

ANTEPROJETO

MEMORIAL DESCRITIVO



OBRAS DE ESTABILIDADE E CONTENÇÃO DE ENCOSTAS

NO MORRO CECHELLA

DEZEMBRO/2025

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO	3
1.1.	VILA CANÁRIOS	3
1.2.	VILA BELA VISTA	5
1.3.	VILA BURGER	6
2.	GEOLOGIA.....	7
2.1.	GEOLOGIA REGIONAL	7
2.2.	GEOMORFOLOGIA	9
3.	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS RECENTES.....	10
4.	SOLUÇÕES PROPOSTAS.....	12
4.1.	VILA CANÁRIOS	12
4.2.	VILA BELA VISTA	13
4.3.	VILA BURGER	14
5.	JUSTIFICATIVA DAS SOLUÇÕES.....	15
6.	SEQUÊNCIA EXECUTIVA.....	17
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18

1. APRESENTAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO

Os núcleos urbanos **Vila Canários**, **Vila Bela Vista** e **Vila Burger**, objeto de estudo deste relatório, integram o Morro do Cechella, localizado no perímetro urbano do Município de Santa Maria – RS, no bairro Itararé.

Esses núcleos foram classificados com grau de risco geológico-geotécnico alto e muito alto, tornando necessária a avaliação detalhada dos riscos existentes, bem como a análise das obras de estabilização, a fim de assegurar a integridade das edificações do entorno e da população local.

A Figura 1.1 apresenta a localização do Morro Cechella com os núcleos de estudos.

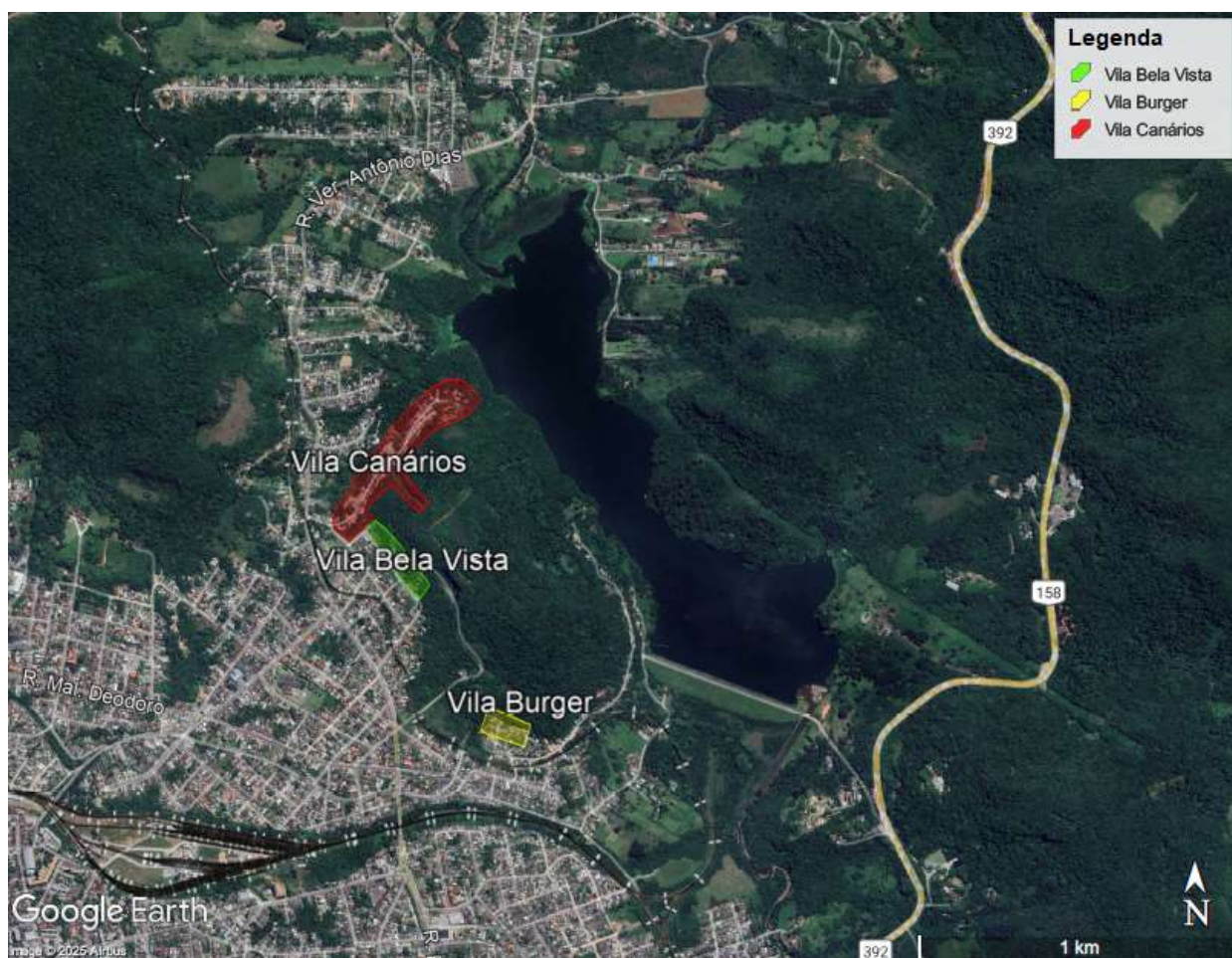


Figura 1.1 – Localização do Morro Cechella com os núcleos de estudos.

1.1. VILA CANÁRIOS

O núcleo Vila Canários encontra-se localizado nas coordenadas 29°40'6,14" S e 53°47'38,80" O, onde foram identificados mecanismos de ruptura do tipo escorregamento, classificados com grau de risco R4 (muito alto), os quais colocaram em risco aproximadamente 70 domicílios.

