ANDES
GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE

SETORIZAÇÃO DE RISCO
SR-33

PREPARADO PARA:

Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA)

CURITIBA

2018

Setor de Risco SR-33
Relatório Técnico, 16 páginas
Preparado para: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA)

SUMÁRIO

INFORMAÇOES CADASTRAIS..... 4
1. LOCALIZAÇÃO DO SETOR DE RISCO..... 5
2. RELEVO..... 6
3. COBERTURA VEGETAL..... 7
4. DRENAGEM..... 7
5. MATERIAL INCONSOLIDADO..... 8
6. SUBSTRATO ROCHOSO..... 8
7. EDIFICAÇÕES..... 9
8. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO..... 10
9. FEIÇÕES DE INSTABILIDADE..... 10
10. HISTÓRICO DE ACIDENTES..... 11
11. AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE..... 11
12. SUBDIVISÃO DO SETOR DE RISCO..... 11
13. AVALIAÇÃO DE RISCO..... 11
14. CONCLUSÕES..... 15

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADES

Este relatório foi preparado pela **ANDES Consultoria em Geologia e Meio Ambiente** visando atender aos padrões requeridos pelos órgãos institucionais competentes na data de sua elaboração, com observância das normas técnicas recomendáveis, a partir da adaptação da Proposta de Setorização de Risco elaborada pela MINEROPAR (2015) e estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente.

Este relatório é confidencial, destinando-se a uso exclusivo do cliente, não se responsabilizando a **ANDES Consultoria em Geologia e Meio Ambiente** pela utilização do mesmo, ainda que em parte, por terceiros que dele venham a ter conhecimento.

INFORMAÇÕES CADASTRAIS

- **CONTRATANTE**

  SECRETÁRIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMA)

  CNPJ: 68.621.671/0001-03

  Rua Desembargador Motta, n° 3384, Mercês,

  CEP 80.430-200

  Curitiba - Paraná

- **LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

  SETOR DE RISCO 33

  Jardim Santa Rita de Cassia – Almirante Tamandaré – PR

- **EMPRESA EXECUTORA**

Rua Hugo Kinzelmann n° 398 A

Campina do Siqueira - Curitiba - Paraná

Fone: (41) 3501-2305 / Cel: (41) 9652-5000

- **EQUIPE TÉCNICA**

Geól. Rafael P. Witkowski (CREA-PR 132.135/D)

rafael@andesgeologia.com.br

Geól. Diogo Ratacheski (CREA-PR 116.437/D)

diogo@andesgeologia.com.br

Geól. Luciano José de Lara (CREA-PR 61.963/D)

luciano@andesgeologia.com.br

1. LOCALIZAÇÃO DO SETOR DE RISCO

O **setor de risco SR-33** abrange uma área equivalente a 49.162,54 m². Está situado na localidade no Jardim Santa Rita de Cassia, (Latitude: 25°20'24.21"S; Longitude: 49°16'47.42"O), no Município de Almirante Tamandaré, Estado do Paraná **(Figura 1).**

