
PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS - PMRR

RELATÓRIO 02 MAPEAMENTO DO RISCO

Volume Suplementar Vila Santa Tereza Bairro Chácara das Flores

DATA 04/05/2026

UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA MARIA

Município de Santa Maria/RS



PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – PMRR
RELATÓRIO 02
MAPEAMENTO DO RISCO, OFICINA COMUNITÁRIA E INDICAÇÃO DE
INTERVENÇÕES ESTRUTURAIS
Volume Suplementar
Vila Santa Tereza - Bairro Chácara das Flores

Município de Santa Maria/RS

Programa

2218 – GESTÃO DE RISCOS E DE DESASTRES

8865 – APOIO À EXECUÇÃO DE PROJETOS E OBRAS DE CONTENÇÃO DE ENCOSTAS EM ÁREAS URBANAS

Ação

TED - SNP | Fiocruz

001/2023– APOIO AO FORTALECIMENTO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS DE PREVENÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES

GESTÃO DO PROGRAMA:

PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Luiz Inácio Lula da Silva

MINISTRO DE ESTADO DAS CIDADES

Jader Fontenelle Barbalho Filho

SECRETÁRIO NACIONAL DE PERIFERIAS

Guilherme Simões Pereira

**DIRETOR DO DEPARTAMENTO DE
MITIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE RISCO**

Rodolfo Baesso Moura

**COORDENADOR-GERAL DE PLANOS DE
MITIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE RISCO**

Leonardo Santos Salles Varallo

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Daniela Buosi Rohlfs

Leonardo Andrade de Souza

COORDENAÇÃO DO PMRR:

ANDRÉA VALLI NUMMER

EQUIPE DA UNIVERSIDADE:

Andréa Valli Nummer

Luis Eduardo De Souza Robaina

Romario Trentin

Rinaldo José Barbosa Pinheiro

Juliane dos Santos Pinto

Foto da Capa: Romario Trentin

Apresentação

O Relatório traz informações sobre a Vila Santa Tereza localizada no Bairro Chácara das Flores, a análise temporal da sua ocupação e expansão e a metodologia que foi aplicada para avaliação dos riscos geológicos, que afetam a comunidade inserida nesse território. Apresenta o mapeamento do risco e a forma como se deu a participação da comunidade nesse processo. Além disso, propõe intervenções estruturais com custo aproximado das obras.



SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 7 |
| 1.1. Análise temporal da ocupação..... | 7 |
| 1.2. Participação da comunidade..... | 10 |
| 2. ANÁLISE DOS PROCESSOS CAUSADORES DE RISCO DE DESASTRES | 12 |
| 2.1. Processos Atuantes..... | 15 |
| 3. ANÁLISE DO PERIGO, VULNERABILIDADE E RISCO | 17 |
| 3.1. Avaliação da Vulnerabilidade da Comunidade em Perigo..... | 19 |
| 3.2. Determinação do Risco | 20 |
| 3.2.1. Risco de movimento de massa | 22 |
| 3.2.2. Risco de subsidência | 22 |
| 3.2.3. Erosão superficial..... | 22 |
| 4. RESULTADOS DO MAPEAMENTO DOS RISCOS | 23 |
| 4.1. SETORES DE RISCO ALTO..... | 23 |
| 4.1.1. PROCESSO: Geológico de Movimento de massa..... | 23 |
| 4.1.2. PROCESSO: Geológico Erosão Superficial..... | 25 |
| 4.1.3. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Rasa | 27 |
| 4.1.4. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Profunda | 28 |
| 4.2. SETORES DE RISCO MUITO ALTO | 32 |
| 4.2.1. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Rasa | 32 |
| 4.2.2. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Profunda | 34 |
| 4.3. Síntese do Mapeamento | 36 |
| 5. CONCEPÇÃO DE INTERVENÇÕES E ESTIMATIVA DE CUSTOS | 38 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 01. Localização da Vila Santa Tereza no contexto do município de Santa Maria/RS. ... | 8 |
| Figura 02. imagens históricas disponíveis no Google Earth, representando a ocupação da vila: em A: maio de 2004; em B: setembro de 2011; em C: agosto de 2018; em D: fevereiro de 2024 e; em E: março de 2025. | 9 |
| Figura 03. Colaboração dos moradores durante o mapeamento do risco. | 10 |
| Figura 04. Mapa de orientação das vertentes (A) e das altitudes (B) na área de ocupação da Vila Santa Tereza. | 12 |
| Figura 05. Mapa de curvatura das vertentes (A) e das declividades (B) na área de ocupação da Vila Santa Tereza. | 13 |
| Figura 06. Levantamento Geofísico. | 14 |
| Figura 07. Seções geofísicas de resistividade elétrica: A) perfil 1, rua Rodrigues Alves e B) perfil 3, Travessa Xingu. | 15 |
| Figura 08. Perfil topográfico com representação da litologia e dos processos atuantes na vila. Rua das Marcelas (A); Rua Rodrigues Alves (B). | 16 |
| Figura 09. Mapa da distribuição espacial do Perigo na Vila Santa Tereza. | 18 |
| Figura 10. Mapa da distribuição espacial da vulnerabilidade na Vila Santa Tereza. | 20 |
| Figura 11. Mapa da distribuição espacial do Risco na Vila Santa Tereza. | 21 |
| Figura 12. Localização dos Setores de Risco Alto na Vila Santa Tereza (S107 a S112). | 23 |
| Figura 13. Vista panorâmica do Setor 107. | 24 |
| Figura 14. Vista parcial do Setor 107. | 24 |
| Figura 15. Vista panorâmica do Setor 108. | 25 |
| Figura 16. Vista parcial do Setor 108. | 26 |
| Figura 17. Vista panorâmica do Setor 109. | 27 |
| Figura 18. Vista panorâmica do Setor 110. | 28 |
| Figura 19. Vista panorâmica do Setor 111. | 29 |
| Figura 20. Vista parcial do Setor 111. | 29 |
| Figura 21. Vista panorâmica do Setor 112. | 30 |
| Figura 22. Vista parcial do Setor 112. | 31 |
| Figura 23. Mapa da distribuição espacial dos Setores de risco Muito Alto na Vila Santa Tereza. | 32 |
| Figura 24. Vista panorâmica do Setor 113. | 33 |
| Figura 25. Vista parcial do Setor 113. | 33 |
| Figura 26. Vista panorâmica do Setor 114. | 34 |
| Figura 27. Vista parcial do Setor 114. | 35 |
| Figura 28. Localização dos setores de risco Alto e Muito Alto para os processos mapeados. | 36 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 01. Variáveis analisadas para definição do Perigo. | 17 |
| Quadro 02. Avaliação da vulnerabilidade. | 19 |
| Quadro 03. Condições de perigo e vulnerabilidade que definem os 4 graus de risco. | 21 |
| Quadro 04. Avaliação do risco no Setor 107. | 25 |
| Quadro 05. Avaliação do risco no Setor 108. | 26 |
| Quadro 06. Avaliação do risco no Setor 109. | 27 |
| Quadro 07. Avaliação do risco no Setor 110. | 28 |
| Quadro 08. Avaliação do risco no Setor 111. | 30 |
| Quadro 09. Avaliação do risco no Setor 112. | 31 |
| Quadro 10. Avaliação do risco no Setor 113. | 34 |
| Quadro 11. Avaliação do risco no Setor 114. | 35 |
| Quadro 12. Síntese do mapeamento do Risco Geológico na Vila Santa Tereza..... | 37 |
| Quadro 13. Síntese: concepção de intervenções e estimativa de custos – Santa Tereza. | 38 |
| Quadro 14. Ficha Geral dos Setores de Alto e Muito Alto Risco – S107 a S114..... | 39 |
| Quadro 15. Ficha Geral dos Setores de Risco Alto – S107 e S108..... | 41 |
| Quadro 16. Ficha Geral dos Setores de Muito Alto Risco - Setores 109 e 113..... | 42 |
| Quadro 17. Ficha Geral do Setor de Alto Risco - Setor 110. | 43 |
| Quadro 18. Ficha Geral dos Setores de Risco Alto e Muito Alto – Setores 112 e 114 | 44 |

1. INTRODUÇÃO

As áreas onde há possibilidade de ocorrências de processos geomorfológicos com acidentes de maior ou menor magnitude, dependendo das condições da comunidade, são chamadas de “áreas de risco”. A possibilidade de prever a ocorrência de acidentes associados a dinâmica de encosta e dinâmica fluvial, a partir da identificação e análise das áreas de risco, é fundamental para que sejam adotadas medidas que minimizem ou evitem danos e/ou perdas de vidas. O conceito de risco é empregado para expressar uma situação de futuro incerto e de probabilidade de que um evento danoso ocorra sobre uma população e seus ativos e provoque danos e prejuízos, estando fortemente associados a degradação de áreas frágeis e são intensificados pela ocupação irregular.

A área onde se localiza a comunidade representa a passagem do Domínio da Escarpa da Serra Geral para o Domínio da Depressão Central (DANTAS et al. 2010). O Domínio da Escarpa da Serra Geral definido nesse trabalho, compreende um conjunto de elevadas escarpas erosivas, com morros testemunhos em seu *front*, que delimita a borda norte da Depressão Central. O Domínio da Depressão Central Gaúcha, consiste em uma ampla depressão onde se instalaram os principais sistemas de drenagem do estado, como os rios Jacuí, Ibicuí, Santa Maria e Negro. O principal padrão de relevo são colinas amplas e suaves, colinas dissecadas e morros baixos.

