



INFRA-GEO
ENGENHARIA GEOTECNIA MEIO AMBIENTE

LAUDO DE VISTORIAS TÉCNICAS
AVALIAÇÃO DE ÁREAS DE RISCO
CONFORME NBR 11.682/2009, RS

CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE VERANÓPOLIS.

Passo Fundo, 17 de maio de 2024.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do município de Veranópolis em relação ao Estado do Rio Grande do Sul.	7
Figura 2: Mapa de localização das áreas de estudo em relação ao município de Veranópolis.....	8
Figura 3: Mapa de localização da área de estudo do Bairro Santo Antônio.	9
Figura 4: Mapa de localização da área de estudo do Bairro São Francisco.	9
Figura 5: Mapa de localização da área de estudo da BR 470.	10
Figura 6: Mapa de localização da área de estudo na estrada geral Santa Bárbara.	10
Figura 7: Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul com detalhe da localização das áreas de estudo.	11
Figura 8: Mapa dos solos do Rio Grande do Sul com detalhe da localização das áreas de estudo.....	14
Figura 9: Exemplo de perfil de Chernossolo.....	15
Figura 10: Exemplo de perfil de Latossolo.....	16
Figura 11: Exemplo de perfil de Neossolo da Unidade Caxias.....	16
Figura 12: Hidrologia da área de estudo.....	17
Figura 13: Precipitação anual para o período de 1961 a 2024.	18
Figura 14: Precipitação média mensal para o período de 1961 a 2024.....	19
Figura 15: Precipitações mensais acumuladas em 2024 e média mensal de precipitação.	20
Figura 16: Precipitação diária para o período de 16/04/2024 a 16/05/2024.	20
Figura 17: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.	23
Figura 18: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.	23
Figura 19: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.	24
Figura 20: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.	24
Figura 21: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.	25
Figura 22: Detalhe de trincas de tração em solo e patologia em residência do Bairro São Francisco.....	25
Figura 23: Detalhe de formação rochosa do Bairro São Francisco.	26
Figura 24: Detalhe de parede deslocada com registro de patologia devido a deslizamento de solo em residência no Bairro Santo Antônio.....	27

Figura 25: Detalhe de patologia em parede de devido a deslizamento de solo em residência no Bairro Santo Antônio.	28
Figura 26: Detalhe de região de instabilidade no Bairro Santo Antônio.....	28
Figura 27: Detalhe de muros de pedras na região do Bairro Santo Antônio.....	29
Figura 28: Detalhe de muros de pedras de residências no Bairro Santo Antônio.	29
Figura 29: Detalhe de região de instabilidade no Bairro Santo Antônio.....	30
Figura 30: Detalhe de região de instabilidade no Bairro Santo Antônio.....	30
Figura 31: Detalhe de deslizamento em residências no Bairro Santo Antônio.	31
Figura 32: Detalhe de deslizamento em residências no Bairro Santo Antônio.	31
Figura 33: Detalhe de residências em encostas no Bairro Santo Antônio.	32
Figura 34: Detalhe de residências em encostas no Bairro Santo Antônio.	32
Figura 35: Detalhe de residências em encostas com presença de água na base de muro de contenção no Bairro Santo Antônio.	33
Figura 36: Detalhe de patologias em residências no Bairro Santo Antônio.	33
Figura 37: Detalhe de desalinhamento de blocos devido a fluxo superficial de água em rua do Bairro Santo Antônio.	34
Figura 38: Detalhe desalinhamento de blocos devido a fluxo superficial de água na Estrada Santa Rita.....	34
Figura 39: Detalhe de áreas de instabilidade em residência da Estrada Santa Rita.	35
Figura 40: Detalhe de deslizamento em residência da Estrada Santa Rita.	35
Figura 52: Detalhe de ruptura com trincas de tração – topo talude da BR 470.	37
Figura 53: Detalhe de ruptura com trincas de tração – topo talude da BR 470.	37
Figura 54: Detalhe de ruptura– topo talude da BR 470..	38
Figura 55: Detalhe de ruptura – topo talude da BR 470.	38
Figura 56: Detalhe de ruptura – topo talude da BR 470.	39
Figura 57: Detalhe de área de instabilidade da BR 470.	39
Figura 58: Detalhe de deslocamento/levantamento de solo no “pé” do talude - pista da BR 470.....	40
Figura 59: Detalhe de surgência de água entre o “pé” do talude e a pista da BR 470. .	40
Figura 60: Detalhe de deslizamento na BR 470.	41
Figura 61: Detalhe de deslizamento na BR 470.	41
Figura 62: Detalhe de água na área da ruptura do talude da BR 470.	42
Figura 63: Detalhe de deslizamento na BR 470 e modificação na pista.....	42
Figura 64: Detalhe de deslizamento na BR 470 e modificação na pista.....	43

Figura 65: Detalhe de deslizamento na BR 470.	43
Figura 66: Detalhe de área a jusante da BR 470 – sem indícios de movimentos.....	44
Figura 56: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.	45
Figura 57: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.	45
Figura 58: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.	46
Figura 59: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.	46
Figura 60: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.	47
Figura 61: Detalhe de grande deslizamento de terra na Estrada Geral de Santa Bárbara.....	47
Figura 62: Detalhe de grande deslizamento de terra na Estrada Geral de Santa Bárbara.....	48
Figura 63: Detalhe de grande deslizamento de terra na Estrada Geral de Santa Bárbara.....	48
Figura 64: Detalhe de ruptura de tubulação de drenagem – Estrada Geral Santa Bárbara.....	49
Figura 65: Detalhe de ruptura de tubulação de drenagem – Estrada Geral Santa Bárbara.....	49
Figura 66: Detalhe de deslizamentos na Estrada de Santa Bárbara.	50
Figura 67: Mapeamento áreas de risco Bairro Santo Antônio.	54
Figura 68: Mapeamento áreas de risco Bairro Palugana e Bairro São Francisco.	54
Figura 69: Mapeamento áreas de risco BR 470.	55
Figura 70: Mapeamento áreas de risco Estrada Geral Santa Bárbara.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Horizontes do solo e definições.	13
Tabela 2: Nível de segurança contra a perda de vidas humanas.	51
Tabela 3: Nível de segurança contra danos materiais e ambientais.	52
Tabela 4: Nível de segurança contra danos materiais e ambientais das áreas de estudo conforme - NBR 11682:2009.	53

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	6
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	7
3. CARACTERÍSTICAS LOCAIS	11
3.1. GEOLOGIA.....	11
3.2. HIDROLOGIA E PLUVIOMETRIA	17
4. VISTORIAS TÉCNICAS.....	22
4.1. BAIRRO SANTO FRANCISCO	22
4.2. BAIRRO SANTO ANTÔNIO.....	26
4.3. BR 470.....	36
4.4. ESTRADA GERAL SANTA BÁRBARA	44
5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA	51
5.1. NÍVEIS DE SEGURANÇA	51
6. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO IMINENTE	54
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56

1. APRESENTAÇÃO

Este documento tem a finalidade de apresentar as vistorias técnicas de campo de áreas de risco de ruptura de encostas/taludes conforme NBR 11.682/2009, no município de Veranópolis/RS.

A contratação visou reunir informações a respeito das características locais referentes a geologia, hidrologia e pluviometria do município, de forma a contextualizar o objeto deste laudo e subsidiar aos técnicos da prefeitura municipal parâmetros técnicos para medidas preventivas. Assim, vistorias técnicas foram realizadas nas áreas de estudo de forma a verificar a segurança destes locais para mapeamento de áreas de risco.

Este laudo faz-se apresentado em sete capítulos, o capítulo inicial, este capítulo, compreende a apresentação deste relatório. O segundo capítulo apresenta caracterização do local de estudo. No terceiro capítulo tem-se as características locais das áreas de estudo referentes a geologia, hidrologia e pluviometria. No capítulo quatro tem-se o detalhamento das vistorias técnicas realizadas. No capítulo cinco tem-se a análise de segurança das áreas de estudo conforme os níveis de segurança da NBR 11.682/2009. No capítulo seis tem-se o mapeamento das áreas de risco, e no capítulo sete tem-se as considerações finais.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

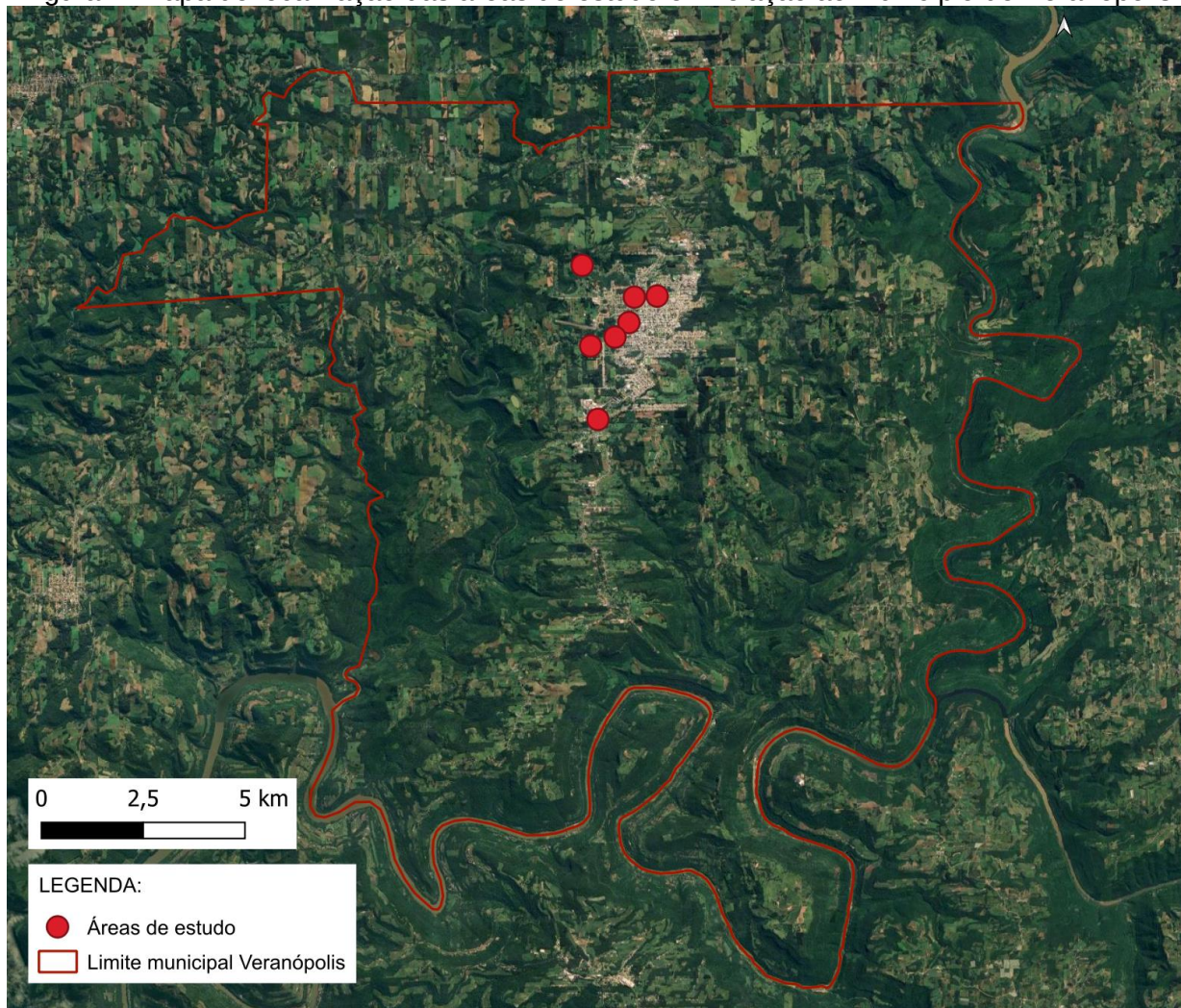
Este estudo foi realizado em áreas de risco localizadas no município de Veranópolis no Bairro Santo Antônio, Bairro São Francisco, BR 470 e na Estrada Geral Santa Bárbara. A Figura 1 apresenta o mapa de localização do município de Veranópolis em relação ao Estado do Rio Grande do Sul, enquanto que na Figura 2 tem-se o mapa da localização das áreas de estudo em relação ao município. Nas Figura 3 a Figura 6 tem-se o mapa de localização das áreas de estudo em detalhe.