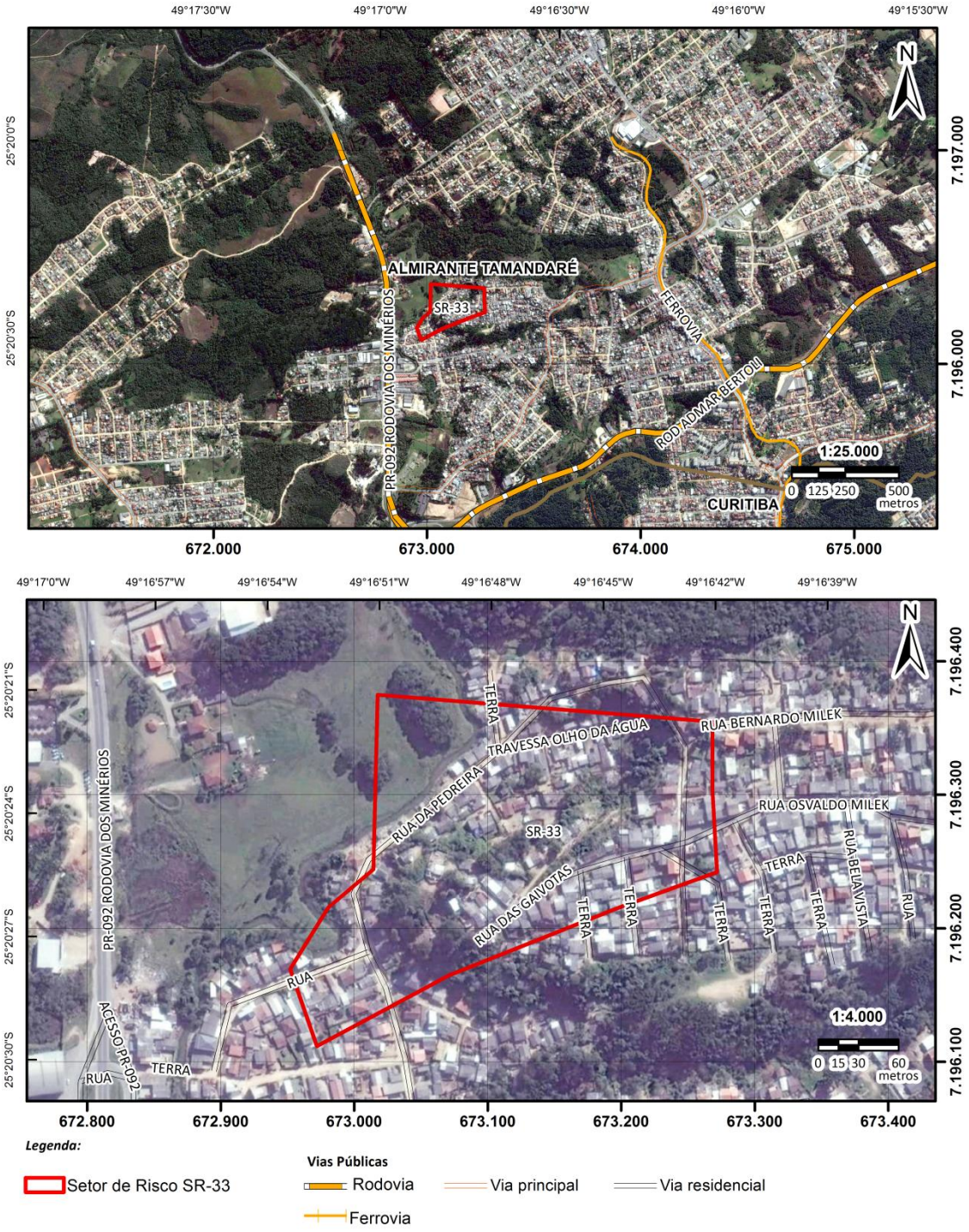


Figura 1. Área avaliada. Escala indicada. (FONTE: *DigitalGlobe,2015*)

2. RELEVO

O setor de risco avaliado está localizado em uma antiga pedreira (Fotografia 1). A frente da antiga lavra apresenta declividade muito alta, sendo predominantemente superior a 45%, enquanto as antigas bancadas possuem classes de declividade variando entre 10 – 20 e 20 – 30%. As classes com os menores valores de declividade (0 – 2,5 e 2,5 – 5%) estão situadas, em grande parte, no antigo pátio da pedreira e na porção oeste do SR, nas margens do Rio Barigui. A distribuição das classes de declividade do setor avaliado é observada na **Figura 2**.