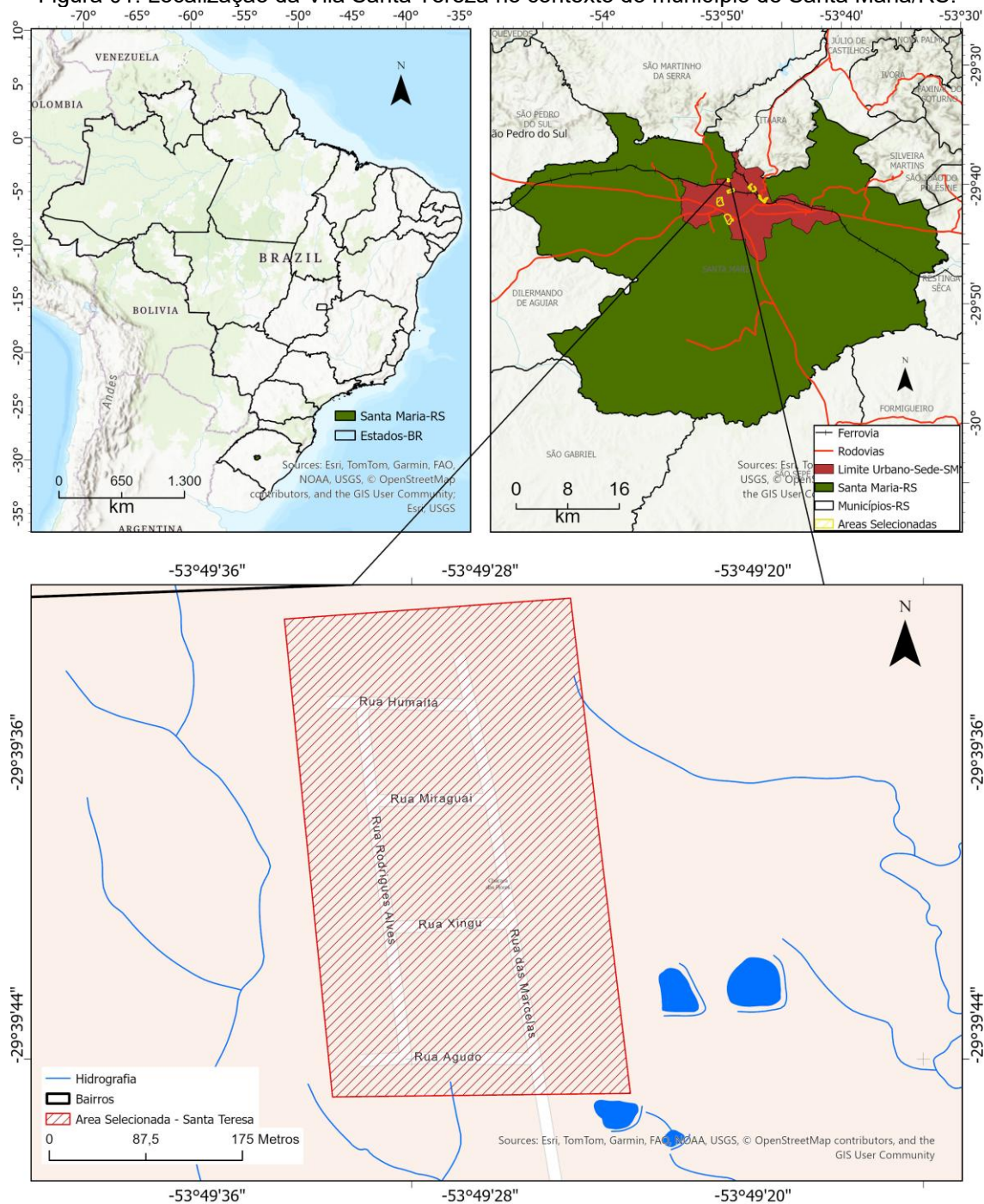
O evento ocorrido entre abril/maio do ano de 2024 deixou marcas significativas na área onde a comunidade está estabelecida, com formação de trincas e degraus de abatimento que afetaram diversas edificações. Nesse trabalho o objetivo é entender os processos que causaram os danos e desenvolver um mapeamento do risco como subsídio para a gestão municipal. A Figura 01, apresenta a localização da Vila Santa Tereza, no município de Santa Maria/RS.

1.1. Análise temporal da ocupação

Por meio da avaliação das imagens de satélite de períodos anteriores (Figura 02), no ano de 2004 (Figura 02-A) observa-se uma ocupação ainda incipiente e pouco adensada. As residências presentes na área estavam concentradas ao longo da rua das Marcelas na porção mais sul, na entrada da vila, rua Agudo (travessa que liga a rua das Marcelas a rua Rodrigues Alves) e em porções ao longo da rua Rodrigues Alves. Nesse período observa-se ainda a presença de uma cobertura vegetal densa no entorno imediato da vila, os lotes aparentemente são grandes, devido ao espaçamento significativo entre as residências. Existiam poucas edificações fora do alinhamento da via principal representando uma típica ocupação inicial espontânea.

No ano de 2011, (Figura 02-B) já se observa um aumento claro do número de residências, sobretudo no preenchimento de vazios ao longo da via principal. Observa-se o surgimento de novas construções em áreas antes vegetadas, especialmente nos limites da vila. A malha urbana ainda continua incipiente com estrutura de terra. Apenas parte da rua das Marcelas estava aparentemente com calçamento de pedras. Neste período já é possível observar uma maior continuidade entre os lotes da ocupação residencial.

Figura 01. Localização da Vila Santa Tereza no contexto do município de Santa Maria/RS.



No ano de 2018, (Figura 02-C), o adensamento se torna mais intenso e contínuo. A rua Rodrigues Alves encontra-se ocupada em toda a sua extensão, bem com a rua Xingu apresenta grande aumento no número de residências principalmente na proximidade com a rua Rodrigues Alves. Neste período observa-se ainda alguns vazios ocupacionais principalmente na porção superior da rua das Marcelas e próximo da esquina da rua Miraguai com a Rodrigues Alves. Observa-se expressiva redução de áreas verdes internas e a pressão urbana sobre áreas ambientalmente sensível.

No ano de 2024 (Figura 02-D), a imagem de fevereiro mostra a Vila em seu maior adensamento da série histórica. Observa-se poucos vazios urbanos e forte continuidade espacial das edificações ao longo de toda a vila. A expansão ocorreu principalmente na porção central (rua Xingu e porção central da rua das Marcelas). Quanto a estrutura das vias ainda

observa-se que apenas a rua das Marcelas encontra-se com pavimentação de pedras, as demais ruas são de terra(não pavimentadas).

No ano de 2025 (Figura 02-E) observa-se a clara ruptura da dinâmica de crescimento da vila. Em decorrência dos eventos ocorridos em março e abril de 2024, diversas casas desaparecem completamente da imagem e muitas outras residências aparecem parcialmente removidas (telhados removidos, estruturas parcialmente derrubadas com entulho próximo), demonstrando marcas claras de demolição ou destruição. As remoções mais evidentes ocorrem na porção central da vila junto as ruas Xingu e Rodrigues Alves.

Figura 02. imagens históricas disponíveis no Google Earth, representando a ocupação da vila: em A: maio de 2004; em B: setembro de 2011; em C: agosto de 2018; em D: fevereiro de 2024 e; em E: março de 2025.



1.2. Participação da comunidade

O mapeamento de risco da Vila Santa Tereza foi uma demanda da Prefeitura Municipal de Santa Maria para que essa área fosse incluída no PMRR. Como o PMRR já havia selecionado previamente as áreas a serem mapeadas, essa demanda foi atendida de forma voluntária pela equipe, dando origem a esse relatório denominado de Suplementar.

O contato e participação da comunidade se deu durante o mapeamento realizado em quatro etapas de campo (reconhecimento, levantamento geofísico, mapeamento do risco e validação do mapeamento de risco) nos dias 26 e 27 de junho, 2 de julho, 4 de novembro e 16 de dezembro de 2025 quando os membros da equipe iam conversando com os moradores. Alguns deles acompanharam os trabalhos de campo auxiliando na identificação dos moradores e informando as famílias que já haviam sido removidas e realocadas após o evento climático extremo de 2024 (Figura 03).

Figura 03. Colaboração dos moradores durante o mapeamento do risco.





2. ANÁLISE DOS PROCESSOS CAUSADORES DE RISCO DE DESASTRES

A comunidade está localizada em uma colina a partir da base de uma encosta erosiva da Serra Geral. Na sua porção Leste e Oeste está limitada por vales fluviais de drenagens de 3ª ordem, que escoam em direção Sul. A encosta da escarpa da Serra Geral e toda parte oeste da ocupação, onde ocorre a rua Rodrigues Alves, apresenta orientação, predominante, para sul, gerando uma área importante de concentração de fluxo desde a encosta principal. No extremo norte da ocupação e parte dela, junto a rua das Marcelas, a orientação da encosta, é predominantemente para leste e sudeste, conforme pode-se observar na Figura 04-A.

A Altitude máxima da encosta erosiva é ao redor de 430 m, com a área mais inclinada iniciando na altitude de 200m. A ocupação da comunidade da Vila Santa Tereza se encontra entre as altitudes de 195m a 140m. Na área da ocupação ocorre duas quebras de relevo importantes: uma entre as altitudes de 190m e 180m (em torno de 10 m) e outra, entre as altitudes de 170m a 150m (aproximadamente 20m) que podem ser vistas no mapa da Figura 04-B.

Com relação a forma das encostas, predominam os tipos côncavas-divergentes, associadas a porções com perfil convexo divergente e convergente. As encostas côncavas-convergentes se localizam nos vales fluviais (Figura 05-A).

As áreas com declividades mais significativas ocorrem na porção Norte junto a escarpa erosiva. Na área ocupada pequenas porções com inclinações superiores a 45%, também, ocorrem junto a rua Miraguai, e mais a sul, após a rua Xingu, (Figura 05-B).

Figura 04. Mapa de orientação das vertentes (A) e das altitudes (B) na área de ocupação da Vila Santa Tereza.

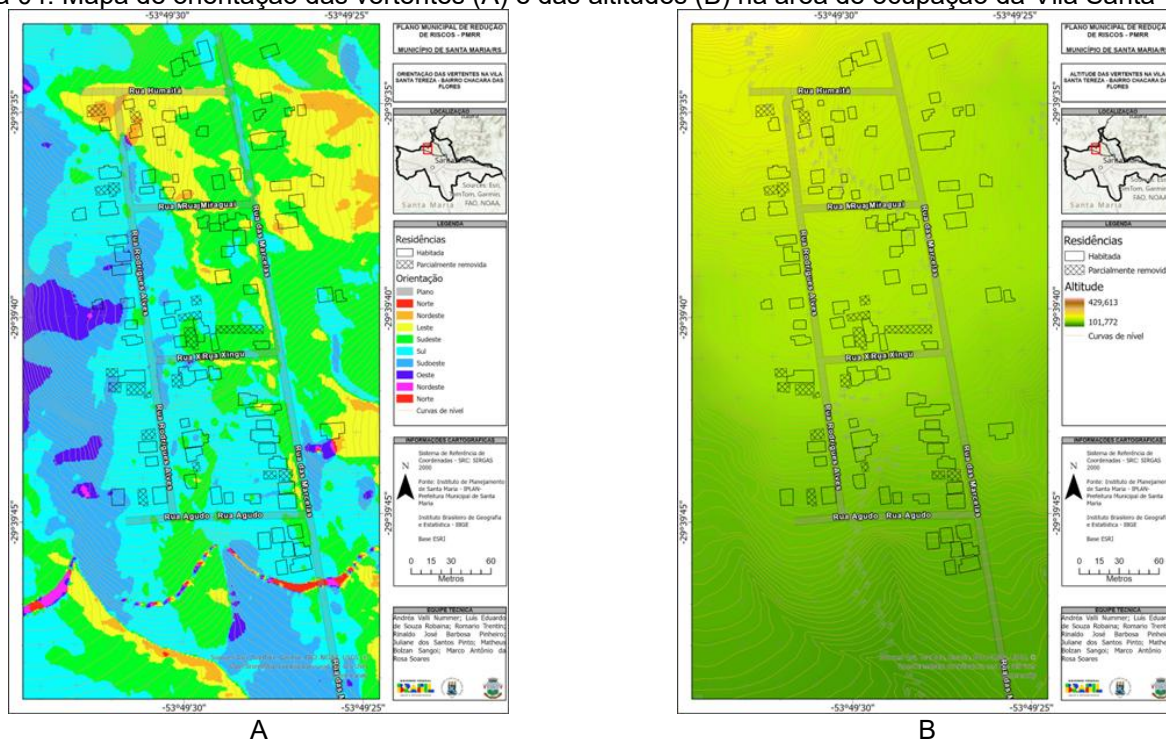
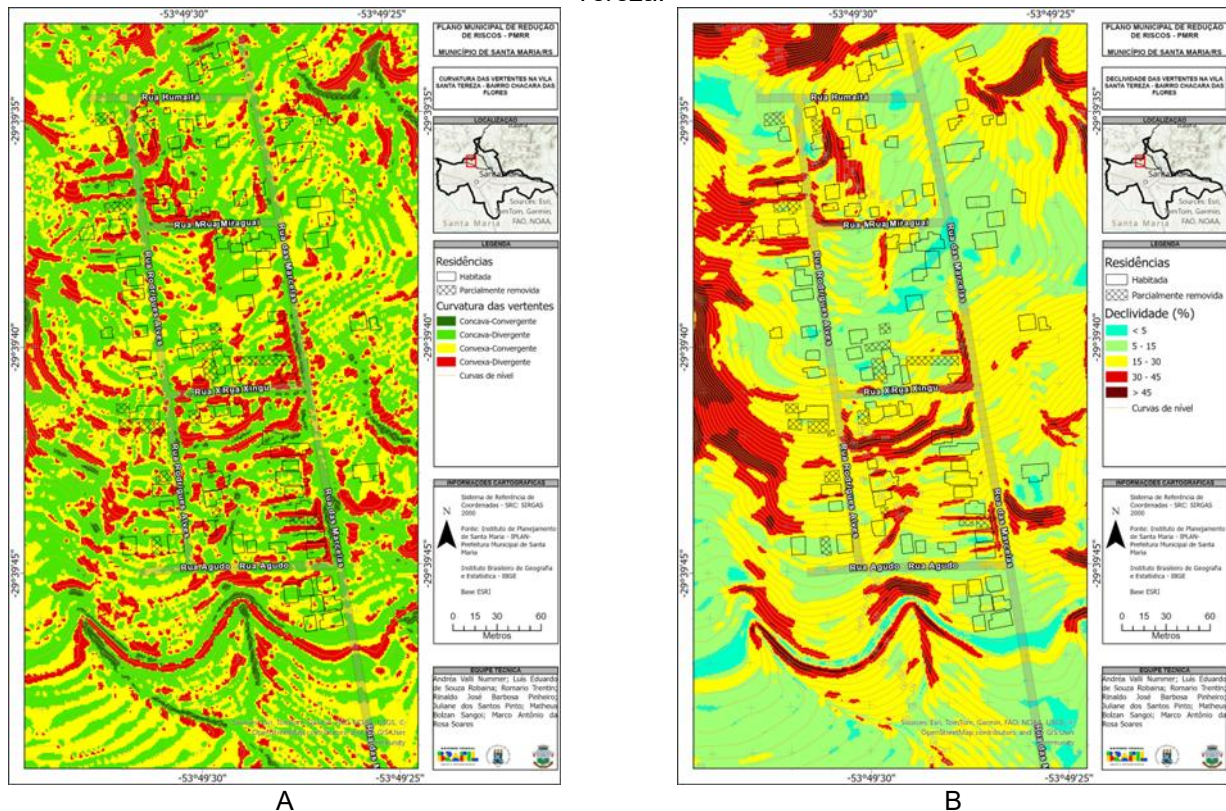