Figura 1: Mapa de localização do município de Veranópolis em relação ao Estado do Rio Grande do Sul.



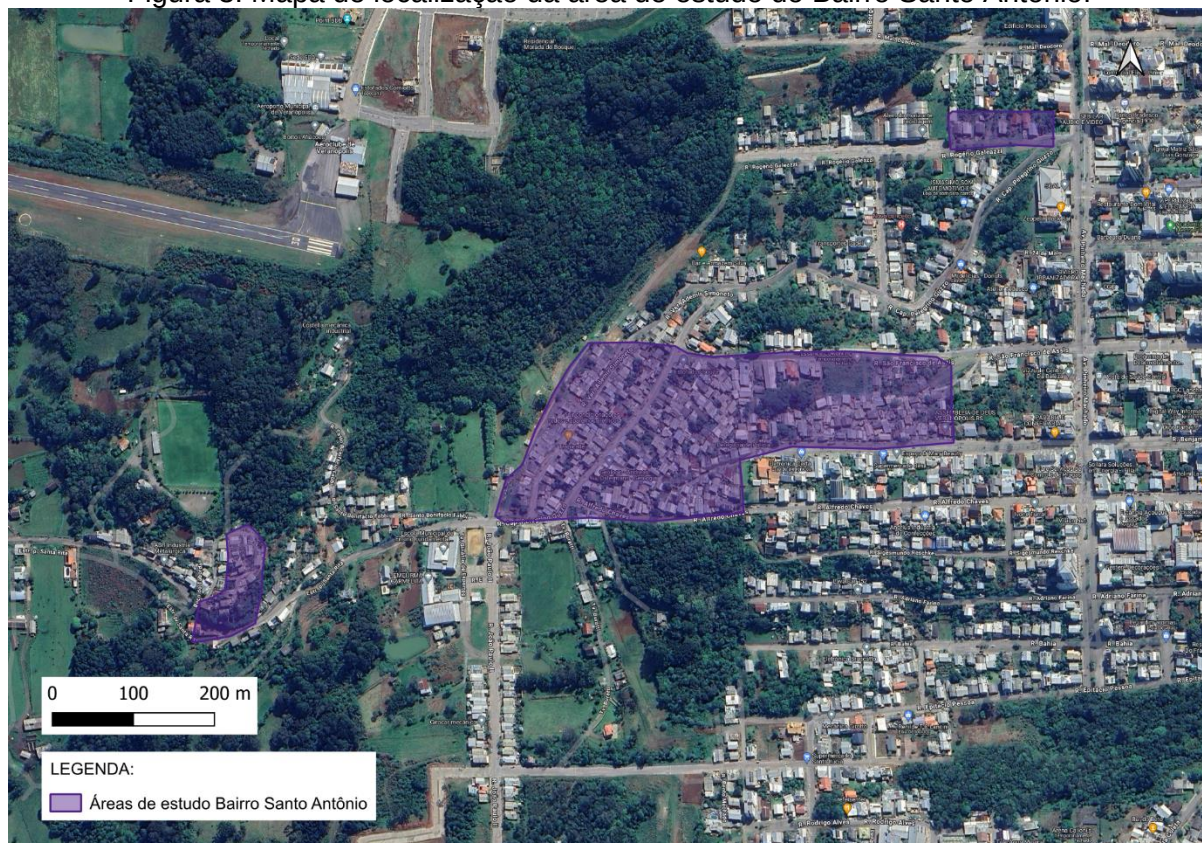
Fonte: IBGE (2010), elaborado por Infra-Geo (2024).

Figura 2: Mapa de localização das áreas de estudo em relação ao município de Veranópolis.



Fonte: Imagem de satélite Google Earth, elaboração do mapa: Infra-Geo (2024).

Figura 3: Mapa de localização da área de estudo do Bairro Santo Antônio.



Fonte: Imagem de satélite Google Earth, elaboração do mapa: Infra-Geo (2024).

Figura 4: Mapa de localização da área de estudo do Bairro São Francisco.



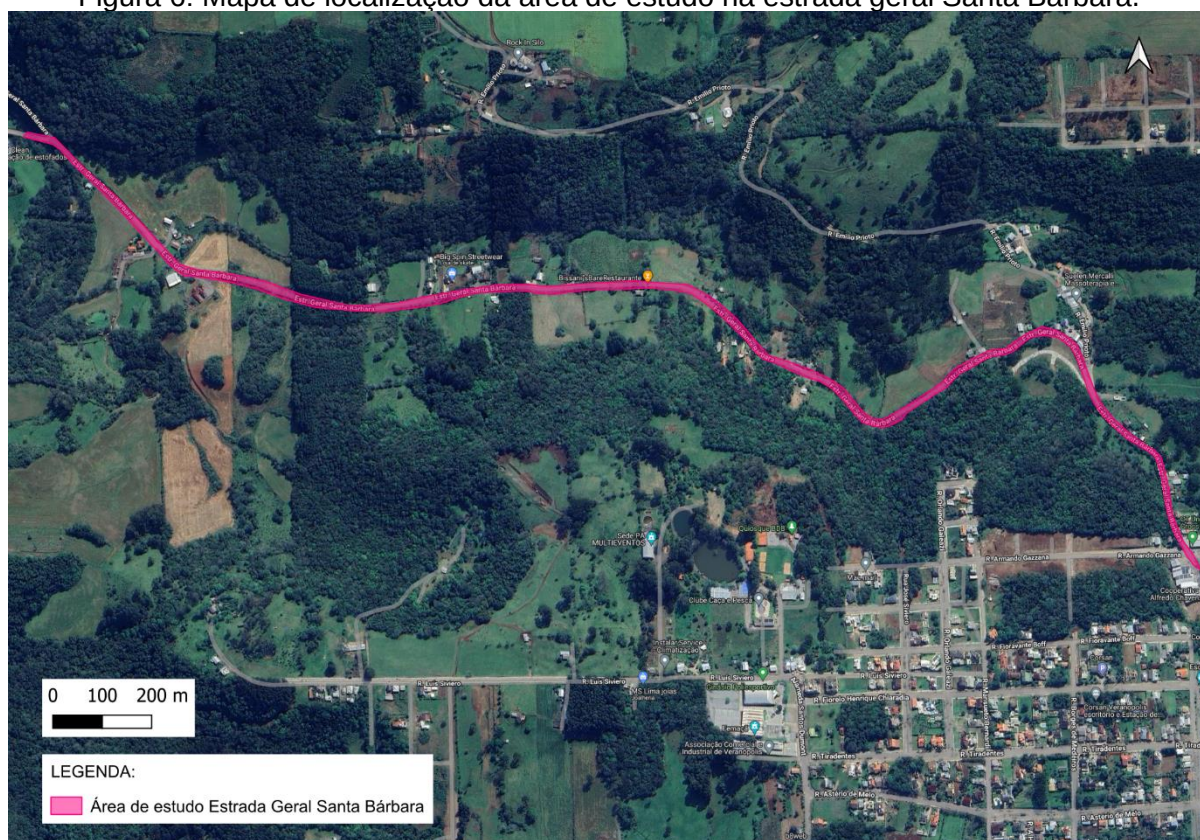
Fonte: Imagem de satélite Google Earth, elaboração do mapa: Infra-Geo (2024).

Figura 5: Mapa de localização da área de estudo da BR 470.



Fonte: Imagem de satélite Google Earth, elaboração do mapa: Infra-Geo (2024).

Figura 6: Mapa de localização da área de estudo na estrada geral Santa Bárbara.



Fonte: Imagem de satélite Google Earth, elaboração do mapa: Infra-Geo (2024).

