durante a vistoria, os moradores não precisam abandonar a residência durante períodos de chuva, mas devem ficar atentos com aparecimento de novas trincas principalmente se ocorrerem em direção à residência. Recomenda-se considerar como Área de Atenção.

Imagens e fotos de campo

Localização do MGM QI-12, sem feições visíveis em imagem de satélite.

Fendas de tração abertas e escalonadas acima da escarpa principal do MGM.

Espalhamento de detritos na zona de deposição do MGM, vendo-se ao fundo depósito formado na margem oposta do riacho.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Lajeado Gaúcho		**Código:** (QI-13) MM-13
UTM E WGS84: 304200	**UTM N WGS84:** 7191485	**Cota:** 564	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 03/07/14 (RF, DF)
UTM E Sad69: 304249	**UTM N Sad69:** 7191530			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Terreno suavemente ondulado com desníveis de até 40-50 m, sem vales encaixados. Escarpa de pequena altura no alto da encosta afetada pelo MGM.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Sem drenagem no local.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Área extensamente cultivada, com mata nativa ou secundária preservada ao longo do rio.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem descrição de perfil de solo.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Deslizamento translacional que iniciou em uma encosta escarpada de alta declividade, com corrida de detritos que percorreu uma rampa de media declividade, por mais de 200 m de distância. Interrompeu estrada rural, chegando até a casa do Sr. Abel Tuminski que situava abaixo dessa estrada. O material inconsolidado é colúvio que apresenta espessura em torno de 3 m. Há muito material detrítico solto na margem alta da estrada.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-13	304200	7191485	564	Escarpa do MGM
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
Estruturas					
Pisos					
Paredes					
Tetos					
Esquadrias					
Muros					
Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	**Diagnóstico** A alta declividade associada ao material inconsolidado (colúvio) que possui alta permeabilidade, portanto de fácil saturação, faz com que a superfície de ruptura normalmente coincida com a interface solo/rocha. Esta situação parece padrão para a região. **Prognóstico** Toda a encosta deve ser considerada de alto risco a deslizamentos e corrida de detritos. **Recomendações à COMDEC** Permitir a desobstrução da estrada rural para permitir o tráfego na região. Retirar o máximo possível dos detritos na margem elevada da estrada para evitar que em qualquer chuva haja o deslocamento desse material interrompendo-a novamente. A estrada devera ser interrompida cada vez que houver previsão de precipitação pluviométrica alta (acima de 100 mm/24 h). Estudar um novo traçado ou medidas de estabilização de talude. Não é recomendável a construção de moradias tanto na encosta como no sopé.

Imagens e fotos de campo

Vista oblíqua em imagem de satélite do local, sem feições visíveis de MGM.

Zona de deposição dos detritos, acima da estrada, com escarpa principal em segundo plano.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Assentamento Celso Furtado		**Código:** (QI-14) MM-14
UTM E WGS84: 318834	**UTM N WGS84:** 7178891	**Cota:** 613	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 03/07/14 (EA)
UTM E Sad69: 318883	**UTM N Sad69:** 7178935			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Relevo suavemente ondulado com escarpa de pequena altura (< 3 m) no topo da encosta vistoriada.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio de pequeno porte passa na base da encosta, abaixo da estrada vicinal e das residências.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatamento generalizado para desenvolvimento de agricultura, com mata secundária preservada apenas no topo do relevo.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço, sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem descrição do perfil de solo.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Na encosta a montante da residência do Sr. Lemos, até uma distância de aproximadamente 200 m, três níveis de fendas abertas com abatimento de blocos formaram-se sobre um terraço natural de basalto. O nível mais elevado coincide com a base da escarpa superior da encosta, com declividade de aproximadamente 40^{o}, onde uma fenda com abertura de até 0,4 m e abatimento de até 0,6 m estende-se ao longo da curva de nível por mais ou menos 150 m. O material rompido é colúvio fino, com poucos blocos de basalto com diâmetros de até 0,2 m. Cerca de 100 m a sul da residência, no mesmo nível das primeiras fendas e com surgências de água associadas, o solo rompeu parcialmente e gerou um deslizamento incipiente, isto é, que gerou pequeno volume de blocos e argila rolados sobre o terreno. Este processo ocorre no eixo de uma concavidade suave da encosta, que não chega a caracterizar um fundo de vale, mas que funciona como uma zona preferencial para a concentração de água de superfície e do subsolo. O segundo nível de fraturamento do solo recorta o terraço de basalto mais ou menos no meio, também ao longo da curva de nível. A abertura das trincas e o abatimento são de até 0,2 m. A declividade do terraço é de mais ou menos 15^{o}. O nível inferior de ruptura do solo aparece na borda do terraço, com trincas abertas e surgências de água em forma de "panelas" com diâmetros de até 0,4 cm e profundidade de até 0,5 m. A declividade abaixo do terraço é de aproximadamente 25^{o}.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-14	318834	7178891	613	Zona das fendas mais elevadas na encosta
				(1) WGS84 (2) Google Earth

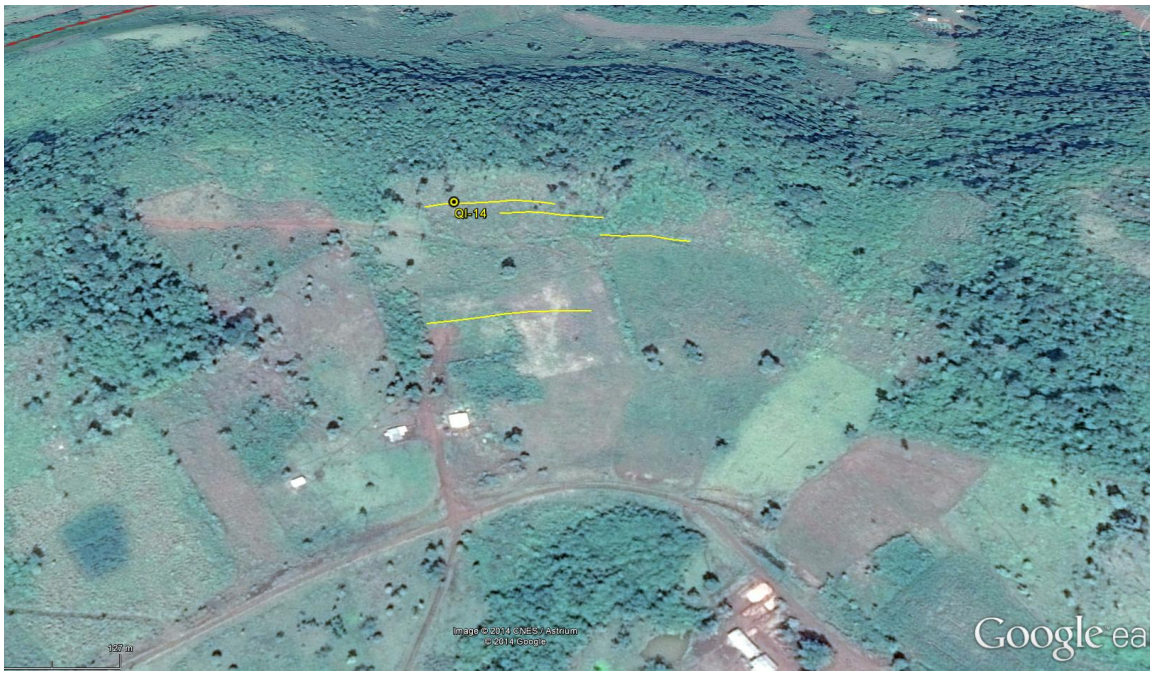
Ocupação antrópica										
Posição em relação ao MGM	Posição relativa									
	Distância mínima									
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE			
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira					
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo					
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial					
	Comercial		Escola		Outros					

Danos associados a MGM	Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
	Pisos					
	Paredes					
	Tetos					
	Esquadrias					
	Muros					
	Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (°)	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	**Diagnóstico** Deslizamento planar incipiente em zona de surgências de água, no contato de dois derrames (camadas) de basalto, onde a permeabilidade é maior e a concavidade do terreno favorece a concentração de água. A ruptura da encosta estende-se ao longo das curvas de nível, a montante da residência, e caracteriza Área de Risco. **Prognóstico** A instabilidade da encosta é evidente e, à semelhança do que ocorre em muitos locais da região, tende a aumentar com eventos repetidos de chuvas intensas. A declividade baixa a moderada, abaixo do primeiro nível de trincas, não diminui o grau de risco para os moradores, uma vez que a movimentação do terreno na região, nos últimos anos, tem provocado danos severos às propriedades em quaisquer classes de declividade e desnível do relevo. **Recomendações** Foi recomendado ao proprietário instalar estacas horizontais e verticais para controle de abertura e abatimento nas fendas maiores, anotar diariamente os deslocamentos que ocorram e comunicar à COMDEC os resultados. Havendo confirmação de movimentação do terreno, a COMDEC comunicará à MINEROPAR para avaliação da necessidade de nova vistoria. Recomenda-se considerar a propriedade como Área de Risco.

Imagens e fotos de campo



Vista oblíqua em imagem de satélite com posição aproximada das fendas.

Fenda aberta com rejeito de 0,4 m no nível superior de fraturamento da encosta.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Comunidade Nova União		**Código:** (QI-15) MM-15
UTM E WGS84: 318751	**UTM N WGS84:** 7182884	**Cota:** 606	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 03/07/14 (EA)
UTM E Sad69: 318800	**UTM N Sad69:** 7182928			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Encosta convexa suave em planta e retilínea em perfil, com desnível de 40 m e declividade de 20% (± 12^{o}), sem vales encaixados e com pequena escarpa no topo (< 3 m).
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Rio de pequeno porte passa na base da encosta.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatamento generalizado, com pequenos trechos de mata secundária preservados ao longo do rio e no topo do relevo.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Sem registros.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem descrição do perfil de solo.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Trinca aberta com abatimento de até 0,5 m acompanha por mais de 150 m a curva de nível na encosta superior, cerca de 200 m acima da residência, que fica abaixo da estrada vicinal. Cerca de 30 m abaixo, outra trinca com abertura de poucos centímetros e abatimento de 0,2 m é paralela à primeira e estende-se por menos de 50 m. Não houve desprendimento de solo ou blocos de rocha na encosta, por efeito da movimentação do terreno.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem registros.

