



Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA
Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO
URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS

MANFRINÓPOLIS (PR)

Revisão e editoração

Clarissa Nunes

Catálogo e referências

Bibliotecária Marlene Mengarda Martelli

Catálogo na fonte

Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR

Caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de riscos geológicos – Manfrinópolis (PR). Curitiba : Mineropar, 2016.

34 p., anexos.

1. Planejamento Urbano. 2. Riscos geológicos. 3. Manfrinópolis (PR). I. Piekarz, G. F.
II. Título.

CDU 624.13 (816.21)

Direitos desta edição reservados à MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná

Rua Máximo João Kopp, 274 - Bloco 3

Santa Cândida – Curitiba – Paraná

CEP 80531-970 Fone: (41) 351 6900

<http://www.pr.gov.br/mineropar> e-mail: minerais@pr.gov.br



GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Alberto Richa
Governador

**Secretaria de Estado do Meio Ambiente
e Recursos Hídricos - SEMA**

Antonio Carlos Bonetti
Secretário

MINEROPAR - Serviço Geológico do Paraná

José Antonio Zem
Diretor Presidente

Marcos Vitor Fabro Dias
Diretor Técnico

Moacir Lazzarotto de Oliveira Filho
Diretor Administrativo-Financeiro

GERÊNCIA DE GEOLOGIA-GEOTECNIA

Gerente

Geólogo Edir Edemir Arioli

Execução e elaboração

Geólogo Gil Francisco Piekarz

Apoio e colaboração

Geólogo Oscar Salazar Junior (Informática)

Geólogo Edir Edemir Arioli (Revisão)

Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti (Digitalização)

Apoio de Campo Manoel de Cristo

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. JUSTIFICATIVA.....	6
3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO	6
4. METODOLOGIA DE TRABALHO	7
5. MEIO FÍSICO.....	8
5.1 Geologia.....	8
5.2 Geomorfologia	11
5.3 Hidrografia.....	13
5.4 Coberturas de materiais inconsolidados.....	14
5.4.1 Solos residuais.....	15
5.4.2 Solos Transportados	18
5.4.3 Campos de Matacões.....	19
5.4.4 Considerações sobre as Coberturas de Materiais Inconsolidados de Manfrinópolis..	22
6. MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA	24
6.1 Definições.....	24
6.2 Movimentos gravitacionais de massa em Manfrinópolis	26
7. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA OCUPAÇÃO URBANA.....	29
8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	32
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ANEXOS

Mapa de Pontos

Mapa de Declividades

Mapa de Contatos entre os Derrames de Basalto

Mapa de Coberturas de Materiais Inconsolidados

Mapa de Adequabilidade para Ocupação Urbana

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho refere-se à caracterização do meio físico da área urbana do município de Manfrinópolis para fins de planejamento urbano, com ênfase à caracterização de áreas suscetíveis a escorregamentos de encostas que podem trazer prejuízos socioeconômicos para a sociedade, além da possibilidade de perda de vidas humanas.

O objeto da presente avaliação é a área urbanizada e imediações da cidade de Manfrinópolis, abrangendo uma superfície aproximada de 2,5 km².

Os trabalhos se desenvolveram na área compreendida pela base cartográfica da SEDU/PARANACIDADE, 1998. Para uma melhor compreensão do entorno da sede urbana foram utilizadas imagens do Google Earth de 11/07/2013.

2. JUSTIFICATIVA

A sede do município de Manfrinópolis encontra-se em uma situação geológica e geomorfológica que favorece os movimentos gravitacionais de massa (MGM), ou seja: predomínio de altas declividades, presença disseminada de materiais inconsolidados transportados (colúvios), extensas áreas com o topo rochoso muito desagregado e vários contatos entre derrames de basaltos, que constituem superfícies favoráveis a tais movimentos.

No ano de 2015 aconteceram alguns escorregamentos de solo associados a fortes chuvas que assolaram toda esta região, causando enchentes graves na sede do município. Tendo em vista a característica do relevo de Manfrinópolis, com boa parte da cidade situada em encostas íngremes, suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (MGM), decidiu-se contemplar a sede do município e arredores imediatos com avaliação de suscetibilidade a riscos geológicos para MGM.

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

Manfrinópolis é um município da Mesorregião Sudoeste do Estado do Paraná, com 216 km² de extensão territorial, 3.127 habitantes (IBGE, 2010) e situado a uma altitude média de 540 m. Situa-se a uma distância aproximada de 530 km de Curitiba, capital do estado, podendo ser acessada por meio de diversas

rodovias pavimentadas e pedagiadas e em boas condições de trânsito, mostradas na Figura 1.



Figura 1 – Mapas de localização

4. METODOLOGIA DE TRABALHO

A caracterização do meio físico foi realizada através da execução de mapeamento geológico-geotécnico, segundo princípios metodológicos propostos por COTTAS (1983) e ZUQUETTE (1993), sem a realização de ensaios geotécnicos.

Para a execução dos trabalhos foram utilizadas as seguintes imagens e cartas cartográficas para a execução dos trabalhos:

- a) Imagens do Google Earth, de 11/setembro/2013, utilizadas para uma primeira interpretação da geomorfologia do terreno e detecção de possíveis áreas de risco, além de servir como base para trabalhos de campo;
- b) Mapa Planialtimétrico da área urbana do município - com equidistância de 1 m - SEDU/PARANACIDADE 1998 - onde foram plotados os pontos descritos no campo.

