

SETORIZAÇÃO DE RISCO

SR-28

PREPARADO PARA:

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

CURITIBA

2018

Setor de Risco SR-28**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.....	8
8. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO.....	8
9. FEIÇÕES DE INSTABILIDADE.....	9
10. HISTÓRICO DE ACIDENTES.....	10
11. AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE.....	11
12. SUBDIVISÃO DO SETOR DE RISCO.....	12
13. AVALIAÇÃO DE RISCO.....	12
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: 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 28

Jardim Monte Santo - 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-28** abrange uma área equivalente 83.297,16m². Está situado na localidade Jardim Monte Santo, (Latitude: 25°19'1.01"S; Longitude: 49°16'53.82"O), no Município de Almirante Tamandaré, Estado do Paraná (**Figura 1**).

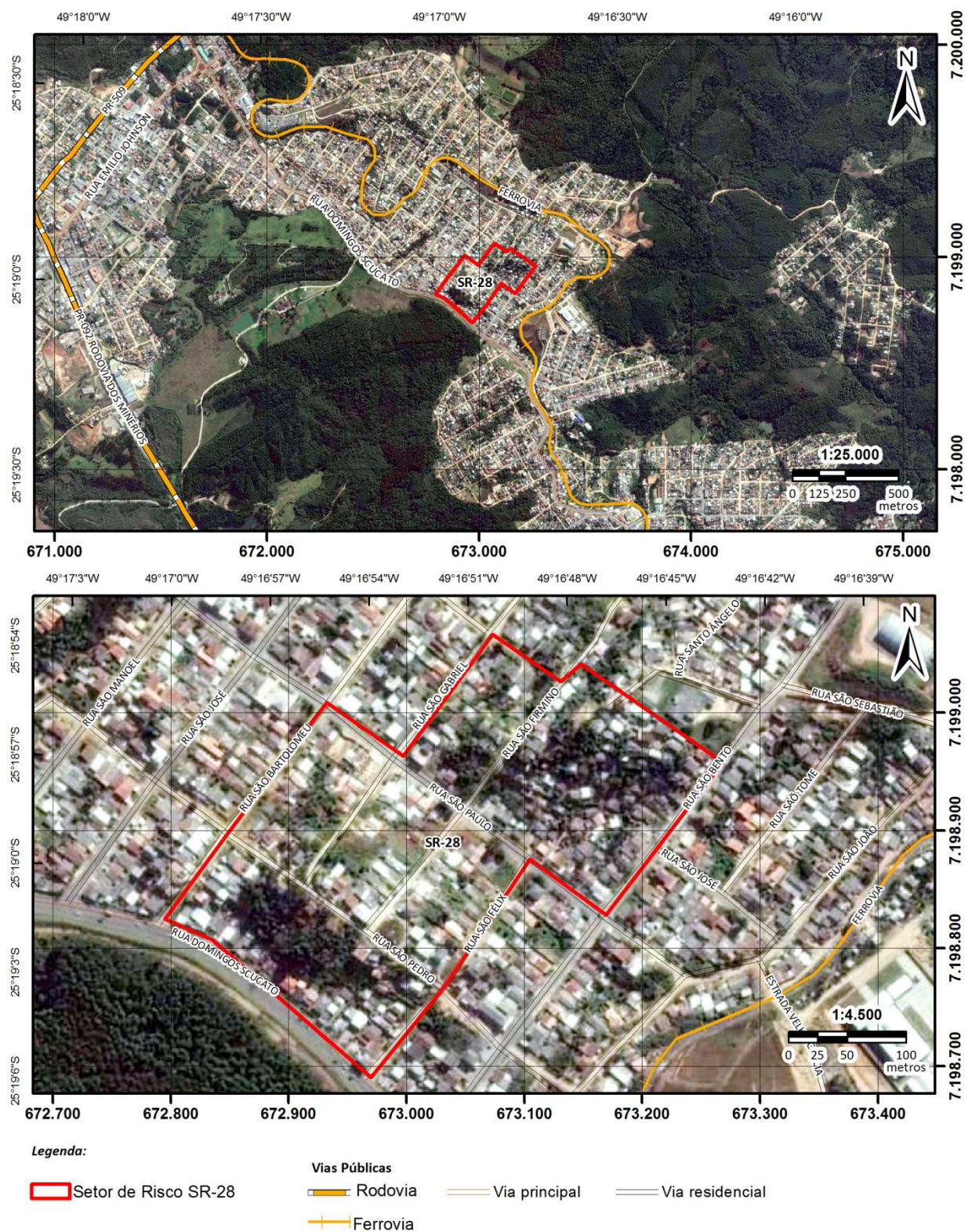


Figura 1. Área avaliada. Escala indicada. (FONTE: DigitalGlobe,2014)

2. RELEVO

O setor de risco avaliado é constituído por dois morros com declividade elevada, caracterizando um relevo ondulado a fortemente ondulado, e um fundo de vale com um relevo plano a ondulado (Fotografias 1 e 2). Os morros estão localizados nas porções sudoeste e nordeste da área, e os seus topos apresentam classes declividade variando 0 – 2,5% e 10 – 20%, enquanto as suas vertentes são compostas predominantemente pelas classes de 20 – 30% e 30 – 45% de declive. O fundo de vale situado na porção central do setor e o limite sudoeste (Rua Domingos Scucato) possuem declividades variando entre 0 – 2,5% e 5 – 10%.