Pontos	UTM E [1]	UTM N [1]	Cota[2]	Descrição
QI-15	318751	7182884	606	Zona de fendas no terreno
				[1] WGS84 [2] Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
Estruturas					
Pisos					
Paredes					
Tetos					
Esquadrias					
Muros					
Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	**Prognóstico** Considera-se baixa probabilidade de agravamento da instabilização da encosta e baixo risco de danos para a residência, mas a ocorrência de fendas abertas pode facilitar a infiltração de água da chuva e acentuar a ruptura do solo. **Recomendações** Foi recomendado aos moradores manter vigilância sobre a abertura das fendas, com a instalação de estacas verticais e horizontais nos blocos opostos, anotação das medidas e comunicar à COMDEC a eventual confirmação de deslocamentos. Foi recomendado também providenciar, dentro do possível, a transferência da moradia para o limite norte da propriedade, fora da zona com maior declividade da encosta e do eixo de possíveis movimentos de massa. Esta propriedade deve ser considerada como Área de Atenção.

Imagens e fotos de campo

Vista oblíqua em imagem de satélite, com indicação das fendas abertas no terreno.

Fenda aberta com rejeito de 0,5 m na encosta superior.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Assentamento Salto Osório		**Código:** (QI-16) MM-16
UTM E WGS84: 293623	**UTM N WGS84:** 7173186	**Cota:** 410	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 11/08/14 (EA)
UTM E Sad69: 293672	**UTM N Sad69:** 7173230			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Relevo ondulado suave com encostas retilíneas em planta e em perfil, com pequenas escarpas (± 3 m) no topo, sem vales encaixados no entorno.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Sem drenagem no local.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Extensivamente desmatado com bosques preservados no alto do relevo e em forma de matas ciliares ao longo das drenagens de pequeno porte, embora nenhuma no local.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Não foi observado.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem descrição de perfil de solo por falta de exposições.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Avalanche de blocos de pequeno volume e extensão, gerado por queda de blocos em pequena escarpa no topo da encosta. Classificação feita por falta de feições indicativas de fluxo, uma vez que o depósito resultante contém apenas blocos angulosos de basalto maciço com até 0,5 m de aresta. O MGM não envolveu solo.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Sem registros.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	A ocorrência de abundantes blocos angulosos de basalto maciço nas encostas da região indica a repetição periódica de eventos do mesmo tipo.

Pontos	UTM E (1)	UTM N (1)	Cota(2)	Descrição
QI-16	293623	7173186	410	final do depósito de blocos na base da encosta
				(1) WGS84 (2) Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa								
	Distância mínima								
Moradores/ocupantes	Adultos		Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria		Mista		Madeira				
	Pisos		Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial		Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
Estruturas					
Pisos					
Paredes					
Tetos					
Esquadrias					
Muros					
Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Altura máxima, bancadas	
		Inclinação (^{o})	
		Distância base - edificação	
		Muros: contenção, arrimo	
		Materiais escavados	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
	Aterros	Altura máxima	
		Distância topo - edificação	
		Muros de arrimo	
		Materiais de preenchimento	
		Grau de compactação	
		Erosão, desmoronamento, deformações	
Água e esgoto	Água empoçada		
	Drenagem superficial		
	Esgoto		
	Destino do esgoto		
	Vazamentos		

Observações	Aparentemente este processo é responsável pela formação dos campos de matacões nas encostas da região.

Imagens e fotos de campo

Vista oblíqua em imagem de satélite com limite aproximado da zona de deposição de blocos de basalto.

Zona de deposição da avalanche de blocos de basalto com blocos depositados em eventos anteriores.

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

INVENTÁRIO DE MOVIMENTO GRAVITACIONAL DE MASSA

Município: Quedas do Iguaçu		**Localidade:** Linha Fazendinha		**Código:** (QI-17) MM-17
UTM E WGS84: 294687	**UTM N WGS84:** 7190265	**Cota:** 538	**Data do evento:** 08/06/14	**Vistoria:** 09/08/14 (EA)
UTM E Sad69: 294736	**UTM N Sad69:** 7190309			

Elementos	Descrição
Encosta: forma, amplitude, extensão, declividade, escarpas, vales (amplitude, declividade de talvegue e encostas), posição do movimento de massa.	Relevo pouco acentuado com encostas de até 40 m de desnível e declividade de aproximadamente 15^{o}, sem vales encaixados ou escarpas pronunciadas.
Drenagem: tipo de canal, posição no relevo, largura, materiais das margens, alterações antrópicas.	Córrego passa na base da encosta, abaixo da residência afetada pelas fendas.
Vegetação: porte, tipo, densidade, estágio de crescimento, serrapilheira, alterações antrópicas.	Desmatado para agricultura com trechos de mata secundária de pequeno a médio porte no topo do relevo e ao longo da drenagem.
Litologia: classificação, textura, estrutura, intemperismo, resistência (juntas x alteração).	Basalto maciço sem especificações.
Saprólito: tipo, composição, espessura, passagem ao solo, descontinuidades físicas.	Não foi observado.

Prof.	Camadas	Perfil de solo: cor, composição, textura, estrutura, clastos, maturidade, classificação, descontinuidades
		Sem descrição de perfil de solo por falta de exposições.

MGM: geometria, largura, e altura da escarpa principal, direção, tipo e volume do material desmontado, causa aparente da ruptura, tipo de movimento, estágio de evolução (ativo, dormente, inativo, reativado).	Fendas abertas com até 10 cm de abertura e rejeito vertical, no terraço em torno da casa, que o morador informa não conter aterro, mas apenas terraplanagem. Acima da casa, dentro da mata, aparecem 2 fendas com abertura e rejeito pouco maior, em torno de 15 cm, em terreno de colúvio com blocos de basalto maciço em matriz argilosa. Classificação: deformação de encosta. Causa provável: mudança rápida do regime hidráulico da encosta e do terraço, durante enchente, podendo ter causado dilatação e contração do solo com desenvolvimento das rachaduras.
Feições associadas: fendas de tração, matacões instáveis, erosão linear, alterações na vegetação e na drenagem.	Fendas no terraço e na encosta.
MGM anteriores: feições, posição no relevo, histórico.	Sem feições indicativas de MGM anteriores.

Pontos	UTM E [(1)]	UTM N [(1)]	Cota[(2)]	Descrição
QI-17	294687	7190265	538	fendas na encosta
				[(1)] WGS84 [(2)] Google Earth

Ocupação antrópica									
Posição em relação ao MGM	Posição relativa	edificação envolvida por rede de fendas							
	Distância mínima	1 m							
Moradores/ocupantes	Adultos	2	Idosos		Crianças		PCNE		
Edificações na área de risco	Alvenaria	1	Mista		Madeira				
	Pisos	1	Área construída		Padrão construtivo				
Uso	Residencial	1	Industrial		Igreja, salão paroquial				
	Comercial		Escola		Outros				

Danos associados a MGM	Estruturas	Empenadas	Trincadas	Caídas	Inclinadas	
	Pisos		1			
	Paredes		2			
	Tetos		1			
	Esquadrias		2			
	Muros					
	Postes					

Taludes e aterros	Taludes	Edificação construída sobre desaterro com até 1 m de altura, com muro de alvenaria na frente.
	Aterros	Sem aterro no local.
Água e esgoto		Caixa d'água de 200 L não apresenta vazamentos.

Observações	Moradia está fora do possível eixo de deslocamento de eventuais deslizamentos associados à movimentação do terreno nas fendas da encosta.

Imagens e fotos de campo

Vista oblíqua em imagem de satélite com localização aproximada das fendas na encosta e eixo de possível deslizamento que ocorra associado a elas, por intensificação da deformação da encosta.

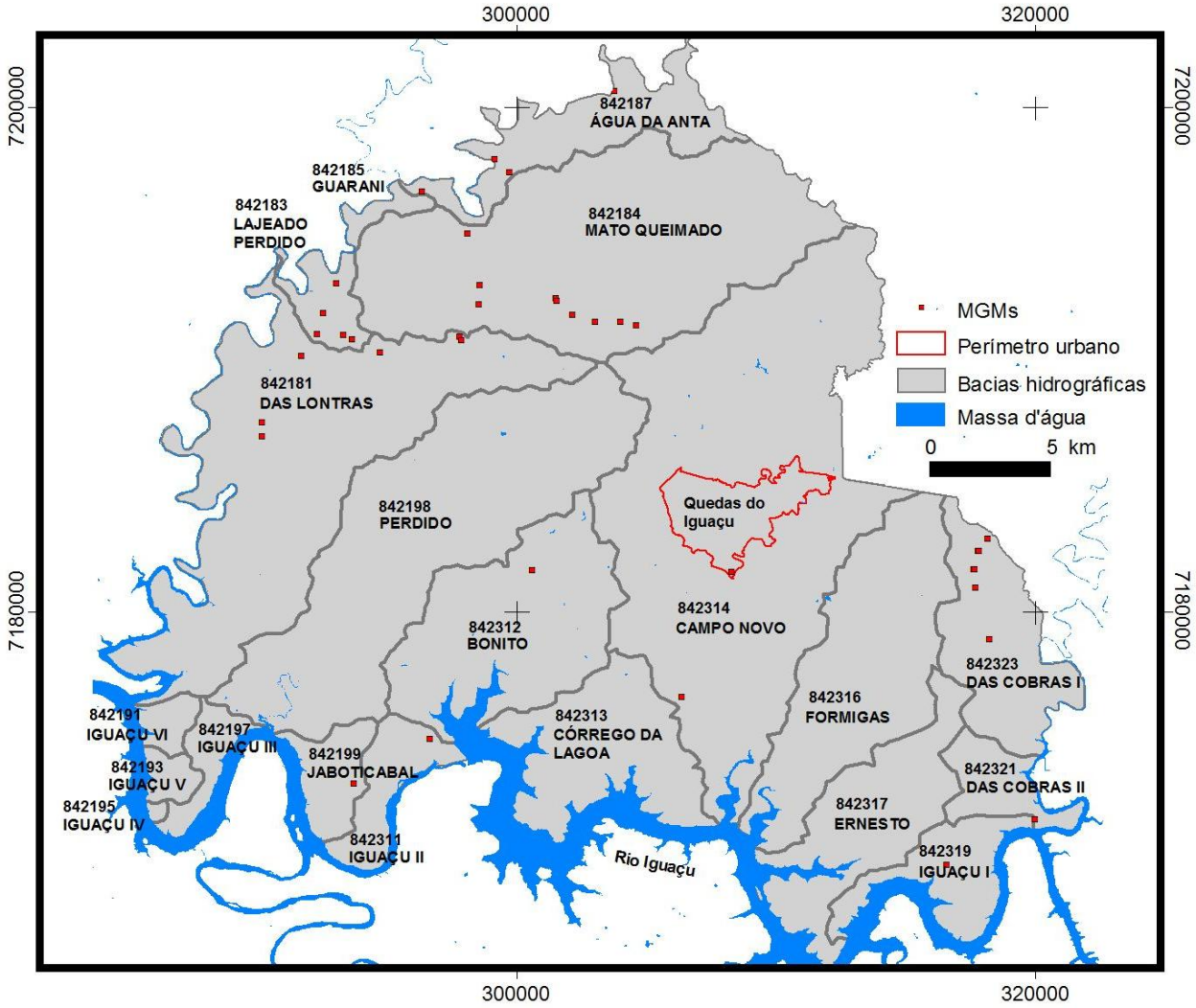
Fenda aberta no piso externo da casa por efeito de deformação no terreno.