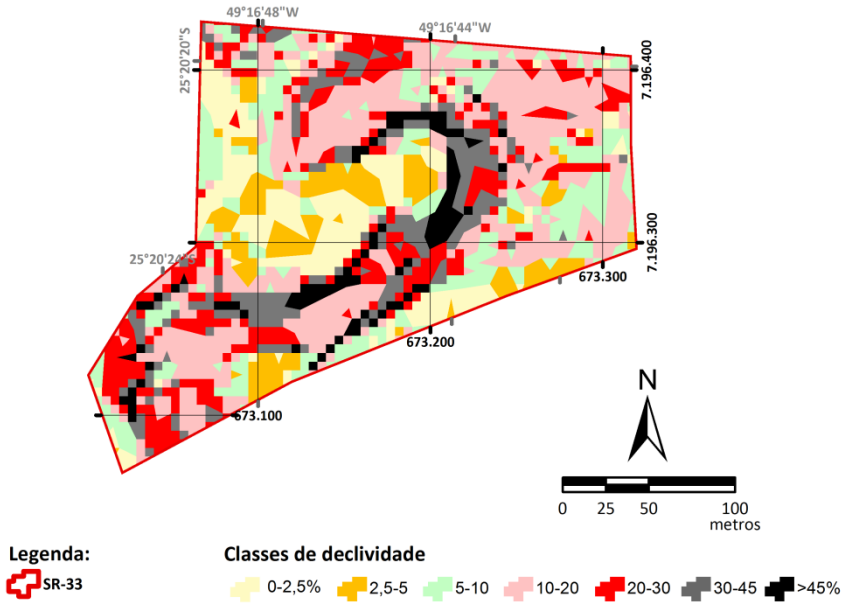


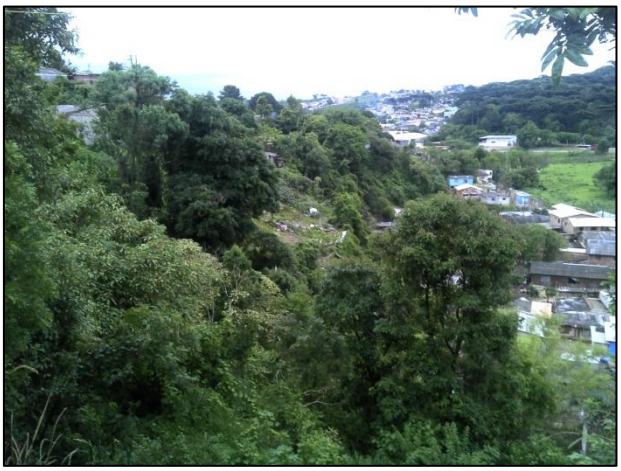
Figura 2. Mapa de declividade do setor avaliado. Escala indicada. (FONTE: ITCG)

Fotografia 1. Vista da parte central do setor avaliado na antiga área de lavra (DSC0192).

3. COBERTURA VEGETAL

A área apresenta matas com vegetação de médio a grande porte (Fotografias 2 e 3), as quais são contínuas ao longo das encostas do setor avaliado. As partes onde há maior preservação de áreas verdes são aquelas menos favoráveis a ocupação, ou seja, nas encostas com 20 – 30% a > 45% de declive. Nas porções ocupadas por habitações há o predomínio de vegetação rasteira.

Fotografia 2. Ocupações nas margens do rio Barigui. (DSC001311).

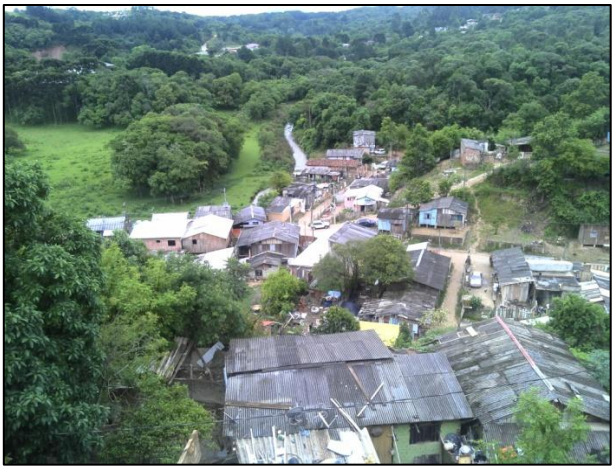


Fotografia 3. Ocupações nas margens do rio Barigui. (DSC00189).

4. DRENAGEM

O setor avaliado contém em sua porção noroeste o curso d'água do Rio Barigui, o qual apresenta leito meandrante e extensa área de várzea, tendo um canal com largura de até 3 m, com uma profundidade da lâmina de água de no mínimo 1 m.

O Rio Barigui encontra-se num contínuo processo de assoreamento de seu canal por sedimentos e materiais diversos (lixos e entulhos), além de apresentar suas margens ocupadas por habitações (Fotografias 4 e 5). A qualidade de suas águas correntes está comprometida devido ao lançamento de resíduos domésticos.



Fotografia 4. Ocupações nas margens do rio Barigui. (DSC00193).

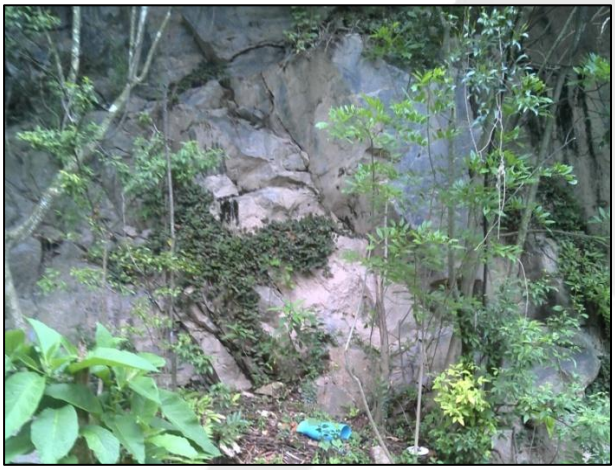
Fotografia 5. Ocupações nas margens do rio Barigui. (DSC00179).

