

# SETORIZAÇÃO DE RISCO

## SR-76

**PREPARADO PARA:**

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

**CURITIBA**

**2018**

**Setor de Risco SR-76****Relatório Técnico, 17 páginas****Preparado para: Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA)****SUMÁRIO**

INFORMAÇÕES 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.....	9
9. FEIÇÕES DE INSTABILIDADE.....	10
10. HISTÓRICO DE ACIDENTES.....	11
11. AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE.....	12
12. SUBDIVISÃO DO SETOR DE RISCO.....	12
13. AVALIAÇÃO DE RISCO.....	13
14. CONCLUSÕES.....	16

## 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**

**SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMA)**

CNPJ/MF: 68.621.671/0001-03

Rua Desembargador Motta n° 3384

CEP 80.430-200

Mercês - Curitiba - Paraná

- **LOCAL DE EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS**

**SETOR DE RISCO 76**

Rio Branco do Sul - Paraná

- **EMPRESA EXECUTORA**



Rua Hugo Kinzelmann n° 398 A

Campina do Siqueira - Curitiba - Paraná

Fone: (41) 3501-2305 / Cel: (41) 99652-5000

- **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-76 abrange uma área equivalente a 239.742,93 m<sup>2</sup> e está situado no município de Rio Branco do Sul (Latitude: 25°11'14.55"S; Longitude: 49°19'8.89"O), Estado do Paraná (Figura 1).