Fenda aberta com pequeno rejeito vertical na encosta acima da casa.

Vista da encosta com inclinação que se afasta da moradia e reduz risco de danos por eventuais deslizamentos associados às fendas.

ANEXO 3. AVALIAÇÃO DA OCUPAÇÃO POR BACIA - MAPAS

ANEXO 3 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DE QUEDAS DO IGUAÇU SÍNTESE DA OCUPAÇÃO, SUSCETIBILIDADE A MGMs E INDICAÇÕES PARA DEFESA CIVIL

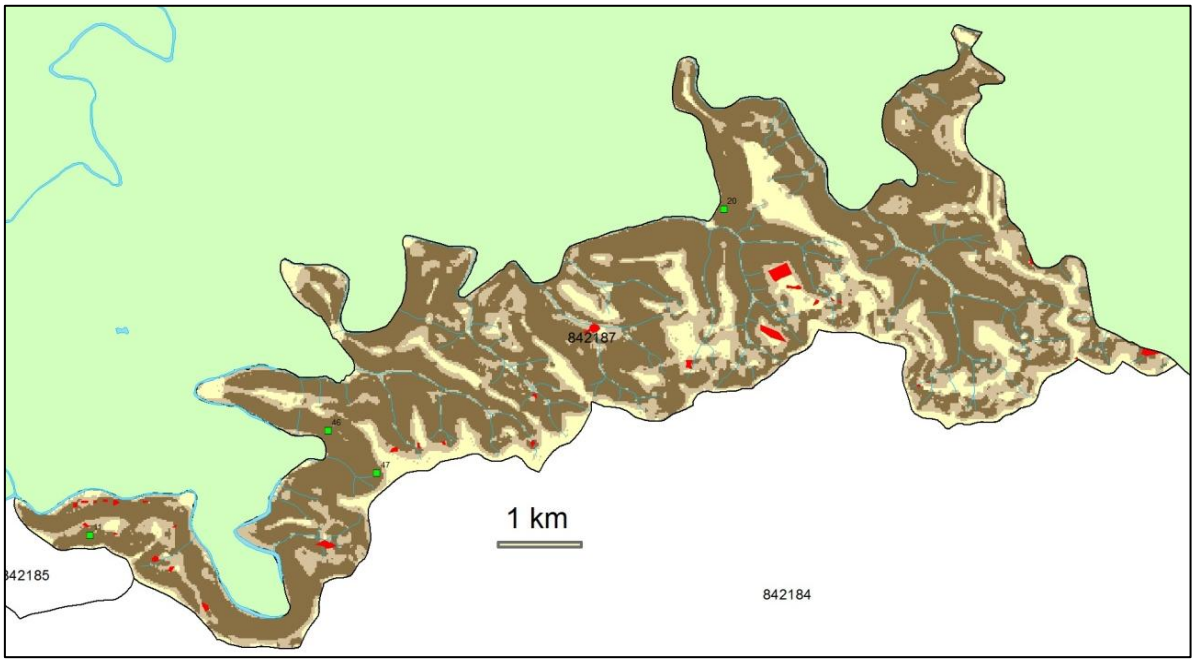


Bacias - Mapa de situação

BACIA DO RIO ÁGUA DA ANTA - CÓDIGO ANA 842187

ÁREA Km^2						28,84
DENSIDADE DE DRENAGEM						2,33
MGMs INVENTÁRIO 2014						4
PONTOS DE OCUPAÇÃO						32
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	61,48	MÉDIA	25,45	BAIXA	13,08

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842187



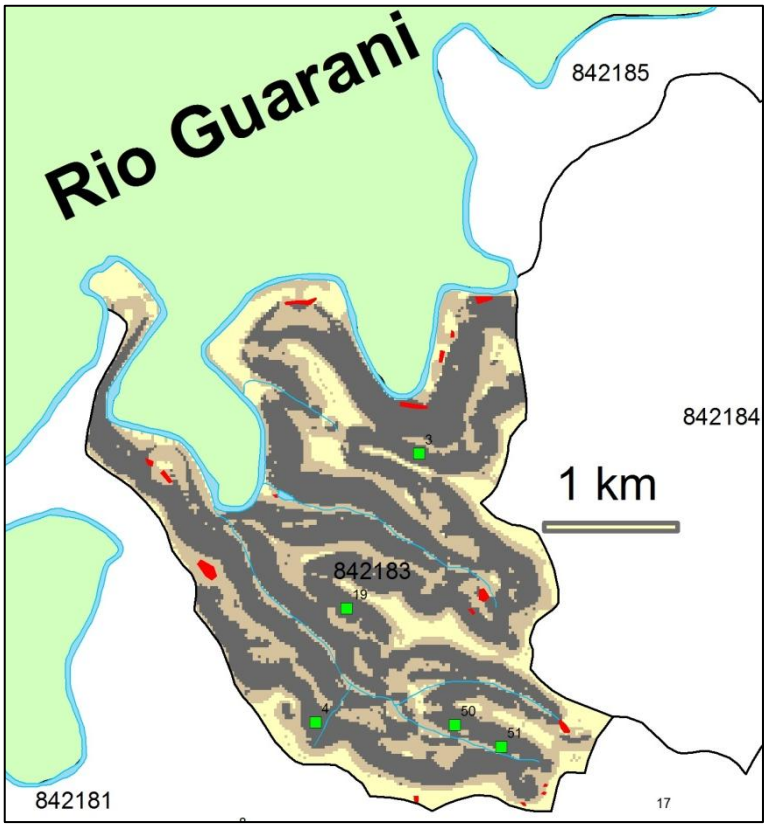
OBSERVAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE DEFESA CIVIL

Situada ao longo da margem esquerda do Rio Guarani, na parte norte do município, esta bacia registra 32 pontos dispersos de ocupação. As altitudes variam de cerca de 370 a 720 metros, das partes mais altas até o nível de base no rio Guarani, numa extensão que pode atingir mais de 3 km ao longo dos vales. Embora a ocupação seja pouco densa, há locais nas proximidades dos cursos d'água, ou em encostas com declividades altas à montante das residências, que devem ser considerados como áreas de atenção, em função do tipo de evento verificado em 2014, com fluxos de longo percurso e alto índice de destruição. A bacia tem grande parte de sua área (61,48%) classificada como de alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e registrou 4 MGMs em 2014.

BACIA DO RIO LAJEADO PERDIDO - CÓDIGO ANA 842183

ÁREA Km^2						9,01
DENSIDADE DE DRENAGEM						0,90
MGMs INVENTÁRIO 2014						5
SETORES DE OCUPAÇÃO						16
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	54,39	MÉDIA	30,07	BAIXA	15,53

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842183



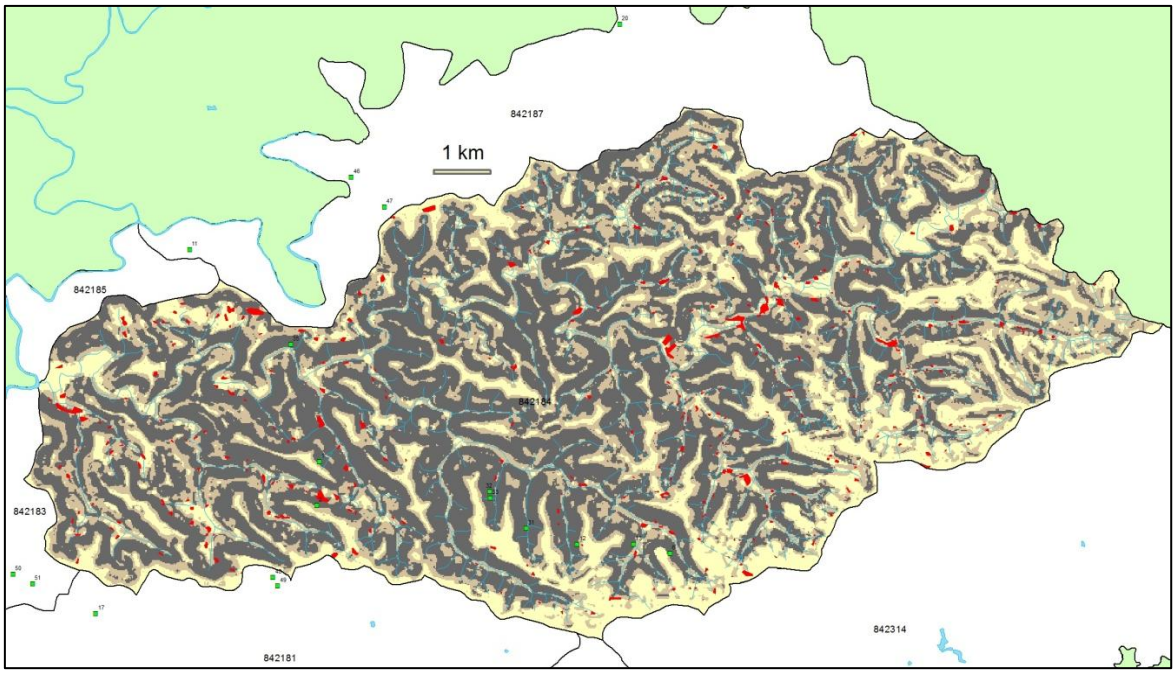
OBSERVAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de afluente à margem esquerda do Rio Guarani, registra 16 pontos de ocupação dispersos. Predominância de alta suscetibilidade a MGM (54,39% em área). A altitude varia de 360 a 580 metros dos pontos mais altos até o nível de base no rio Guarani (numa extensão que pode chegar a 3 km). Considerar como pontos de precaução as edificações mais próximas dos cursos d'água, em especial aquelas situadas nas cercanias do Rio Guarani que apresentam com encostas com declividades altas à montante dos locais ocupados. Esta bacia registrou 5 MGMs em 2014, inventariados pela MINEROPAR.