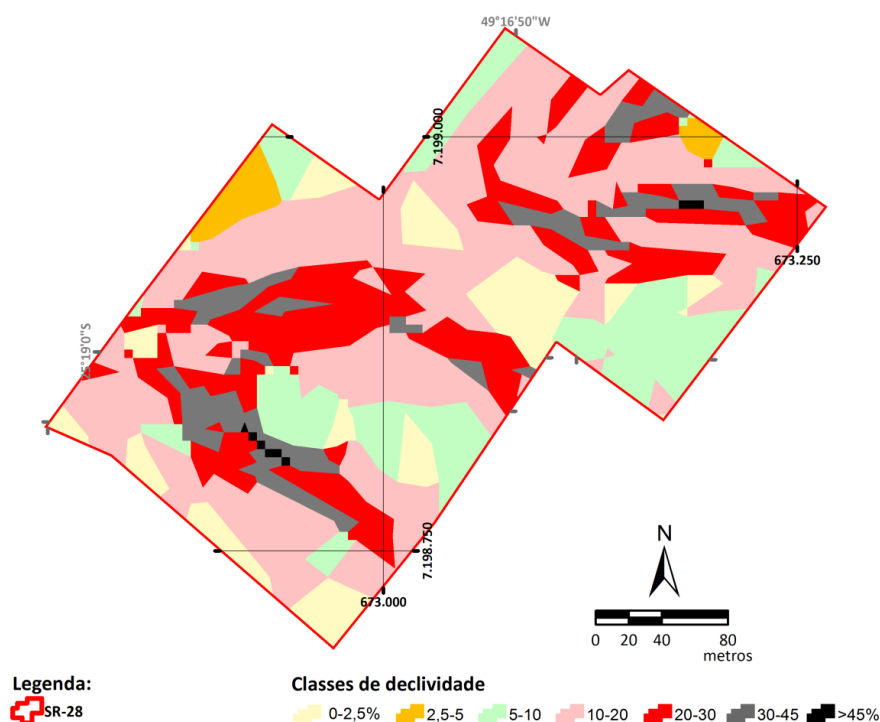
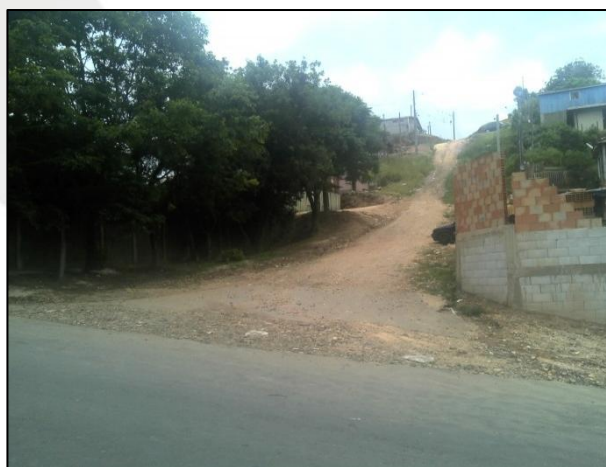


Figura 2. Mapa de declividade do setor avaliado. Escala indicada. (FONTE: ITCG)



Fotografia 1. Declividade elevada na porção nordeste da área avaliada (DSC00063).



Fotografia 2. Fundo de vale na Rua São Paulo e o início da vertente da meia encosta na porção sudoeste do setor. (DSC00057).

3. COBERTURA VEGETAL

A área é desprovida em sua maioria de vegetação arbórea de grande porte, tendo pequenos núcleos isolados de porte médio e vegetação rasteira (**Fotografia 3**). As porções onde há maior preservação de áreas verdes são aquelas menos favoráveis à ocupação, onde há o relevo fortemente ondulado a montanhoso.



Fotografia 3: Vegetação de pequeno a médio porte existente na porção com maior declividade no terreno. (DSC00034).

4. DRENAGEM

Não foram identificadas feições naturais de drenagem no interior da área avaliada e em seus limites.