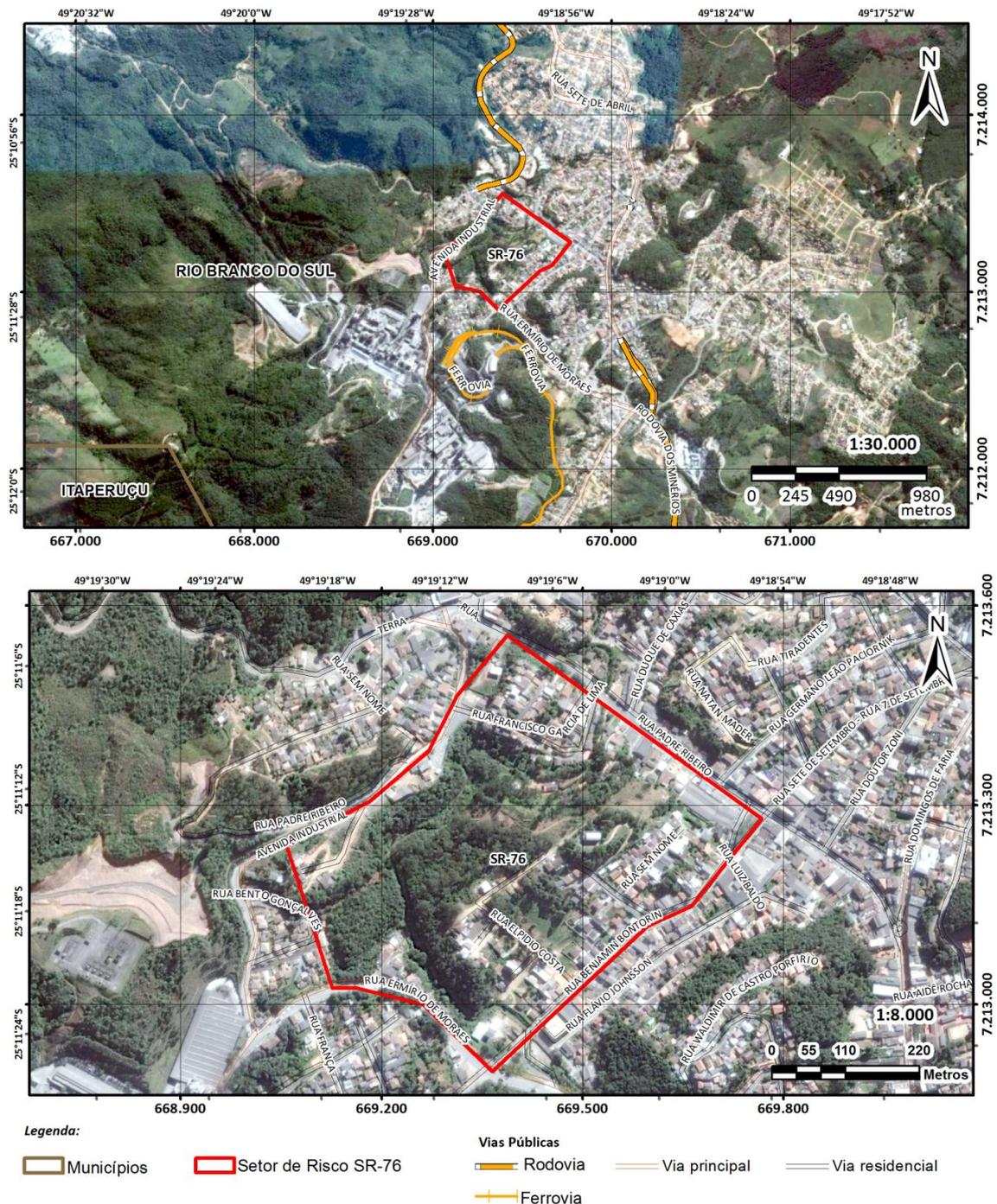
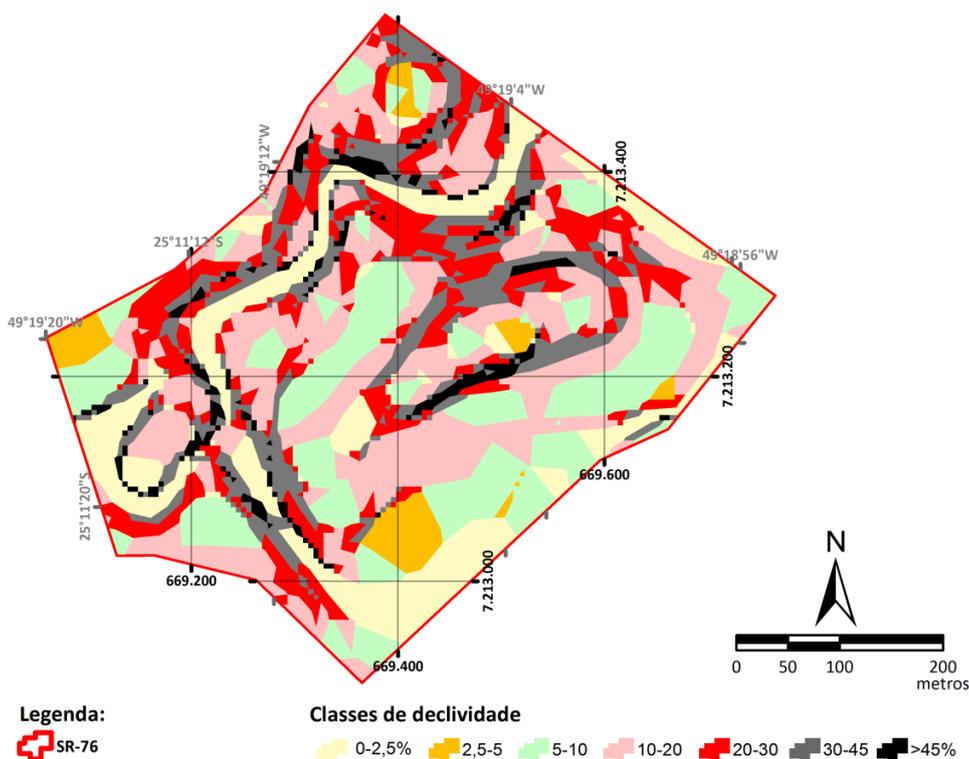


Figura 1: Área avaliada. Escala indicada. (FONTE: DigitalGlobe,2015)

## 2. RELEVO

O setor de risco avaliado apresenta em sua porção sudeste um morro de topo plano, com declividade variando entre as classes 5 – 10 e 10 – 20%, enquanto as suas vertentes possuem declividade elevada que variam entre 20 – 30 a >45%. A porção noroeste do setor avaliado é constituída pela meia encosta de um morro a qual apresenta também declividade acentuada em suas vertentes, com classes variando de 20 – 30 a >45%. Entre os morros, há um fundo de vale pelo qual segue o curso do rio Tacaniça, com vertentes com declividade elevada (20 – 30 a >45%). A distribuição das classes de declividade do setor avaliado são observadas na **Figura 2**.