3. CARACTERÍSTICAS LOCAIS

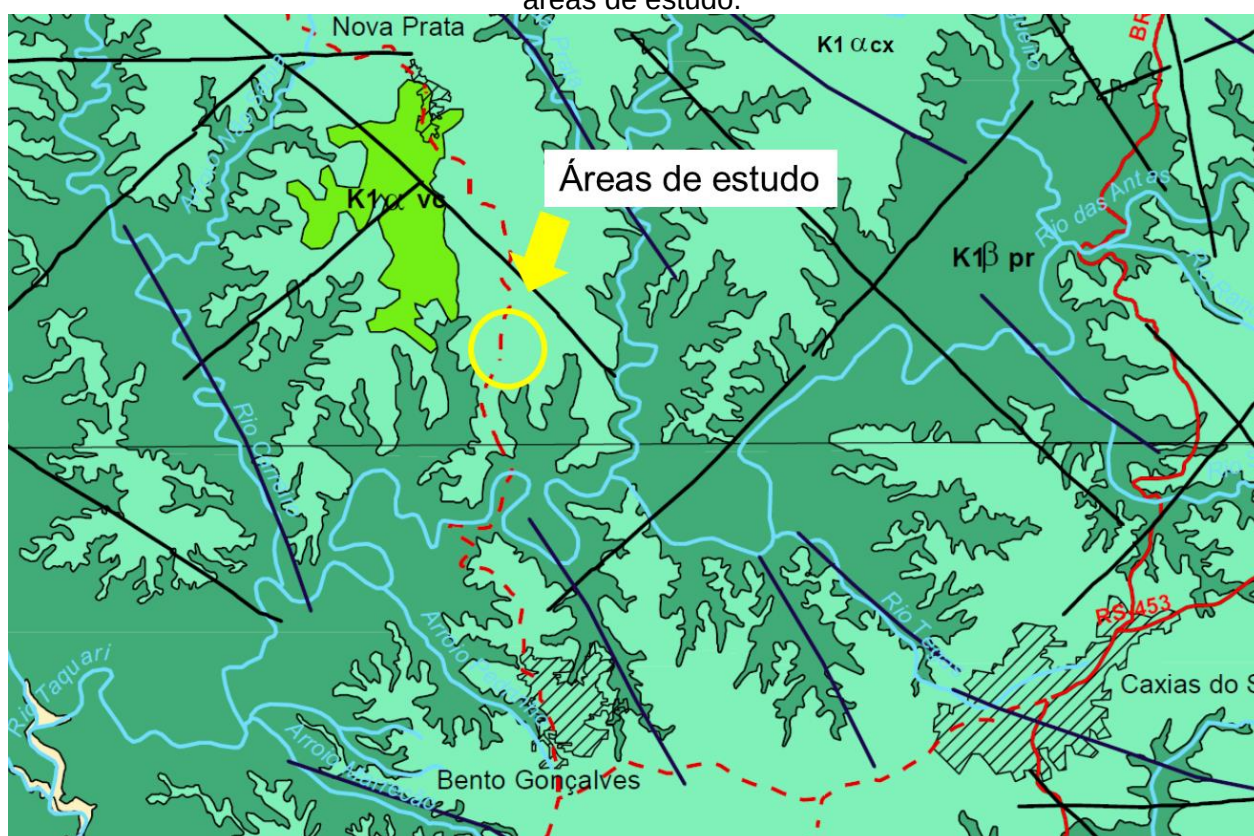
A caracterização da área em estudo envolveu a identificação dos tipos de solos da região assim como a estimativa/quantificação das chuvas incidentes.

As informações quanto aos tipos de solos foram avaliadas a partir dos documentos do mapa geológico da cidade de Veranópolis e em documentos técnicos/científicos. E as estimativas das chuvas incidentes na região em estudo foram baseadas nos registros pluviométricos da cidade de Veranópolis.

3.1. Geologia

De acordo com o mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul as áreas de estudo na cidade de Veranópolis (Figura 7) localizam-se no Grupo São Bento da Formação da Serra Geral.

Figura 7: Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul com detalhe da localização das áreas de estudo.



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (2006).

A Formação Serra Geral é constituída por uma sucessão de corridas de lava, de composição predominantemente básica, apresentando uma sequência superior como

um domínio relativo a efusivas ácidas. Na sequência básica inferior, em alguns pontos, é possível encontrar níveis de vulcanitos ácidos. Tendo extravasado desde o Triássico Superior, desenvolveu-se de modo significativo durante o Juracretáceo. Intimamente ligado aos processos geodinâmicos que culminaram na abertura do Atlântico Sul e a consequente separação continental América do Sul - África, esses vulcanitos fissurais têm, como contrapartes hipabissais, inúmeros diques, sills e corpos irregulares de diábasio. Podem ocorrer corpos de arenitos eólicos entremeados nas lavas. Estes arenitos, por serem semelhantes aos litotipos da Formação Botucatu, também são considerados na mesma formação.

A Formação Serra Geral encobre o norte do Rio Grande do sul e o centro-oeste dos estados de Santa Catarina e Paraná. No Rio Grande do sul, seus limites leste e sul são marcados pela presença de escarpas. Esta acentuada quebra topográfica sofre sensível amenização ao se prolongar para o extremo oeste do RS. Na sua porção central o relevo é de planalto, ou seja, plano-ondulado.

A Formação Serra Geral é bastante variável em espessura, sendo que as maiores espessuras encontram-se a leste do estado do Rio Grande do sul, na região de Torres-Três Forquilhas (>1000m), em torno de 1000m no centro, diminuindo de espessura para as bordas para aproximadamente 50m.

Conforme mapa geológico do estado, as áreas de estudo localizam-se nas fácies Caxias (K1 α cx) que resultam de derrames de composição intermediária a ácida, rioclitos a riolitos, mesocráticos, microgranulares a vitrofiricos, textura esferulítica comum (tipo carijó), forte disjunção tabular no topo dos derrames e maciço na porção central, dobras de fluxo e auto brechas frequentes, vesículas preenchidas predominantemente por calcêdônia e ágata, fonte das mineralizações da região.

Para a análise das características dos tipos de solo algumas definições são necessárias. O perfil do solo mostra uma sequência vertical de camadas mais ou menos paralelas à superfície, resultantes da ação dos processos de formação do solo (processos pedogenéticos). Estas camadas são chamadas de horizontes pedogenéticos que são diferenciados entre si pela espessura, cor, textura, estrutura ou outras características. De modo geral, as camadas de solo são conforme a Tabela 1. Além disso, alguns horizontes podem ser compostos por sufixos, exemplo Bw, sendo que estes demonstram algumas características específicas em horizontes e camadas do solo, de ocorrência mais comum nos solos do Rio Grande do Sul.

Em relação aos solos verificados nas áreas de estudo, a

Figura 8 apresenta o mapa dos solos do estado com o detalhamento da área de estudo.

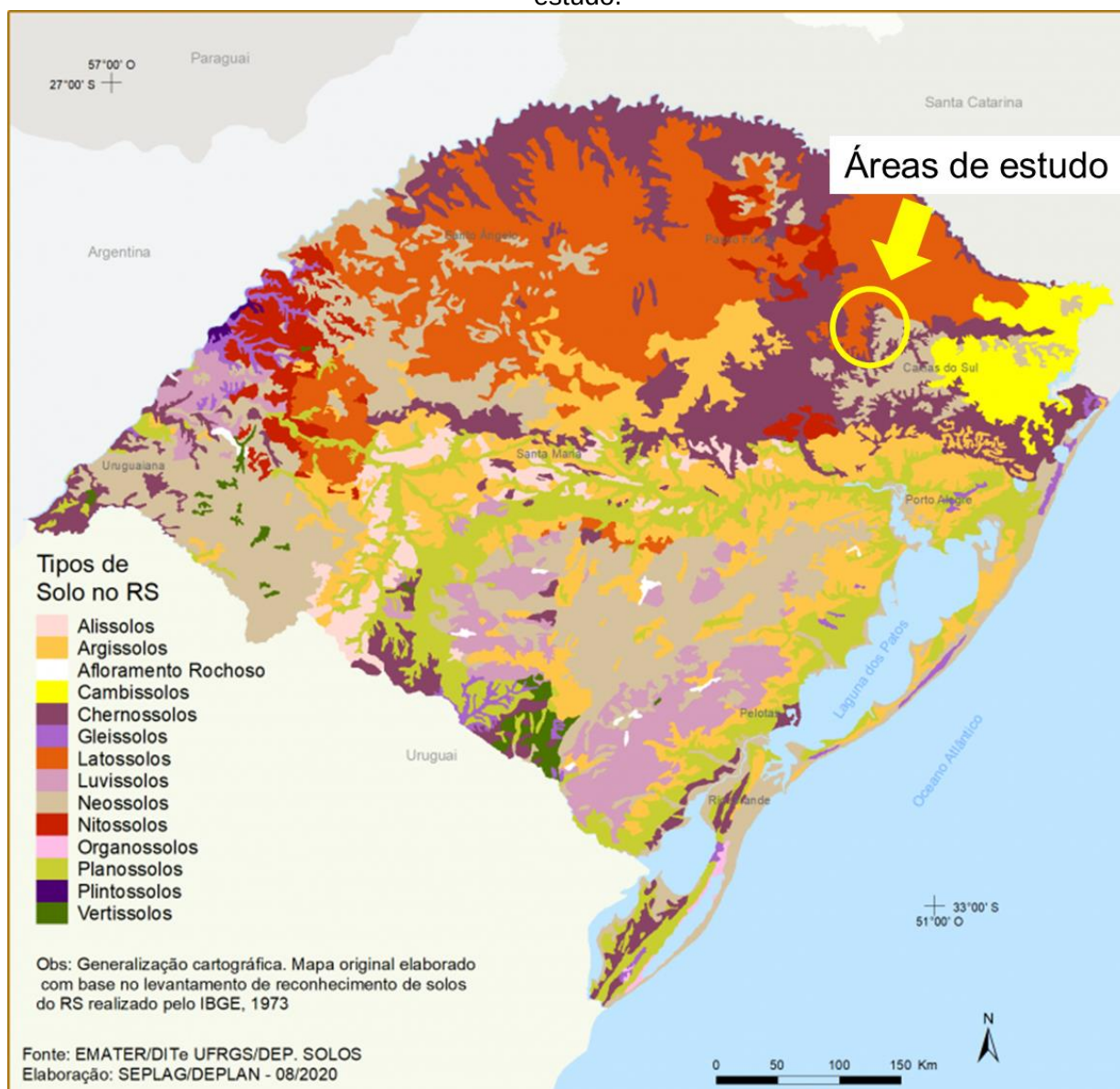
Tabela 1: Horizontes do solo e definições.