5. MATERIAL INCONSOLIDADO

A área avaliada possui um perfil de solo de alteração das rochas do Complexo Atuba com uma espessura de até 10 m. O solo residual apresenta cor amarelada e composição argilo-arenosa. Constatou-se também a existência de depósitos aluvionares ao longo das margens do Rio Barigui.

6. SUBSTRATO ROCHOSO

De acordo com o mapa geológico da MINEROPAR (2006), a geologia local do setor avaliado é representada pelas rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico, também denominado Complexo Atuba, e pelo seu saprólito, os quais afloram na área avaliada (Fotografias 6 e 7).



Fotografia 6. Afloramento de rocha do Complexo Atuba na encosta do setor de risco. (DSC00203).

Fotografia 7. Saprólito do Complexo Atuba (DSC00174).

7. EDIFICAÇÕES

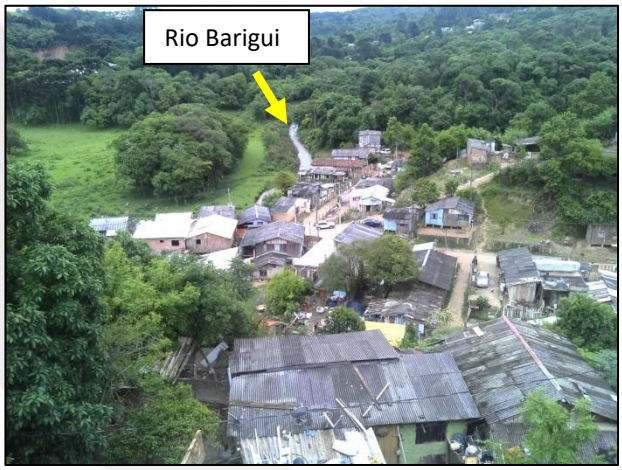
O setor avaliado apresenta em torno de 143 residências, e estima-se que no setor habitem aproximadamente 572 pessoas em construções de baixo e médio padrão (Fotografias 8 e 9), localizadas ao longo das ombreiras das vertentes, cujos locais são potencialmente perigosos, haja vista os fatores indicativos de movimentos gravitacionais de massa (MGM).

Na zona potencial de impacto dos MGM, na base das vertentes, há ocupações de baixo padrão construtivo (Fotografia 10). As margens do Rio Barigui, sobre seus depósitos aluvionares, são ocupadas por habitações de baixo padrão construtivo (Fotografia 11).

Fotografia 8. Casa de baixo padrão construtivo no topo da encosta. (DSC00198).

Fotografia 9. Casa de médio padrão construtivo no topo da encosta. (DSC00199).

Fotografia 10. Edificações de baixo padrão construtivo na zona de impacto (DSC00184).



Fotografia 11. Edificações de baixo padrão nas margens do Rio Barigui (DSC00193).

8. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO

No interior do SR-33 há rede de energia elétrica e abastecimento de água. Entretanto, não ocorre rede de esgoto, e as ruas não são pavimentadas com asfalto e não possuem galerias de água pluviais, também há o despejo de resíduos diversos ao longo do Rio Barigui.

9. FEIÇÕES DE INSTABILIDADE

O setor avaliado apresenta feições de instabilidade ao longo de suas vertentes, relacionadas a movimentos gravitacionais de massa, os quais são indicados por árvores inclinadas (Fotografia 12), trincas no terreno e cicatrizes de antigos escorregamentos (Fotografia 13), casas de baixo padrão na beira de vertentes íngremes, na base de encostas aproximadamente verticais e na zona de impacto de possíveis movimentos de massa (Fotografias 14 a 16), e pelo desnivelamento de estruturas, principalmente fundações, (Fotografia 17).

Fotografia 12: Árvores inclinadas. (DSC00186).

Fotografia 13: Antigos movimentos gravitacionais de massa (DSC00183).

Fotografia 14. Fundação da edificação na vertente íngreme em solo inconsolidado do embasamento. (DSC00196).