A Figura 1.2 apresenta a área de intervenção do núcleo Vila Canários.

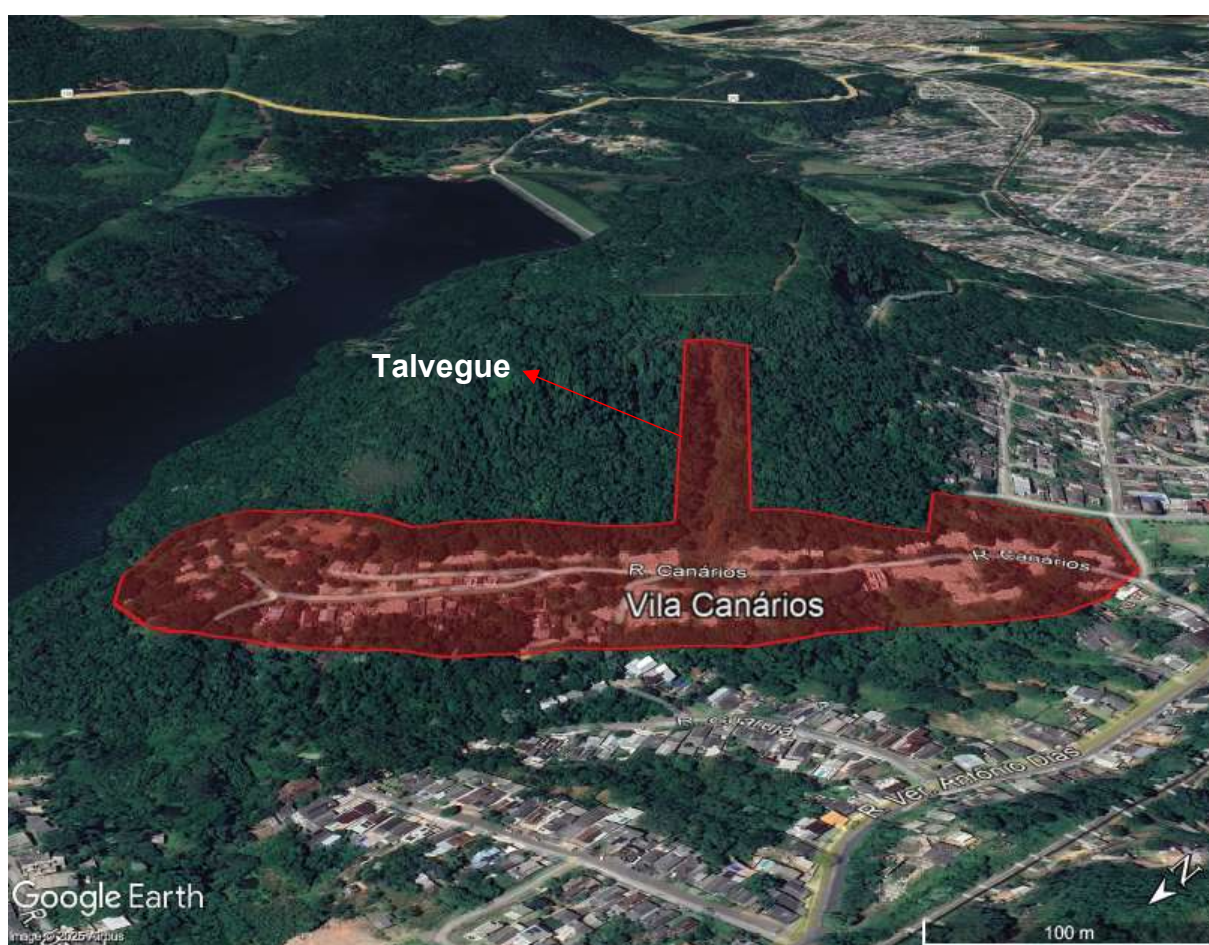


Figura 1.2 – Área de intervenção do núcleo Vila Canários.

1.2. VILA BELA VISTA

O núcleo Vila Bela Vista encontra-se localizado nas coordenadas 29°40'15,77" S e 53°47'37,84" O, onde foi identificado mecanismo de ruptura do tipo erosão de encosta.

Esse trecho da encosta foi classificado com grau de risco R3 (alto), o qual coloca em risco de aproximadamente 23 a 77 domicílios, a depender das proporções do evento.

A Figura 1.3 apresenta a área de intervenção do núcleo Vila Bela Vista.