Horizonte	Definição
A	Horizonte mineral, situado na superfície (ou abaixo de horizonte O ou H), que apresenta concentração de matéria orgânica decomposta, incorporada por atividade biológica, intimamente misturada com a fração mineral. Normalmente tem uma coloração mais escura do que os horizontes subjacentes, mas quando cultivado, geralmente apresenta uma descoloração na porção revolvida pelos implementos devido à perda de matéria orgânica.
B	Horizonte mineral formado abaixo de horizontes E, A ou H; é identificado pela coloração mais “viva” (vermelha, amarela ou cinza), em comparação com os horizontes A e C, bem como pela presença de agregados estruturais bem desenvolvidos; pode ou não apresentar uma maior acumulação de argila do que os horizontes superiores.
C	Horizonte mineral situado abaixo do horizonte B ou abaixo do A quando o B está ausente, sendo constituído por rocha alterada, pouco afetada por processos pedogenéticos. Em geral representa o material de origem do solo
R	Camada mineral de material consolidado, não cortável com uma pá quando úmido; constitui o substrato rochoso, podendo ser contínuo ou fendilhado.

Fonte: Emater (2018).

Por tratar-se de áreas de grandes inclinações e/ou encostas alguns horizontes de solos podem não se fazer presentes devido a ação de agentes de movimento, tais como gravidade, água, etc..

Figura 8: Mapa dos solos do Rio Grande do Sul com detalhe da localização das áreas de estudo.



Fonte: EMATER RS (2018).

No município de Veranópolis são verificados três tipos de solo conforme a classificação da Emater: Chernossolo, Latossolo e Neossolo.

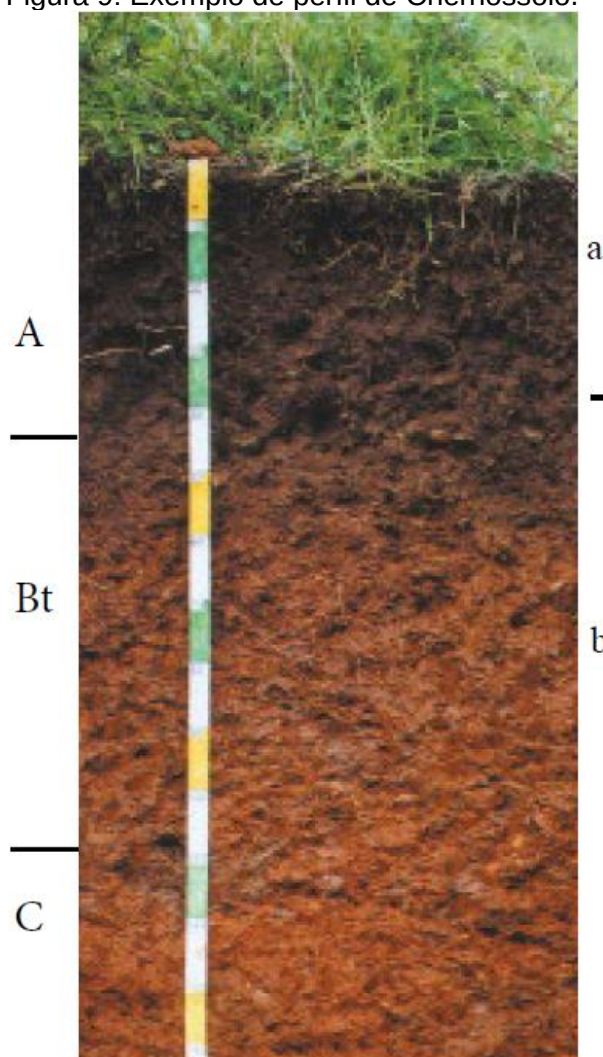
Os Chernossolos são solos rasos a profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-Bt-C ou A-Bi-C (Figura 9). Estes solos se caracterizam em função de apresentar razoáveis teores de material orgânico, o que confere cores escuras ao horizonte superficial que é do tipo A chernozêmico.

O tipo de solo Latossolo relaciona à solos muito profundos e homogêneos, altamente intemperizados. Os Latossolos são solos bem drenados, normalmente profundos a muito profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-

Bw-C, onde o horizonte Bw é do tipo B latossólico (Figura 10). Em alguns casos podem ser pouco profundos associados com inclusões de Neossolos Regolíticos ou Litólicos. Os Latossolos têm pouco ou nenhum incremento de argila com a profundidade e apresentam uma transição difusa ou gradual entre os horizontes; por isso mostram um perfil muito homogêneo, onde é difícil diferenciar os horizontes.

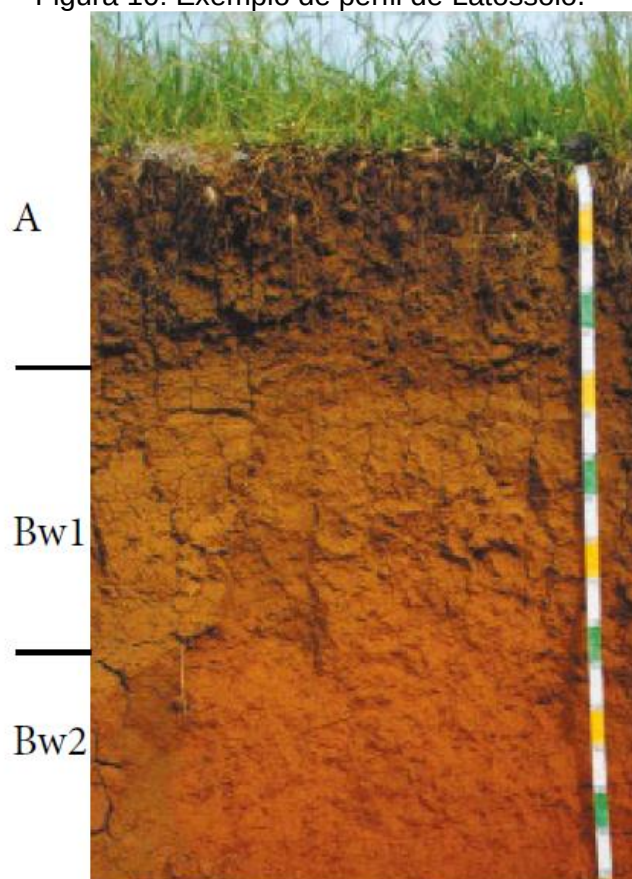
Os Neossolos são solos rasos ou profundos, apresentando no perfil uma sequência de horizontes A-R, A-C, A-C-R, A-Cr-R, O-R ou H-C; podem apresentar horizonte B desde que haja insuficiência de requisitos para qualquer tipo de horizonte B diagnóstico (Figura 11). Os Neossolos são solos de formação muito recente, desenvolvidos a partir dos mais diversos tipos de rochas (material de origem) e encontrados nas mais diversas condições de relevo e drenagem.

Figura 9: Exemplo de perfil de Chernossolo.



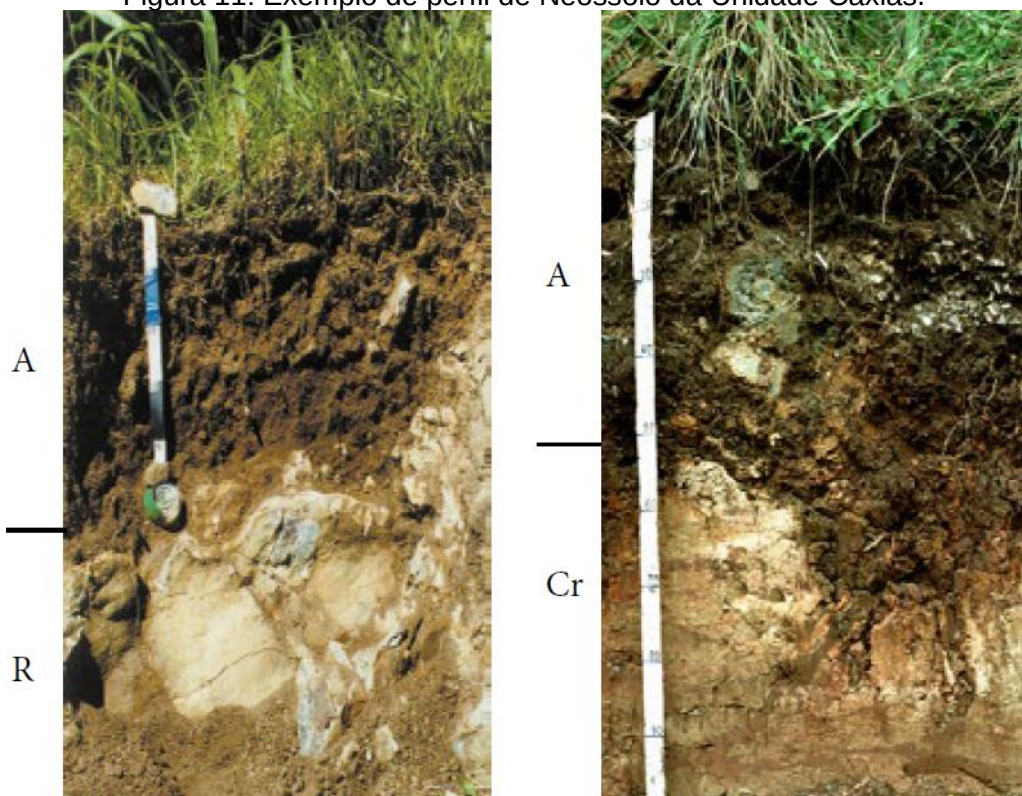
Fonte: Emater (2018).

Figura 10: Exemplo de perfil de Latossolo.



Fonte: Emater (2018).

Figura 11: Exemplo de perfil de Neossolo da Unidade Caxias.