Fotografia 15. Edificações de baixo padrão construtivo na base de vertente íngreme. (DSC00184).

Fotografia 16. Edificações de baixo padrão construtivo na zona de impacto. (DSC00205).

Fotografia 17. Fundações desniveladas sobre a vertente íngreme. (DSC00201).

10. HISTÓRICO DE ACIDENTES

Com base na visita de campo realizada e entrevista com moradores locais no setor de risco avaliado não há histórico de acidentes com danos materiais relacionados à MGM. Contudo, os moradores relataram que são frequentes nas encostas do setor de risco a ocorrência de quedas de árvores, blocos e escorregamento de solo.

11. AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE

A área avaliada apresenta vulnerabilidade quanto a riscos geológicos de movimentação gravitacional de massa (MGM) em suas vertentes, enquanto as habitações situadas próximas ao rio Barigui, a noroeste, estão vulneráveis a inundação. A área do antigo pátio da mineração apresenta vulnerabilidade de impacto por materiais proveniente de suas encostas.

12. SUBDIVISÃO DO SETOR DE RISCO

O setor avaliado possui riscos geológicos relacionados a movimentos gravitacionais de massa (MGM) ao longo de suas encostas e das bancadas da antiga pedreira, com zona de impacto. Há risco hidrológico, associado à inundação, próximo a margem do Rio Barigui. Com base nessa subdivisão foi possível classificar o risco em cada porção, conforme ilustra a **Figura 3**.