Na sede do município e arredores foram descritos 72 pontos, em quatro dias de trabalho, necessários para o conhecimento da geologia local e das variáveis que causam os MGMs. O trabalho focou a classificação e delimitação das coberturas de materiais inconsolidados (solos residuais e solos transportados - colúvios), a identificação dos diversos derrames de rochas basálticas, com a delimitação dos contatos entre eles, surgências de águas subterrâneas e

observação de sinais de movimentos de massa, como trincas no terreno, degraus de abatimento nos solos, deformação em muros e residências (trincas) e identificação de movimentos de massa antigos e “escondidos” à vista atual.

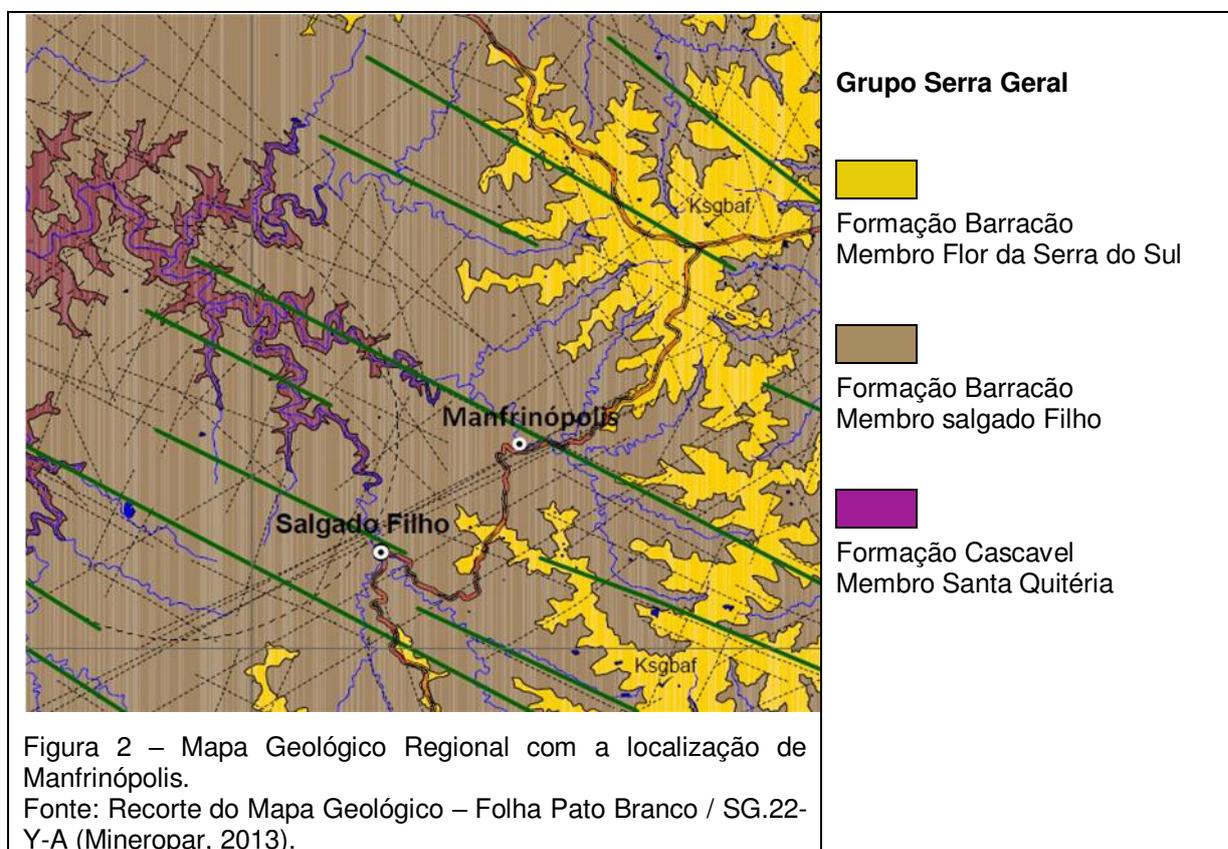
Foram gerados os seguintes mapas básicos e temáticos:

1. Mapa de pontos – Geral (Anexo 1);
2. Mapa de declividades – (Anexo 2);
3. Mapa de contatos entre derrames de basalto (Anexo 3);
4. Mapa de coberturas de materiais inconsolidados (Anexo 4);
5. Mapa de adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 5).

O software utilizado para a elaboração dos mapas básicos e temáticos foi o ArcView 3.2A.

5. MEIO FÍSICO

5.1 Geologia



De acordo com os trabalhos do mapeamento do Grupo Serra Geral, executados pela Mineropar (2013), a sede urbana do município de Manfrinópolis assenta-se sobre derrames de basaltos (rochas vulcânicas) do Membro Salgado Filho, subdivisão da Formação Barracão, Grupo Serra Geral.

“Os basaltos deste membro são generalizadamente hidrotermalizados, com uma pequena porção de clorita visível, de textura fanerítica, fina à grossa, equigranular e fracamente porfirítico, de cor cinza esverdeado a cinza escuro. Ocorrem zonas vesiculares de topo densamente vesiculares e brechadas, com cimentos de quartzo e menos comumente zeólita. Os derrames apresentam disjunções quadráticas generalizadas, sendo que os lobos menores apresentam disjunção poliédrica irregular e os mais espessos desenvolvem entablamento sigmoidal e em cunha” (Mineropar, 2013).