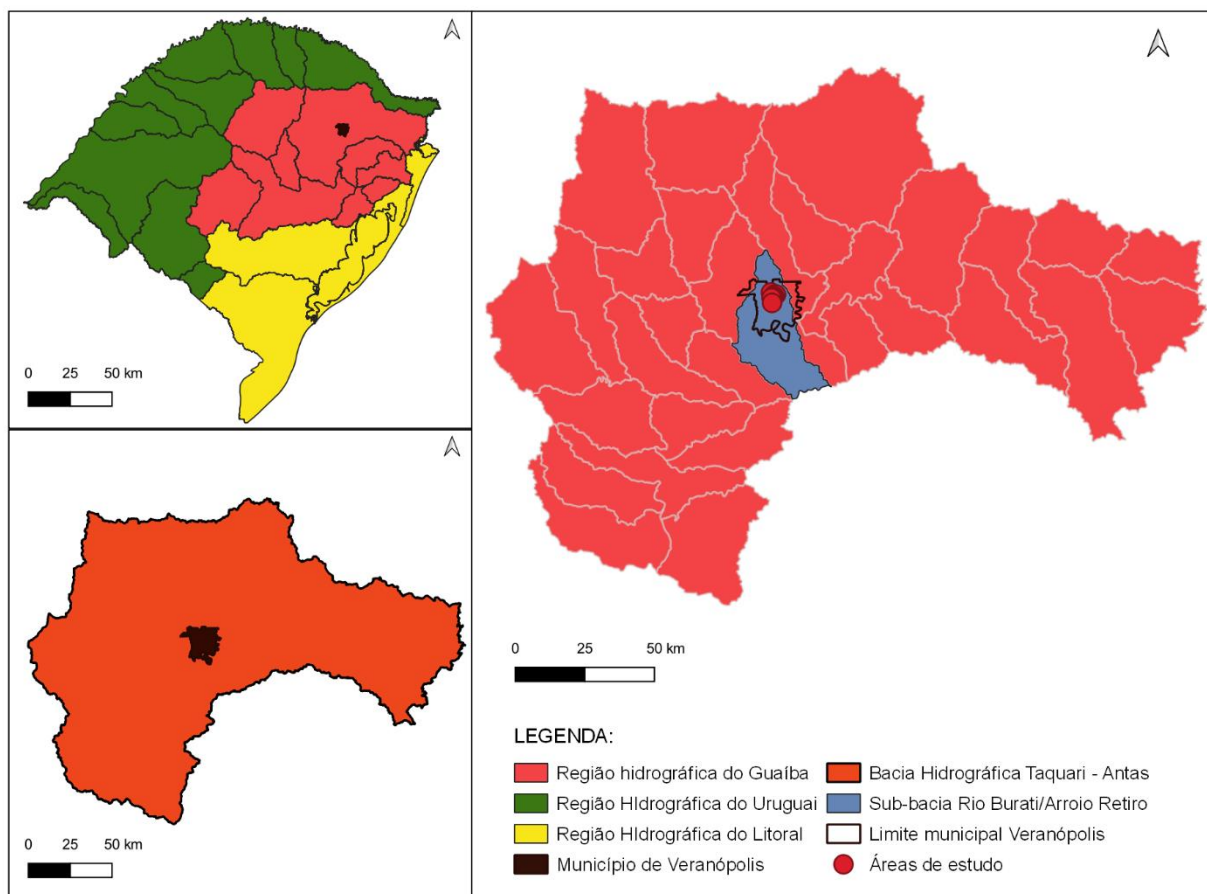


Fonte: Emater (2018).

3.2. Hidrologia e pluviometria

Quanto as informações de dados hidrológicos a região de estudo encontra-se na Região Hidrográfica do Guaíba, na Bacia Hidrográfica do Taquari-Antas e Sub-bacia Rio Burati/Arroio Retiro (Figura 12).

Figura 12: Hidrologia da área de estudo.

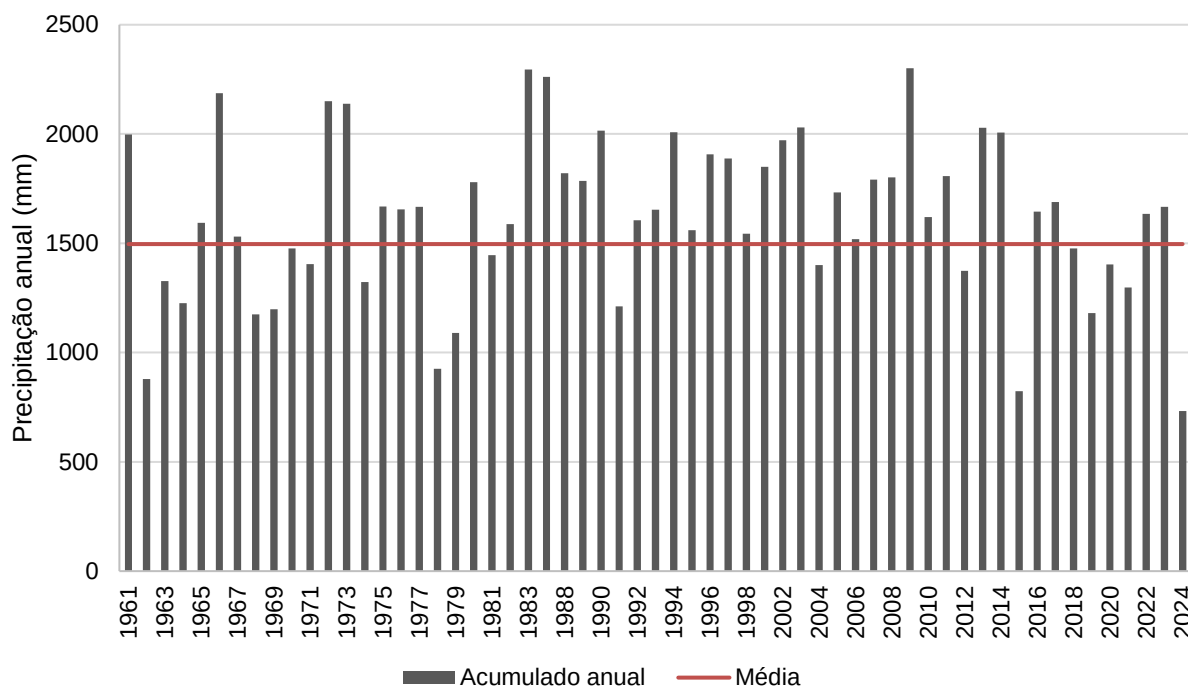


Fonte: Elaborado por Infra-Geo (2024).

Para estimar a quantidade de água incidente nas áreas de estudo avaliadas buscou-se os registros históricos de chuva da cidade de Veranópolis. A caracterização pluviométrica foi realizada com base em dados extraídos do site da ANA – Agência Nacional de Águas, referentes ao monitoramento de chuvas do período de abril de 1945 até 2023 da estação pluviométrica da cidade de Bento Gonçalves – RS (código A840), distante 22 km da cidade de Veranópolis. Esta estação é localizada nas coordenadas latitude - 29.164581 °, longitude -51.534202° com altitude de 623 m.

Os dados foram processados e a partir deles foram gerados gráficos que caracterizam o regime de chuvas na região. A Figura 13 apresenta os dados de precipitação anual para o período de 1961 a 2024.

Figura 13: Precipitação anual para o período de 1961 a 2024.



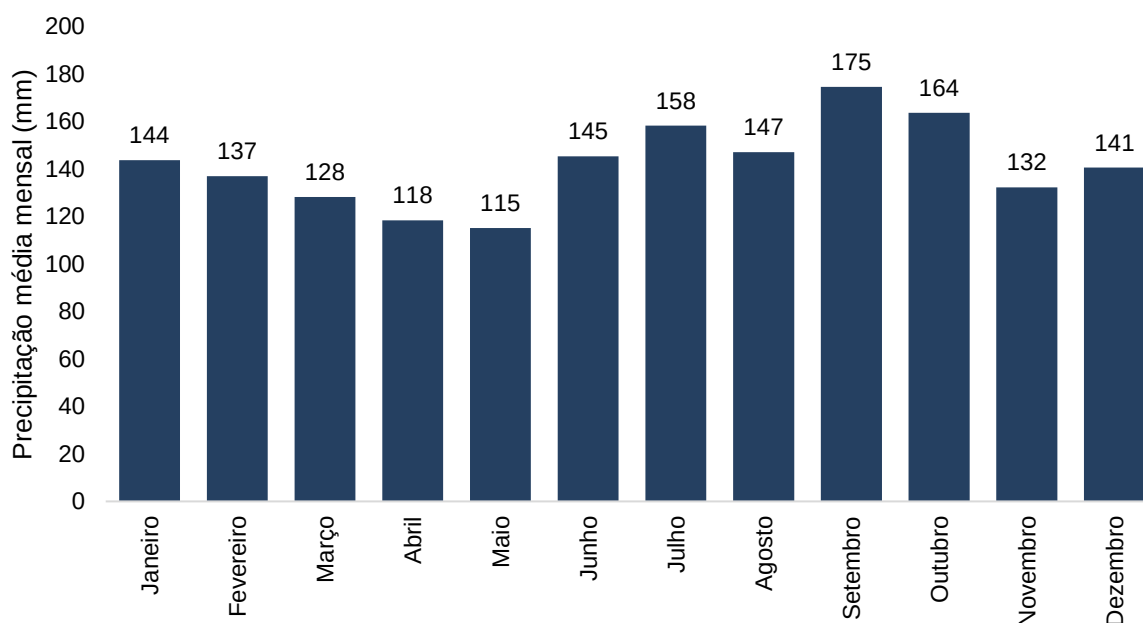
Fonte: ANA (2024).

A precipitação média climatológica anual para o período de 1961 a 2024 é de 1496 mm. Ao longo dos anos diferentes acumulados de precipitação foram verificados, sendo que a precipitação máxima no período foi de 2300,5 mm no ano de 2009, e a mínima de 823,4 mm em 2015. Os anos com precipitação acima da média climatológica anual são verificados na sua maioria em anos com a ocorrência do fenômeno El Niño. Enquanto que os anos com precipitação anual abaixo da média climatológica são verificados em anos de ocorrência do fenômeno La Niña.

Na Região Sul do Brasil, o fenômeno El Niño resulta no aquecimento das águas do oceano pacífico, o que resulta em precipitação pluvial acima da média climatológica. Enquanto que o fenômeno La Niña resulta no resfriamento excepcional das águas do Oceano Pacífico, resultando em precipitação pluvial abaixo da média climatológica.

A Figura 14 apresenta a precipitação média mensal para o período de 1961 a 2024.

Figura 14: Precipitação média mensal para o período de 1961 a 2024.