BACIA DO RIO MATO QUEIMADO - CÓDIGO ANA 842184

ÁREA Km^2						111,63
DENSIDADE DE DRENAGEM						2,52
MGMs INVENTÁRIO 2014						9
PONTOS DE OCUPAÇÃO						392
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	49,62	MÉDIA	31,21	BAIXA	19,17

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842184



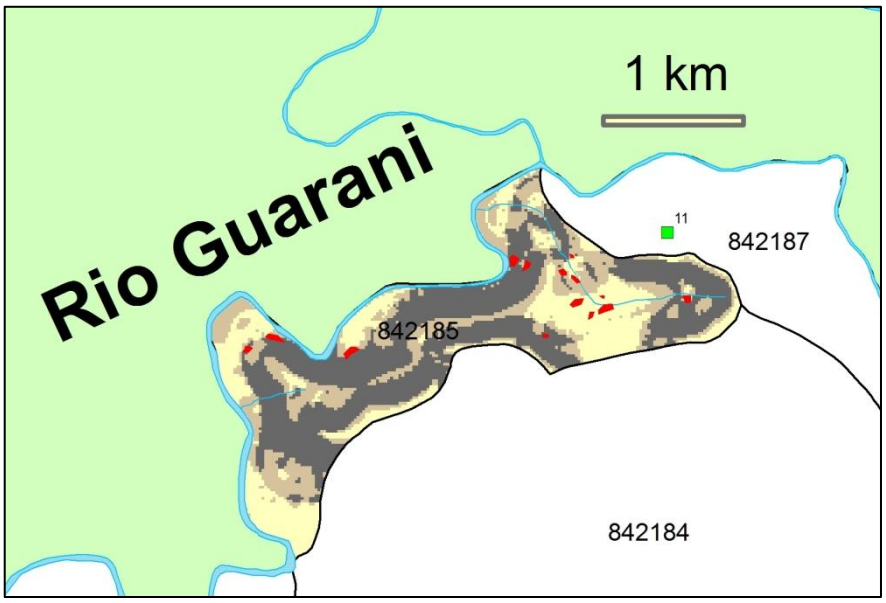
OBSERVAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE DEFESA CIVIL

É a maior bacia do setor norte, apresenta altitudes variando de 360 a 770 m, ao longo de mais de 20 km das cabeceiras até o nível de base no Rio Guarani. Apresenta 392 pontos de ocupação. Muitos locais precisam ser considerados para prevenção de novos eventos de movimentos de massa, pela localização de moradias e instalações rurais próximas a canais de drenagem, encostas de maior declividade a montante dos locais ocupados, desníveis acentuados com potencial para movimentos de fluxo com longa extensão. Em 2014, foram registrados 9 MGMs nesta bacia. Predominância de alta suscetibilidade a MGM (49,62% em área).

BACIA DO RIO GUARANI- CÓDIGO ANA 842185

ÁREA Km^2						3,43
DENSIDADE DE DRENAGEM						0,79
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						14
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	45,42	MÉDIA	27,41	BAIXA	27,18

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842185



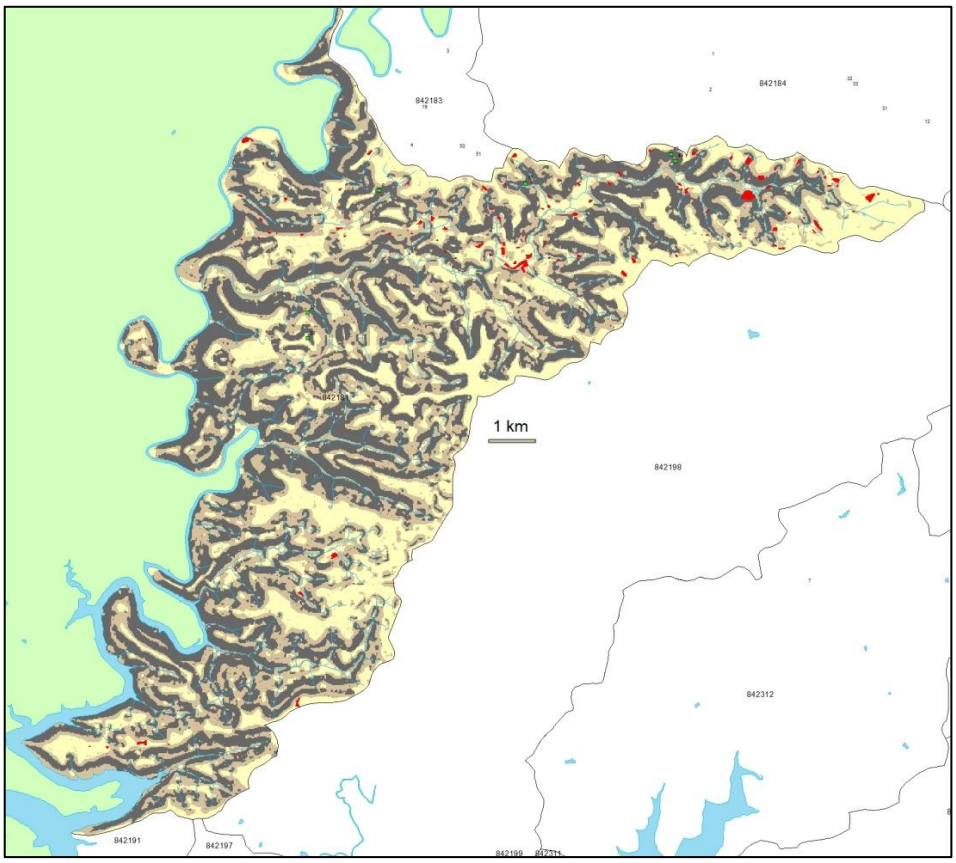
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Esta pequena bacia situa-se à margem esquerda do rio Guarani, registra 14 pontos de ocupação dispersos. A altitude varia de 360 a 540 metros dos pontos mais elevados até o nível de base, junto ao rio Guarani (cerca de 1,6 km de extensão). Pontos de precaução são as edificações muito próximas dos cursos d'água, que apresentam muitas encostas com declividades altas à montante. A bacia não registrou MGMs inventariados pela MINEROPAR em 2014. Predominância de alta suscetibilidade a MGM (45,42% em área).

BACIA DO RIO DAS LONTRAS- CÓDIGO ANA 842181

ÁREA Km^2						105,87
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,63
MGMs INVENTÁRIO 2014						6
PONTOS DE OCUPAÇÃO						118
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	39,69	MÉDIA	34,21	BAIXA	26,10

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842181



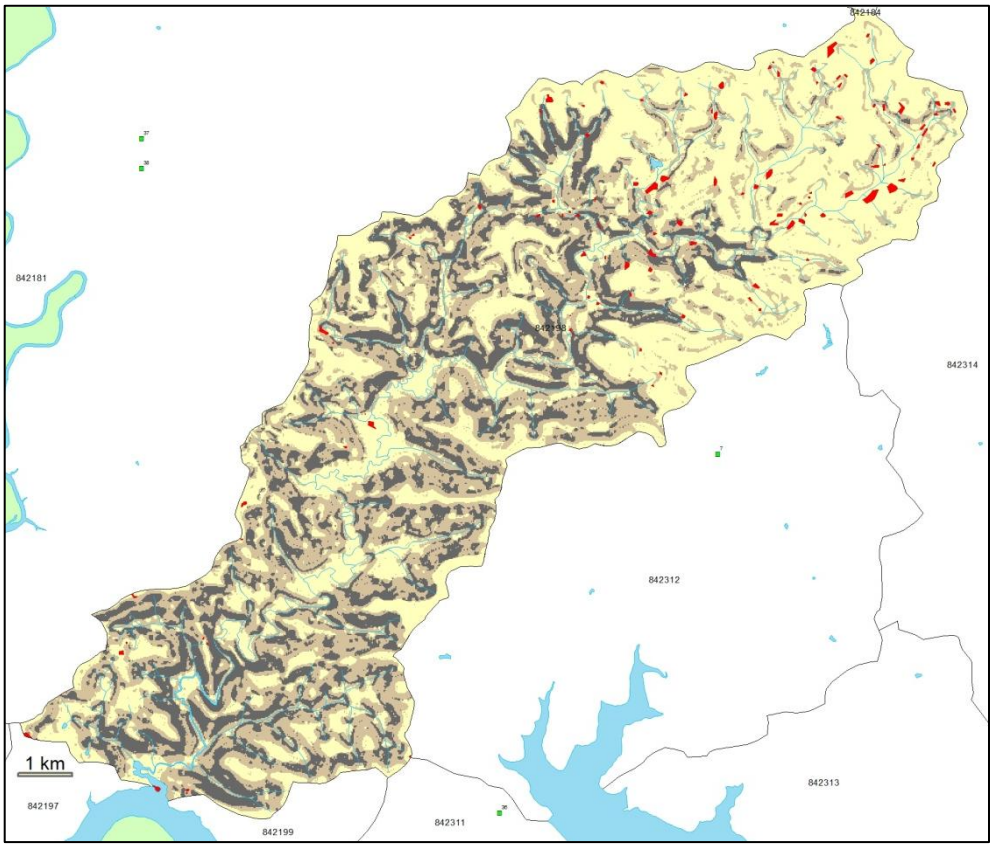
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia afluente da margem esquerda do Rio Guarani. Predominância de alta suscetibilidade a MGM (39,69% em área). Mostra ocupação mais concentrada (polígonos em vermelho) na porção norte, devido a reflorestamento que existe na parte intermediária. Registrados 6 MGMs e ao menos 118 locais com ocupação rural. Vários vales são indicados para ações preventivas, pela disposição das edificações em áreas com várias zonas de alta declividade e consequentemente alta suscetibilidade a movimentos de massa. Os desníveis variam de 300 a 680 m, no total da bacia. Localmente, vários setores mostram desníveis superiores a 100 - 150 m, com extensão de 500 a 1500 m. Mesmo edificações em zonas de declividades mais baixas deverão ser avaliadas, pela possibilidade de serem atingidas por fluxos de massa, em função das diferenças de altitude, como se verificou em 2014.