Não são objetivos deste trabalho estudos petrológicos e petrográficos dos basaltos, mas sim a delimitação dos contatos entre os diversos derrames encontrados, no total de 5 (Anexo 3). Estes contatos constituem zonas permeáveis que favorecem a circulação da água subterrânea, agente catalisador dos processos de movimentos de massa, sendo encontradas inúmeras surgências de água nestes contatos. Os contatos entre os derrames são identificados pela existência de basaltos vesiculares no topo do derrame inferior e pela feição de relevo em degraus.

Em escala regional, os derrames basálticos originam uma paisagem de relevo escalonado, estruturado em degraus, sendo que cada degrau corresponde a um derrame (imagem 5).



Imagem 01 – Basalto vesicular do Membro Salgado Filho / Formação Barracão. Situação de topo de derrame basáltico. Ponto MF-001.



Imagem 2 – Afloramento da parte central do derrame de basalto, mostrando as disjunções quadráticas, que no processo de alteração resultam em esfoliações esferoidais. Ponto MF-039.



Imagem 3 – Aspecto da estrutura da rocha basáltica com padrão de fraturamento centimétrico que, no processo de alteração, produz materiais muito desagregados. Ponto MF-023.



Imagens 4 – Padrões muito recorrentes da alteração da rocha basáltica na região, produzindo materiais muito inconsolidados. Esquerda - Ponto MF-013; Direita - Ponto MF-006.

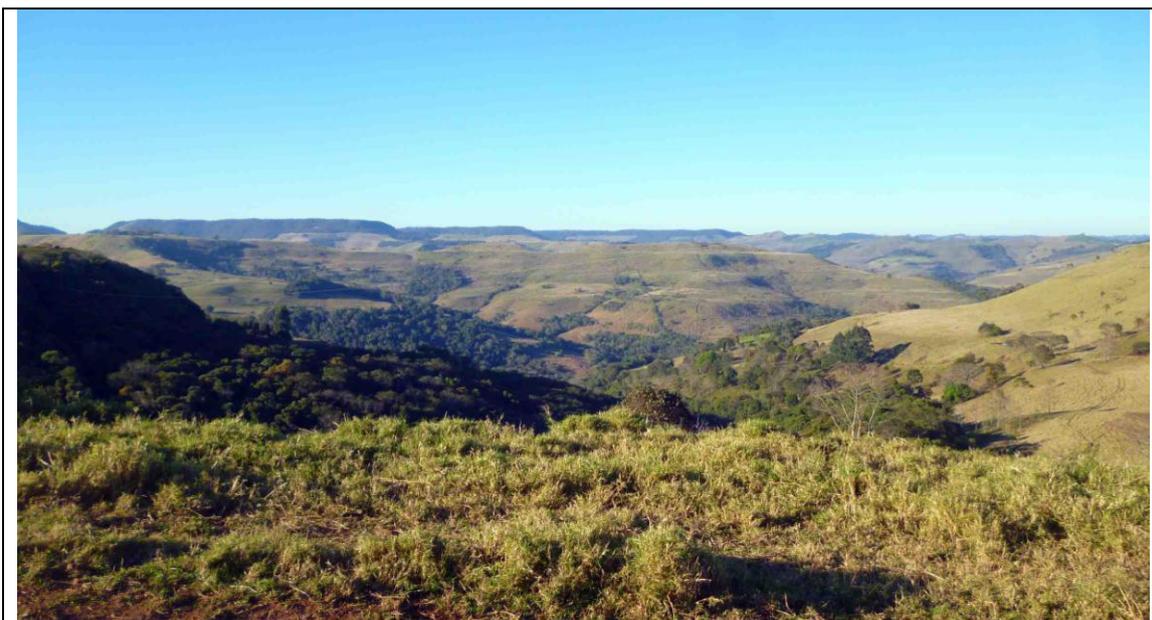


Imagem 5 - Relevo em degraus causado pela estrutura dos derrames de basalto. Imagem obtida próxima à cidade de Manfrinópolis, com objetivo de mostrar o relevo regional, dependente da estrutura dos derrames basálticos.

As estruturas de descontinuidade entre as rochas basálticas – contatos entre derrames, planos de fraturas e falhas e contatos verticais - são locais críticos, por se tratarem de superfícies que facilitam os movimentos de massa.

5.2 Geomorfologia

A área urbana de Manfrinópolis encontra-se na subunidade morfoescultural denominada Planalto do Alto Capanema, situada no Terceiro Planalto Paranaense. A classe de declividade predominante está entre 12-30%. Em relação ao relevo, apresenta alta dissecação e com altitudes variando entre 360 m e 960 m. As formas predominantes são topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em “V”. A direção geral da morfologia é NW/SE, modelada em rochas basálticas do Grupo Serra Geral (Mineropar, 2007).