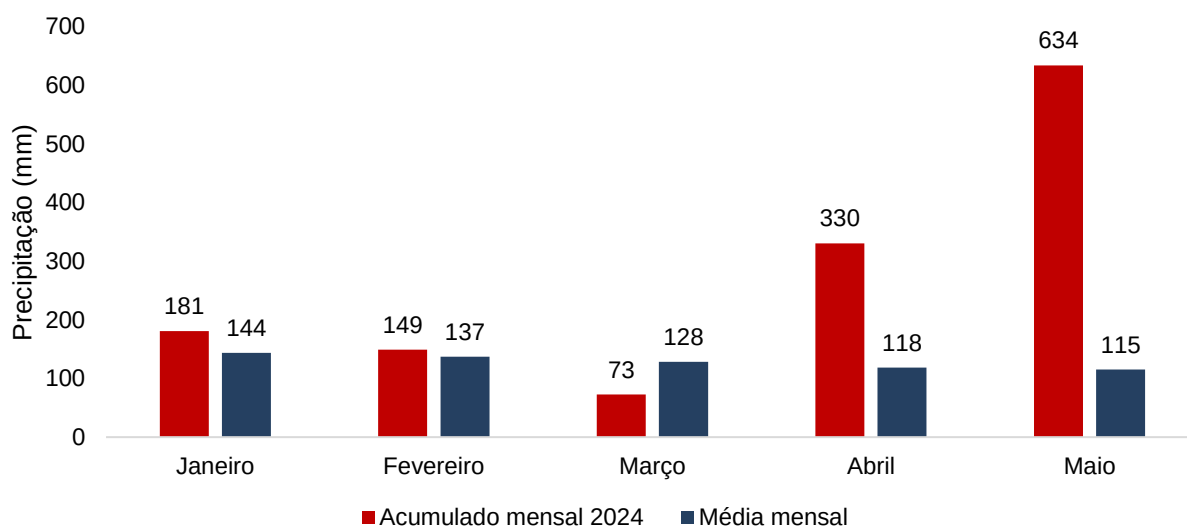


Fonte: ANA (2024).

A precipitação pluvial é bem distribuída ao longo do ano, com chuva em todos os meses. Os meses de setembro e outubro resultaram nas maiores precipitações média mensal (175 e 164 mm) no período de 1961 a 2024, e o mês de maio e abril com o menor acumulado médio mensal (115 mm e 118 mm).

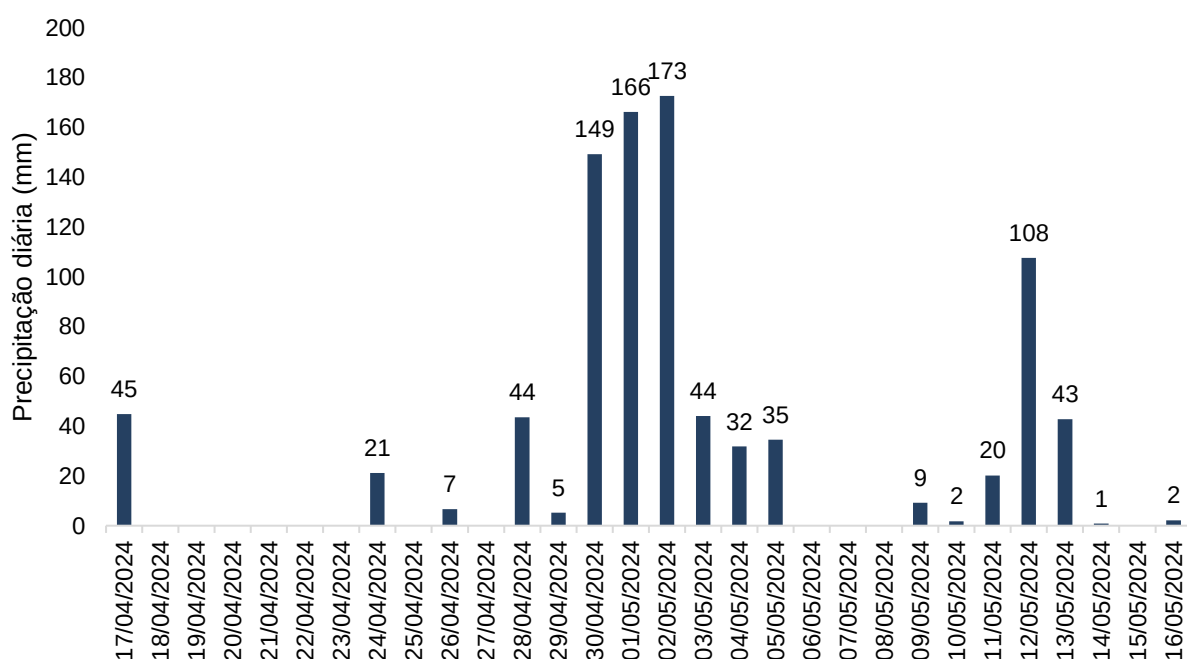
Em abril e maio de 2024 chuvas intensas foram verificadas no Estado do Rio Grande do Sul que resultaram em deslizamentos de encostas em diversos locais e inundações. A Figura 15 relaciona o acumulado mensal de precipitação para os meses de janeiro a maio de 2024 (até o dia 16/05/2024) com a média mensal desses meses. E a Figura 16 apresenta o detalhamento da distribuição diária das precipitações para o período de 16/04/2024 a 16/05/2024.

Figura 15: Precipitações mensais acumuladas em 2024 e média mensal de precipitação.



Fonte: ANA (2024).

Figura 16: Precipitação diária para o período de 16/04/2024 a 16/05/2024.



Fonte: ANA (2024).

O acumulado de precipitação nos meses de abril de 2024 e maio de 2024 superaram significativamente a média mensal de precipitação desses meses conforme dados históricos. O acumulado do mês de abril foi quase 3 vezes maior que a média observada, enquanto que no mês de maio (considerando os dados até o dia 16/05/2024) foi 5,5 vezes superior à média mensal deste mês. Enquanto que a análise da precipitação diária observada nos meses de abril e maio verifica-se que a partir do dia 30/04/2024 a precipitação diária foi elevada, com acumulados que corresponderiam média de

precipitação mensal. No dia 30/04/2024 o acumulado diário foi de 149 mm enquanto que a média de precipitação para o mês de abril é de 118 mm. Considerando o período de 30/04/2024 a 05/05/2024 a precipitação acumulada foi de 598 mm. Esta precipitação acumulada superior e média resulta nos eventos observados na cidade de Veranópolis de deslizamentos de taludes.

4. VISTORIAS TÉCNICAS

A vistoria técnica de inspeção visual tem a finalidade de observar possíveis patologias de movimento de taludes, elementos instabilizadores, assim como tomar ciência da área a ser estudada.

Segundo a NBR 11682/2009, os procedimentos iniciais (vistorias técnicas) são de caráter obrigatório e visam o conhecimento do local, estudo de mapas da região no que tange os tipos de solo e mudanças de topografias, verificações e restrições ambientais e registro destas informações a partir de um laudo de vistoria.

A vistoria técnica foi realizada no dia 08 e 09 de maio de 2024 pelo engenheiro Luis Eduardo Formigheri da empresa INFRA-GEO nas áreas de estudo, acompanhado dos técnicos da Prefeitura de Veranópolis Engenheiros Gustavo Gasparin e Iana Reginato Breda e a Assessora Técnica a Arquiteta Joanna Peruffo.

4.1. Bairro Santo Francisco

O bairro Santo Francisco é um bairro populoso com inúmeras residências sendo que a maioria está posicionada em encostas rochosas. Nesta vistoria foram identificados pequenos deslocamentos/escorregamentos de solos/rochas sobre algumas residências (Figuras 17 até 20).

Nesta região identificou-se uma tubulação de condução de águas pluviais sobre talude de solo/rocha (Figura 19) que causou a instabilização. Outro ponto importante identificado nesta vistoria foi a presença de trincas de tração na região (Figura 22) indicando que a massa de solo romperá ao longo do tempo com a presença de água. Recomenda-se o a condução desta água para longe da área dos taludes instabilizados.

Na data da vistoria foram recomendados a retirada destas pessoas de suas residências devido ao perigo de novos deslizamentos, assim como pela possível queda de blocos de rochas. Tais residências localizam-se próximas a base da encosta.

Outros dois pontos avaliados foram na Rua Rogério Galeazzi e na Estrada Santa Rita – local conhecido como “*Beco do Taborda*”.

A localização destas residências será apresentada em capítulo a seguir em mapa de risco de deslizamentos.

Figura 17: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 18: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 19: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 20: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 21: Residência localizada em encosta do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 22: Detalhe de trincas de tração em solo e patologia em residência do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 23: Detalhe de formação rochosa do Bairro São Francisco.



Fonte: Infra-Geo (2024).

4.2. Bairro Santo Antônio

O bairro Santo Antônio é um bairro populoso com inúmeras residências sendo que a maioria está posicionada em encostas rochosas. Assim como no Bairro São Francisco foram identificados pequenos deslocamentos de massas de solo/rochas sobre algumas residências. A diferença importante entre as duas análises entre os bairros São Francisco e Santo Antônio está na posição das residências em relação a encosta. No Bairro Santo Antônio as casas com risco de ruptura encontram-se no topo da encosta colocando em risco residências abaixo ou jusante das áreas de instabilidade.

As Figuras 24 até 31 registram os deslocamentos de solos sobre as residências, incluindo patologias severas em parede divisória de uma destas moradias (Figuras 24 e 25). Na data da vistoria foram recomendados a retirada destas pessoas de suas residências devido ao perigo de novos deslizamentos assim como queda de blocos rochosos.

A localização destas residências será apresentada em capítulo a seguir em mapa de risco de deslizamentos.

Figura 24: Detalhe de parede deslocada com registro de patologia devido a deslizamento de solo em residência no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 25: Detalhe de patologia em parede de devido a deslizamento de solo em residência no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 26: Detalhe de região de instabilidade no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 27: Detalhe de muros de pedras na região do Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 28: Detalhe de muros de pedras de residências no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 29: Detalhe de região de instabilidade no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 30: Detalhe de região de instabilidade no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 31: Detalhe de deslizamento em residências no Bairro Santo Antônio.