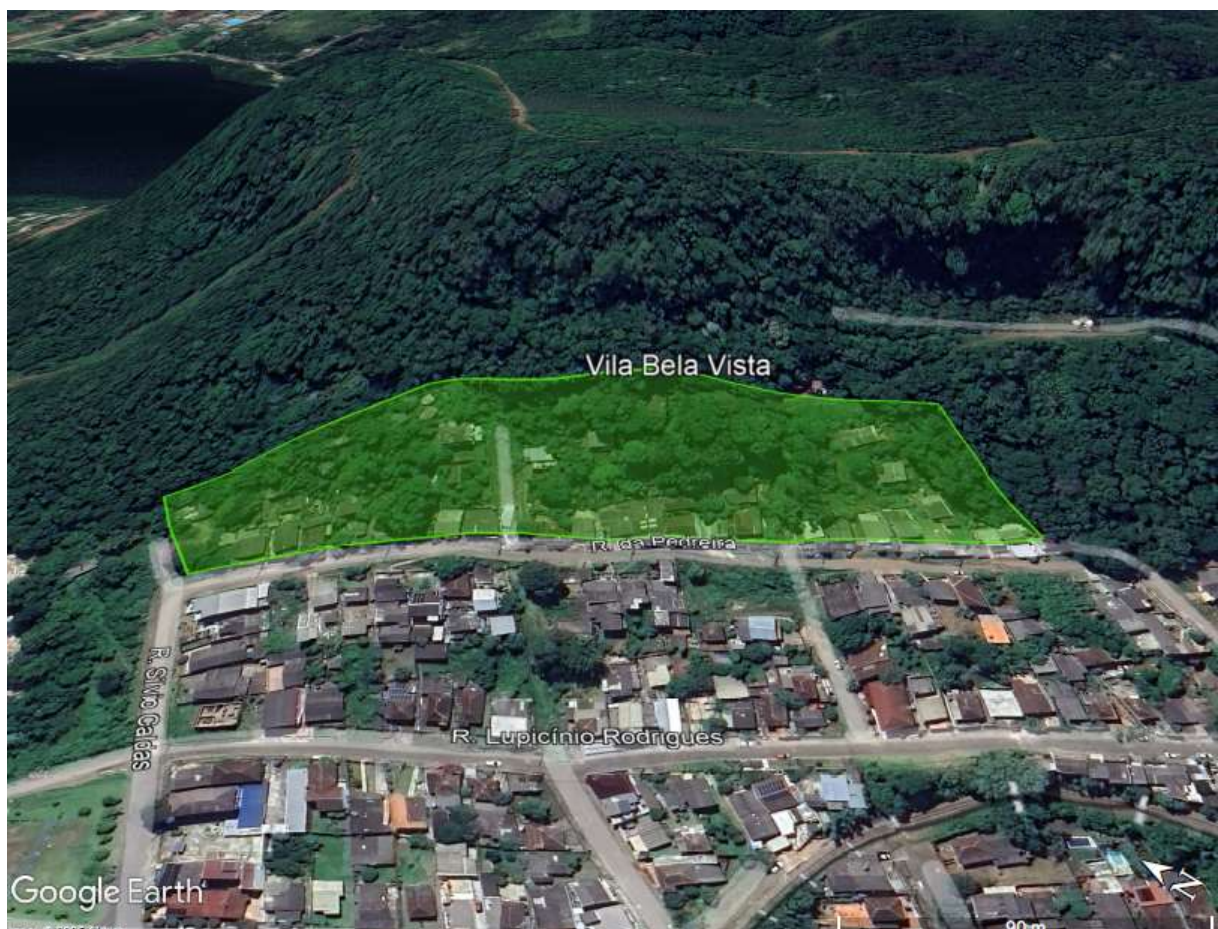


Figura 1.3 – Área de intervenção do núcleo Vila Bela Vista.

1.3. VILA BURGER

O núcleo Vila Burger encontra-se localizado nas coordenadas 29°40'33,44" S e 53°47'25,29" O, onde foi identificado mecanismo de ruptura do tipo erosão de encosta.

Esse trecho da encosta foi classificado com grau de risco R3 (alto), o qual coloca em risco aproximadamente 20 domicílios.

A Figura 1.4 apresenta a área de intervenção do núcleo Vila Bela Burger.