Figura 05. Mapa de curvatura das vertentes (A) e das declividades (B) na área de ocupação da Vila Santa Tereza.



A composição litológica da encosta é caracterizada, do topo para a base, por rochas vulcânicas, que marcam um derrame superior, entre as cotas de 400m a 320m, compondo 80m de espessura e um inferior entre as altitudes de 290m a 225m, compondo 65m de espessura. Está representado por um basalto com estruturas magmáticas. As discontinuidades, são geradas a partir da perda de calor da lava, que se contrai em até 10% de seu volume, produzindo rupturas e dando origem a fraturas, denominadas disjunções. As colunas formadas são ortogonais ao topo e à base do derrame e tendem a um formato hexagonal.

Em derrames espessos, entre as duas zonas colunares permanece uma zona não atingida pela disjunção, chamada de entablamento, região central ou miolo, conforme já observado por Fernandes *et al.* (2010). Na base, as fraturas magmáticas são predominantemente horizontais, formando placas e pequenos blocos. Além das estruturas magmáticas, ocorrem fraturas tectônicas que, também, representam zonas de fraqueza e, portanto, suscetíveis a rupturas associada a pressão da água que se infiltra nelas.

As discontinuidades descritas marcam zonas permeáveis com acúmulo de água e portanto, são porções de maior suscetibilidade a ocorrência de processos superficiais, como intemperismo, mas também são áreas onde podem ocorrer rupturas pela pressão da água, gerando movimentos de massa.

A partir da altitude de 220m até aproximadamente 198m ocorrem arenitos, bem classificados com estratos cruzados de alto ângulo que podem constituir discontinuidades por onde ocorre fluxo da água. As áreas de contato são as com maior possibilidade de rupturas por representarem zonas de discontinuidades que podem controlar a ocorrência de processos de movimento de massa.

Sotoposto a essas litologias ocorre uma sequência de rochas sedimentares do tipo arenitos finos com estratos cruzados de baixo ângulo e intercalação de lamitos com estratos plano-paralelos, com consistência predominantemente média. A variação da permeabilidade/porosidade entre as litologias pode gerar acúmulo de água e fluxos subsuperficiais. As edificações dessa comunidade estão assentadas sobre essas litologias, onde as variações de permeabilidade/porosidade e características da estrutura sedimentar podem determinar as descontinuidades.

No dias 26 e 27 de junho de 2025 foram realizados, pelo professor Dr. Marcus Vinícius Lima da UNIPAMPA campus Caçapava do Sul, 3 perfis geofísicos utilizando o método de resistividade elétrica. Os levantamentos ocorreram na rua das Marcelas, Rodrigues Alves e Xingú (Figura 06). Para auxiliar na coleta de dados e geração dos perfis geofísicos foram realizados, nesses mesmo locais, perfis topográficos com a colaboração dos técnicos da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal.

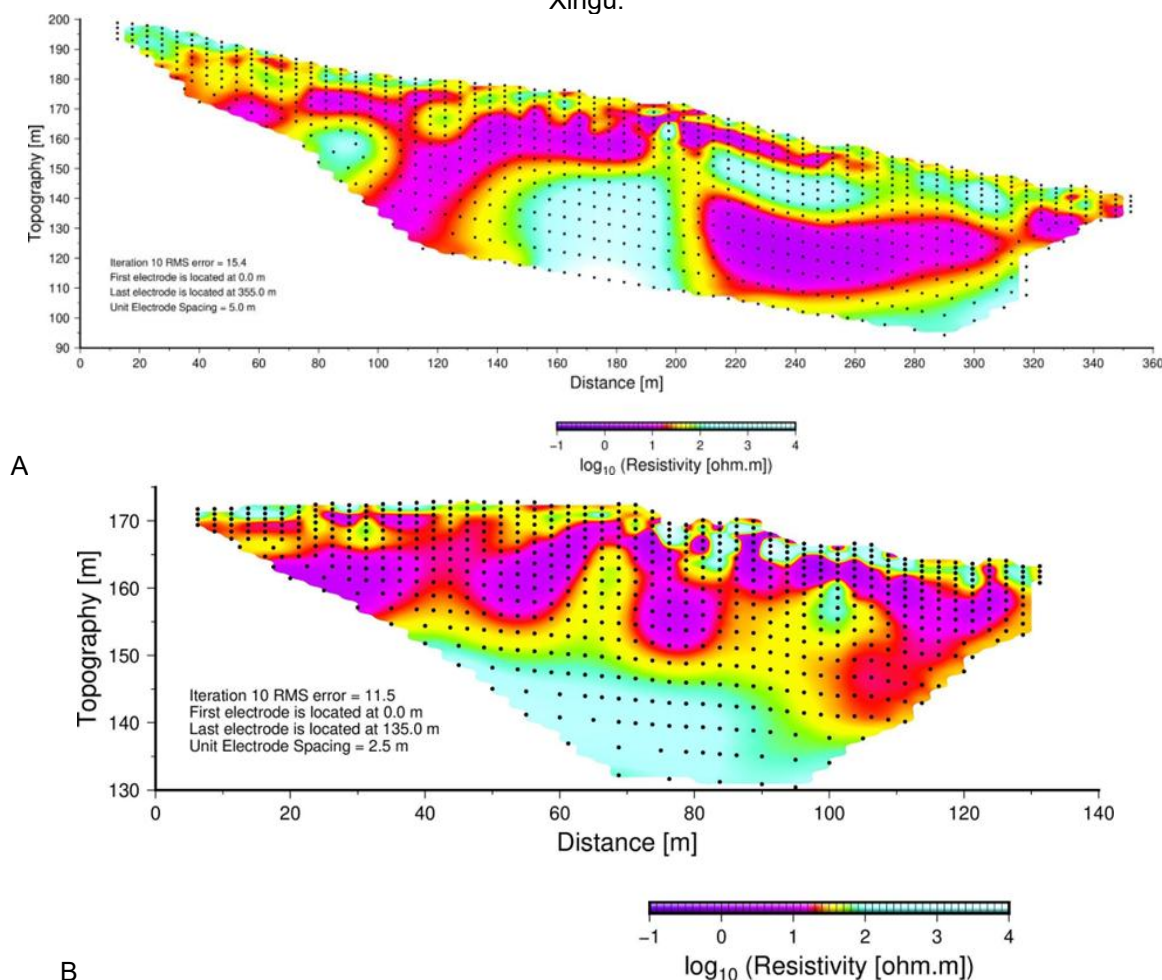
Figura 06. Levantamento Geofísico.



Na Geofísica, as coberturas sedimentares apresentam baixa resistividade elétrica quando saturadas, devido à condução eletrolítica associada à água nos poros. Em condições não saturadas, como em zonas com nível freático profundo, esses materiais tendem a apresentar resistividade mais alta. A resistividade também é controlada pela porosidade e pela conectividade dos poros. Embora maior porosidade favoreça o transporte iônico e aumente a condutividade, a baixa permeabilidade pode limitar esse processo, resultando em baixa condutividade mesmo em meios porosos. Além disso, a presença de argilominerais reduz a resistividade devido à condução superficial associada à dupla camada elétrica de cátions adsorvidos em suas superfícies, que cria caminhos adicionais para a condução de corrente elétrica. Anomalias de alta condutividade elétrica (baixa resistividade) podem ocorrer em litologias tipicamente pouco permeáveis, como granitos, basaltos e calcários, em decorrência da presença de zonas fraturadas que aumentam a permeabilidade secundária e permitem a percolação de fluidos.

A interpretação das seções de resistividade elétrica obtidas pelo levantamento executado nas ruas Rodrigues Alves e Travessa Xingu (Figura 07 A e B), permitiu, portanto, caracterizar potenciais zonas de subsuperfície saturadas em água, indicadas por baixas resistividades (tons magenta-rosa), enquanto que as altas resistividades observadas nos perfis geoeletricos 2-D indicam a presença de basalto maciço e pouco fraturado (cores azul-branco).

Figura 07. Seções geofísicas de resistividade elétrica: A) perfil 1, rua Rodrigues Alves e B) perfil 3, Travessa Xingu.



2.1. Processos Atuentes

Os processos causadores de risco estão associados, na porção superior da ocupação, principalmente, a escorregamentos e de queda de blocos de rochas. Os processos têm início, a partir de fluxos concentrados nos contatos das rochas vulcânicas que causam o rompimento e a desestabilização de porções colunares do derrame, desestabilizando blocos de diferentes tamanhos. Outras áreas de possibilidade de ruptura estão associadas a cobertura de depósitos de colúvio que se caracterizam por uma matriz terrosa com blocos parcialmente imersos nela. Esse tipo de depósito escorrega por saturação e diminuição da resistência ao cisalhamento e também por perda de apoio (cortes) se deslocando ao longo da superfície inclinada, especialmente se retirada a vegetação que tem papel de aglutinação dos blocos e frenador do movimento.