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



**Fotografia 1.** Vertente com declividade acentuada (30-45%) na porção sudeste do setor de risco (DSC01178).



**Fotografia 2.** Vista do relevo com declividade de 30-45% na porção norte do setor (DSC01210).

### 3. COBERTURA VEGETAL

---

O setor de risco possui uma vegetação contínua e densa, composta por indivíduos de médio e grande porte ao longo do fundo de vale. A mata ciliar é parcialmente preservada ao longo do curso hídrico existente no setor (Fotografia 3). Nas áreas urbanizadas do setor avaliado, a vegetação é representada por núcleos isolados de pequeno porte e vegetação rasteira (Fotografia 4).



**Fotografia 3.** Vegetação de médio e grande porte no fundo de vale do setor de risco (DSC01197).

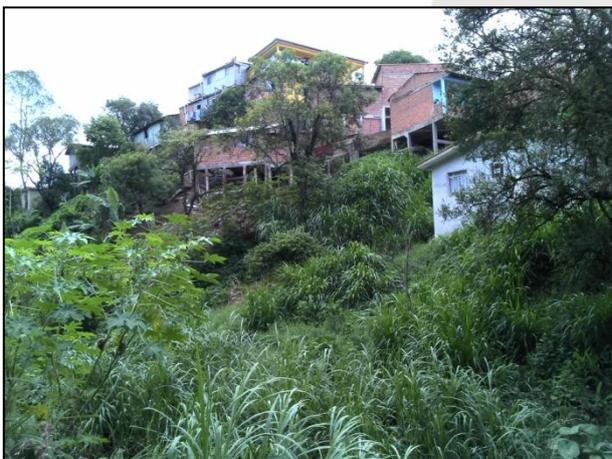


**Fotografia 4.** Vegetação de pequeno a médio porte existente no terreno. (DSC01208).

### 4. DRENAGEM

---

O curso d'água existente no setor de risco, denominado rio Tacaniça, tem o seu leito encaixado no fundo de vale, tendo as suas margens formadas por vertentes íngremes (Fotografias 5 e 6). O curso apresenta largura variando entre 1,0 a 2,0 m. O leito do rio é retilíneo e suas margens são compostas por áreas de várzeas restritas, encaixadas em seu fundo de vale.



**Fotografia 5.** Margem esquerda do rio Tacaniça com vertentes íngremes (DSC01209).



**Fotografia 6.** Margem esquerda do rio Tacaniça no setor de risco com vertentes íngremes (DSC01210).



**Fotografia 7.** Rio Tacaniça no setor avaliado. (DSC1207).

## 5. MATERIAL INCONSOLIDADO

---

A área avaliada é composta pelo solo de alteração de filitos e mármore. O solo residual dos filitos possui cor amarelada e composição argilo-arenosa, enquanto o saprólito dos mármore são espessos e argilosos, apresentam cor vermelho amarronzado claro (Fotografia 8).



**Fotografia 8.** Solo de alteração de mármore no setor avaliado (DSC1207).

## 6. SUBSTRATO ROCHOSO

---

A geologia em que está localizada o setor de risco representada por rochas metassedimentares, principalmente mármore e filitos, as quais são observadas em afloramentos de rocha sã (Fotografias 9 e 10).



**Fotografia 9.** Mármore na área de risco(DSC01209).



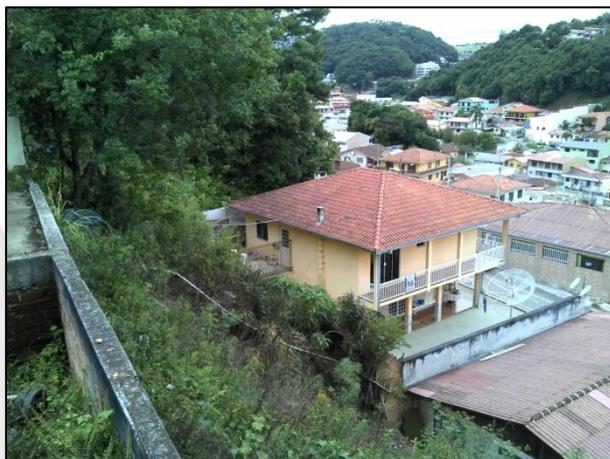
**Fotografia 10.** Afloramento de filito no setor de risco avaliado (DSC01210).