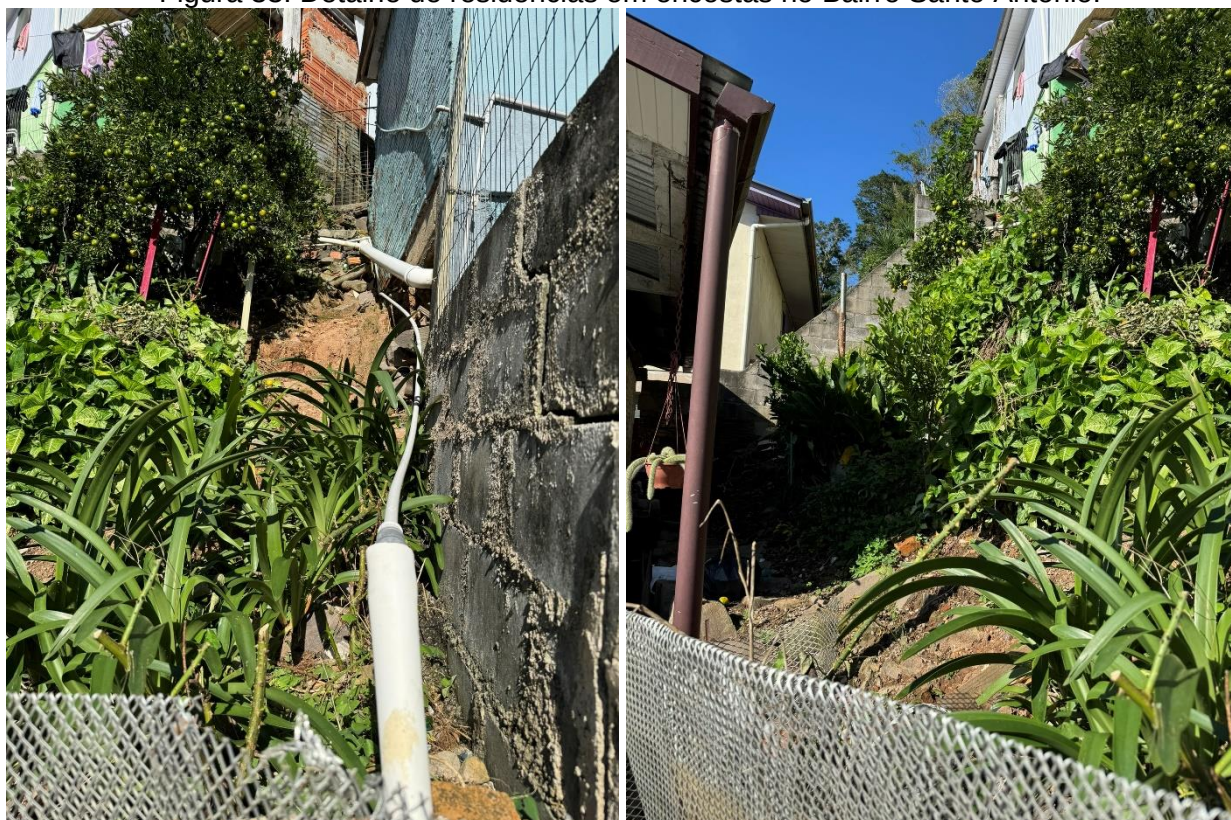
Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 32: Detalhe de deslizamento em residências no Bairro Santo Antônio.



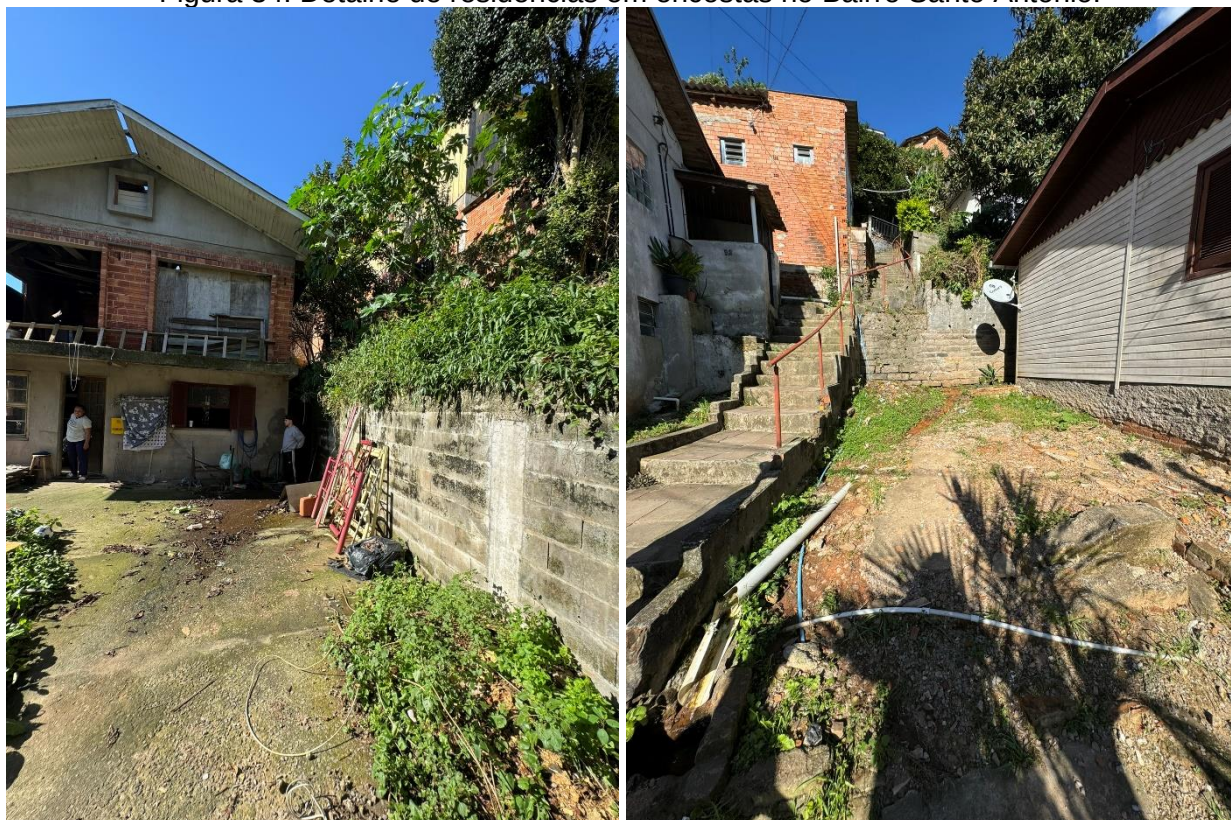
Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 33: Detalhe de residências em encostas no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 34: Detalhe de residências em encostas no Bairro Santo Antônio.



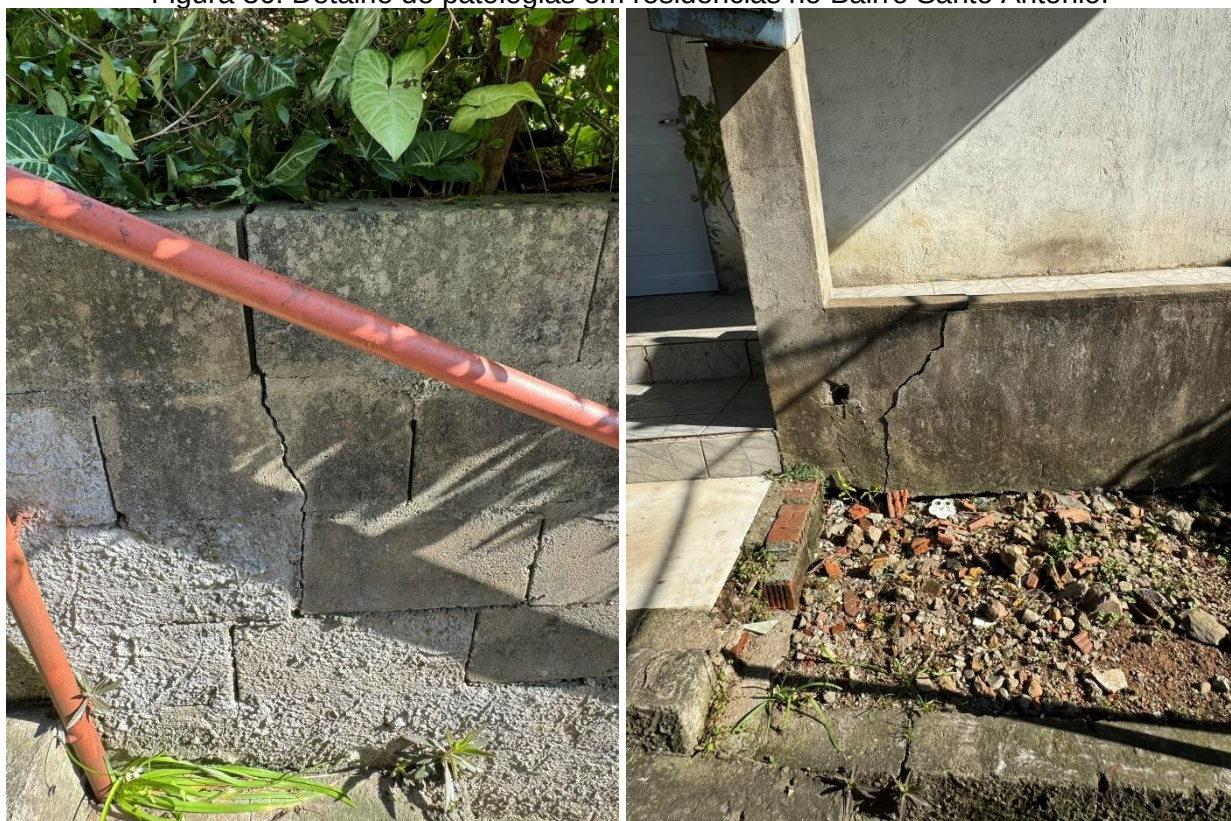
Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 35: Detalhe de residências em encostas com presença de água na base de muro de contenção no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 36: Detalhe de patologias em residências no Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 37: Detalhe de desalinhamento de blocos devido a fluxo superficial de água em rua do Bairro Santo Antônio.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 38: Detalhe desalinhamento de blocos devido a fluxo superficial de água na Estrada Santa Rita.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 39: Detalhe de áreas de instabilidade em residência da Estrada Santa Rita.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 40: Detalhe de deslizamento em residência da Estrada Santa Rita.



Fonte: Infra-Geo (2024).