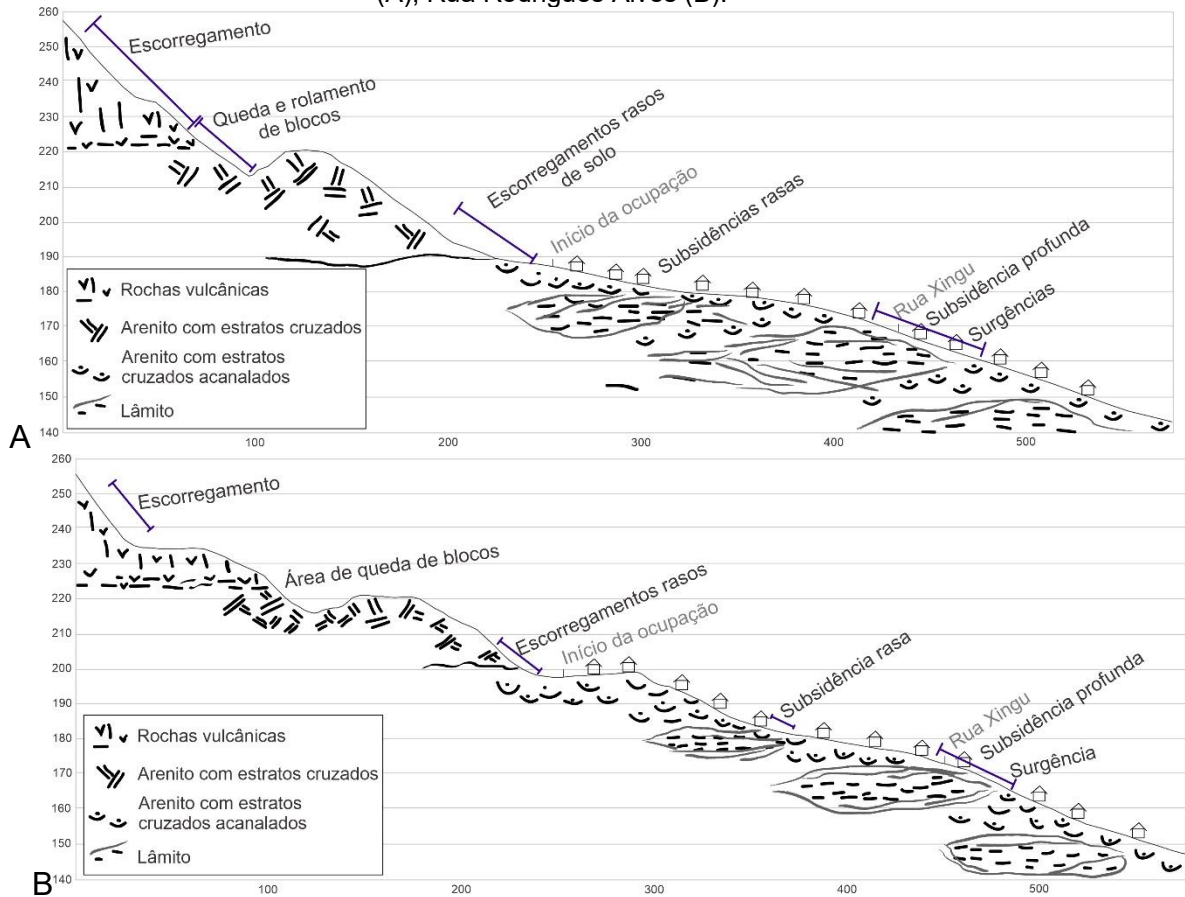
Os processos atuantes no restante da comunidade estão relacionados a erosões superficiais e subterrâneas. A erosão superficial nesse local ocorre de duas maneiras: i) a partir da remoção e transporte de uma fina camada de solo relativamente uniforme e, ii) por formação de pequenos canais, onde o escoamento concentrado é responsável pela remoção e o transporte das partículas dando origem a pequenos sulcos. Ambos os processos podem causar descalçamento de estruturas de base das edificações causando pequenas movimentações.

Nas observações em campo, o escoamento e erosão subterrânea parecem ter tido o papel principal na instabilidade. As porções mais permeáveis superiores (planos de acamamento com leve mergulho e fraturas) facilitam a entrada de água. Os contatos entre

arenitos e lamitos marcam zonas de descontinuidade onde ocorre concentração de fluxo subterrâneo. A movimentação lateral das águas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissolução internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas.

A Figura 08 apresenta um perfil topográfico com representação da litologia e dos processos atuantes na vila conforme levantamentos de campo, na rua das Marcelas (A) e na rua Rodrigues Alves (B).

Figura 08. Perfil topográfico com representação da litologia e dos processos atuantes na vila. Rua das Marcelas (A); Rua Rodrigues Alves (B).



3. ANÁLISE DO PERIGO, VULNERABILIDADE E RISCO

A indicação das variáveis analisadas para definição de Perigo (Quadro 1), se baseou em diferentes estudos (ZAIDAN, FERNANDES, 2009; BRITO, WEBER, KRIGGER, LEITZKE, 2016; KNIERIN, ROBAINA, 2023; RIBEIRO et al., 2025).

Quadro 01. Variáveis analisadas para definição do Perigo.

| | | |
|---------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Perigo | Processos de encosta | Altura da encosta |
| | | Inclinação |
| | | Tipo de encosta (natural rochoso; colúvio; corte, aterro) |
| | | Evidências de movimentos |
| | | Ocorrência de blocos expostos |
| | | Presença de água (surgência; água servida; vazamentos) |
| | | Distância das moradias |
| | Processos erosão/subsidência | Presença de trincas e degraus de abatimento |
| | | Frequência e largura das trincas |
| | | Presença de cortes ou aterros |
| | | Ocorrência de surgências |
| | | Problemas na drenagem urbana |
| | | |

O zoneamento do Perigo de escorregamentos e/ou queda e rolamento de blocos se baseou na proximidade da construção com a encosta, altura da encosta, modificações da encosta devido a ocupação e evidências de alguma movimentação. O perigo a subsidência foi caracterizado com base nas áreas com modificações bruscas da inclinação, presença de camadas lamíticas em subsuperfície, determinadas pelo teste geofísico de resistividade elétrica e presença de danos nas edificações relacionados a movimentos verticais.

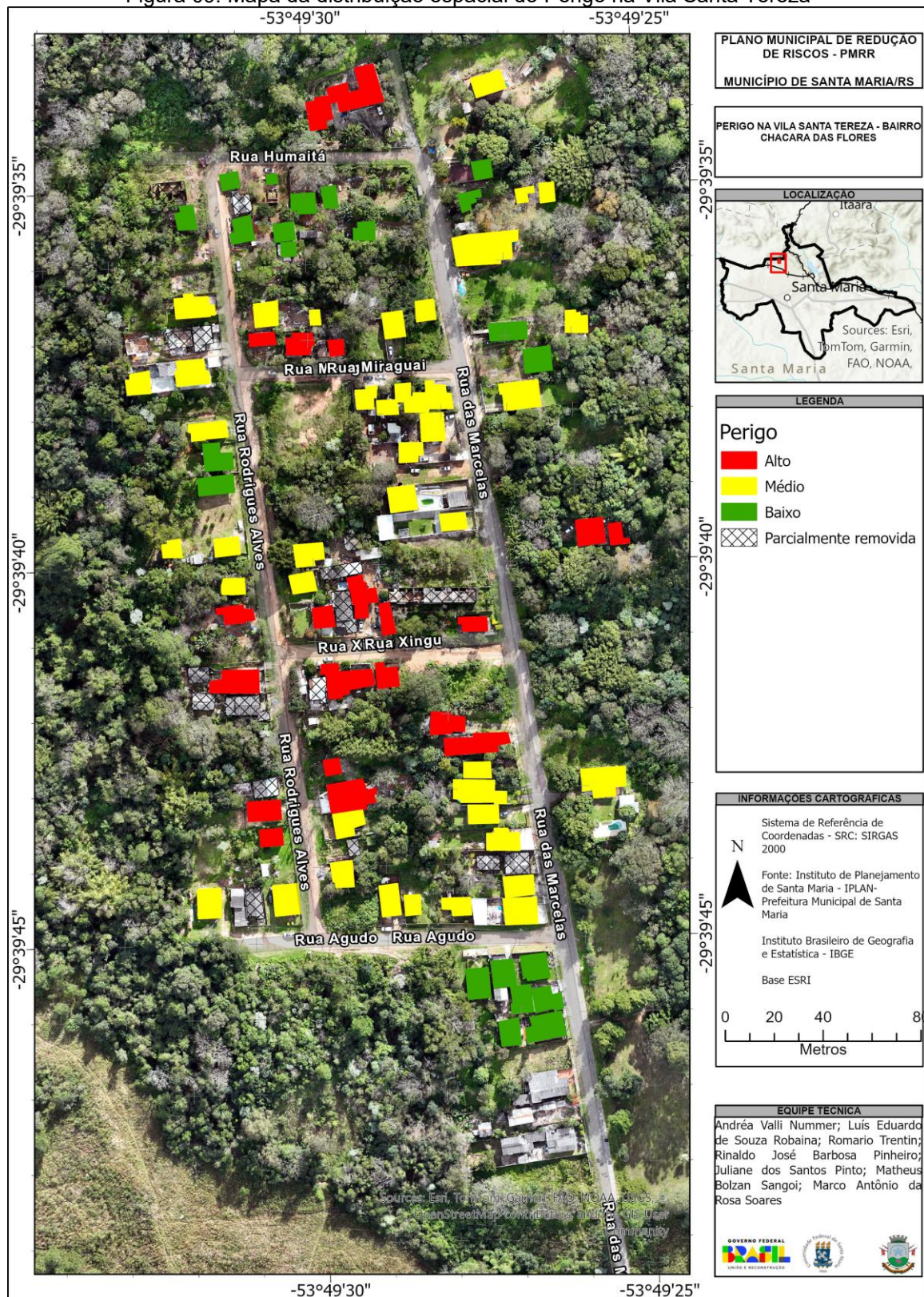
Considerou-se que o principal processo causador de perigo para as edificações da comunidade está associado a deformações bruscas devido a alterações na umidade (saturação do solos/rocha), causando danos significativos às fundações de diversas moradias. A Figura 09 apresenta a distribuição espacial do perigo dos processos geológicos associados aos movimentos de massa e processos de subsidência.

As edificações definidas como Perigo Alto a movimentos de massa ocorrem na porção norte da comunidade e correspondem a 2 unidades localizadas na base da encosta. As demais edificações com Perigo Alto que ocorrem no final de um primeiro patamar do relevo de colinas, junto a rua Miraguai, que é marcado por uma variação da inclinação são associados a (3 edificações com processos de requalque por erosão subterrâneo. Nessa área, as variações de umidade ocorrem em profundidades relativamente menores, gerando deformações menos significativas. O processo de perigo foi definido, nesses casos, como subsidência rasa.

Outra área de Perigo Alto corresponde a área localizada em um segundo patamar, mais ao sul da comunidade afetada por processo de subsidência mais profundo afetando 17 edificações. Nessa área, a presença de camada espessa de lamito, em subsuperfície gerou deformações mais significativas.

Como Perigo Médio, foram definidas 41 edificações e Perigo Baixo 23 edificações todos realcionados a processos de subsidência e erosão superficial.