## 7. EDIFICAÇÕES

O setor apresenta em torno de 170 residências e estima-se que nele habitem aproximadamente 680 pessoas (Fotografias 11 e 12). As construções são baixo e médio padrão construtivo e estão dispostas sobre os topos de morro, e ao longo das vertentes e ombreiras do setor.



**Fotografia 11.** Edificações ao longo da vertente do rio Tacaniça (DSC01213).



**Fotografia 12.** Edificações de médio padrão construtivo na vertente da meia encosta do setor avaliado (DSC01188).

## 8. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO

A localidade onde está situada o SR-76 é servida por redes de energia elétrica, abastecimento de água e parcialmente servida por saneamento básico. Os locais que não são atendidos pela rede esgoto, destinam os seus resíduos diretamente para o rio Tacaniça (Fotografias 13 e 14). As ruas Benjamin Bontorin, Padre Ribeiro, Rubens Celso Armstrong e Juca Paranhos são pavimentadas com asfalto e possuem galerias de água pluviais (GAP) (Fotografia 15). A Rua Elpídio Costa e as demais ruas existentes no topo de morro do setor são pavimentadas com saibro e não possuem GAP (Fotografia 16).



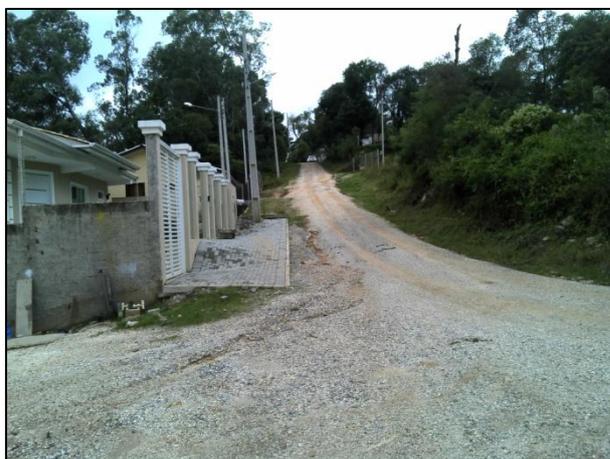
**Fotografia 13.** Tubo de PVC direcionando os resíduos domésticos diretamente para o fundo de vale em que está localizado o rio Tacaniça (DSC01194).



**Fotografia 14.** Edificações na Rua Francisco Garcia de Lima que direcionam os seus efluentes domésticos para rio Tacaniça (DSC01212).



**Fotografia 15.** Rua Rubens Celso Armstrong com pavimento asfáltico e GAP (DSC01180).



**Fotografia 16.** Rua Elpidio Costa sem pavimento asfáltico e GAP (DSC01190).

## 9. FEIÇÕES DE INSTABILIDADE

Na vertente da meia encosta na porção leste do setor de risco há feições indicativas de instabilidade pela existência de árvores e cercas inclinadas (Fotografia 17). Essas feições são evidentes na porção sul do setor de risco, na qual se verifica a presença de árvores de grande porte inclinadas, além da existência de uma obra de contenção de movimentos gravitacionais de massa (Fotografias 18 e 19).



**Fotografia 17:** Feições indicativas de movimento gravitacional de massa na porção leste do setor de risco (DSC01187).



**Fotografia 18:** Árvores inclinadas e a obras de contenção de movimentos gravitacionais de massa na vertente da meia encosta da porção sul do setor de risco (DSC01192).



**Fotografia 19:** Árvores inclinadas e a obras de contenção em detalhe (DSC01193)



**Fotografia 20:** Árvores inclinadas na porção sul do setor de risco (DSC01199).

## 10. HISTÓRICO DE ACIDENTES

De acordo com moradores entrevistados, os eventos de movimentos gravitacionais de massa (MGM) eram frequentes no local em que foi realizada a obra de contenção. A contenção foi elaborada pelo proprietário do imóvel, o qual afirmou não ter havido eventos recentes nos últimos anos (Fotografia 21).