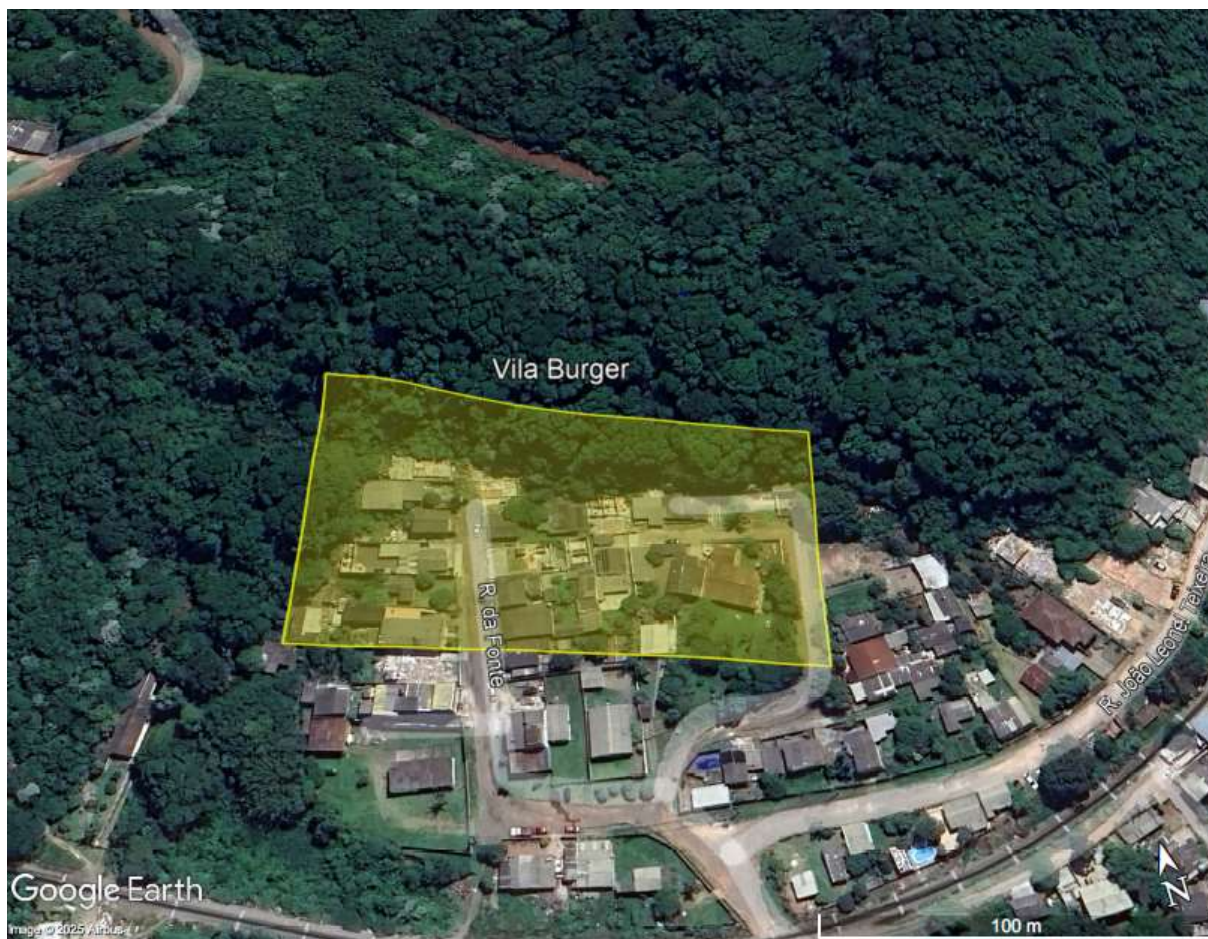


Figura 1.4 – Área de intervenção do núcleo Vila Burger.

2. GEOLOGIA

2.1. GEOLOGIA REGIONAL

A partir da análise geológica regional, observa-se que o projeto está inserido em uma área composta pelas seguintes unidades litológicas principais:

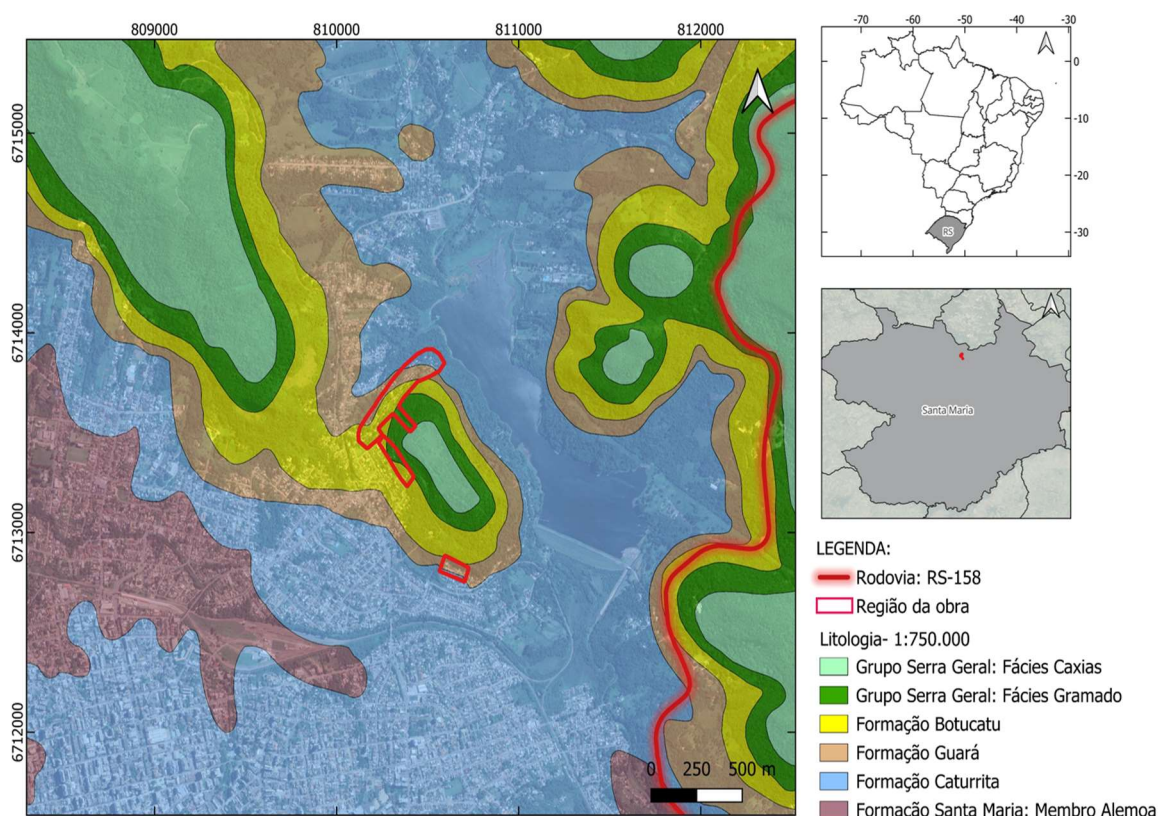


Figura 2.1 – Mapa de localização da obra- Adaptado de Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Sul- Escala 1:750.000 (2006). Sistema de coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 22S.

Formação Serra Geral – Composta por derrames de basaltos, basalto andesitos, riolitos e riolitos, de filiação toleítica, originados por vulcanismo fissural associado à abertura da Bacia do Paraná. Apresenta intercalações de arenitos intertrápicos da Formação Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos na porção superior da sequência. A sequência representa o produto de múltiplos episódios efusivos, evidenciando transição composicional ascendente de basaltos para rochas mais diferenciadas, e corresponde ao evento magmático mesozóico que culminou na fragmentação do Gondwana e na abertura do Atlântico Sul.

Na região ocorrem duas principais fácies:

- **Fácies Caxias:** é constituída por derrames de composição intermediária a ácida, variando entre riolitos e riodacitos, de coloração clara e textura vitrofírica a microgranular. Apresenta feições típicas de resfriamento, como disjunções colunares, dobras de fluxo e autobrechas. Possuem vesículas preenchidas predominantemente por calcedônia e ágata. Essa fácies corresponde aos estágios finais do vulcanismo da Fm. Serra Geral, caracterizados por magmas mais evoluídos e viscosos, associados a maior diferenciação magmática

- **Fácies Gramado:** composta por derrames basálticos de coloração cinza escura a negra, textura afanítica a microfanerítica, e presença frequente de horizontes vesiculares e amigdaloides. As amígdalas são geralmente preenchidas por zeolitas, carbonatos, apofilitas e saponita, indicando processos de alteração hidrotermal pós-magmática. Apresenta estruturas de fluxo bem desenvolvidas, com texturas do tipo *pahoehoe* típicas. É comum a intercalação com arenitos da Formação Botucatu, indicando episódios de extrusão sobre depósitos pré-existent. Representa o primeiro estágio do vulcanismo da Fm. Serra Geral, marcado por magmas básicos de alta fluidez e ampla extensão areal.