BACIA DO RIO PERDIDO- CÓDIGO ANA 842198

ÁREA Km^2						97,05
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,72
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						121
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	20,64	MÉDIA	35,50	BAIXA	43,86

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842198



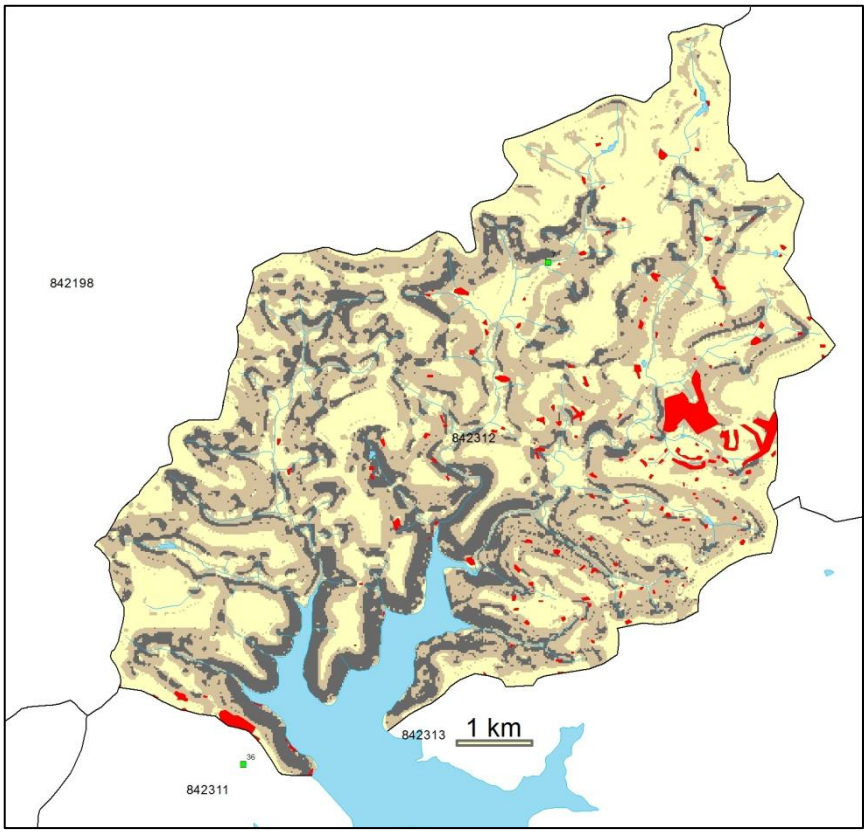
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de grande extensão situada à margem direita do Rio Iguaçu, com ocupação predominantemente na porção norte (121 pontos, no total). As altitudes variam de cerca de 330 a 680 m, ao longo de mais de 25 km de extensão nos vales. Suscetibilidade baixa predominante a movimentos de massa (43,86% em área) e sem registro de MGMs em 2014. Mesmo considerando a predominância da mais baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, devem ser avaliados os locais onde há registro de edificações nas proximidades dos cursos d'água.

BACIA DO RIO BONITO- CÓDIGO ANA 842312

ÁREA Km^2						54,72
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,56
MGMs INVENTÁRIO 2014						1
PONTOS DE OCUPAÇÃO						163
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	17,45	MÉDIA	40,51	BAIXA	42,04

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842312



OBSERVAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de extensão média situada à margem direita do Rio Iguaçu, com ocupação esparsa (163 locais registrados). As altitudes variam de cerca de 390 a 660 m, e a extensão desde as maiores altitudes até o lago da represa de Salto Osório atinge até 11 km. Suscetibilidade baixa predominante a movimentos de massa (42,04% em área) e um registro de MGM em 2014. Mesmo considerando a predominância da mais baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, devem ser avaliados os locais onde há registro de edificações nas proximidades dos cursos d'água.

BACIA DO RIO CAMPO NOVO - CÓDIGO ANA 842314

ÁREA Km^2						160,49
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,88
MGMs INVENTÁRIO 2014						2
SETORES DE OCUPAÇÃO			Perímetro urbano e mais 435 setores			
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	8,00	MÉDIA	25,80	BAIXA	66,21

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842314

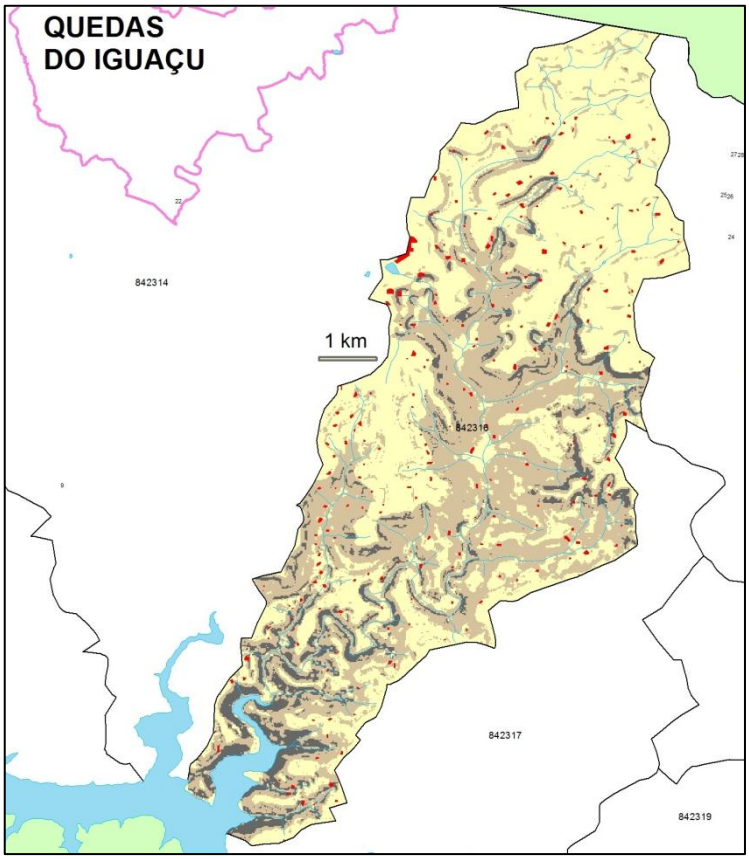
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de grande extensão situada à margem direita do Rio Iguaçu, contém o perímetro urbano de Quedas do Iguaçu (prossegue no município vizinho, não avaliado). A ocupação rural é esparsa, registrada em 435 locais. A região apresentou dois MGMs em junho de 2014, mas mostra uma suscetibilidade predominantemente baixa (cerca de 2/3 do território). Isso é facilmente constatado *in loco*, pela topografia suavizada, que caracteriza esse compartimento, que foi preferencialmente ocupado pela urbanização e agricultura extensiva. A dimensão maior da bacia, no município, chega a cerca de 25 km até a desembocadura na represa de Salto Osório. As altitudes variam de 390 a 720 m na porção norte, no lago, no limite de Quedas.

BACIA DO RIO FORMIGAS - CÓDIGO ANA 842316

ÁREA Km^2						56,92
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,71
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						248
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	8,46	MÉDIA	40,02	BAIXA	51,52

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842316



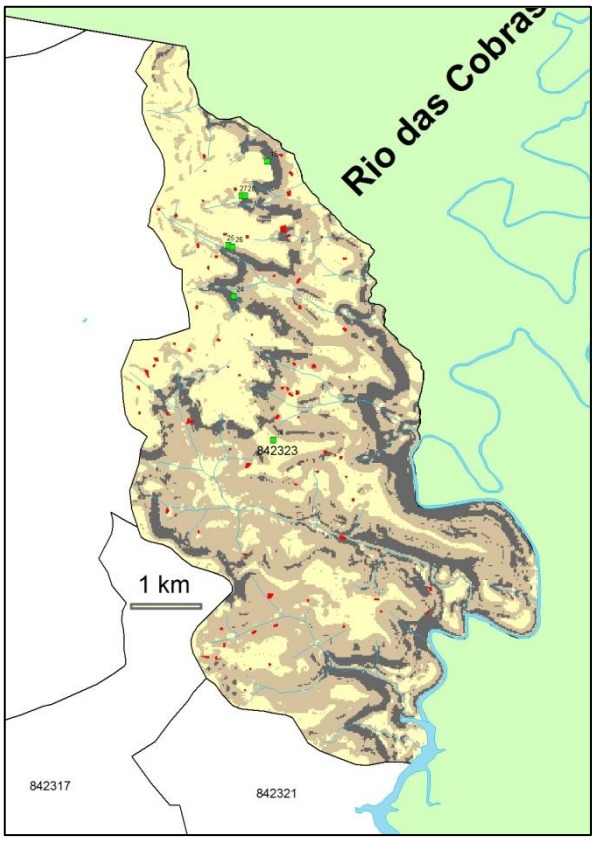
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia extensa situada à margem direita do rio Iguaçu, com ocupação esparsa em 248 locais. As altitudes variam de cerca de 390 a 700 m, ao longo de mais de 15 km de extensão na dimensão maior, até a desembocadura no lago de Salto Osório. A suscetibilidade é predominantemente baixa a movimentos de massa (51,52% em área) e sem registro de MGMs em 2014. Mesmo considerando a predominância da mais baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, devem ser avaliados os locais onde há registro de edificações nas proximidades dos cursos d'água.