Ainda de acordo com os residentes do setor, as casas são frequentemente atingidas por vibrações provenientes da atividade mineraria do entorno. Segundo os moradores, os abalos superficiais causam problemas estruturais nas edificações como paredes rachadas, pisos desnivelados e quebrados, além de janelas e portas emperradas (Fotografia 22).



**Fotografia 21.** Local de ocorrência de frequentes eventos de movimentos gravitacionais de massa. (DSC01198).



**Fotografia 22.** Paredes rachadas no interior do imóvel atingido por vibrações (DSC01204).

## 11. AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE

---

A área avaliada apresenta vulnerabilidade quanto a riscos geológicos de movimentação gravitacional de massa devido às ocupações nas ombreiras em encostas íngremes (Fotografias 23 e 24). Há dezenas de habitações vulneráveis a deslizamentos, cujo padrão construtivo é predominantemente médio.



**Fotografia 23.** Habitações localizadas em áreas de vulnerabilidade a movimentos de massa (DSC01209).



**Fotografia 24.** Habitações localizadas em áreas de vulnerabilidade a movimentos de massa (DSC01177).

## 12. SUBDIVISÃO DO SETOR DE RISCO

---

O setor avaliado possui riscos geológicos relacionados a movimentos gravitacionais de massa (MGM), conforme apresenta a **Figura 3**.