Formação Botucatu: é composta por arenitos de granulação fina a grossa, geralmente bem selecionados e arredondados, com coloração variando do avermelhado ao amarelado. As estruturas sedimentares típicas são as estratificações cruzadas de grande porte, tangenciais ou acanaladas, formadas pela migração de dunas eólicas em um ambiente desértico. Esse ambiente de deposição eólico-continental se desenvolveu durante o Jurássico, antes do início do vulcanismo da Serra Geral.

Formação Guará: caracteriza-se por arenitos de granulação média a grossa, localmente finos, quartzo-feldspáticos, de coloração esbranquiçada. Exibem estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte e laminações horizontais, com intercalações métricas de níveis de lutitos vermelhos laminados e conglomerados intraformacionais. As estruturas sedimentares indicam deposição em ambiente fluvial entrelaçado, com alternância entre estilos perenes e efêmeros fracamente canalizados, além de influência local de processos eólicos responsáveis pela formação de lençóis de areia. Na região de Santa Maria, ocorrem registros de icnofósseis atribuídos a pegadas de dinossauros prosaurópodes. A sedimentação dessa unidade ocorreu no intervalo Jurássico Superior ao Cretáceo Inferior, antecedendo o vulcanismo da Formação Serra Geral.

Formação Caturrita: é constituída por arenitos, conglomerado, siltito areno-argiloso e folhelho, de coloração avermelhada, amarelada e esbranquiçada, apresentando laminação e estratificação cruzada de médio a grande porte. Ocorrem ainda intercalações de siltitos e argilitos, bem como níveis fossilíferos contendo restos de tetrápodes, troncos silicificados e icnofósseis de invertebrados. O ambiente de deposição é continental, associado a sistemas fluviais entrelaçados e ambientes lacustres de planícies de inundação, formados durante o Triássico Superior.

Formação Santa Maria- Membro Alemoa: constituído por lutitos vermelho-alaranjados, maciços a laminados, com concreções carbonáticas frequentes e abundante conteúdo de vertebrados fósseis. Apresenta intercalações lenticulares de arenitos finos a médios com laminação horizontal, arenitos tabulares com perfurações de invertebrados e conglomerados intraformacionais.

2.2. GEOMORFOLOGIA

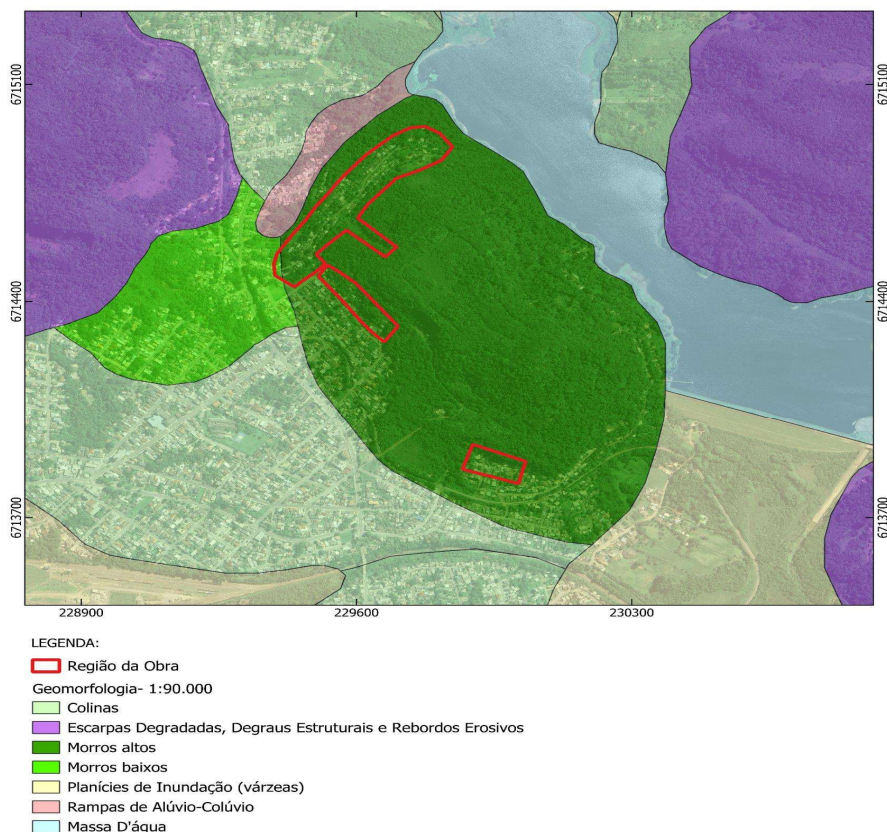


Figura 2.2 – Mapa de geomorfologia da obra- Adaptado de Mapa geomorfológico do Estado do Rio Grande do Sul- Escala 1:90.000 (2024). Sistema de coordenadas SIRGAS 2000 UTM Zona 22S.

A área da obra está inserida em um contexto geomorfológico de morros altos, com relevo movimentado e geometria predominantemente convexo-côncava. A amplitude altimétrica da região varia aproximadamente entre 80 e 250 m, refletindo um terreno com expressiva variação topográfica.