BACIA DO RIO DAS COBRAS I - CÓDIGO ANA 842323

ÁREA Km^2						32,14
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,72
MGMs INVENTÁRIO 2014						7
PONTOS DE OCUPAÇÃO						81
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	16,42	MÉDIA	46,91	BAIXA	36,68

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842323



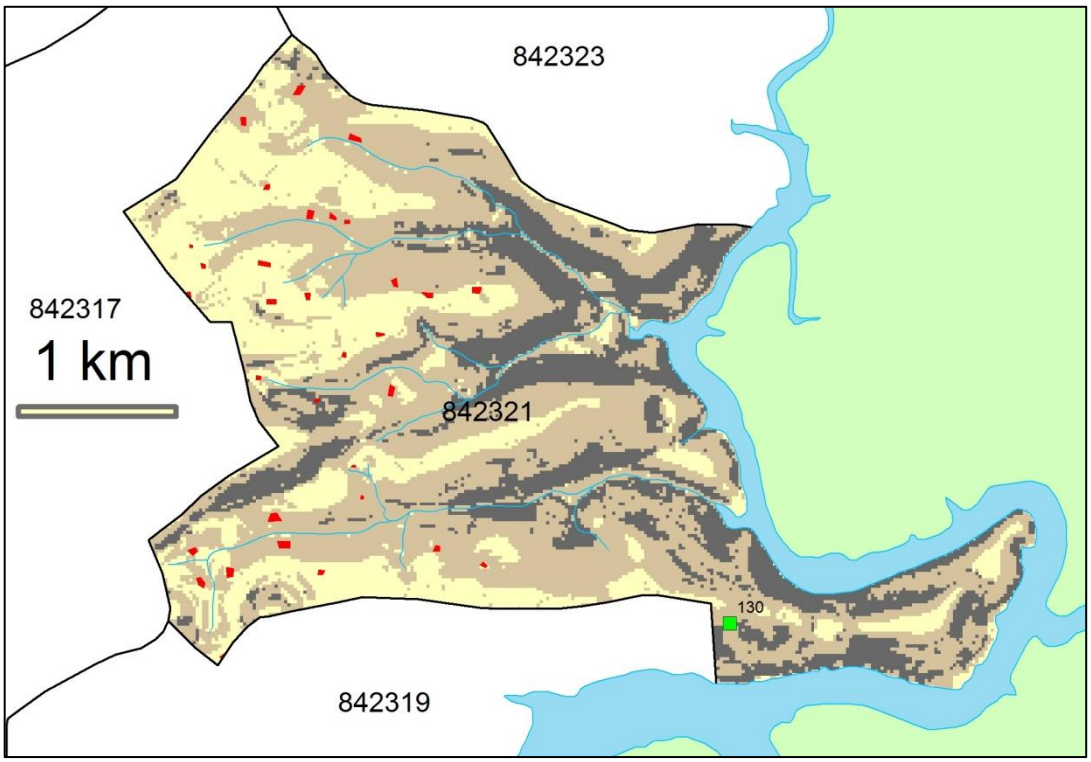
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de pequena extensão situada à margem direita do Rio das Cobras, com ocupação esparsa, registrada em 81 locais. Foram registrados 7 pontos com MGMs em 2014, o que representa uma das maiores quantidades, considerando as bacias de quedas do Iguaçu. Estes MGMs se associam a encostas escalonadas, situadas no flanco direito do vale do rio das Cobras, cujos patamares são sustentados por camadas de rochas basálticas. Apesar deste número de MGMs, predomina nesta bacia a suscetibilidade média. As maiores extensões chegam a 10 km, com altitudes variando de 390 a 700 m. A Defesa Civil deverá considerar as encostas que registram movimentações, devendo ser avaliadas as edificações situadas nas proximidades, a jusante. A bacia prossegue no município vizinho, cujo setor não foi avaliado.

BACIA DO RIO DAS COBRAS II - CÓDIGO ANA 842321

ÁREA Km^2						11,76
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,33
MGMs INVENTÁRIO 2014						1
PONTOS DE OCUPAÇÃO						34
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	21,46	MÉDIA	51,77	BAIXA	26,77

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842321



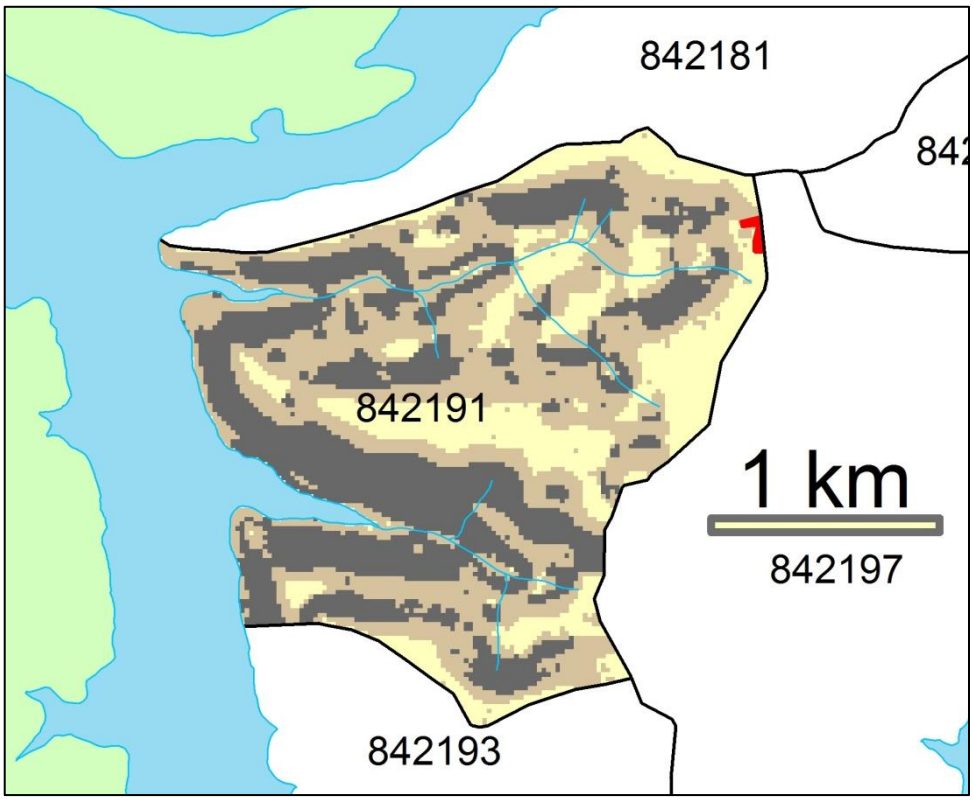
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de pequena extensão situada junto à à margem direita do Rio Iguaçu, na confluência com o rio das Cobras. A ocupação é esparsa, em 34 locais. As altitudes variam de 390 a 590 m, extensões da ordem de 3,5 km, ao longo dos vales mais longos. Registrado 1 MGM em 2014, com suscetibilidade média a MGMs predominando.

BACIA DO RIO IGUAÇU VI - CÓDIGO ANA 842191

ÁREA Km^2						4,81
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,16
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						1
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	35,88	MÉDIA	41,61	BAIXA	22,51

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842191



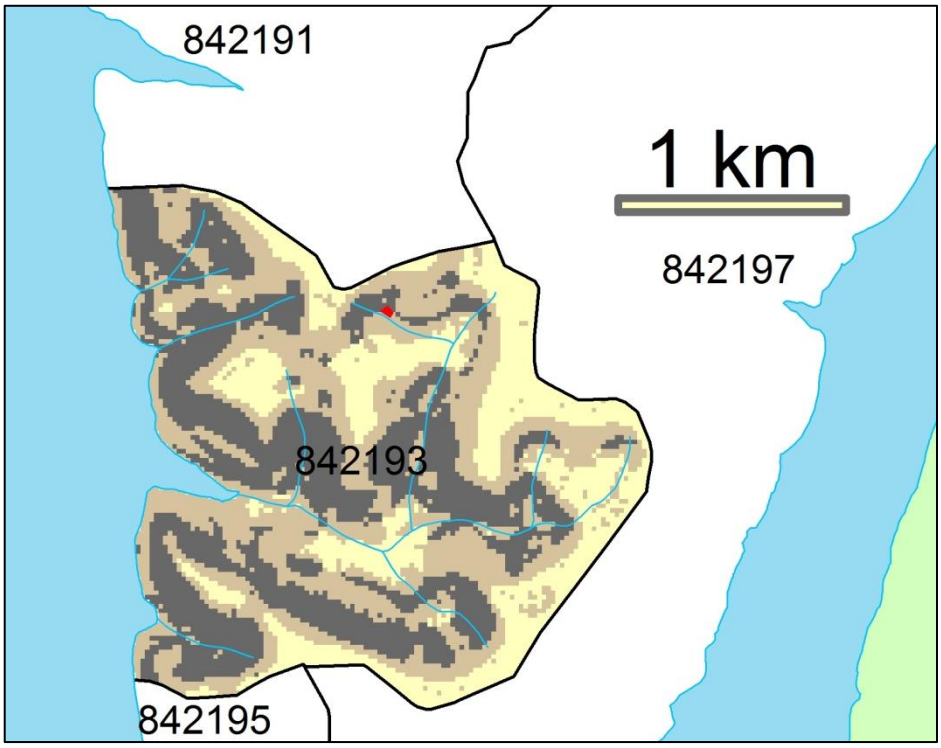
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia situada na margem direita do Rio Iguaçu, adjacente à foz do Rio Guarani. Apresenta apenas um ponto com ocupação, no limite com a bacia 842197. Não foram registrados MGMs em 2014, e apresenta suscetibilidade média predominante a movimentos de massa (41,61% em área). A diferença de altitude vai de 335 a 480 m, aproximadamente, numa extensão que varia de 900 a 2000 m ao longo dos vales.

BACIA DO RIO IGUAÇU V - CÓDIGO ANA 842193

ÁREA Km^2						4,46
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,64
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						1
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	35,87	MÉDIA	39,57	BAIXA	24,56

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842193



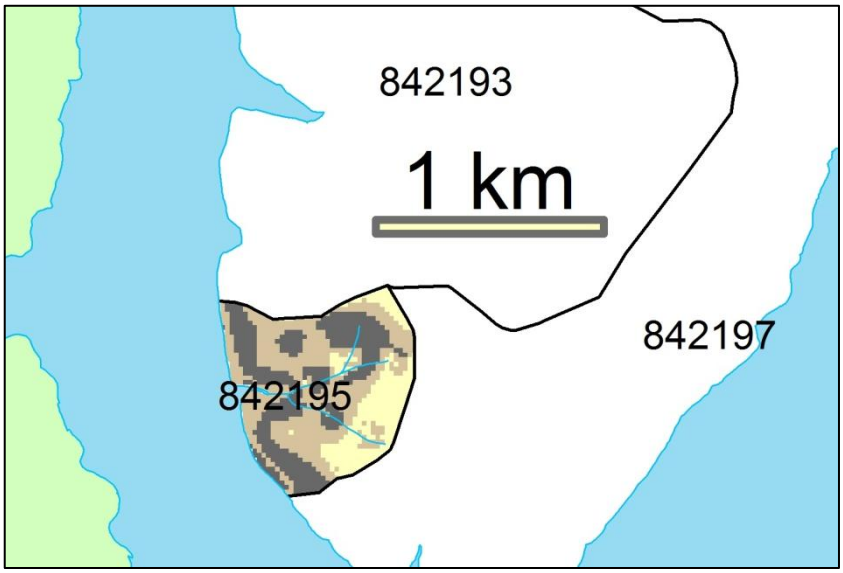
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Pequena bacia situada na margem direita do Rio Iguaçu. Apresenta apenas um ponto com ocupação. Não foram registrados MGMs em 2014, a suscetibilidade média é predominante a movimentos de massa (39,57% em área). A diferença de altitude vai de 330 a 430 m, aproximadamente, numa extensão que chega a 1.900 m ao longo dos vales.