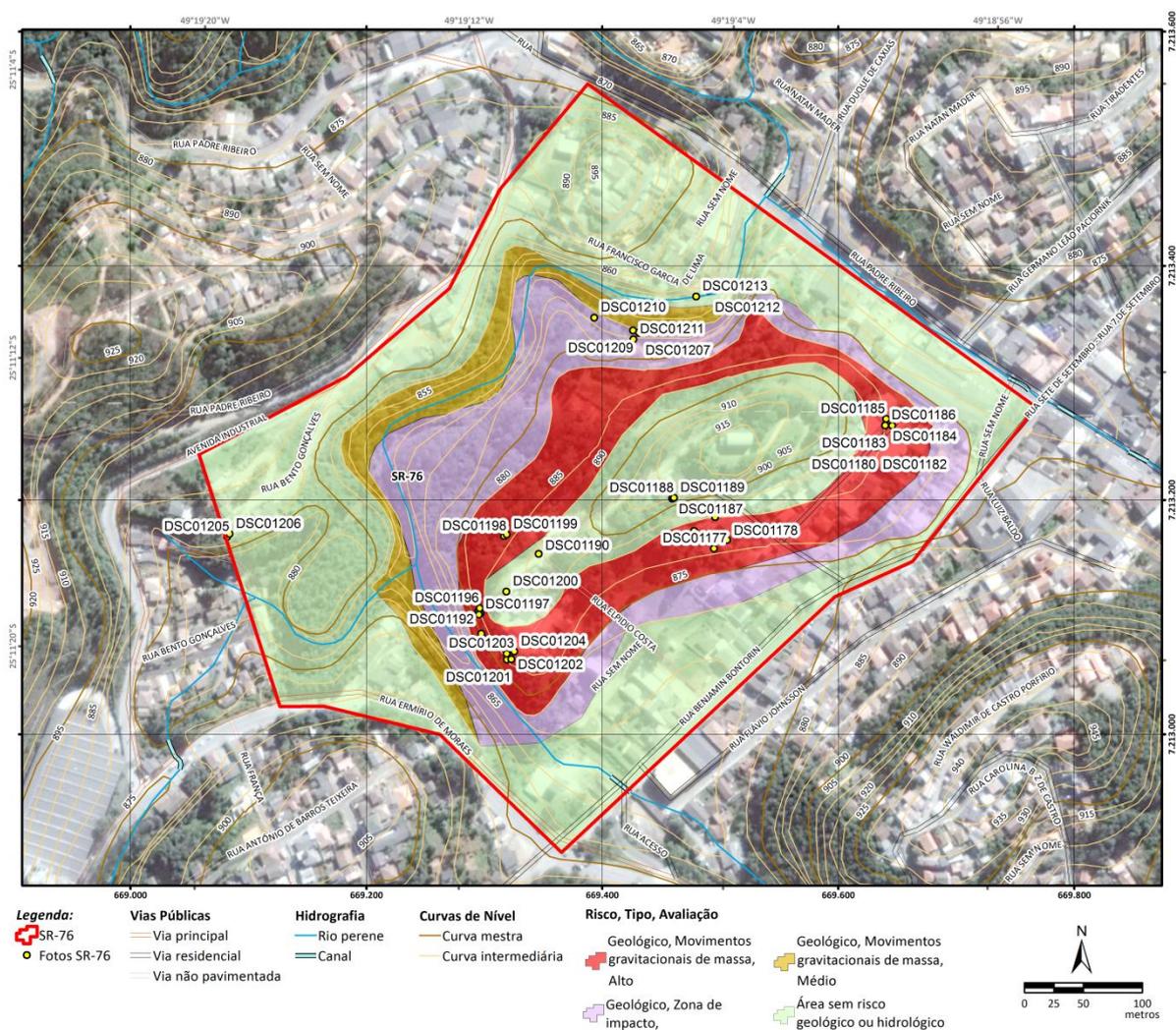


Figura 3. Subdivisão do SR-76 em função do risco geológico.

### 13. AVALIAÇÃO DE RISCO

A meia encosta do morro situado na porção sudeste do setor vistoriado possui risco geológico **ALTO** de movimento gravitacional de massa (MGM) em vertentes de alta declividade nas áreas densamente habitadas. As **Tabelas 1, 2 e 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
<b>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.</b>	<b>Alta</b>	<b>3</b>
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
<b>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.</b>	<b>Muito alta</b>	<b>4</b>

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
<b>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.</b>	<b>Muito alta</b>	<b>4</b>

A soma dos pesos dos parâmetros avaliados em campo definiu a classificação de risco a MGM's 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	<b>Alto</b>	<b>A ocorrência de acidentes com danos é provável.</b>
12	Muito alto	A ocorrência de acidentes com danos é altamente provável.

A meia encosta do morro situado na porção noroeste do setor vistoriado possui risco geológico **MÉDIO** de movimento gravitacional de massa (MGM) em vertentes de alta declividade nas áreas densamente habitadas. As **Tabelas 5, 6 e 7** 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 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
<b>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.</b>	<b>Média</b>	<b>2</b>
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

<b>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.</b>	<b>Alta</b>	<b>3</b>
Intervenções abundantes, extensas ou adensadas e sem técnicas construtivas adequadas, com impactos já ocorridos ou que ameçam 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
<b>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.</b>	<b>Média</b>	<b>2</b>
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's conforme proposto na **Tabela 8**.

Tabela 8. 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	<b>Médio</b>	<b>A ocorrência de acidentes, com ou sem danos, é pouco provável.</b>
9 10 11	Alto	A ocorrência de acidentes com danos é provável.
12	Muito alto	A ocorrência de acidentes com danos é altamente provável.

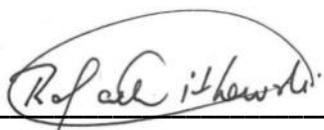
## 14. CONCLUSÕES

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 movimentos gravitacionais de massa.

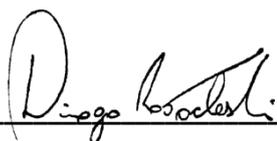
A planta de situação apresentada na **Figura 3** subdivide os setores com risco geológico de movimento gravitacional de massa ao longo de suas vertentes e delimita a sua zona de impacto.

Portanto, conclui-se que o SR-76 apresenta evidentes feições de suscetibilidade, instabilidade e vulnerabilidade de terreno e que com base na classificação proposta o mesmo possui sua avaliação de risco a MGM (movimentos gravitacionais de massa) como ALTA na porção sudeste e MÉDIO na porção noroeste.

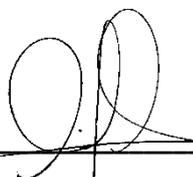
Curitiba, abril de 2018.



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)