3. CONDIÇÕES CLIMÁTICAS RECENTES

O clima de Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, é classificado como Cfa segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o que corresponde a um clima subtropical úmido. As principais características desse tipo climático são verões quentes e úmidos (altas temperaturas e umidade relativa do ar); invernos amenos a frios; e chuvas comumente bem distribuídas ao longo do ano.

As chuvas intensas já registradas no estado do Rio Grande do Sul provocaram impactos significativos sobre a infraestrutura regional, com destaque para danos generalizados em trechos localizados em áreas de relevo acidentado e encostas montanhosas.

Para a análise da pluviometria da região, foram coletados dados pluviométricos da Estação G2 – Presidente João Goulart (código 431690703A), pertencente ao CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais). A estação está localizada nas coordenadas -29,697; -53,726 e encontra-se próxima ao Morro do Cechella, onde se situam os núcleos objeto deste estudo.



Figura 3.1 – Localização da estação pluviométrica Presidente João Goulart (código 431690703A). Fonte: mapainterativo.cemaden.gov.br (Cemaden)

O índice pluviométrico dos anos 2023, 2024 e 2025 (dez/2025 ainda incompleto) é apresentado no gráfico a seguir. A pluviometria mensal do ano de 2022 é retratada em gráfico de barras, enquanto, como efeito comparativo, as pluviometrias mensais referentes aos anos de 2023 e 2025 são retratadas em gráfico de linha.

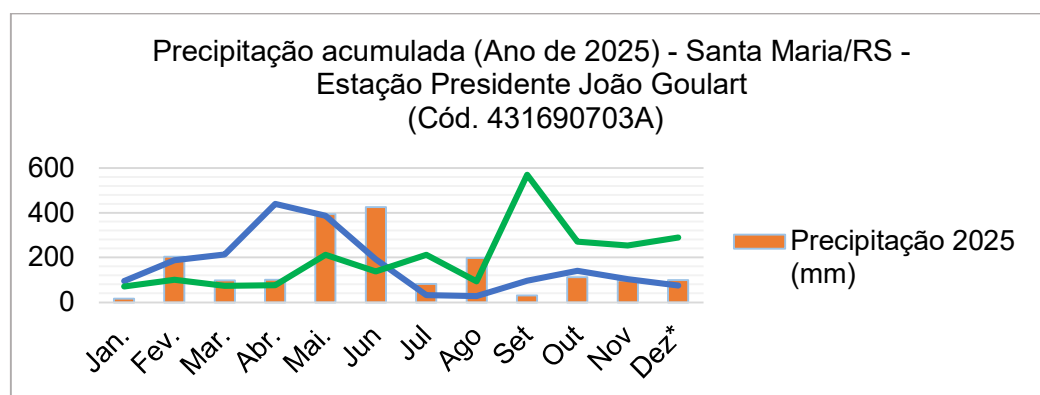


Figura 3.2 – Precipitação nos últimos 3 anos registrada pela estação Presidente João Goulart (código 431690703A).

A partir do gráfico apresentado, observa-se que o mês de setembro de 2023 apresentou pluviometria acumulada superior a 50 mm, enquanto os anos de 2024 e 2025 apresentaram meses consecutivos com índice pluviométrico próximo de 400 mm.

A análise dos índices pluviométricos registrados na Estação Presidente João Goulart (cód. 431690703A), no município de Santa Maria/RS, indica a ocorrência de períodos com precipitação acumulada elevada em cada um dos 3 últimos anos, os quais, à luz da literatura geotécnica, são compatíveis com condições hidrológicas potencialmente desfavoráveis à estabilidade de encostas. Conforme discutido por Kanji et al. (2008, 2017), a precipitação exerce papel fundamental na evolução do estado de tensões e de sucção dos solos, sendo que a combinação entre chuvas intensas e precipitação antecedente pode elevar significativamente o grau de saturação e as pressões neutras, reduzindo progressivamente a resistência ao cisalhamento dos materiais. Ainda que a ocorrência de chuvas elevadas não implique, de forma isolada, a deflagração obrigatória de rupturas, os volumes acumulados observados indicam a superação de patamares pluviométricos frequentemente associados a situações de instabilidade potencial, especialmente em áreas caracterizadas por solos residuais e coluvionares pouco espessos, relevo acentuado e interferências antrópicas. Nesse contexto, os índices pluviométricos analisados reforçam o enquadramento da área como setor suscetível a movimentos de massa, justificando sua classificação como área de risco e a adoção de medidas preventivas de estabilização.

4. SOLUÇÕES PROPOSTAS

Considerando a necessidade de redução e controle dos riscos geológico-geotécnicos identificados nos núcleos analisados, torna-se recomendável a implantação de intervenções de engenharia, associadas à adoção de sistemas de estabilização. As medidas propostas para cada núcleo urbano serão apresentadas a seguir, de acordo com as características específicas de cada área.

4.1. VILA CANÁRIOS

Para o núcleo da Vila Canários, não estão previstas intervenções estruturais de estabilização, em conformidade com a diretriz de desocupação da área. A condição final considera a implantação de sistemas de drenagem superficial, associada ao reflorestamento

da encosta, com o objetivo de reestabelecer à condição original de floresta vegetada, e reduzir os riscos por meio do afastamento das casas em relação ao sopé da encosta.

Para a viabilização dessa condição, serão necessários serviços preliminares, restritos à faixa do pé da encosta onde se encontram as edificações que se encontram em processo final de desocupação e demolição, correspondente a uma largura aproximada de 40 m em média ao longo da área. Esses serviços incluem a demolição, a remoção de entulhos e solo, e a reconformação do terreno com inclinação variável, permitindo a moldagem da superfície conforme as necessidades locais de estabilidade e drenagem.

O sistema de drenagem superficial será composto por uma canaleta robusta do tipo CAU 07, implantada na lateral de montante da área reconformada, e por um dispositivo de menor porte do tipo SZC 90-30, localizado na lateral de jusante, destinados à condução das águas pluviais até o córrego próximo.