BACIA DO RIO IGUAÇU IV - CÓDIGO ANA 842195

ÁREA Km^2						0,84
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,52
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						0
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	34,67	MÉDIA	45,16	BAIXA	20,17

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842195



OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Pequena bacia junto à margem direita do Rio Iguaçu. sem pontos de ocupação, e sem registro de MGMs em 2014. Suscetibilidade média predominante a movimentos de massa (45,16% em área). A diferença de altitude vai de 310 a 430 m, aproximadamente, numa extensão que chega a 800 m ao longo dos vales.

BACIA DO RIO IGUAÇU III - CÓDIGO ANA 842197

ÁREA Km^2						9,71
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,04
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						6
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	31,68	MÉDIA	45,35	BAIXA	22,97

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842197

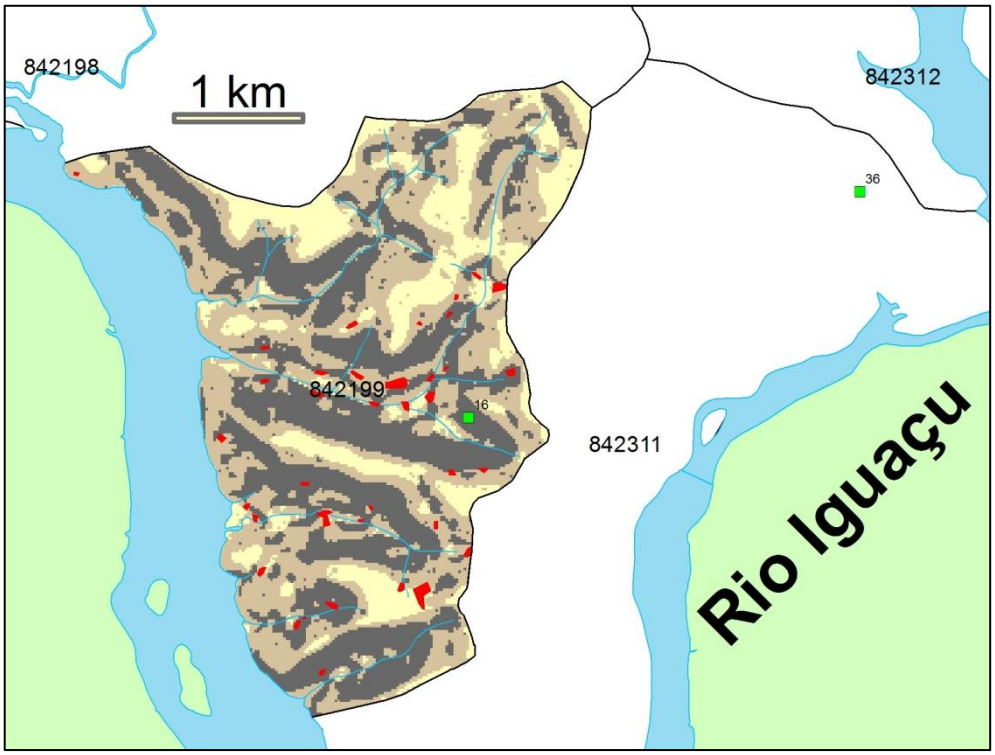
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia situada ao longo da margem direita do Rio Iguaçu, com poucos pontos de ocupação (6) e sem registro de MGMs em 2014. Suscetibilidade média predominante a movimentos de massa (45,35% em área). A diferença de altitude vai de 310 a 480 m, aproximadamente, numa extensão variando de 2.000 a 400 m, ao longo dos vales, das maiores altitudes até o Rio Iguaçu.

BACIA DO RIO JABOTICABAL - CÓDIGO ANA 842199

ÁREA Km^2						11,77
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,43
MGMs INVENTÁRIO 2014						1
PONTOS DE OCUPAÇÃO						39
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	39,08	MÉDIA	43,02	BAIXA	17,89

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842199



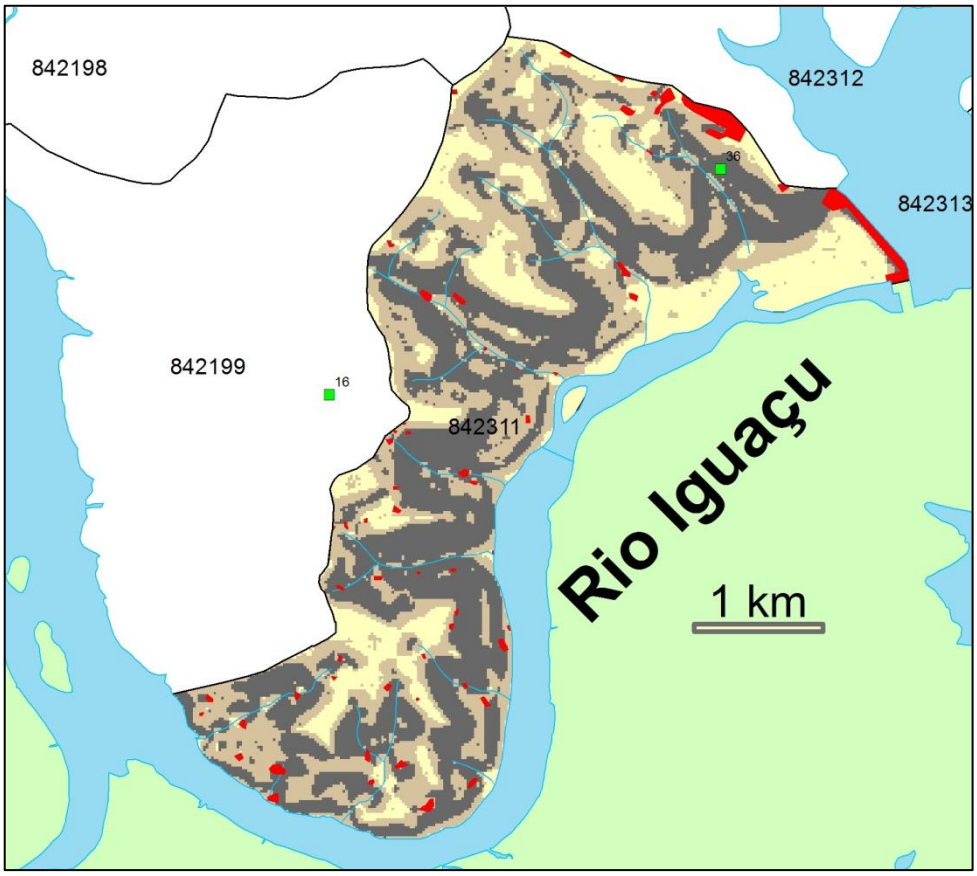
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de pequena extensão situada à margem direita do Rio Iguaçu, com pouca ocupação (39 pontos, no total). As altitudes variam de cerca de 335 a 545 m, com extensão de até 4,3 km. Suscetibilidade média predominante a movimentos de massa (43,02% em área) e com 1 registro de MGM em 2014. As edificações rurais assumem maior proximidade de cursos d'água em alguns pontos, o que deve ser objeto de atenção.

BACIA DO RIO IGUAÇU II - CÓDIGO ANA 842311

ÁREA Km^2						13,88
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,32
MGMs INVENTÁRIO 2014						1
PONTOS DE OCUPAÇÃO						61
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	42,42	MÉDIA	36,15	BAIXA	21,43

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842311



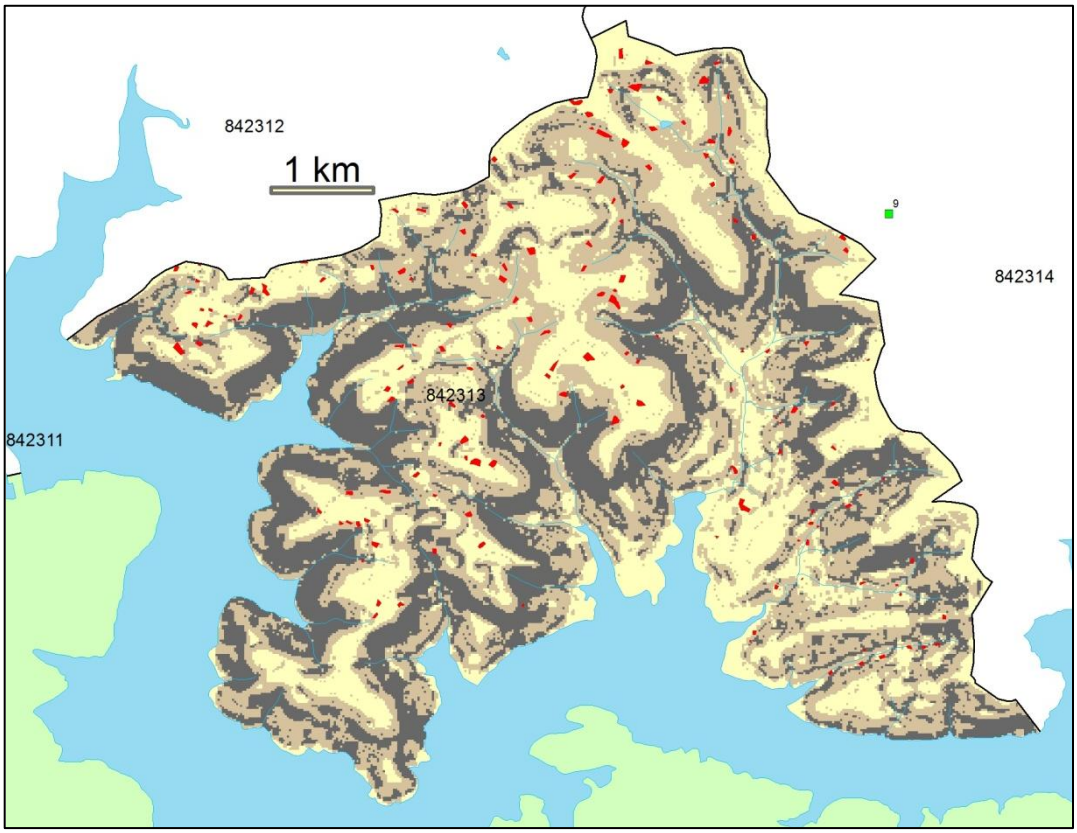
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de pequena extensão à margem direita do Rio Iguaçu, terminando na represa de Salto Osório. Ocupação esparsa, mostra altitudes variando de 330 a 523 m, extensão de até 3 km, das maiores altitudes até o Rio Iguaçu. Registro de 1 MGM em 2014. Predomina a suscetibilidade alta (42,42%) na bacia..