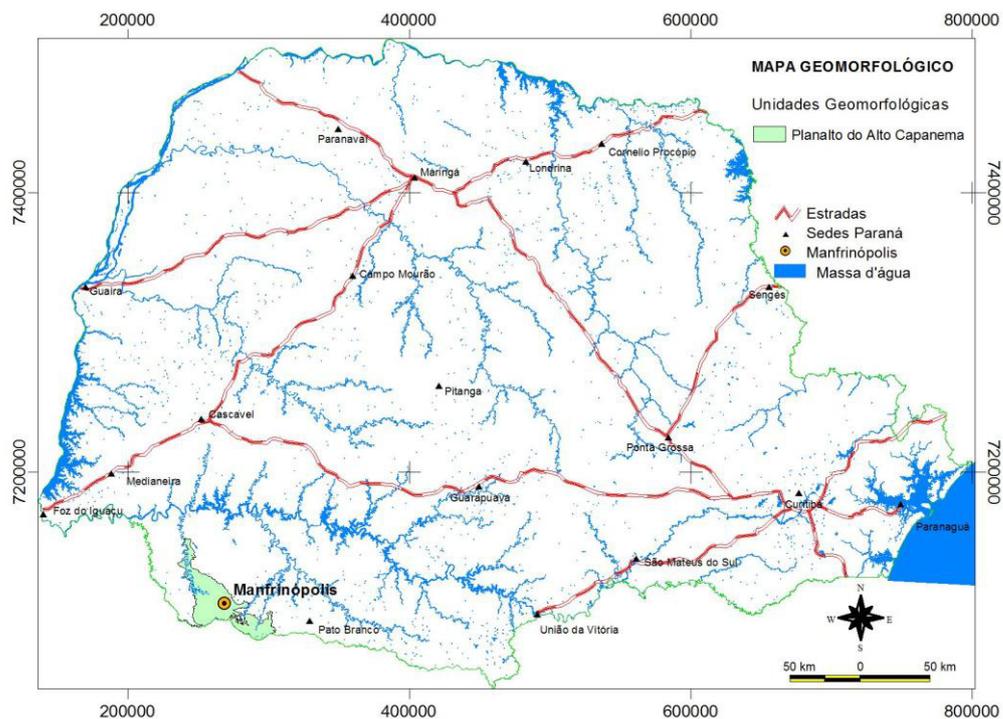


Figura 3. Mapa do Estado do Paraná, mostrando a localização de Manfrinópolis no Planalto do Alto Capanema.

O relevo na sede do município e arredores está de acordo com o acima descrito. Apresenta-se muito dissecado, sendo condicionado pelos derrames de basalto que conferem uma paisagem de topos alongados e em cristas, margeados por encostas íngremes, vales em degraus e vertentes retilíneas e côncavas (Imagem 5).

Importante destacar o vale do rio Encantilado, com vertentes côncavas na sua parte inferior, conduzindo para a formação de um depósito extenso de solos transportados finos, formando uma área plana no vale do rio, onde situa-se a principal área urbanizada.



Imagem 6 – Relevo da área urbana de Manfrinópolis, mostrando encostas íngremes e topos aplainados. Casas situadas em vertentes de alta declividade, bem como na área plana do vale do rio Encantilado.

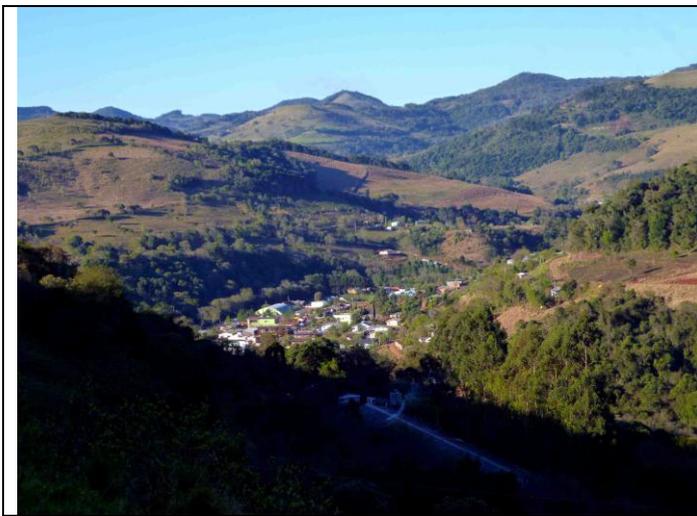


Imagem 7 - Relevo da área urbana de Manfrinópolis e arredores, mostrando encostas íngremes e topos aplainados, com a sede situada, principalmente, na área plana do vale do rio Encantilado.

5.3 Hidrografia

A área urbana de Manfrinópolis está inserida na macrobacia hidrográfica do rio Iguaçu (Figura 4). A sede municipal encontra-se no vale do rio Encantilado, que corre ao longo do eixo principal do centro urbano (imagem 7), tornando-a sujeita a enchentes - como a de dezembro de 2015 - onde o prefeito da cidade decretou estado de calamidade pública, homologado pelo Governo Estadual (imagens 8 e 9) .



Imagens 8 (esquerda) e 9 (direita) – Imagens da enchente de dezembro de 2015 em Manfrinópolis, conduzindo ao Decreto de “Estado de Calamidade Pública”. Imagens de Niomar Pereira/Jornal de Beltrão de 10/12/2015.