4.2. VILA BELA VISTA

Para o núcleo da Vila Bela Vista, a solução proposta contempla a implantação de solo grampeado em paramento verde, associado a uma barreira dinâmica com fundação reforçada, composta por microestacas.

Para o sistema de solo grampeado verde são previstos grampos com barra tipo roscada de comprimento de 12 m, com inclinação de 20° e espaçamento de 1,5H:1,5V. Complementarmente, será prevista a execução de drenos horizontais profundos (DHPs), visando a redução das pressões neutras.

A solução proposta prioriza a estabilização local da área de implantação da barreira dinâmica e de sua fundação, a qual será executada com microestacas, verticais e inclinadas, compostas por elementos com capacidade de resistência ao cisalhamento (tubos do tipo schedule ou perfis metálicos), associados a uma viga de concreto armado responsável pela ligação estrutural do sistema.

A Figura 4.1 apresenta o esquema da solução proposta para o núcleo Vila Bela Vista.

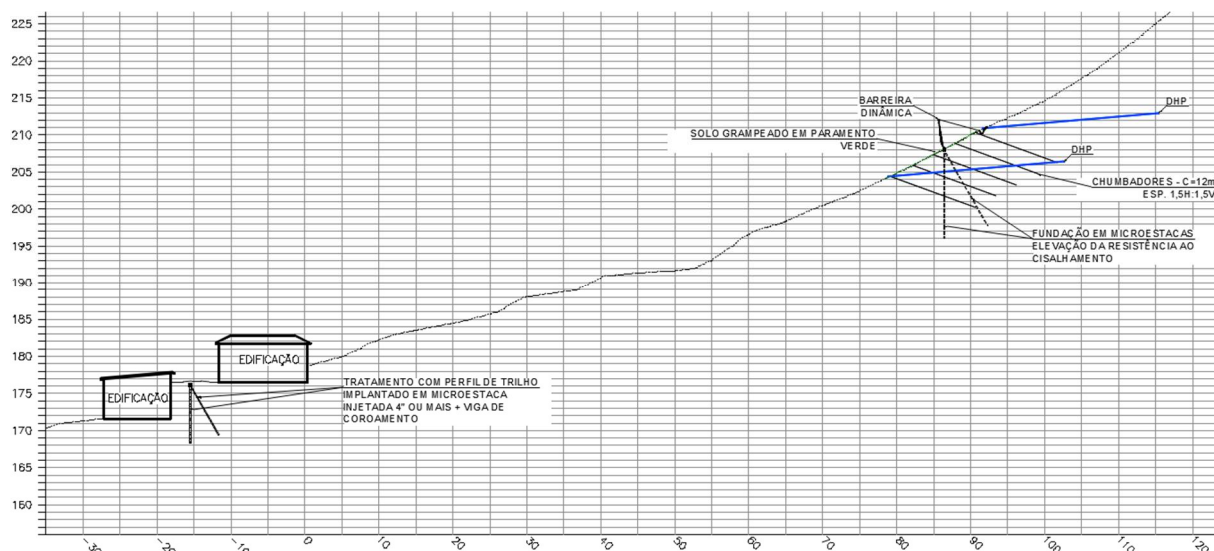


Figura 4.1 – Esquema da solução proposta para o núcleo Vila Bela Vista.

A jusante da encosta, na área onde se localizam as ruas e edificações existentes, está previsto um reforço estrutural, para inibir o desenvolvimento de rupturas globais, utilizando microestacas com elemento metálico (tubos do tipo schedule ou perfis metálicos) para resistência ao cisalhamento, associadas a uma viga de coroamento.

4.3. VILA BURGER

Para o núcleo da Vila Bürger, a solução proposta contempla a implantação de solo grampeado em paramento verde, associado a uma barreira dinâmica.

Para o sistema de solo grampeado verde são previstos grampos com barra tipo roscada de comprimento de 12 m, com inclinação de 20° e espaçamento de 1,75H:1,5V. De forma complementar, está prevista a execução de drenos horizontais profundos (DHPs), visando à redução das pressões neutras e ao aumento da estabilidade do maciço.

A Figura 4.2 apresenta o esquema da solução proposta para o núcleo Vila Burger.