BACIA DO CÓRREGO DA LAGOA - CÓDIGO ANA 842313

ÁREA Km^2						45,30
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,06
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						156
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	30,06	MÉDIA	39,86	BAIXA	30,08

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842313



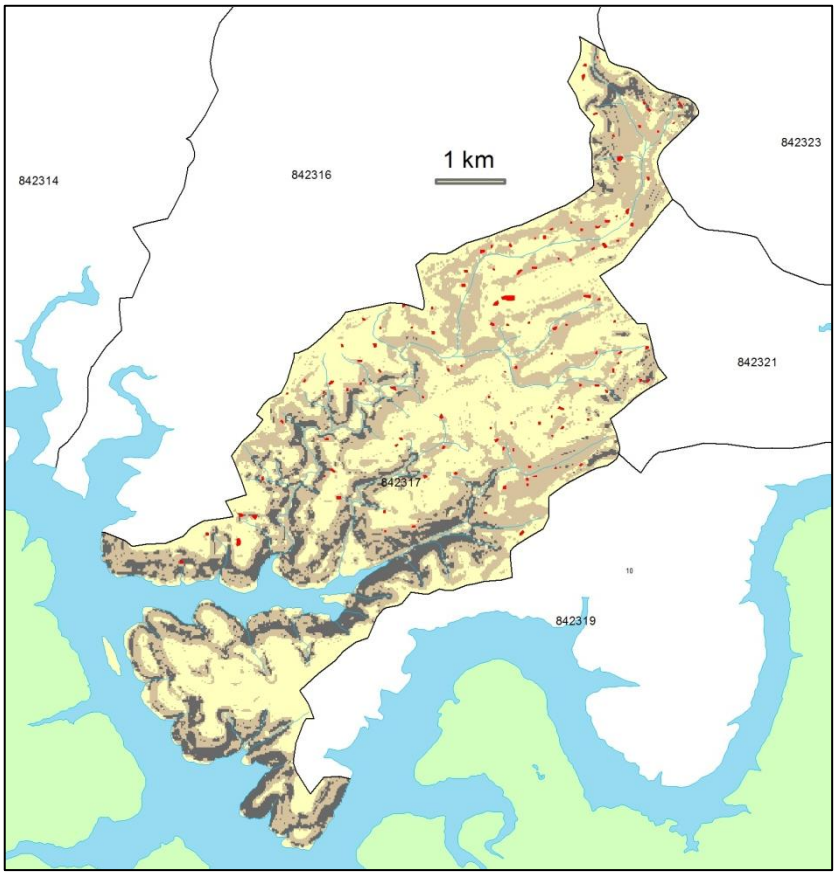
OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de extensão média situada à margem direita do Rio Iguaçu, junto ao lago da represa de Salto Osório. A ocupação é dispersa, registrada em 156 locais. Não foram detectados MGMs em 2014. A suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa é predominantemente média (39,86%). As maiores extensões atingem 5,7 km, com altitudes variando de 390 a 560 m (nível de base no lago, aproximadamente).

BACIA DO RIO DO ERNESTO - CÓDIGO ANA 842317

ÁREA Km^2						38,93
DENSIDADE DE DRENAGEM						1,34
MGMs INVENTÁRIO 2014						0
PONTOS DE OCUPAÇÃO						126
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	12,95	MÉDIA	39,97	BAIXA	47,09

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842317



OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia extensa situada à margem direita do Rio Iguaçu, com ocupação esparsa em 126 locais. As altitudes variam de cerca de 390 a 625 m, ao longo de mais de 12 km de extensão na dimensão maior, até a desembocadura no lago de Salto Osório. A suscetibilidade é predominantemente baixa a movimentos de massa (47,09% em área) e sem registro de MGMs em 2014. Devem ser avaliados os locais onde há registro de edificações nas proximidades dos cursos d'água.

BACIA DO RIO IGUAÇU I - CÓDIGO ANA 842319

ÁREA Km^2						21,21
DENSIDADE DE DRENAGEM						0,92
MGMs INVENTÁRIO 2014						1
PONTOS DE OCUPAÇÃO						22
SUSCETIBILIDADE MGMs %	ALTA	33,58	MÉDIA	44,54	BAIXA	21,88

SUSCETIBILIDADE A MGMs BACIA 842319

OBSERVAÇÕES PARA GESTÃO DE DEFESA CIVIL

Bacia de extensão média situada à margem direita do rio Iguaçu, ao longo do lago de Salto Osório. Ocupação esparsa, registrada em 22 locais. As altitudes variam de cerca de 390 a 590 m, ao longo de mais de 3 km de extensão nos vales. Suscetibilidade média predominante a movimentos de massa (44,54% em área) e registro de 1 MGMs em 2014.

ANEXO 4. MAPA DA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA EM QUEDAS DO IGUAÇU ESCALA 1:50.000

Articulação das cartas 1:50.000
Fonte: Paranacidade/Copel

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Convenções

- 01 — Movimento gravitacional de massa (inventário Mineropar - 2014)
- Rodovia
- Via secundária, acesso, arruamento
- 500 — Curva de nível mestra, cota (equidistância 20 m)
- Drenagem
- Bacias hidrográficas (classe 6 - Agência Nacional de Águas)
- Perímetro urbano Quedas do Iguaçu (IBGE, 2010)
- Limite municipal (ITCG, 2010)
- Massa d'água
- Edificação, ocupação rural

QUADRO/LEGENDA - SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Classe	Foto ilustrativa	Características predominantes	Área km²
ALTA		Relevo tabular, topos alongados, vertentes convexas e côncavo-convexas, vales em "V" e dissecação alta. Substrato de derrames de basalto, com abundantes brechas de fluxo; Predomínio de declividade > 25%; Curvatura < -0,08, zonas de convergência (concavidades). Solos residuais e transportados, colúvios grossos nas encostas.	209,87 (26,68%)
MÉDIA		Relevo suave a ondulado, topos alongados, vertentes convexas e côncavo-convexas, vales em "U" e dissecação média. Derrames de basalto, com brechas de fluxo subordinadas. Predomínio de declividades de 10 a 25%. Zona de curvatura em transição das encostas convergentes e divergentes. Solos residuais e transportados.	271,60 (34,40%)
BAIXA		Relevo suave, topos alongados, vertentes retilíneas, vales em "U" abertos e dissecação média. Substrato de derrames de basaltos maciços, com poucas brechas de fluxo. Declividades entre 0 e 10%, predomínio de zonas divergentes, convexas (curvatura > -0,08). Solos residuais e transportados.	306,24 (38,92%)

Obs.: As áreas em porcentagem não levam em conta os corpos d'água.

Nota: Documento elaborado para uso em planejamento e gestão de Defesa Civil, produzido pelo Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR, conforme a Programação de 2015 da Gerência de Geologia e Geotecnia. Esta carta apresenta informações relativas a processos perigosos do meio físico que podem resultar em movimentos gravitacionais de massa (rastejos, deslizamentos, fluxos de lama e detritos), que podem vir a causar acidentes com potencial de destruição de infraestrutura, patrimônios ou mesmo perdas de vidas. A classificação dos diferentes setores do município em classes de suscetibilidade aos movimentos gravitacionais de massa (baixa, média ou alta), foi baseada em um conjunto de fatores integrados, como o substrato rochoso (geologia), as declividades das encostas e a curvatura do relevo. As áreas indicadas pela classificação relativa (suscetibilidade baixa, média ou alta), refletem fatores predisponentes naturais à deflagração dos fenômenos de movimentação de encostas. Podem ocorrer áreas com classe distinta da indicada, no interior das zonas, pelas limitações da escala da base cartográfica utilizada. Tema gerado a partir das cartas topográficas 1:50.000, e no caso da geologia, a partir do mapa geológico da MINEROPAR de 2013 (escala 1:250.000). O uso deste mapa é restrito à escala 1:50.000. Em função da escala, este mapa não pode ser utilizado para avaliação da estabilidade de terrenos ou edificações, sendo necessários estudos adicionais em caso de exigência de maior detalhamento. As áreas ocupadas, situadas em zonas de suscetibilidade alta, são consideradas como de potencial de risco maior e devem ser objeto de estudo específico para a elaboração de planos de contingência de Defesa Civil. Esta carta segue as recomendações da Lei Federal 12.608/2012, que regula a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, no tocante às obrigações de Estados e Municípios de reconhecer áreas de suscetibilidade aos MGMs e classificar as bacias hidrográficas para gestão de Defesa Civil.

N
W E
S

1 0 1 2 km

1:50.000

Projeção:
Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical: Imbituba - SC
Datum Horizontal: SAD 69
Meridiano Central: 51° W GR

MINEROPAR — SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ - MINEROPAR

Projeto: **MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NO SUL - SUDOESTE DO PARANÁ**

Município: **QUEDAS DO IGUAÇU - PR**

Tema: **SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NA ÁREA RURAL** — ANEXO 04

GEGT - Gerência de Geologia - Geotecnia

Execução: **Oscar Salazar Jr.**
Geólogos: **Edir Edemir Arioli**

Data: **Dezembro / 2015**

Escala: **1:50.000**

Geoprocessamento: **Oscar Salazar Jr./Miguel A. Moretti**