5. MATERIAL INCONSOLIDADO

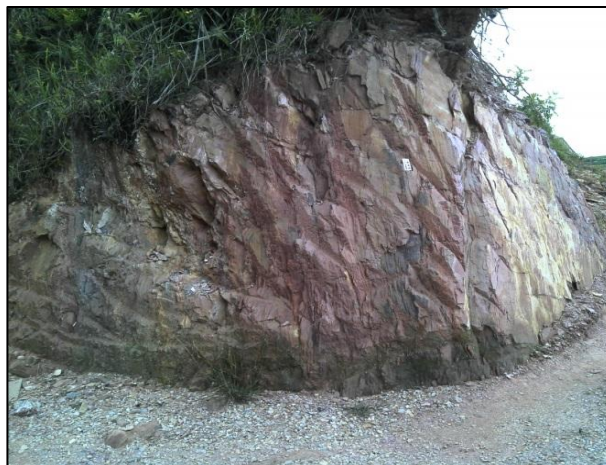
Não foram observados, na área, afloramentos de materiais residuais constituídos por sedimentos inconsolidados. Todos os afloramentos descritos são constituídos por rocha sã ou alteração de rocha (saprólito), indicando um perfil de solo raso.

6. SUBSTRATO ROCHOSO

Foram identificados em diversos pontos afloramentos de rocha sã ou levemente intemperizadas de Quartzitos e Filitos intercalados (Fotografias 4 e 5), relacionados à Formação Capiru. O solo é predominantemente raso no local, não sendo superior a 0,5 metros de espessura.



Fotografia 4: Afloramento de Quartzito na R. São Pedro. Casas construídas sobre rocha sã (DSC00032).



Fotografia 5: Filitos alterados com foliação verticalizada. Solo raso (DSC00047).

7. EDIFICAÇÕES

O setor avaliado apresenta em torno de 135 residências, as quais apresentam padrão construtivo médio a baixo. Estima-se que no setor habitem aproximadamente 540 pessoas.

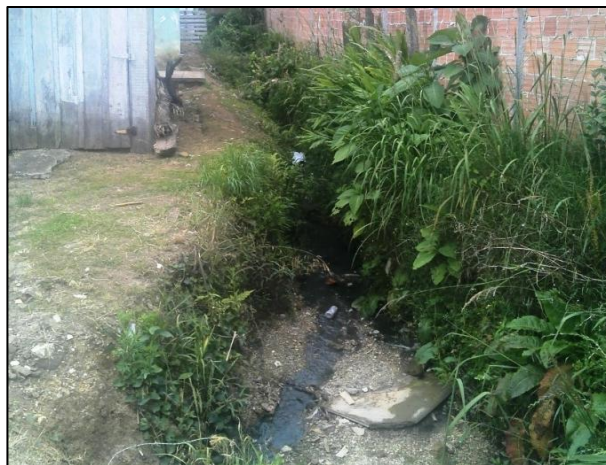
8. INFRAESTRUTURA E SANEAMENTO

O setor é servido por redes de energia elétrica e abastecimento de água. As ruas São Bento, Domingos Scucato e São Paulo são pavimentadas e possuem galeria águas pluviais (GAP), enquanto as ruas São Bento, São Pedro, São Felix, São Firmino e São Gabriel são de chão batido e se tornam intransitáveis durante períodos chuvosos, devido à situação precária de infraestrutura associada às altas declividades de terreno existentes.

É verificada a existência parcial de saneamento básico no SR. Há canalizações que direcionam o fluxo das águas da chuva, e as águas escoadas das casas nas encostas para tubulações e valas abertas no fundo de vale, que também apresentam lixo acumulado e recebem o aporte de efluentes domésticos (Fotografias 6 e 7).



Fotografia 6. Canalização na porção leste da área. Há lixo acumulado por toda sua extensão (DSC00065).



Fotografia 7. Vala a céu aberto com deságue junto a Rua São Paulo, que configura um baixio no terreno (DSC00054).

9. FEIÇÕES DE INSTABILIDADE

No SR-28 ocorrem feições de instabilidade resultantes de movimentos gravitacionais de massa, como solapamento de corte de terreno (Fotografias 8), material inconsolidado movimentado em vertente íngreme a sudoeste e no topo de encostas de alta declividade (Fotografias 9 e 10), bem como obras de engenharia precárias, as quais foram executadas inadequadamente, tal como muros de arrimo, usados para conter movimentos de massa (Fotografia 11).



Fotografia 8: Solapamento de corte de terreno (DSC00048).



Fotografia 9: Material inconsolidado movimentado (DSC00052).



Fotografia 10: Muro de arrimo para conter movimentos de massa (DSC00061).



Fotografia 11: Material movimentado no topo de encosta íngreme (DSC00041).