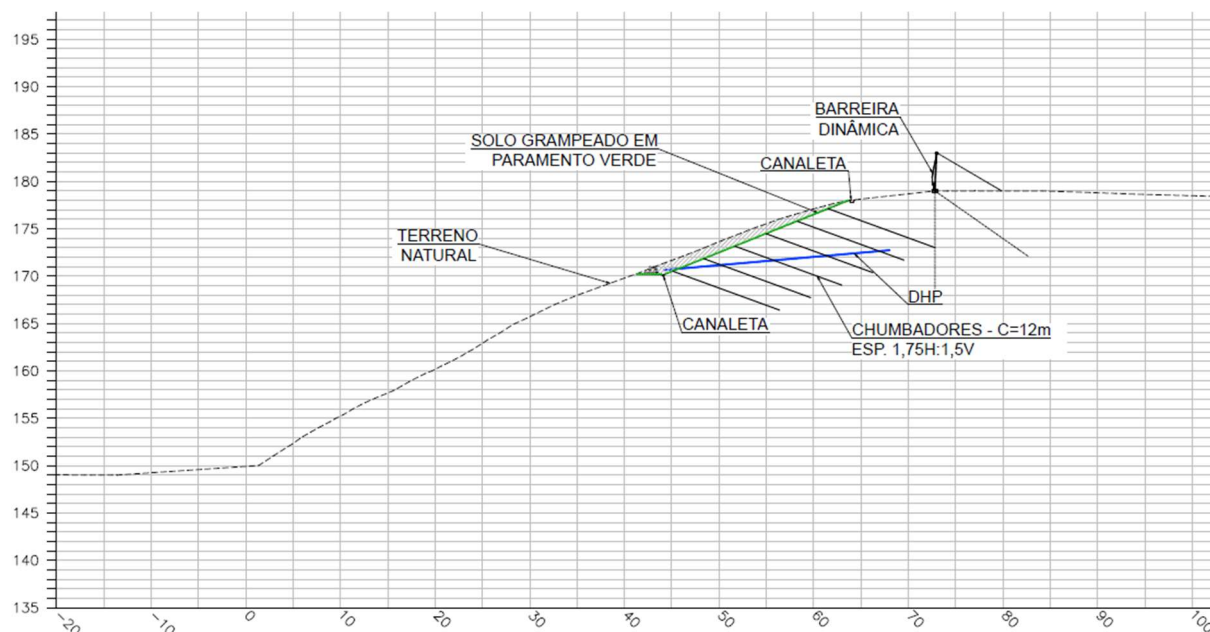


Figura 4.2 – Esquema da solução proposta para o núcleo Vila Bela Burger.

5. JUSTIFICATIVA DAS SOLUÇÕES

Vantagens do solo grampeado com paramento verde

Para a solução de estabilização proposta, foi priorizado o solo grampeado com paramento verde, em razão das vantagens técnicas, ambientais e operacionais que apresenta quando comparado ao paramento em concreto projetado.

Do ponto de vista ambiental, essa solução resulta em menor consumo de água, redução do volume de material descartado (bota-fora) e diminuição do desperdício de insumos, além de favorecer a revegetação da encosta.

Sob o aspecto logístico e construtivo, o paramento verde, constituído por tela de alta resistência associada à hidrossemeadura, proporciona menor necessidade de transporte de materiais pesados e maior compatibilidade com áreas de acesso restrito. Essa característica contribui ainda para a preservação da infraestrutura viária existente, evitando danos decorrentes do tráfego intenso de veículos pesados, especialmente em períodos chuvosos.

Solo grampeado com paramento de concreto

Em situações específicas, como encostas com inclinações muito íngremes, presença de estruturas potencialmente vulneráveis a montante da contenção ou ocorrência de camadas espessas de aterro ou outros materiais inconsolidados na superfície, a maior rigidez do concreto projetado pode representar uma vantagem em relação ao paramento verde, proporcionando melhor controle de deformações e maior desempenho estrutural.

Barreira dinâmica

As barreiras dinâmicas são amplamente utilizadas como elementos complementares de contenção em áreas sujeitas a deslizamentos, quedas e rolamentos de blocos rochosos. Trata-se de uma solução que vem sendo cada vez mais empregada no Brasil em obras geotécnicas e de estabilização de encostas, em função de sua eficiência comprovada e versatilidade de aplicação.

Essas barreiras são constituídas por malhas de aço de alta resistência, projetadas para atuar como um sistema flexível, capaz de absorver e dissipar a energia de impacto dos materiais em queda. Dessa forma, proporcionam proteção eficaz de edificações e infraestruturas, tais como vias de acesso e outras construções localizadas a jusante da encosta.

Viga estaqueada

A viga estaqueada tem como objetivo principal proporcionar um elemento resistente ao cisalhamento, capaz de interceptar superfícies potenciais de ruptura ou evitar deslocamentos do terreno que possam comprometer a infraestrutura urbana, promovendo a transferência das cargas e dos esforços de cisalhamento, mesmo em níveis mais profundos e mais resistentes do maciço.

Em áreas urbanas densamente ocupadas, especialmente na base de encostas, essa solução apresenta-se como uma alternativa tecnicamente adequada, pois permite a implantação dos elementos estruturais nos espaços disponíveis, como a via pública, os quais podem permanecer enterrados na condição definitiva, garantindo a viabilização dos acessos e minimizando interferências nas edificações adjacentes.

6. SEQUÊNCIA EXECUTIVA

Sequência construtiva elaborada para a estabilização dos taludes

As estabilizações pretendidas consistem em:

- Realização de estudos e investigações complementares (sondagens, topografia, mapeamento de superfície, etc.);
- Elaboração de projeto executivo;
- Execução da sinalização provisória e mobilização;
- Aprovação e liberação dos serviços por parte da fiscalização;
- Viabilização dos acessos e execução de drenagem e desvios provisórios;
- Execução de supressão, limpeza superficial e remoção de entulhos (onde aplicável);
- Montagem dos elementos referentes às intervenções;
- Execução das obras de contenção (terraplenagem, solo grampeado, barreira dinâmica e/ou viga estacada) conforme procedimento específico para cada solução adotada, iniciadas da crista para o sopé;
- Execução da drenagem definitiva;
- Reflorestamento ou cobertura vegetal onde aplicável;
- Pavimentação onde aplicável;
- Aprovação da fiscalização e desmobilização.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das condições observadas, foram elaboradas soluções pertinentes no presente estudo, que possui caráter preliminar, tendo sido desenvolvidas a partir dos elementos técnicos disponíveis e de vistoria em campo.

As soluções apresentadas têm como objetivo mitigar o risco de ruptura da encosta e proteger as habitações existentes, contudo, não contemplam a estabilização local de arrimos e taludes associados diretamente às edificações já construídas (instabilidade local).

A confirmação, o detalhamento e o dimensionamento definitivo das intervenções dependerão da complementação das campanhas de investigação, incluindo a execução de sondagens, bem como do levantamento topográfico cadastral detalhado das áreas a serem tratadas.

Santa Maria, maio de 2025.

Victor Lippmann Gaspareto da Cunha
Eng. Civil – CREA/RS 187.209

Olni Ricardo Simas Dutra
Superintendente de Infraestrutura

Wagner Oliveira da Rosa
Secretário de Infraestrutura e Mobilidade