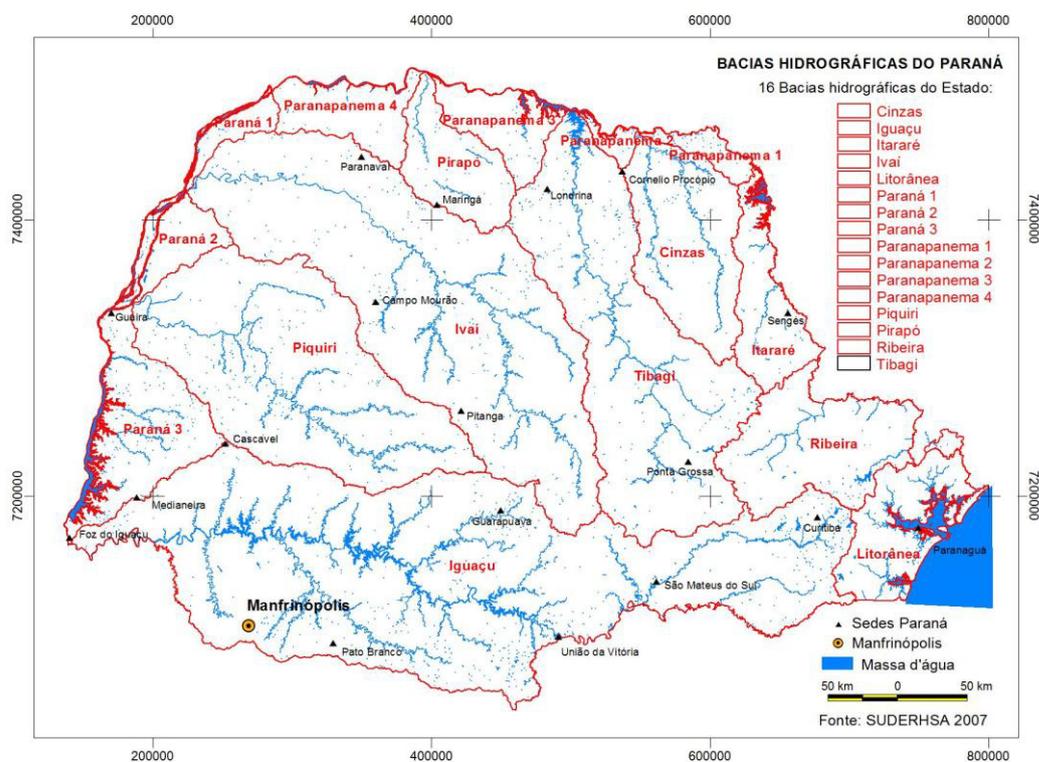


Figura 4 – Bacias hidrográficas do Paraná, com localização da sede do município de Manfrinópolis.

5.4 Coberturas de materiais inconsolidados

Sob esta denominação foram caracterizados os materiais inconsolidados que recobrem o substrato rochoso da área e cuja origem se relaciona com a interação de fatores naturais climatológicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hídricos que interferem na modelagem dos terrenos e da paisagem.

Os materiais inconsolidados foram definidos, principalmente, a partir da utilização de critérios geotécnicos qualitativos sob o enfoque da Geologia de Engenharia Aplicada ao Planejamento Territorial. Ressalta-se que não foram efetuados ensaios geotécnicos específicos em função dos objetivos do presente estudo.

As coberturas inconsolidadas podem ser subdivididas em solos residuais e solos transportados. Ainda, merecem destaque os Campos de Matacões.

5.4.1 Solos residuais

Constituem solos derivados da alteração das rochas basálticas *in situ*, e que não sofreram transporte. Em Manfrinópolis foram diagnosticados os seguintes solos residuais:

- Solos rasos, litólicos, com pequena espessura (menos que 50 cm) sobre superfícies planas, muitas vezes com superfícies rochosas aflorantes – Neossolos Litólicos (Imagem 10).



Imagem 10 – Neossolo litólico. Ponto MF-001.

- Solos rasos, com contatos líticos situados em encostas, com fragmentos de rochas semi-intemperizada e/ou saprólitos em sua massa (Imagens 11, 12 e 13). Enquadram-se como Neossolos Regolíticos (Embrapa, 2007).

Normalmente, em Manfrinópolis as rochas sob estes solos estão bastante desagregadas, constituindo situações suscetíveis a MGM, se as declividades forem acentuadas (maiores de 20%).



Imagem 11 – Neossolo regolítico com restos de rocha intemperizada em meio ao solo. Notar o estado de desagregação da rocha, parte do processo de intemperismo. Ponto MF- 006.



Imagem 12 – Neossolo regolítico. Neste local aconteceram pequenos movimentos de massa na forma de degraus de abatimento. Ponto MF-011.



Imagem 13 – Detalhe do Neossolo Regolítico, mostrando o aspecto de desagregação do material, muito suscetível a movimentos de massa em declividades acima de 20%. Ponto MF-055.

- Solos profundos, com horizonte B desenvolvido, argilosos, vermelhos, com fraca diferenciação entre os horizontes. Em Manfrinópolis são raros e ocorrem em relevos com declividades moderadas (10 a 20%). São classificados como Nitossolos, sendo muito suscetíveis à erosão em altas declividades (Embrapa, 2007).



Imagem 14 – Solos residuais – Nitossolos. Ponto MF-030.

5.4.2 Solos Transportados

Constituem os solos depositados fora de seu local de formação e que foram transportados pela ação da gravidade, sendo constituídos por material solto e encontrados nas encostas. Constituem solos de elevada permo-porosidade, coloração castanho-amarronada com matriz siltico-argilosa, englobando fragmentos e blocos de basalto arredondados e subangulosos, de dimensões variadas, geralmente centimétricas a decimétricas. Os colúvios podem ser classificados em grossos e finos, dependendo da presença ou não de blocos de rocha dentro da matriz, respectivamente. Ocorrem associados às encostas de declividades moderadas a altas (>20%), apresentando-se instáveis e incoerentes, suscetíveis a escorregamentos.