10. HISTÓRICO DE ACIDENTES

No setor de risco, próximo ao seu limite nordeste, foram identificadas dezenas de moradias em locais potencialmente perigosos, as quais muitas delas já sofreram danos por atingimento de blocos e/ou escorregamentos de material a montante (Fotografia 12).



Fotografia 12: Habitação com danos aparentes por queda de blocos (DSC00062).

A sul da Rua São Paulo, na parte sudoeste do SR, houve o abandono de uma construção na meia encosta do setor de risco, devido à ocorrência de eventos de movimentação gravitacional de massa (Fotografia 13). A residência foi desocupada aproximadamente no ano de 2013.



Fotografia 13: Imóvel abandonado na meia encosta da porção sudoeste do setor avaliado. (DSC00040).

No centro do setor, na Rua São Paulo e próximo a Rua São José, os eventos de enxurradas são frequentes. Esses são potencializados pelo escoamento de água superficial sobre a superfície praticamente impenetrável do substrato rochoso nessa porção do setor. A alta declividade das encostas no entorno, associada a períodos de alta pluviosidade e o assoreamento de valas por materiais diversos, acabam resultando nestes eventos. Como o ocorrido a nordeste do setor, próximo as Ruas São Bento e São José, onde a casa, hoje demolida, era frequentemente atingida por enxurradas provenientes do escoamento de água sobre a encosta íngreme a montante (Fotografia 14).



Fotografia 14: Imóvel demolido, frequentemente atingido por enxurradas, na base da encosta a nordeste. (DSC00065).

11. AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE

A área avaliada, em suas porções nordeste e sudoeste, apresenta vulnerabilidade quanto a riscos geológicos de movimentação gravitacional de massa (MGM), devido à existência de encostas íngremes associadas a moradias de baixo padrão construtivo (Fotografia 14). Há dezenas de habitações sujeitas ao

risco por deslizamento de material inconsolidado e outra dezena de moradias sujeitas ao risco de soterramento junto às áreas passíveis de atingimento.

No centro da SR-28 ocorre uma alta vulnerabilidade quanto a risco hidrológico por enxurradas devido à configuração da geomorfológica do terreno.



Fotografia 14: Habitações localizadas em áreas de alta vulnerabilidade a movimentos de massa (DSC00039).

12. SUBDIVISÃO DO SETOR DE RISCO

A área avaliada apresenta vulnerabilidade quanto a riscos geológicos de movimentação gravitacional de massa (MGM) relacionado às ocupações em encostas íngremes, com zona de impacto. Há ainda vulnerabilidade quanto a risco hidrológico por enxurradas, devido à configuração geomorfológica do terreno associado às ocupações em áreas com declividade acentuada e a jusante dessas.

Além das delimitações dos eventos de riscos existentes no setor, foram também identificadas áreas sem qualquer tipo de risco geológico ou hidrológico. A **Figura 3** apresenta a subdivisão do SR-28 em função do risco geológico e hidrológico.



Figura 3. Subdivisão do SR-28 em função do risco geológico e hidrológico.

13. AVALIAÇÃO DE RISCO

A meia encosta localizada a norte da Rua São Paulo, possui um risco geológico **ALTO** de movimento gravitacional de massa (MGM) em vertentes de alta declividade em uma área densamente habitada, as quais apresentam histórico de eventos associados a MGM. As **Tabelas 1, 2, 3 e 4** 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

Tabela 4. 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.

Na porção localizada a sudoeste, houve eventos de movimentos gravitacionais de massa que culminaram no abandono de um imóvel. Esse local, 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 **MUITO ALTO** 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 enxurradas. De acordo com o IPT (Instituto de Pesquisa Tecnológica), o risco do SR pode ser classificado como **MUITO ALTO**, 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 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 porções do SR que não apresentaram riscos geológicos e não estão contidas nas zonas de impacto, foram delimitados como áreas sem risco geológico ou hidrológico.

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

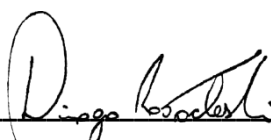
A planta de situação apresentada na **Figura 3** subdivide os setores com risco hidrológicos e geológico de movimento gravitacional de massa ao longo de suas vertentes, delimita a sua zona de impacto, os locais atingidos por enxurradas e as áreas sem risco geológico ou hidrológico.

Portanto, conclui-se que o SR-28 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 ALTA na porção nordeste e MUITO ALTA na porção sudoeste. Enquanto, em relação a riscos hidrológicos de enxurradas, o setor de risco apresenta de acordo com a classificação adotada, um risco de avaliação MUITO ALTA na porção central.

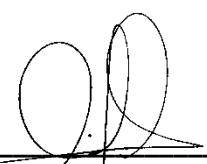
Curitiba, abril de 2018.



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)