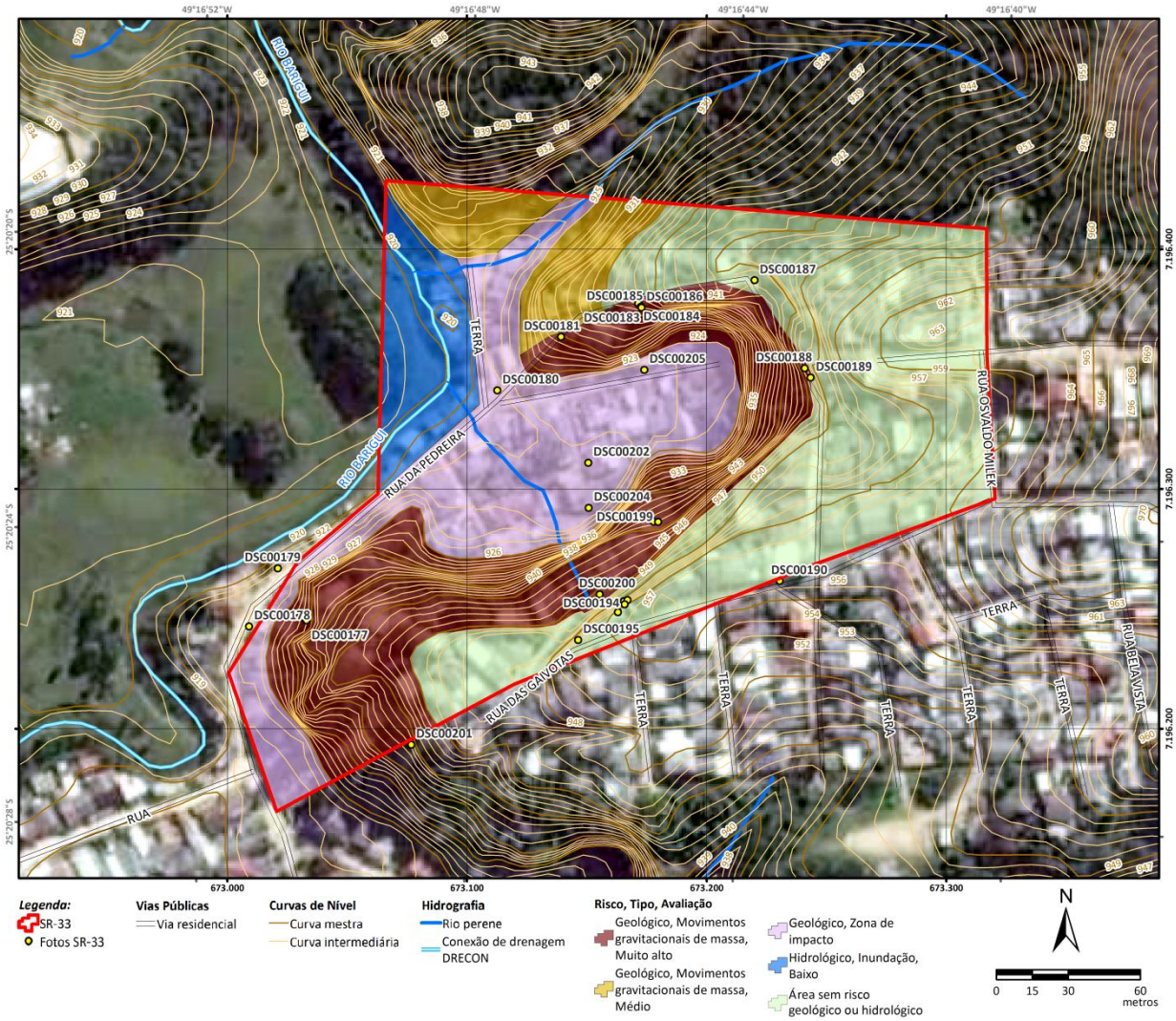


Figura 3. Subdivisão do SR-33 em função do risco geológico e hidrológico.

13. AVALIAÇÃO DE RISCO

As encostas e as bancadas da antiga pedreira na porção central e sudoeste do setor vistoriado possuem risco geológico **MUITO ALTO** de movimento gravitacional de massa (MGM) em vertentes de alta declividade nas áreas densamente habitadas. As **Tabelas 1, 2, 3** demonstram como foi realizada a classificação de risco quanto aos parâmetros de suscetibilidade, instabilidade e vulnerabilidade dentro desta porção do setor. Em negrito a avaliação feita para cada parâmetro dentro do setor.

Tabela 1. Avaliação de suscetibilidade

Avaliação de suscetibilidade		
Feições indicativas de instabilidade no terreno	**Classificação**	**Peso**
Sem feições de instabilidade visíveis, independente das condições geológicas, geomorfológicas e geotécnicas.	Baixa	1

Feições de instabilidade incipientes e esparsas: trincas fechadas sem degraus de rejeito, pequenas quedas de solo em taludes escavados com volume insuficiente para provocar danos às edificações, terracetes de rastejo de solo, algumas árvores inclinadas.	Média	2
Feições de instabilidade abundantes e em estágio visível de evolução: trincas abertas com degraus de rejeito, deslizamentos em taludes escavados com volume suficiente para provocar danos estéticos ou estruturais em edificações, várias árvores inclinadas, ravinas e voçorocas.	Alta	3
Feições de instabilidade abundantes e em estágio avançado de evolução: escarpas e depósitos de MGM, quedas e rolamentos de blocos, deslizamentos em cortes ou encostas naturais com volume suficiente para provocar danos estruturais em edificações, edificações danificadas por movimentação do terreno, voçorocas de grande porte.	**Muito alta**	**4**

Tabela 2. Indutores de instabilidade

Avaliação de fatores indutores de instabilidade		
Qualidade da intervenção antrópica	**Classificação**	**Peso**
Intervenções reduzidas em quantidade e extensão ou com técnicas construtivas adequadas, isto é, com projetos de engenharia compatíveis com os requisitos de segurança: cortes com bancadas e aterros bem compactados, com muros de contenção.	Baixa	1
Intervenções em quantidade e extensão moderadas ou com técnicas construtivas parcialmente adequadas, isto é, improvisadas, mas visivelmente eficientes e preservadas: cortes inclinados ou a distâncias seguras das edificações, aterros compactados.	Média	2
Intervenções abundantes e de grande extensão, sem técnicas construtivas adequadas, isto é, danificadas por sobrecarga ou instabilidade do terreno, mas com impactos localizados: cortes verticais e instáveis muito próximos de edificações, entulhos (aterros executados sem seleção de material nem compactação) como suportes a edificações.	Alta	3
Intervenções abundantes, extensas ou adensadas e sem técnicas construtivas adequadas, com impactos já ocorridos ou que ameaçam edificações vizinhas: cortes verticais e instáveis em abundância, com danos em edificações, entulhos com afundamentos, erosão ou trincas ameaçando edificações.	**Muito alta**	**4**

Tabela 3. Avaliação de vulnerabilidade.