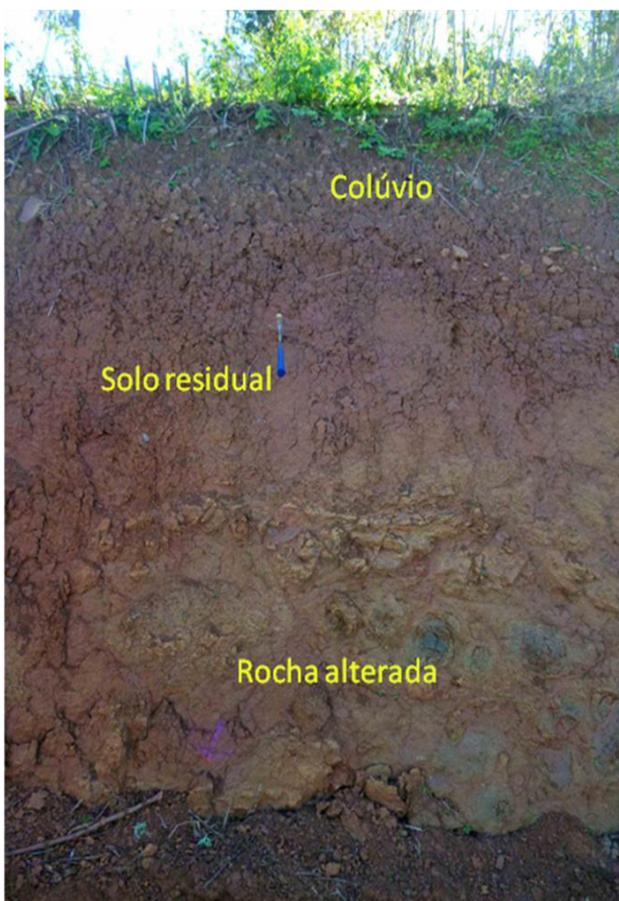


Imagem 15 – Solo transportado – colúvio, desenvolvido sobre solo residual, mostrando a intensa dinâmica da região. Ponto MF-040.



5.4.3 Campos de Matacões

Os Campos de Matacões (imagens 17 e 18) constituem unidades de materiais inconsolidados residuais, originados a partir do processo de intemperismo designado de alteração esferoidal.

Esfoliação esferoidal

Processo de alteração intempérica, muito atuante em climas tropicais, desenvolvendo formas arredondadas concêntricas que se assemelham a cascas de cebolas, deixando, muitas vezes, blocos de rocha sã (matacões) perfeitamente arredondados no meio do solo autóctone ou da rocha parcialmente alterada. O intemperismo químico, atua de fora para dentro, provocando o surgimento de várias crostas em diversos graus de alteração.

*Este intemperismo se processa abaixo da superfície do solo, e os matacões são trazidos à superfície pela erosão do terreno. A erosão do solo nessas regiões com esfoliação esferoidal leva, frequentemente, a formação de espetaculares **campos de matacões arredondados**.*

(http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/esfoliacao_esferoidal.htm)

http://www.dicionario.pro.br/index.php/Esfolia%C3%A7%C3%A3o_esferoidal)

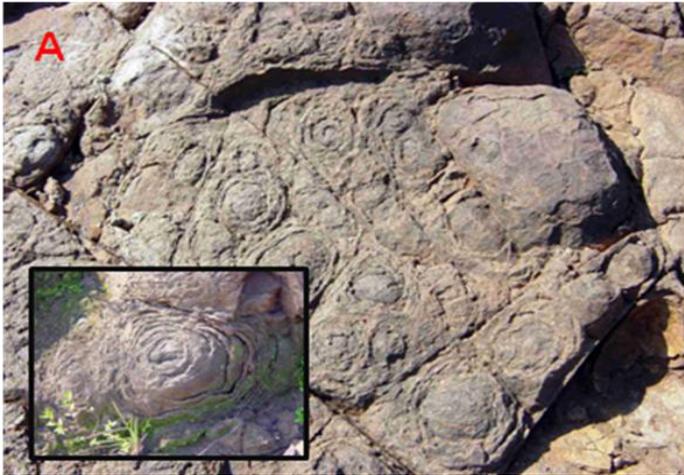


Imagem 17 – Alteração esferoidal em basaltos do Grupo Serra Geral, com quadro de detalhe da alteração tipo “casca de cebola”. Local – Foz do Iguaçu (A). Ponto MF-039 (B).



Imagem 18 – Contexto da alteração esferoidal com o bloco de rocha sã resultante, e o Campo de Matacões. Ponto MF-068



Imagem 19 – Campo de Matações. Normalmente ocorrem em declividades mais acentuadas, que facilitam a remoção das partículas mais finas do solo, concentrando os blocos. Apesar de serem residuais, estas áreas são muito propícias aos movimentos de massa (como estes degraus de abatimento), pois os blocos soltos tornam-se agentes de desestabilização das encostas em altas pluviosidades. É muito comum encontrar estes matações rolados para partes baixas do terreno.
Ponto MF-068.



Imagem 20 – Blocos de rocha residuais resultantes do processo de alteração esférica, resultando em um material muito desagregado e sujeito a movimentos gravitacionais de massa em terrenos com altas declividades (Ponto MF-033).

5.4.4 Considerações sobre as Coberturas de Materiais Inconsolidados de Manfrinópolis

O relevo montanhoso e muito dissecado de Manfrinópolis resultou em coberturas de materiais inconsolidados, pouco espessas. Há uma predominância absoluta de solos regolíticos e litólicos, pouco espessos e de Campo de Matações. Exceção a esta regra é a região do vale do rio Encantilado e de suas encostas próximas, com a ocorrência de colúvios finos a médios, com espessuras em torno de 1 a 2m (imagens 21 e 22). Ressalta-se que é nesta região que está situada a principal parte da sede do município.