4.3. BR 470

Na BR 470 foram verificados deslocamentos de solo devido a ruptura de talude em área de divisa entre a pista e empresa particular que impacta na área da rodovia. A ruptura apresenta grande movimentação de solo com trincas de grandes dimensões devido a saturação do maciço de solo.

Identificou-se na vistoria técnica a presença de grande quantidade de água na base (“pé”) do talude no contato com a pista BR 470. Os danos devido a esta ruptura estão impactando na rodovia da BR 470 com danos na pista da rodovia com ilustrado nas Figuras 52 até 65.

Na data da vistoria recomendou-se o desvio das águas superficiais através de canaletas de drenagem a montante da ruptura, assim como a proteção das trincas de tração da área de movimentos buscando minimizar o impacto das águas da região já instabilizada.

Nesta vistoria avaliou-se também as áreas a jusante da rodovia BR 470. Nestas regiões identificam-se solos saturados, mas sem indícios de movimentos devido a ruptura do talude da BR 470.

Figura 41: Detalhe de ruptura com trincas de tração – topo talude da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 42: Detalhe de ruptura com trincas de tração – topo talude da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 43: Detalhe de ruptura– topo talude da BR 470..



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 44: Detalhe de ruptura – topo talude da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 45: Detalhe de ruptura – topo talude da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 46: Detalhe de área de instabilidade da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 47: Detalhe de deslocamento/levantamento de solo no “pé” do talude - pista da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 48: Detalhe de surgência de água entre o “pé” do talude e a pista da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 49: Detalhe de deslizamento na BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 50: Detalhe de deslizamento na BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 51: Detalhe de água na área da ruptura do talude da BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 52: Detalhe de deslizamento na BR 470 e modificação na pista.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 53: Detalhe de deslizamento na BR 470 e modificação na pista.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 54: Detalhe de deslizamento na BR 470.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 55: Detalhe de área a jusante da BR 470 – sem indícios de movimentos.



Fonte: Infra-Geo (2024).

4.4. Estrada Geral Santa Bárbara

Na Estrada geral Santa Bárbara foram verificados deslocamentos de solo com danos na pista da rodovia.

Assim como em todas as áreas visitadas no município de Veranópolis identifica-se uma pequena camada de solo com presença de blocos de rocha apoiados sobre rocha. A instabilização dos maciços ocorreu devido a saturação destas camadas e o deslizamento sobre a rocha deste solo.

A seguir registram-se nas Figuras 56 até 66 as áreas de instabilidade da Estrada Geral de Santa Bárbara.

Importante registrar que em vários pontos da Estrada Geral de Santa Bárbara identificam-se pontos de instabilidade acima da região já rompida. Ainda sobre a insegurança da área nota-se blocos de rochas de dimensões variadas com riscos de queda.

Figura 56: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 57: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 58: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 59: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 60: Detalhe de áreas de instabilidade na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 61: Detalhe de grande deslizamento de terra na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Regiões de instabilidade
e de queda de blocos

Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 62: Detalhe de grande deslizamento de terra na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 63: Detalhe de grande deslizamento de terra na Estrada Geral de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 64: Detalhe de ruptura de tubulação de drenagem – Estrada Geral Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 65: Detalhe de ruptura de tubulação de drenagem – Estrada Geral Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

Figura 66: Detalhe de deslizamentos na Estrada de Santa Bárbara.



Fonte: Infra-Geo (2024).

5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

Os critérios de avaliação de segurança são baseados na NBR 11682/2009 que prescreve os requisitos exigíveis para o estudo e controle da estabilidade de encostas e de taludes, e também condições para estudos, projetos, execução, controle e observação de obras de estabilização são definidos como:

5.1. NÍVEIS DE SEGURANÇA

De acordo com a NBR 11682/2009 os níveis de segurança e os consequentes potenciais de ruptura estão associados ao perigo de perdas de vidas humanas e à possibilidade de danos materiais e ao meio ambiente. A seguir na Tabela 2 registra-se o nível de segurança contra perdas de vidas humanas e na Tabela 3 o nível de segurança para danos materiais e ambientais.

Tabela 2: Nível de segurança contra a perda de vidas humanas.

Nível de segurança	Critérios
Alto	Áreas com intensa movimentação e permanência de pessoas, como edificações públicas, residências ou industriais, estádios, praças e demais locais, urbanos ou não, com possibilidade de elevada concentração de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego intenso.
Médio	Áreas e edificações com movimentação e permanência restrita de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego moderado.
Baixo	Áreas e edificações com movimentação e permanência eventual de pessoas. Ferrovias e rodovias de tráfego reduzido.

Fonte: NBR 11682:2009.

Tabela 3: Nível de segurança contra danos materiais e ambientais.

Nível de segurança	Critérios
Alto	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de alto valor histórico, social ou patrimonial, obras de grande porte e áreas que afetem serviços essenciais. Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais graves, tais como nas proximidades de oleodutos, barragens de rejeito e fábricas de produtos tóxicos.
Médio	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor moderado. Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais moderados.
Baixo	Danos materiais: Locais próximos a propriedades de valor reduzido. Danos ambientais: Locais sujeitos a acidentes ambientais reduzidos.

Fonte: NBR 11682:2009.

Ressalta-se que este método de avaliação, em concordância com a NBR 11682:2009 refere-se a projetos e construção de estruturas de contenção de taludes. Estes parâmetros devem ser associados a Fatores de Segurança mínimos para área de encostas/taludes avaliadas.

Nestes casos específicos, de avaliação preliminar de encostas/taludes, a utilização destes parâmetros apresentados propõe uma metodologia de avaliação de segurança quanto a possíveis rupturas e, de forma preventiva, gerar possíveis medidas de correções e proteção das encostas/taludes e a consequente proteção das vidas envolvidas.

A Tabela 4 registra o enquadramento de segurança de todas as áreas avaliadas, segundo níveis de segurança da NBR 11682:2009. Assim, percebe-se que os riscos de perdas de vidas humanas e danos materiais e ambientais são **ALTOS** em todas as áreas.

Tabela 4: Nível de segurança contra danos materiais e ambientais das áreas de estudo conforme - NBR 11682:2009.

Área de estudo	Risco de perdas de vidas humanas	Risco de danos materiais e ambientais
Bairro São Francisco	ALTO	ALTO
Bairro Santo Antônio	ALTO	ALTO
BR 470	ALTO	ALTO
Estrada geral Santa Bárbara	ALTO	ALTO

6. MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO IMINENTE

Conforme vistorias técnicas e análise dos níveis de segurança foram elaborados pela Prefeitura Municipal de Veranópolis com orientação da INFRA-GEO mapas das áreas de risco iminente, conforme Figuras na sequência.

Figura 67: Mapeamento áreas de risco Bairro Santo Antônio.



*Essa demarcação NÃO exclui demais áreas de risco de Veranópolis. A saber: encostas, pés de morros, terrenos com inclinação elevada e áreas próximas a arroios e cursos de rio.

Fonte: Elaborado por Prefeitura Municipal de Veranópolis.

Figura 68: Mapeamento áreas de risco Bairro Palugana e Bairro São Francisco.



*Essa demarcação NÃO exclui demais áreas de risco de Veranópolis. A saber: encostas, pés de morros, terrenos com inclinação elevada e áreas próximas a arroios e cursos de rio.

Fonte: Elaborado por Prefeitura Municipal de Veranópolis.

Figura 69: Mapeamento áreas de risco BR 470.



*Essa demarcação **NÃO** exclui demais áreas de risco de Veranópolis. A saber: encostas, pés de morros, terrenos com inclinação elevada e áreas próximas a arroios e cursos de rio.

Fonte: Elaborado por Prefeitura Municipal de Veranópolis.

Figura 70: Mapeamento áreas de risco Estrada Geral Santa Bárbara.



*Essa demarcação **NÃO** exclui demais áreas de risco de Veranópolis. A saber: encostas, pés de morros, terrenos com inclinação elevada e áreas próximas a arroios e cursos de rio.

Fonte: Elaborado por Prefeitura Municipal de Veranópolis.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das vistorias realizadas e nos parâmetros técnicos é possível registrar as seguintes considerações:

Em todas as áreas avaliadas no município de Veranópolis identificam-se riscos ALTOS de ruptura de grande impacto no que tange perda de vidas humanas, danos ambientais e danos materiais.

Todas as áreas vistoriadas registraram pontos de rupturas de tamanhos e formas diferentes de acordo com a topografia local, com o maciço de solo/rocha, a ação das águas superficiais e subsuperficiais, assim como pela ocupação desordenada das encostas. Os bairros Santo Antônio e São Francisco são os exemplos claros da ocupação de áreas de risco pelos moradores da região. Nestes dois bairros foi orientado que as famílias das áreas registradas no mapa de risco fossem retiradas do local para preservação da vida.

As áreas da BR 470 e da Estrada de Santa Bárbara apresentam rupturas de grandes massas de solos e rochas que interrompem o trânsito nas regiões e consequentemente prejudicam a logística do município e de seus munícipes. As encostas rompidas, nestes dois acessos de Veranópolis, expõem maciços de solos e rochas instáveis na sua porção superior causando risco nestas áreas.

Na busca da preservação das vidas e na garantia que tais eventos de grandes precipitações acumuladas em um curto período não afetem as pessoas desta região recomenda-se estudos detalhados sobre as condições destas encostas e a elaboração de mapa de risco para o município de Veranópolis.

Tais estudos devem visar a avaliação das estabilidades sob ações de diferentes cenários de precipitações, sobrecargas, etc... além de avaliar os possíveis volumes de solo/rochas movimentados em casos de ruptura, níveis de quantidades de chuvas para alertas junto a população além de medidas preventivas e ações emergenciais.

Por fim, para o cenário atual, recomenda-se que em períodos de precipitações elevadas (acima de 150 mm/hora) as pessoas destas regiões avaliadas sejam retiradas e de suas residências para garantir a preservação de suas vidas até a finalização das análises.

Sendo isso que tínhamos a apresentar ficamos à disposição para eventuais esclarecimentos.

Atenciosamente,



Eng. Civil Antônio Thomé
Doutor em Engenharia Geotecnica
CREA-RS 78.735



Eng. Civil Luis Eduardo Formigheri
Mestre em Engenharia Geotecnica
CREA-RS 111.725