Figura 09. Mapa da distribuição espacial do Perigo na Vila Santa Tereza



As edificações definidas como Perigo Alto a movimentos de massa ocorrem na porção norte da comunidade e correspondem a 2 unidades localizadas na base da encosta. As demais edificações com Perigo Alto que ocorrem no final de um primeiro patamar do relevo de colinas, junto a rua Miraguai, que é marcado por uma variação da inclinação são associados a (3 edificações com processos de requalque por erosão subterrâneo. Nessa área, as variações de

umidade ocorrem em profundidades relativamente menores, gerando deformações menos significativas. O processo de perigo foi definido, nesses casos, como subsidência rasa.

Outra área de Perigo Alto corresponde a área localizada em um segundo patamar, mais ao sul da comunidade afetada por processo de subsidência mais profundo afetando 17 edificações. Nessa área, a presença de camada espessa de lamito, em subsuperfície gerou deformações mais significativas.

Como Perigo Médio, foram definidas 41 edificações e Perigo Baixo 23 edificações todos realcianosados a processos de subsidência e erosão superficial.

3.1. Avaliação da Vulnerabilidade da Comunidade em Perigo

A avaliação da Vulnerabilidade da população em Perigo (Quadro 02), se baseia em informações sobre as características das edificações e infraestrutura disponível (BRITO, EVERS, ALMORADIE, 2018; MENEZES, TRENTIN, ROBAINA, 2021; TRENTIN, ROBAINA, AVILA, 2019; SANTOS, et al. 2022).

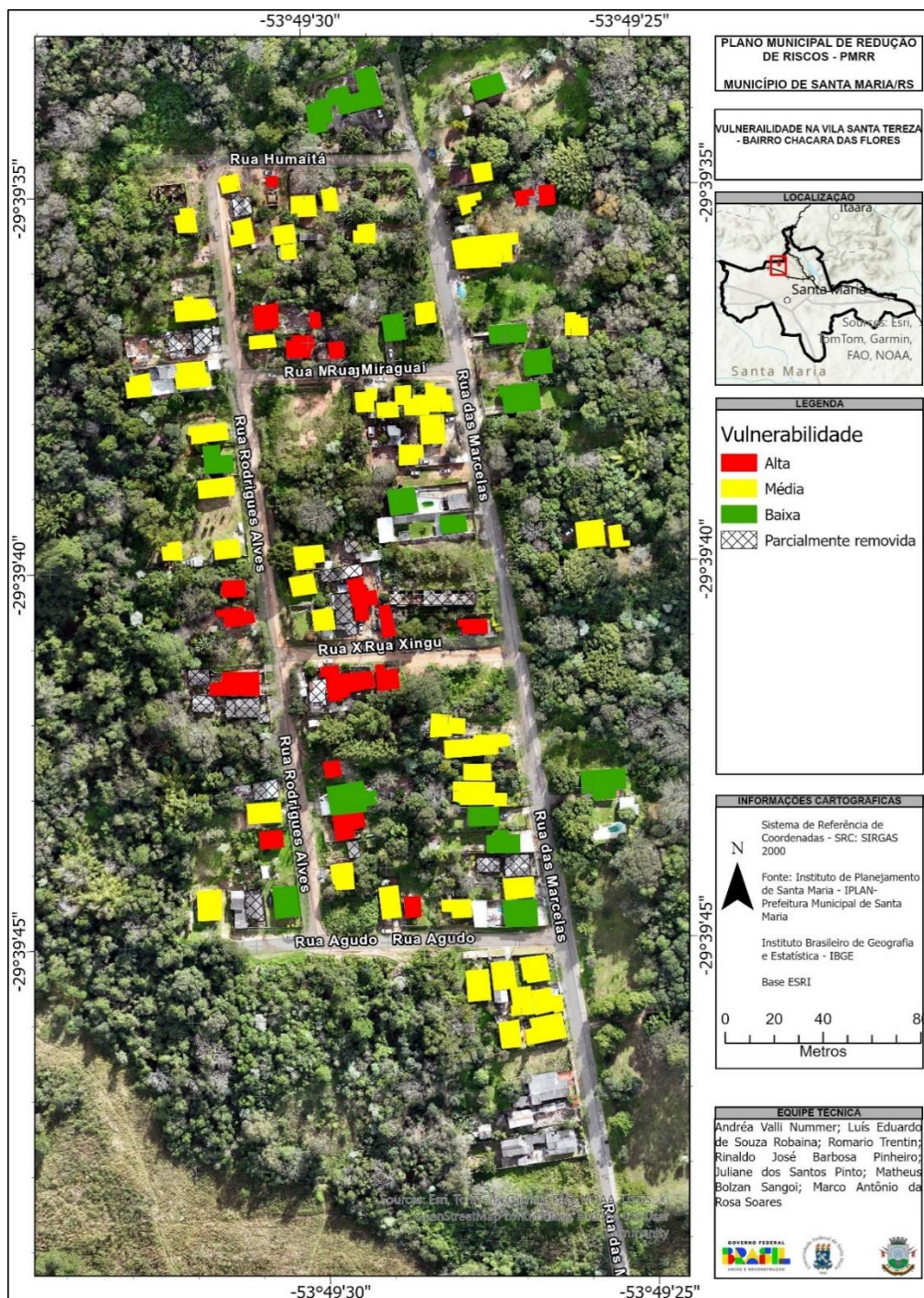
Quadro 02. Avaliação da vulnerabilidade.

| | |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vulnerabilidade | Tamanho, Material e grau de acabamento da construção |
| | Presença de algum tipo de dano na construção |
| | Infraestrutura urbana (condições da via pública, rede de água; redes de esgotamento; coleta de resíduos) |

A vulnerabilidade foi avaliada com base no padrão construtivo, infraestrutura disponível, fragilidade econômica às quais um determinado grupo populacional se encontra submetido e a existência de patologias como trincas em paredes e pisos das edificações. De forma geral, a área em estudo apresenta serviços de água e luz. A maioria das ruas não são pavimentadas, somente a rua das Marcelas possui pavimento de pedra, mas pouco conservado. As redes de coletas pluvial são precárias e a de esgoto é inexistente.

Na comunidade predomina Vulnerabilidade Média para 49 edificações. A Vulnerabilidade Alta ocorre em 20 moradias e está associada às construções com infraestrutura urbana precária ou inexistente, pequena área construída, de madeira ou alvenaria sem acabamento. Muitas são identificadas como vulnerabilidade alta pelas diversas patologias observada. A Vulnerabilidade Baixa foi definida para 17 edificações. (Figura 10).

Figura 10. Mapa da distribuição espacial da vulnerabilidade na Vila Santa Tereza.



3.2. Determinação do Risco

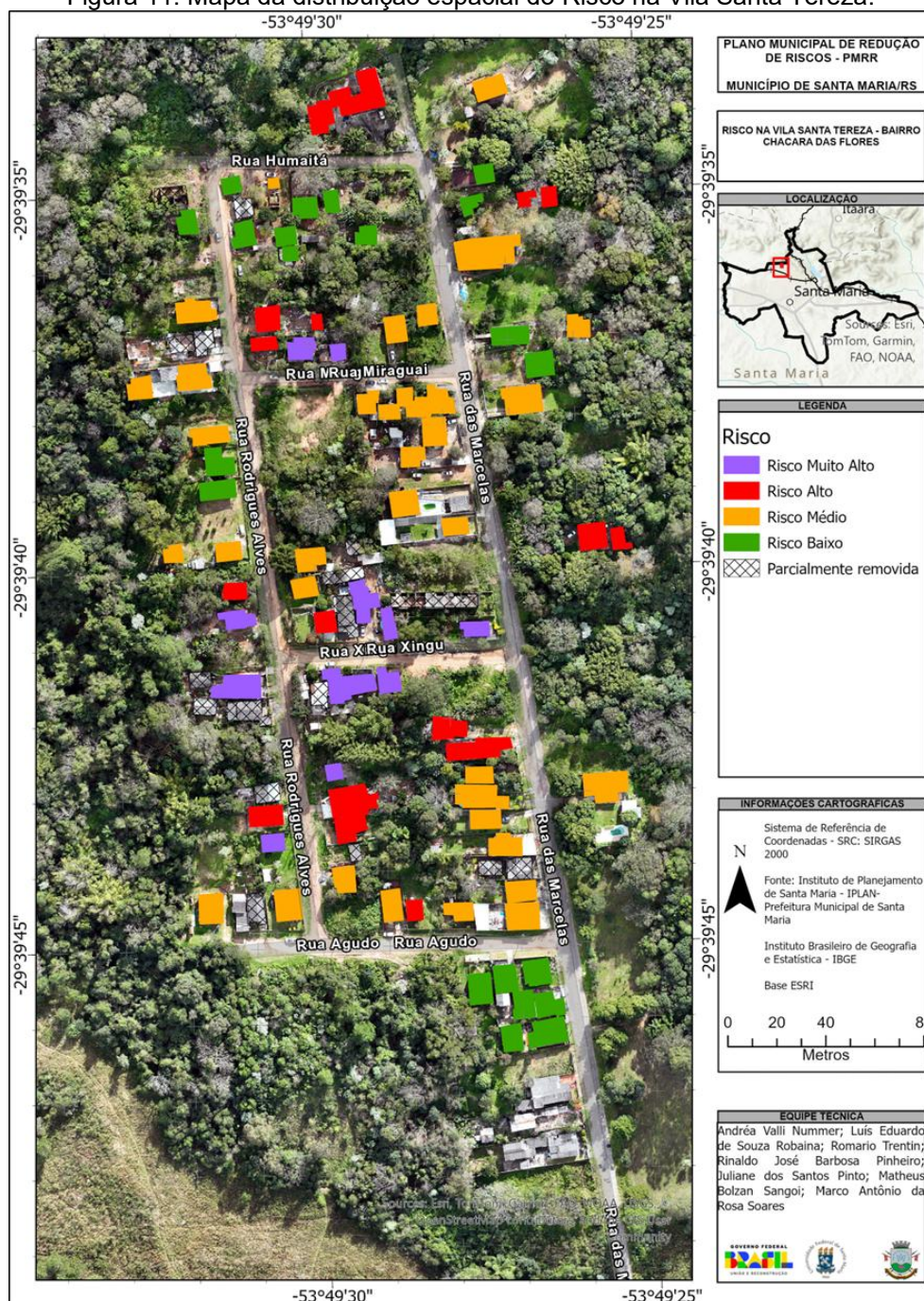
O conceito de risco é empregado para expressar a probabilidade de que um evento ocorra sobre uma população e seus ativos e provoque danos e prejuízos, ou seja, causando desastres. Nestes termos, o risco materializa-se na presença simultânea de um perigo e de uma vulnerabilidade. O risco foi determinado a partir dos dados obtidos para o perigo e vulnerabilidade e apresenta, como resultado, a interação entre as duas variáveis (TOMINAGA, 2015). O risco foi determinado com 4 graus: Baixo, Médio, Alto e Muito Alto (Quadro 03).

Quadro 03. Condições de perigo e vulnerabilidade que definem os 4 graus de risco.

| Graus de risco | Variáveis de perigo e vulnerabilidade |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Risco Baixo (R1) | Correspondem às áreas com classe de perigo e vulnerabilidade baixa |
| Risco Médio (R2) | Corresponde às áreas com classes de perigo alto com vulnerabilidade baixa ou perigo médio com vulnerabilidade média ou alta |
| Risco Alto (R3) | Corresponde às áreas com classes de perigo alto com vulnerabilidade média |
| Risco Muito Alto (R4) | Corresponde às áreas com classes de perigo alto com vulnerabilidade alta |

A Figura 11 apresenta a classificação geral do risco definida para as edificações da Vila Santa Tereza e o registro de 17 edificações que foram total ou parcialmente removidas em decorrência dos processos ocorridos no ano de 2024, que afetaram esse local.