Em toda a extensão da área do entorno da sede, abrangida pela área trabalhada, são encontrados, pontualmente, solos transportados (colúvios) mais espessos, como no ponto MF-057 (imagem 23). No entanto, na escala de trabalho não é possível separá-los devido as suas ocorrências restritas.



Imagem 21– Colúvios finos desenvolvidos ao longo do eixo do vale do rio Encantilado (Ponto MF-051).



Imagem 22 – Colúvios finos a médios situados da vertente próxima ao vale do rio Encantilado (Ponto MF-002).



As características do meio físico de Manfrinópolis com relevo montanhoso e dissecado, predomínio de solos rasos e jovens e ocorrência restrita de colúvios, não permite, na escala do trabalho, a individualização de unidades de solos residuais e transportados, com exceção da unidade mapeada de colúvios finos, mapeada no vale do rio Encantilado (Anexo 4 – Unidade A). Porém, está

registrado, em cada ponto, a existência de solos residuais rasos, espessos e transportados (Anexo 4), para efeito de futuros planejamentos.

6. MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

6.1 Definições

Os processos de alteração do meio físico investigados na área urbana de Manfrinópolis, capazes de gerar situações de risco com consequentes acidentes geológicos dizem respeito, principalmente, aos movimentos gravitacionais de massa (MGM) ou escorregamentos de encosta.

De acordo com Oliveira (2010), os escorregamentos são considerados os acidentes geológicos que mais têm provocado perda de vidas humanas em áreas urbanas. Caracterizam-se por movimentos rápidos, bruscos, com limites laterais e profundidades bem definidos. Podem envolver solo, solo e rocha ou apenas rocha. Sua geometria pode ser circular, planar ou em cunha, em função da existência ou não de estruturas ou planos de fraqueza nos materiais envolvidos, os quais condicionam a formação de superfícies de ruptura.

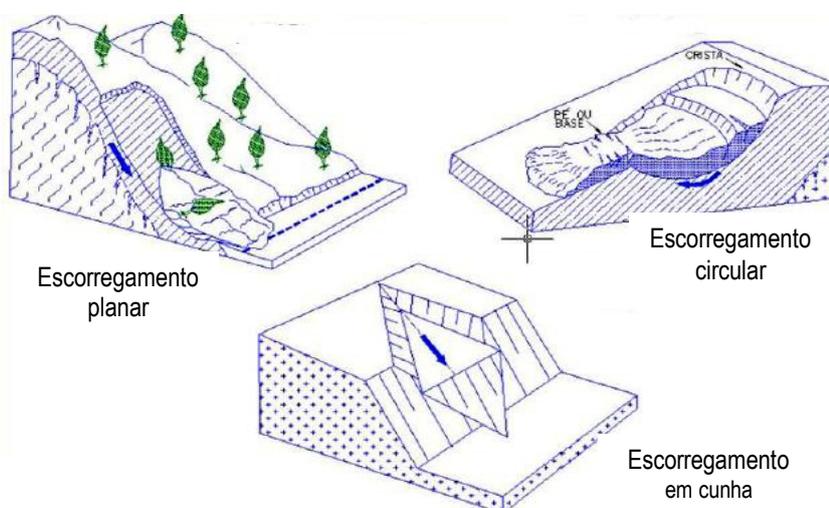


Figura 5 - Geometria dos principais tipos de escorregamentos em encostas (Oliveira, 2010).

O principal agente deflagrador do processo é a água das chuvas, muitas vezes associado a desmatamentos, erosão, variações de temperatura, oscilações do nível freático e fontes. As chuvas contribuem diretamente para instabilizar as encostas, por meio da infiltração e encharcamento do solo; formação de fendas, trincas e juntas, com a geração de superfícies de ruptura; atuação de

pressões hidrostáticas; saturação do solo com aumento do peso específico; redução da resistência dos solos pela perda da coesão e escorregamento.

As principais interferências antrópicas que potencializam o processo são as seguintes:

- concentração de águas pluviais;
- ausência de drenagem (captação e condução das águas pluviais);
- lançamento de águas servidas;
- vazamentos na rede de abastecimento de água;
- existência de fossas sanitárias;
- cortes de alturas e inclinações excessivas;
- execução de aterros inadequados;
- deposição de lixo na encosta ou existência deste englobado nos aterros;
- remoção indiscriminada da vegetação;
- cultivo de espécies vegetais que acumulam água em subsuperfície (ex. bananeiras).