Avaliação de vulnerabilidade		
Segurança de edificações e estruturas	**Classificação**	**Peso**
Edificações e estruturas de bom padrão construtivo e a distâncias seguras dos locais com instabilidade potencial.	Baixa	1
Edificações e estruturas de baixo padrão construtivo e a distâncias seguras dos locais com instabilidade potencial; ou edificações e estruturas de alto padrão construtivo em locais atingíveis pelos impactos de possíveis acidentes: zonas de ruptura do terreno, base de escarpas ou taludes instáveis, locais a jusante de matacões instáveis.	Média	2
Edificações e estruturas com danos estéticos provocados por acidentes anteriores ou em locais com instabilidade visível: trincas abertas no entorno, base de escarpas e cortes com quedas de solo ou rocha, bordas de voçorocas a menos de 3 m de distância.	Alta	3
Edificações e estruturas com danos estruturais provocados por acidentes anteriores e dentro do raio de alcance ou da zona de trânsito de acidentes do meio físico: fundos de vale, cabeceiras de drenagem, topo ou base de cortes instáveis, bordas de voçorocas.	**Muito alta**	**4**

A soma dos pesos dos parâmetros avaliados em campo definiu a classificação de risco a MGM conforme proposto na **Tabela 4**.

Tabela 4. Avaliação de risco.

Avaliação de risco

Soma dos pesos	Classif. De Risco	Acidentes em períodos de chuvas intensas e prolongadas
4 5	Baixo	A ocorrência de acidentes é improvável.
6 7 8	Médio	A ocorrência de acidentes, com ou sem danos, é pouco provável.
9 10 11	Alto	A ocorrência de acidentes com danos é provável.
12	**Muito alto**	**A ocorrência de acidentes com danos é altamente provável.**

Nas encostas localizadas a noroeste, de acordo com a classificação nas **Tabelas 5, 6, 7 e 8** (parâmetros de suscetibilidade, instabilidade e vulnerabilidade, respectivamente) pode ser classificado com um risco **BAIXO** de movimento gravitacional de massa. Em negrito a avaliação feita para cada parâmetro dentro do setor.

Tabela 5. Avaliação de suscetibilidade

Avaliação de suscetibilidade		
Feições indicativas de instabilidade no terreno	**Classificação**	Peso
Sem feições de instabilidade visíveis, independente das condições geológicas, geomorfológicas e geotécnicas.	**Baixa**	**1**
Feições de instabilidade incipientes e esparsas: trincas fechadas sem degraus de rejeito, pequenas quedas de solo em taludes escavados com volume insuficiente para provocar danos às edificações, terracetes de rastejo de solo, algumas árvores inclinadas.	Média	2
Feições de instabilidade abundantes e em estágio visível de evolução: trincas abertas com degraus de rejeito, deslizamentos em taludes escavados com volume suficiente para provocar danos estéticos ou estruturais em edificações, várias árvores inclinadas, ravinas e voçorocas.	Alta	3
Feições de instabilidade abundantes e em estágio avançado de evolução: escarpas e depósitos de MGM, quedas e rolamentos de blocos, deslizamentos em cortes ou encostas naturais com volume suficiente para provocar danos estruturais em edificações, edificações danificadas por movimentação do terreno, voçorocas de grande porte.	Muito alta	4

Tabela 6. Indutores de instabilidade

Avaliação de fatores indutores de instabilidade		
Qualidade da intervenção antrópica	**Classificação**	Peso
Intervenções reduzidas em quantidade e extensão ou com técnicas construtivas adequadas, isto é, com projetos de engenharia compatíveis com os requisitos de segurança: cortes com bancadas e aterros bem compactados, com muros de contenção.	Baixa	1
Intervenções em quantidade e extensão moderadas ou com técnicas construtivas parcialmente adequadas, isto é, improvisadas, mas visivelmente eficientes e preservadas: cortes inclinados ou a distâncias seguras das edificações, aterros compactados.	Média	2
Intervenções abundantes e de grande extensão, sem técnicas construtivas adequadas, isto é, danificadas por sobrecarga ou instabilidade do terreno, mas com impactos localizados: cortes verticais e instáveis muito próximos de edificações, entulhos (aterros executados sem seleção de material nem compactação) como suportes a edificações.	**Alta**	**3**
Intervenções abundantes, extensas ou adensadas e sem técnicas construtivas adequadas, com impactos já ocorridos ou que ameaçam edificações vizinhas: cortes verticais e instáveis em abundância, com danos em edificações, entulhos com afundamentos, erosão ou trincas ameaçando edificações.	Muito alta	4

Tabela 7. Avaliação de vulnerabilidade

Avaliação de vulnerabilidade		
Segurança de edificações e estruturas	**Classificação**	Peso