Figura 11. Mapa da distribuição espacial do Risco na Vila Santa Tereza.



3.2.1. Risco de movimento de massa

Duas (02) edificações localizadas na base da encosta foram definidas como Risco Alto relacionado a possibilidade de ocorrência de movimento de massa, tipo escorregamento e/ou queda e rolamento de blocos de rocha (Perigo Alto). As edificações são de Baixa a Média Vulnerabilidade com base nas características construtivas e pela existência de patamares e muros de contenção que podem funcionar para conter pequenos volumes de materiais mobilizados.

3.2.2. Risco de subsidência

O Risco Alto foi definido para 03 edificações no primeiro patamar, junto as ruas Miraguaí e Rodrigues Alves, com subsidência definida como rasa. Ocorrem, também, 02 edificações com determinação de risco Muito Alto, devido a condição de vulnerabilidade alta das edificações, que confere pouca resistência ao processo.

A principal área de risco ocorre em um segundo patamar entre as ruas Xingu, Agudo e a rua Rodrigues Alves, onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa, evidenciado pela área indicada na análise da orientação das encostas e dos resultados da resistividade dos materiais. Nessa área as edificações apresentam Perigo Alto de serem afetadas por subsidência. O Risco Alto (10 edificações) e Muito Alto (10 edificações) é definido pelas condições de vulnerabilidade das edificações. Nessa área, diversas edificações foram abandonadas após o evento de abril/maio de 2024.

3.2.3. Erosão superficial

O risco de erosão superficial foi definido como alto para duas residências que se localizam na porção nordeste da Vila, em encosta íngreme onde o perigo e a vulnerabilidade foram definidos como alto.

4. RESULTADOS DO MAPEAMENTO DOS RISCOS

4.1. SETORES DE RISCO ALTO

4.1.1. PROCESSO: Geológico de Movimento de massa

Figura 12. Localização dos Setores de Risco Alto na Vila Santa Tereza (S107 a S112).

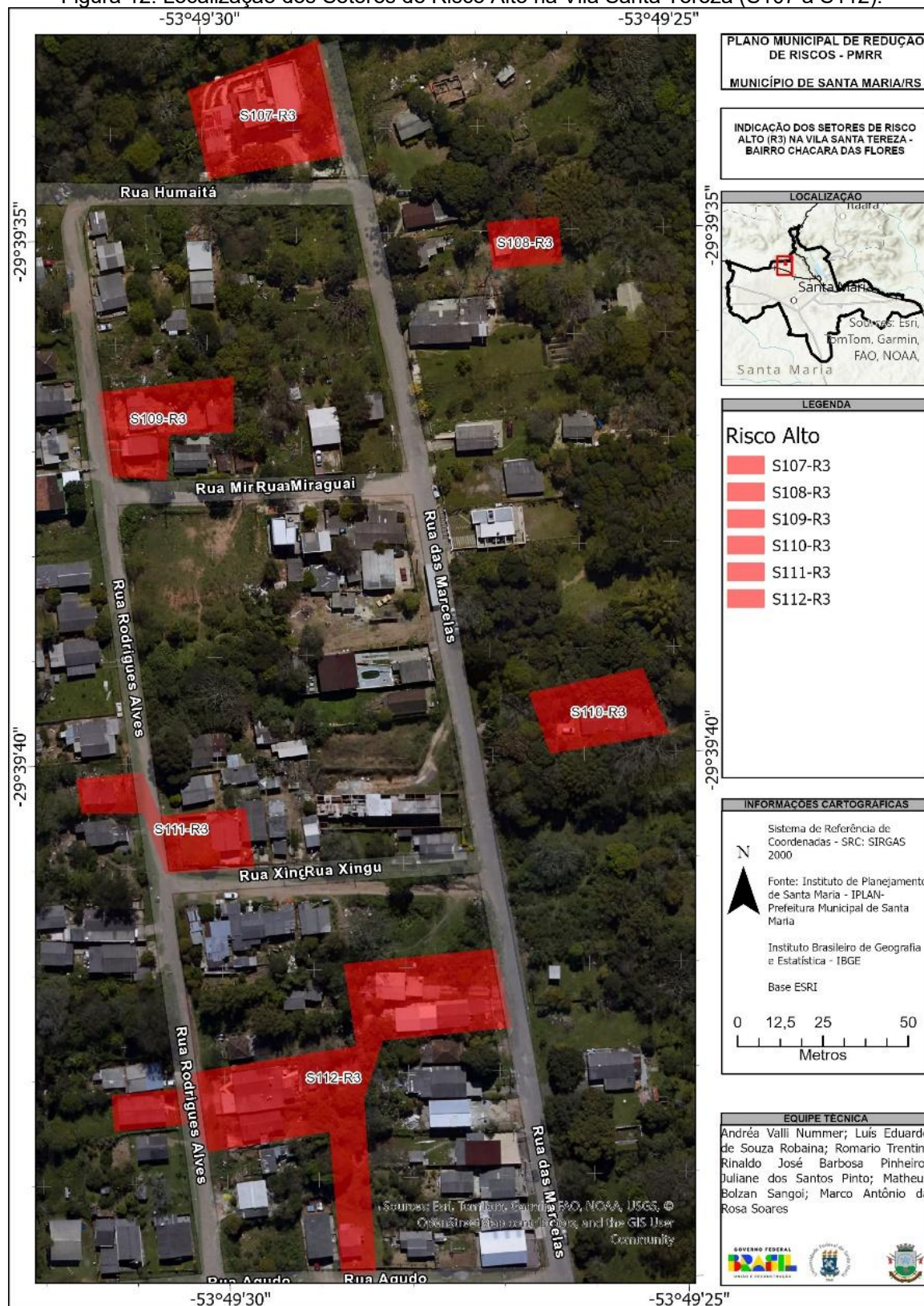


Figura 13. Vista panorâmica do Setor 107.



Figura 14. Vista parcial do Setor 107.



| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 107 – R3 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Rua Humaitá | | Latitude: -29,6594025197 | Longitude: -53,8247995412 |
| Essa área representada, está localizada na parte norte da comunidade junto a encosta da Serra Geral | | | |
| Síntese dos aspectos físicos A possibilidade de ocorrência de algum tipo de movimento de massa, tipo escorregamento e/ou queda e rolamento de blocos de rocha, ocorre em (02) duas edificações localizadas na base da encosta, definidas por Perigo Alto. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais A via é de terra e a drenagem urbana é deficiente. A encosta tem uma cobertura vegetal importante | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades As edificações são de Baixa a Média Vulnerabilidade pelas características construtivas e pela existência de patamares e muros de contenção a pequenos volumes de material mobilizado. | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 107-R3 | Movimentos de massa | Risco Alto | 02 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

4.1.2. PROCESSO: Geológico Erosão Superficial

Figura 15. Vista panorâmica do Setor 108.



Figura 16. Vista parcial do Setor 108.



Quadro 05. Avaliação do risco no Setor 108.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 108 – R3 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Rua das Marcelas | | Latitude: -29,6597561159 | Longitude: -53,8240312127 |
| Edificações localizadas em uma colina com saída para a rua das Marcelas, próximas a canal de drenagem da porção leste da comunidade | | | |
| Síntese dos aspectos físicos A erosão superficial ocorre a partir da remoção de uma fina camada de solo relativamente uniforme e por formação de pequenos canais, onde a remoção e o transporte das partículas de solo são feitos pelo escoamento concentrado, gerando pequenos sulcos. Ambos os processos podem causar descalçamento de estruturas de base das edificações causando pequenas movimentações. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais As edificações ficam a pelo menos 30m da via principal, com acesso por caminhos ao lado de edificações junto a via. | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Ocupação desordenada com baixo padrão construtivo. | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 108 – R3 | Erosão superficial | Risco Alto | 02 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: <ul style="list-style-type: none"> - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

4.1.3. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Rasa

Figura 17. Vista panorâmica do Setor 109.



Quadro 06. Avaliação do risco no Setor 109.

Quadro 06: Avaliação do risco no Setor 109.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 109 – R3 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: ruas Miraguai e Rodrigues Alves | | Latitude: -29,6602087033 | Longitude: -53,825147955 |
| O Risco Alto foi definido para edificações junto as ruas Miraguai e Rodrigues Alves | | | |
| Síntese dos aspectos físicos As porções mais permeáveis superiores, planos de acamamento com leve mergulho e fraturas facilitam a entrada de água e erosão subterrânea que pode gerar subsidência definida como rasa. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais O escoamento superficial gera erosão em pequenas ravinas | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Área com ocupação ordenada, infraestrutura deficiente com rua não pavimentada e esgotamento pluvial com problemas. Não existem patologias importantes nas edificações | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 109 – R3 | Subsidência rasa | Risco Alto | 03 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: <ul style="list-style-type: none">- Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas;- Estabelecimento de sinalização de orientações gerais- Locais pré-definidos para acolhimento;- Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

4.1.4. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Profunda

Figura 18. Vista panorâmica do Setor 110.



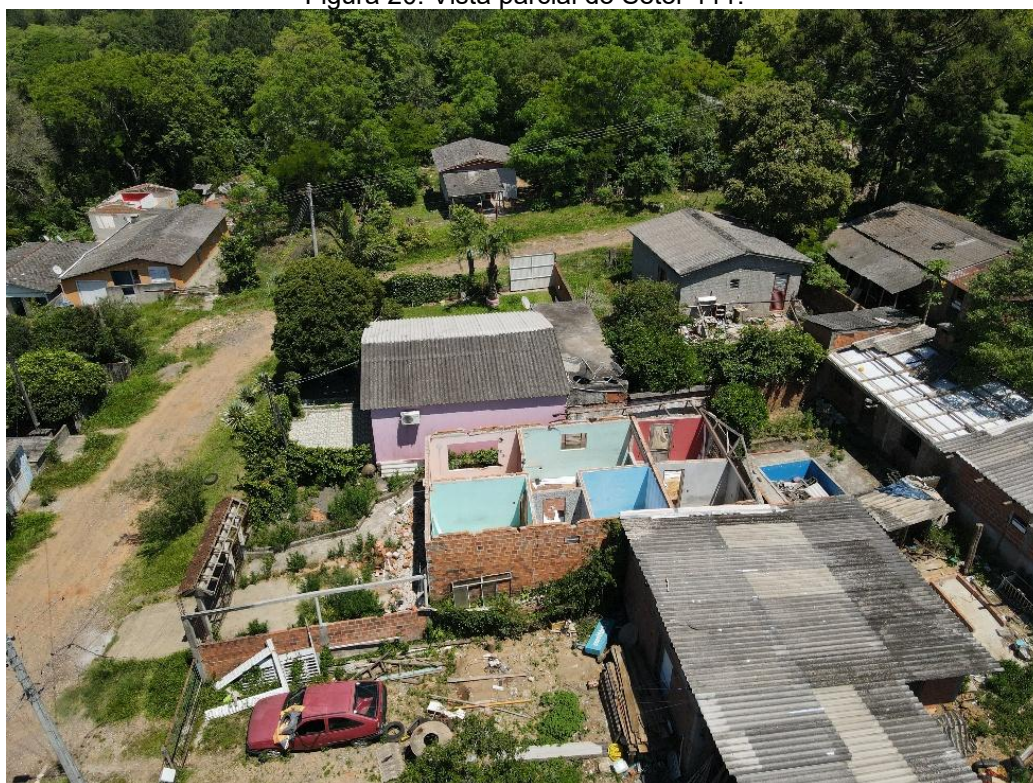
Quadro 07. Avaliação do risco no Setor 110.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 110 – R3 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Rua das Marcelas | | Latitude: -29,6610022926 | Longitude: -53,8238429618 |
| Área de risco onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa. | | | |
| Síntese dos aspectos físicos A movimentação lateral das águas subterrâneas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissolução internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais Presença de vegetação florestal | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Ruas não são pavimentadas, somente a rua das Marcelas possui pavimento de pedra, mas pouco conservado. As redes de coletas pluvial são precárias e de esgoto inexistente. Existem pequenas patologias nas construções | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 110-R3 | Subsidência profunda | Risco alto | 02 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

Figura 19. Vista panorâmica do Setor 111.