Edificações e estruturas de bom padrão construtivo e a distâncias seguras dos locais com instabilidade potencial.	Baixa	1
Edificações e estruturas de baixo padrão construtivo e a distâncias seguras dos locais com instabilidade potencial; ou edificações e estruturas de alto padrão construtivo em locais atingíveis pelos impactos de possíveis acidentes: zonas de ruptura do terreno, base de escarpas ou taludes instáveis, locais a jusante de matacões instáveis.	**Média**	**2**
Edificações e estruturas com danos estéticos provocados por acidentes anteriores ou em locais com instabilidade visível: trincas abertas no entorno, base de escarpas e cortes com quedas de solo ou rocha, bordas de voçorocas a menos de 3 m de distância.	Alta	3
Edificações e estruturas com danos estruturais provocados por acidentes anteriores e dentro do raio de alcance ou da zona de trânsito de acidentes do meio físico: fundos de vale, cabeceiras de drenagem, topo ou base de cortes instáveis, bordas de voçorocas.	Muito alta	4

Tabela 8. Avaliação de risco

Avaliação de risco		
Soma dos pesos	Risco	Acidentes em períodos de chuvas intensas e prolongadas
4 5	Baixo	A ocorrência de acidentes é improvável.
6 7 8	**Médio**	**A ocorrência de acidentes, com ou sem danos, é pouco provável.**
9 10 11	Alto	A ocorrência de acidentes com danos é provável.
12	Muito alto	A ocorrência de acidentes com danos é altamente provável.

O setor avaliado também apresenta risco a eventos hidrológicos devido à ocorrência de inundações. De acordo com o IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica), o risco do SR pode ser classificado como **BAIXO**, conforme observado na **Tabela 9**.

Tabela 9. Classificação de risco de eventos hidrológicos.

Determinação de graus de risco	
Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, principalmente sociais, alta frequência de ocorrência (pelo menos 3 eventos significativos em 5 anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade	Muito alto
Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com alto potencial de causar danos, média de frequência de ocorrência (registro de 1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos) e envolvendo moradias de alta vulnerabilidade	Alto
Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com médio potencial de causar danos, média de frequência de ocorrência (registro de 1 ocorrência significativa nos últimos 5 anos)	Moderado
Drenagem ou compartimentos de drenagem sujeitos a processos com baixo potencial de causar danos e baixa frequência de ocorrência (não há registro de ocorrências significativas nos últimos 5 anos)	**Baixo**

14. CONCLUSÕES

A partir da topografia, associada às feições geomorfológicas e geológicas identificadas em campo (declividade, litologia, espessura de solo), foi definida a zona de impacto dos potenciais processos de movimentos gravitacionais de massa, localizada a jusante dos possíveis MGM.

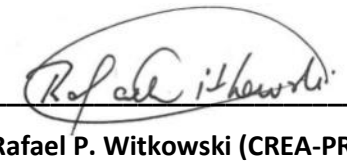
As áreas sujeitas a risco hidrológico por inundação foram definidas a partir de observações de campo e pela topográfica fornecida pelo contratante.

As porções do SR que não apresentaram riscos hidrológicos, geológicos e não estão contidas nas zonas de impacto, foram delimitados como áreas sem risco geológico ou hidrológico.

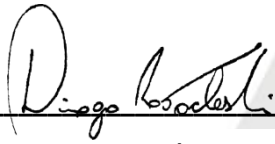
A planta de situação apresentada na Figura 3 subdivide os setores com risco geológico de movimento gravitacional de massa ao longo de suas vertentes, delimita a sua zona de impacto, os locais atingidos por inundações e as áreas sem risco geológico ou hidrológico.

Portanto, conclui-se que o SR-33 apresenta evidentes feições de suscetibilidade, instabilidade e vulnerabilidade de terreno, que com base na classificação proposta, o mesmo possui sua avaliação de risco a MGM como MÉDIO na porção noroeste, e MUITO ALTA na porção central e sudoeste. Enquanto, em relação a riscos hidrológicos de inundação, o setor de risco apresenta de acordo com a classificação adotada, um risco de avaliação BAIXO na porção noroeste.

Curitiba, abril de 2018.



Geól. Rafael P. Witkowski (CREA-PR 132.135/D)



Geól. Diogo Ratacheski (CREA-PR 116.437/D)

Geól. Luciano José de Lara (CREA-PR 61.963/D)