Figura 20. Vista parcial do Setor 111.



| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 111 – R3 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Ruas Xingu e Rodrigues Alves | | Latitude: -29,6612774576 | Longitude: -53,8251352811 |
| A principal área de risco ocorre em um segundo patamar entre as ruas Xingu e a rua Rodrigues Alves, onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa. | | | |
| Síntese dos aspectos físicos A movimentação lateral das águas subterrâneas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissolução internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais Existência de construções desocupadas | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Ruas não são pavimentadas, somente a rua das Marcelas possui pavimento de pedra, mas pouco conservado. As redes de coletas pluvial são precárias e de esgoto inexistente. Existem pequenas patologias nas construções | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 111-R3 | Subsidência profunda | Risco alto | 02 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

Figura 21. Vista panorâmica do Setor 112.



Figura 22. Vista parcial do Setor 112.



Quadro 09. Avaliação do risco no Setor 112.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 112 – R3 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Rua das Marcelas, Agudo e a rua Rodrigues Alves | | Latitude: -29,6619527832 | Longitude: -53,8246718671 |
| A principal área de risco ocorre em um segundo patamar entre as ruas das Marcelas, Agudo e a rua Rodrigues Alves, onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa. | | | |
| Síntese dos aspectos físicos A movimentação lateral das águas subterrâneas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissoluções internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais Existência de edificações. | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Ruas não são pavimentadas, somente a rua das Marcelas possui pavimento de pedra, mas pouco conservado. As redes de coletas pluvial são precárias e de esgoto inexistente. Existem pequenas patologias nas construções | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 112-R3 | Subsidência profunda | Risco alto | 06 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

4.2. SETORES DE RISCO MUITO ALTO

4.2.1. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Rasa

Foram definidos 2 Setores de Risco Muito Alto, numerados de 113 e 114 (Figura 23). O setor S113 está localizado na Rua Miraguai, onde os processos causadores de risco estão associados a subsidência rasa com vulnerabilidade alta. O setor S114 está localizado na porção centro sul da Vila ocupando quase toda a extensão da rua Xingu e a parte mais baixa da rua Rodrigues Alves, onde os processos de subsidências profundo causam os riscos Muito Altos.

Figura 23. Mapa da distribuição espacial do Setores de risco Muito Alto na Vila Santa Tereza.



Figura 24. Vista panorâmica do Setor 113.



Figura 25. Vista parcial do Setor 113.



Quadro 10. Avaliação do risco no Setor 113.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 113 – R4 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Rua Miraguai | | Latitude: -29,6603117039 | Longitude: -53,8249764218 |
| O Risco Muíro Alto foi definido para edificações junto as ruas Miraguai e Rodrigues Alves | | | |
| Síntese dos aspectos físicos O escoamento e erosão subterrânea parecem ter tido o papel principal na instabilidade. As porções mais permeáveis superiores, planos de acamamento com leve mergulho e fraturas facilitam a entrada de água e erosão subterrânea gerando subsidência rasa. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais O escoamento superficial gera erosão em pequenas ravinas. | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Área com infraestrutura deficiente com rua não pavimentada e esgotamento pluvial com problemas e existem patologias nas edificações. | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 113-R4 | Subsidência rasa | Risco muito alto | 02 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: <ul style="list-style-type: none"> - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

4.2.2. PROCESSO: Geológico Erosão Subterrânea Profunda

Figura 26. Vista panorâmica do Setor 114.



Figura 27. Vista parcial do Setor 114.



Quadro 11. Avaliação do risco no Setor 114.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tipo: Ficha Geral do Produto 02 | | Data: março/2026 | |
| Nome: Setor 114 – R4 | | Localidade: Santa Tereza | |
| Endereço: Ruas Xingu, Agudo e a rua Rodrigues Alves | | Latitude: -29,6616153886 | Longitude: -53,825055754 |
| Ocorre no que foi definido como segundo patamar onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa, especialmente associado as ruas Xingu, Agudo e a rua Rodrigues Alves | | | |
| Síntese dos aspectos físicos A erosão subsuperficial pode causar descalçamento de estruturas de base das edificações causando pequenas movimentações. Os contatos entre arenitos e lamitos marcam zonas de descontinuidade onde ocorre concentração de fluxo subterrâneo. A movimentação lateral das águas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissolução internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas. | | | |
| Síntese dos aspectos urbanos ambientais Nessa área, diversas edificações foram abandonadas após o evento de abril/maio de 2024. | | | |
| Síntese dos aspectos sociais e de vulnerabilidades Construções com precária infraestrutura urbana, construções em madeira ou alvenaria sem acabamento. Muitas são identificadas como vulnerabilidade alta pelas diversas patologias observada. | | | |
| ID do Setor | Tipo de Processo | Grau de Risco | Nº de Moradias |
| Setor 114-R4 | Subsidência profunda | Risco muito alto | 10 |
| Recomendações para o plano de contingência e atendimentos de emergência: - Contato com a Defesa Civil – telefone 24horas; - Estabelecimento de sinalização de orientações gerais - Locais pré-definidos para acolhimento; - Constituição de Núcleo de Defesa Civil (NUDEC). | | | |

4.3. Síntese do Mapeamento

A Figura 28, mostram os setores de risco Alto e Muito Alto para os processos mapeados. O Quadro 12 sintetiza o resultado do mapeamento dos riscos geológicos para a Vila Santa Tereza.

Figura 28. Localização dos setores de risco Alto e Muito Alto para os processos mapeados.



Quadro 12. Síntese do mapeamento do Risco Geológico na Vila Santa Tereza.

| Setor N° | Grau de Risco | N° Edificações | Bairro/Localidade | Processo |
|----------|---------------|----------------|-------------------|----------------------|
| 107 | R3 | 02 | Vila Santa Tereza | Movimento de Masa |
| 108 | R3 | 02 | Vila Santa Tereza | Erosão Superficial |
| 109 | R3 | 03 | Vila Santa Tereza | Subsidência Rasa |
| 110 | R3 | 02 | Vila Santa Tereza | Subsidência Profunda |
| 111 | R3 | 02 | Vila Santa Tereza | Subsidência Profunda |
| 112 | R3 | 06 | Vila Santa Tereza | Subsidência Profunda |
| 113 | R4 | 02 | Vila Santa Tereza | Subsidência Rasa |
| 114 | R4 | 10 | Vila Santa Tereza | Subsidência Profunda |

5. CONCEPÇÃO DE INTERVENÇÕES E ESTIMATIVA DE CUSTOS

Concluído o mapeamento e o diagnóstico de riscos envolvendo a delimitação de setores, a estimativa de moradias afetadas e o estabelecimento dos graus de risco, são indicadas as intervenções necessárias (tipologias) para a redução ou controle dos riscos em cada setor mapeado e sempre que for possível privilegiando soluções baseadas na natureza e participação social.

Para setores de Risco Alto – R3 e Muito Alto – R4, são indicadas intervenções estruturais, sempre visando favorecer o maior número de moradores e evitando, quando possível, a remoção de moradias e famílias. A estimativa de custos foi realizada com base na tabela do SINAPI e custos de obras já executadas pela Prefeitura Municipal de Santa Maria.

Na comunidade de Santa Tereza após os eventos de abril/maio de 2024 várias moradias foram afetadas, principalmente nos setores 113 e 144, sendo que em torno de 10 moradias estão parcialmente destruídas.

Como melhoria geral para a comunidade recomenda-se a implementação da infraestrutura básica nas ruas Humaitá, Miraguaí, Xingu, Agudo e Rodrigo Alves. Na rua das Marcelas, que já possui infraestrutura, devem ser executas melhorias nas drenagens. Recomenda-se a remoção de 02 moradias, sendo 01 no Setor 113 e outra no Setor 114.

As proposta de intervenções, principalmente na melhoria das drenagens com execução de uma trincheira profunda (Setor 114), preenchida com rachão envolta em geotextil, com uma função além de controlar o fluxo de água subterrânea que ocasiona erosão e subsidência, visando também um reforço da encosta neste local. Esta proposta de intervenção, deve-se ser detalhada no projeto executivo, após a realização de estudos complementares, tais como sondagens para confirmação dos materiais (solos e rochas sedimentares) e da profundidade do lençol freático.

Quadro 13. Síntese: concepção de intervenções e estimativa de custos – Santa Tereza.

| Set or (ID) | Grau de Risco | Tipo De proces. | No. Estim. De Dom. | Custo Total das Medidas sem reas. (R\$) | No. de fam. Reas. | Custo de referência por fam. Reas. | Custo total com Reas. (R\$) | Custo Total (R\$) | Relação Custo Total/Dom. |
|-------------|---------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|-------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| 107 a 112 | R3 | Movim. de massa/ Erosão/ subs. | 17 | 2.889.683,98 | - | - | - | 2.889.683,98 | 99.644,27 |
| 113 a 114 | R4 | | 12 | | - | - | | | |
| 107 a 108 | R3 | Movim. de massa/ Erosão/ subs | 4 | - | - | - | - | Incluídos nas intervenções gerais | - |
| 109 | R3 | Subsidên cia | 3 | - | - | - | - | - | 24.580,04 |
| 113 | R4 | | 2 | - | 1 | 122.900,21 | 122.900,21 | 122.900,21 | |
| 110 | R3 | Subsidên cia | 2 | - | - | - | - | Incluídos nas intervenções gerais | - |
| 112 | R3 | Subsidên cia | 6 | 151.578,10 | - | - | - | 335.928,42 | 20.995,53 |
| 114 | R4 | | 10 | | 2 | - | 184.350,32 | | |
| | | | | | | | Total sem BDI | 2.543.424,53 | |
| | | | | | | | Total do BDI | 812.016,80 | |
| | | | | | | | CUSTO TOTAL | 3.355.441,33 | 145.220,27 |

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – SANTA MARIA FICHA GERAL | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Setores: S107 a S112 – R3 (Alto) S113 a S114 - R4 (Muito Alto) | Localidade: Vila Santa Tereza |
| Referência de acesso: Rua das Marcelas | |
| Equipe: UFSM | Data da vistoria: dezembro 2025 |
| <p>Diagnóstico dos setores: Na comunidade Santa Tereza, com exceção da rua Marcelas, a infraestrutura é deficiente ou inexistente. Construções com precária infraestrutura urbana, construções em madeira ou alvenaria sem acabamento. Muitas são identificadas como vulnerabilidade alta pelas diversas patologias observadas. Muitas moradias foram abandonadas após o evento de maio de 2024.</p> | |
| <p>Descrição do processo: Os processos causadores de risco na comunidade, na porção superior, estão relacionados, principalmente, a escorregamentos de depósitos de colúvios e queda de blocos de rochas. Na porção intermediária e inferior a erosão subsuperficial pode causar descalçamento de estruturas de base das edificações causando pequenas movimentações. Os contatos entre arenitos e lamitos marcam zonas de descontinuidade onde ocorre concentração de fluxo subterrâneo. A movimentação lateral das águas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissolução internas, gerando subsidências.</p> <p>Os processos atuantes no restante da comunidade estão relacionados a processo erosivos superficiais e subterrâneos. Nas observações em campo, o escoamento e erosão subterrânea parece ter tido o papel principal na instabilidade.</p> | |
| <p>Observações: Instalação da infraestrutura básica nas ruas Humaitá, Miraguaí, Xingu, Agudo e Rodrigo Alves. A rua das Marcelas que já possui infraestrutura, deve executar melhorias nas drenagens.</p> <p>A infraestrutura a ser executado inclui: calçamento em paralelepípedo, meio fio, poços de visita, boca de lobo, tubulação pluvial, calçadas e drenagem pluvial.</p> <p>Rua Humaitá: comprimento = 87m; largura = 5,0m, largura da calçada = 1,20m Rua Miraguaí: comprimento = 93m; largura = 6,0m, largura da calçada = 1,20m Rua Xingu: comprimento = 100m; largura = 6,0m, largura da calçada = 1,50m Rua Agudo: comprimento = 133m; largura = 6,0m, largura da calçada = 1,50m Rua Rodrigo Alves: comprimento = 330m; largura = 7,0m, largura da calçada = 1,50m Rua das Marcelas: trecho de comprimento = 340m; largura = 7,5m, largura da calçada = 1,50m</p> | |



| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grau de risco: R3 - Alto e R4 - Muito Alto | Estimativa de nº de edificações no setor R3: 17 Estimativa de nº de edificações no setor R4: 12 |
| Indicação de intervenção | Custo (Reais) |
| Serviços preliminares, canteiro de obras, Engenheiro, Encarregado, Técnico etc. (12 meses), com BDI | R\$ 1.537.768,90 |
| Infraestrutura das ruas Humaitá, Miraguaí, Xingu, Agudo e Rodrigo Alves Área de calçamento = 4.701m ² Calçada = 2.121 m ² Meio-fio = 1.486m Tubulação fluvial = 743 m Poço de visita = 10 unidades Boca de lobo = 30 unidades Melhoria da estrutura Rua Marcelas Área = 2.550 m ² Calçada = 1.020 m ² Meio-fio = 680 m Tubulação fluvial = 330 m Plantio de arvores Plantio de arvores COM BDI | R\$ 1.351.915,08 |
| Total | R\$ 2.889.683,98 |


Quadro 15. Ficha Geral dos Setores de Risco Alto – S107 e S108.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – SANTA MARIA | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| FICHA GERAL | |
| Setores: Setor 107 e 108 - R3 (Alto) | Localidade: Vila Santa Tereza |
| Referência de acesso: Rua Humaitá | |
| Equipe: UFSM | Data da vistoria: dezembro de 2025 |
| <p>Diagnóstico do setor: Moradias nas proximidades da encosta sem infraestrutura urbana adequada e sujeitas a fluxo de água superficial sem um sistema de drenagem.</p> <p>Descrição do processo: Os processos causadores de risco estão associados, na porção superior da ocupação, principalmente, a escorregamentos de depósitos com colúvios e queda de blocos de rochas.</p> <p>Observações:</p>  | |
| Grau de risco: R3 - Alto | Estimativa de nº de edificações no setor: 04 |
| Indicação de intervenção | Custo (Reais) |
| Calha pluvial (parte superior) | |
| Total | Já incluído nas intervenções gerais |

Quadro 16. Ficha Geral dos Setores de Muito Alto Risco - Setores 109 e 113

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – SANTA MARIA FICHA GERAL | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Setores: Setor 109 – R3 (Alto) Setor 113 – R4 (Muito Alto) | Localidade: Santa Tereza |
| Referência de acesso: Rua Miraguai | |
| Equipe: UFSM | Data da vistoria: dezembro 2025 |
| <p>Diagnóstico do setor: O Risco Alto foi definido para edificações junto as ruas Miraguai e Rodrigues Alves. Setor 109 (03 moradias). Área com ocupação ordenada, infraestrutura deficiente com rua não pavimentada e esgotamento pluvial com problemas. Não existem patologias importantes nas edificações.</p> <p>No setor S113 (02 moradias) o risco Muito Alto refere-se ao escoamento e erosão subterrânea que parece ter tido o papel principal na instabilidade. O escoamento superficial gera erosão em pequenas ravinas. Área com infraestrutura deficiente com rua não pavimentada e esgotamento pluvial com problemas e patologias nas edificações.</p> | |
| <p>Descrição do processo: Devido a existência de áreas na encosta mais permeáveis superiores, planos de acamamento com leve mergulho e fraturas facilitam a entrada de água e erosão subterrânea que pode gerar subsidência definida como rasa. O escoamento superficial gera erosão em pequenas ravinas</p> | |
| <p>Observações:</p>  | |
| Grau de risco: R3 (alto) e R4 (muito alto) | <p>Estimativa de nº de edificações no setor R3: 03</p> <p>Estimativa de nº de edificações no setor R4: 02</p> |
| Indicação de intervenção | Custo (Reais) |
| Remoção de 1 moradia + (Serviços complementares / Projeto / BDI) | R\$ 122.900,21 |
| Total | R\$ 122.900,21 |

Quadro 17. Ficha Geral do Setor de Alto Risco - Setor 110.

| PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS – SANTA MARIA FICHA GERAL | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Setores: Setor 110 – R3 (Alto) | Localidade: Santa Tereza |
| Referência de acesso: Rua das Marcelas | |
| Equipe: UFSM | Data da vistoria: dezembro de 2025 |
| Diagnóstico do setor: Área de risco onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa. Ocorre a presença de vegetação florestal. As redes de coletas pluvial são precárias e as de esgoto, são inexistentes. Existem patologias pouco significativas nas edificações. | |
| Descrição do processo: A movimentação lateral das águas subterrâneas, ao longo dos contatos, possibilita a erosão e dissoluções internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas | |
| Observações: trincheira rasa  | |
| Grau de risco: R3 (alto) | Estimativa de nº de edificações no setor R3: 02 |
| Indicação de intervenção | Custo (Reais) |
| Drenagem – calha de concreto | |
| Total | Já incluído nas intervenções gerais |

Quadro 18. Ficha Geral dos Setores de Risco Alto e Muito Alto – Setores 112 e 114

| FICHA GERAL | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Setores: Setor 112 – R3 (Alto) Setor 114 – R4 (Muito Alto) | Localidade: Vila Santa Tereza |
| Referência de acesso: Rua Agudo e Xingu | |
| Equipe: UFSM | Data da vistoria: dezembro de 2025 |
| <p>Diagnóstico dos setores: No setor S112 (06 moradias) a principal área de risco ocorre em um segundo patamar entre as ruas das Marcelas, Agudo e a rua Rodrigues Alves, onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais significativa. No Setor 113 (10 moradias) a área de risco muito alto ocorre no que foi definido como segundo patamar onde a concentração de fluxo subsuperficial é mais intensa, especialmente associado as ruas Xingu, Agudo e Rodrigues Alves. Nesses setores, diversas edificações foram abandonadas após o evento de abril/maio de 2024. As edificações estão localizadas em área com infraestrutura urbana precária, são em madeira ou alvenaria sem acabamento. Muitas são identificadas como vulnerabilidade alta pelas diversas patologias observadas.</p> | |
| <p>Descrição do processo: A movimentação lateral das águas subterrâneas, ao longo dos contatos, possibilita erosão e dissolução internas, gerando subsidências. O fenômeno da subsidência refere-se ao movimento gradual e descendente do solo, resultante de modificações nas camadas subterrâneas e que vão afetar as edificações sobrepostas produzindo trincas. Devido a erosão subsuperficial ocorre o descalçamento de estruturas de base das edificações causando pequenas movimentações. Os contatos entre arenitos e lamitos marcam zonas de descontinuidade onde ocorre concentração de fluxo subterrâneo.</p> | |
|  | |
| Grau de risco: R3 (alto) e R4 - muito alto | Estimativa de nº de edificações no setor R3: 06 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| | Estimativa de no de edificação no setor R4: 10 |
| Indicação de intervenção | Custo (Reais) |
| Trincheira drenante profunda (Serviços complementares / Projeto / BDI) | R\$ 151.578,10 |
| Remoção de 2 moradias (Serviços complementares / Projeto / BDI) | R\$ 184.350,32 |
| Total | R\$ 335.928,42 |



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, M. M., EVERS, M., AND ALMORADIE, A. D. S.: Participatory flood vulnerability assessment: a multi-criteria approach. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, 22, 373–390, <https://doi.org/10.5194/hess-22-373-2018>, 2018.

BRITO, M. M.; WEBER, E. J.; KRIGGER, V. S.; LEITZKE, F. P. Análise dos fatores condicionantes de movimentos de massa no município de Porto Alegre a partir de registros históricos. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S. l.], v. 68, n. 9, 2016. <https://doi.org/10.14393/rbcv68n9-44450>

FERNANDEZ, P.; MOURATO, S.; MOREIRA, M.; PEREIRA, L. A new approach for computing a flood vulnerability index using cluster analysis. **Phys. Chem. Earth** 2016, 94, 47–55.

KNIERIN, I. da S.; ROBAINA, L. E. S. Identificação da suscetibilidade e perigo de inundações nas cidades de Taquara e Parobé, RS. **Revista de Geografia (RECIFE)**, v. 40, p. 166-192, 2023.

MENEZES, D.J. ; TRENTIN, R. ; ROBAINA, L.E.S.. Análise da Vulnerabilidade da População Suscetível á Inundação na Cidade do Alegrete/RS. **Estudos Geográficos (UNESP)**, v. 18, p. 45-62, 2021.

RIBEIRO, L.S.; RADEMANN, L.K.; ROBAINA, L.E.S.; SCHNORR, G.G.; TRENTIN, R. Análise da relação entre a ocorrência de deslizamentos e os atributos do relevo no evento extremo de precipitação no sul do Brasil, maio de 2024. **Sociedade e Natureza**. Uberlândia, v.37, e74694. 2025.

SANTOS, P. P.; PEREIRA, S.; ROCHA, J.; REIS, E.; SANTOS, M.; OLIVEIRA, S. C.; GARCIA, R. A. C.; MELO, R.; ZEZE, J. L. The role of susceptibility, exposure and vulnerability as drivers of flood disaster risk at the parish level. **Environmental Earth Sciences**. Volume 81, article number 465, (2022).

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO (Orgs) Desastres naturais: conhecer para prevenir / 3a ed. - São Paulo: Instituto Geológico, 2015. 196 p.: il. ; color. ; 24 ISBN 978-85-87235-09-1

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; AVILA, L. O. Proposal Methodology for Analysis of Population Vulnerability at Hazard Areas. **Mercator (Fortaleza)** 18, 2019. <https://doi.org/10.4215/rm2019.e18004>

ZAIDAN, R. T.; FERNANDES, N. F. Zoneamento de susceptibilidade a escorregamentos em encostas aplicado à bacia de drenagem urbana do córrego do independência - Juiz de Fora (MG). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, 2009. <https://doi.org/10.20502/rbg.v10i2.131>





Departamento de
Mitigação e
Prevenção de Risco

Secretaria
Nacional de
Periferias

Ministério das
Cidades