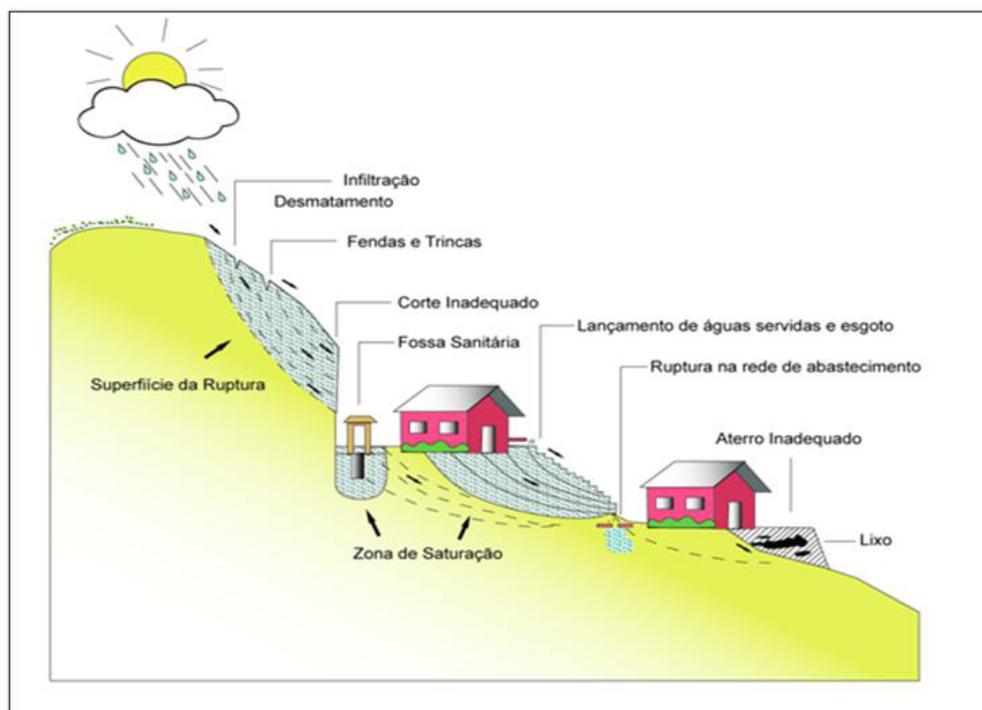
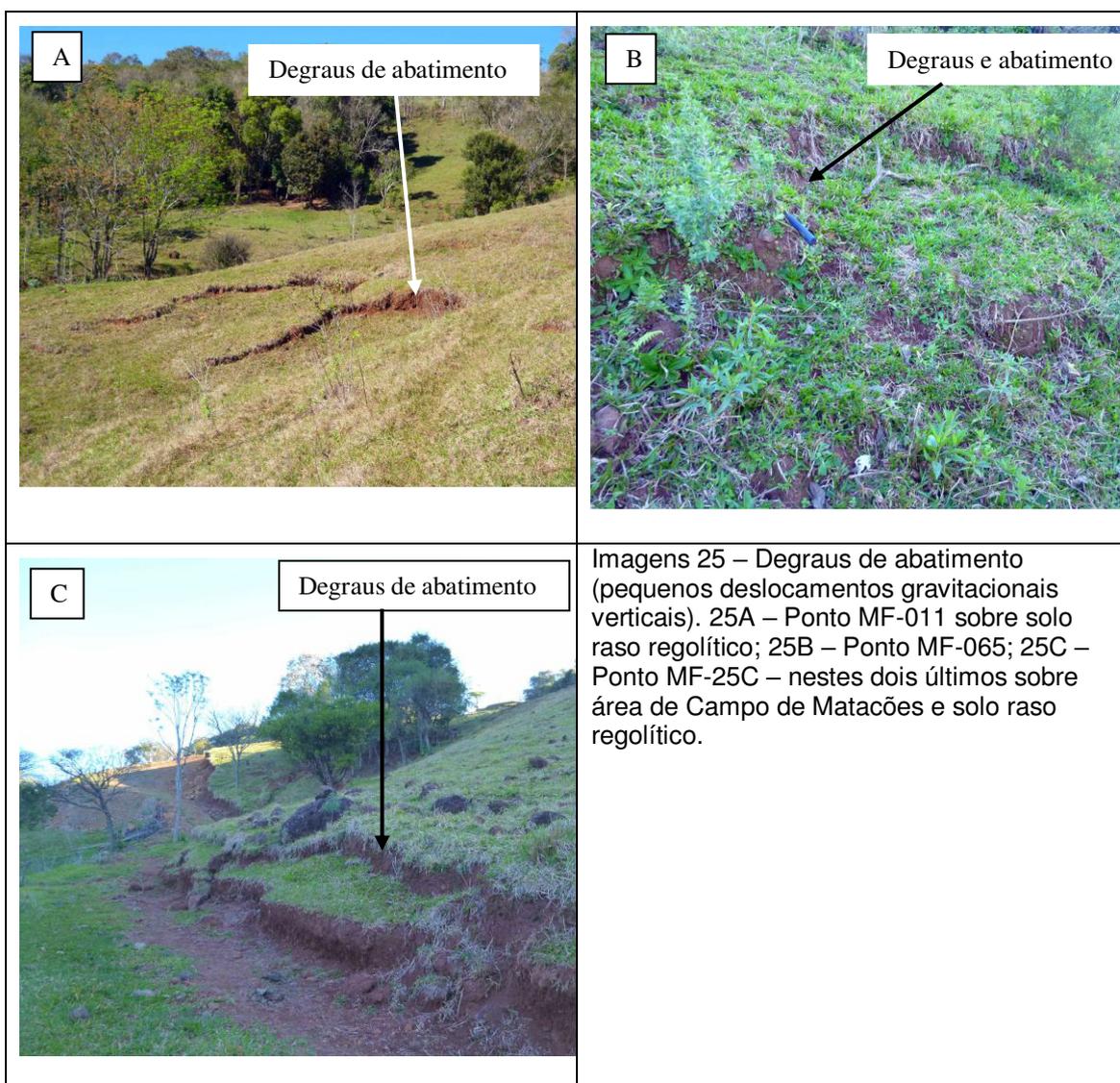
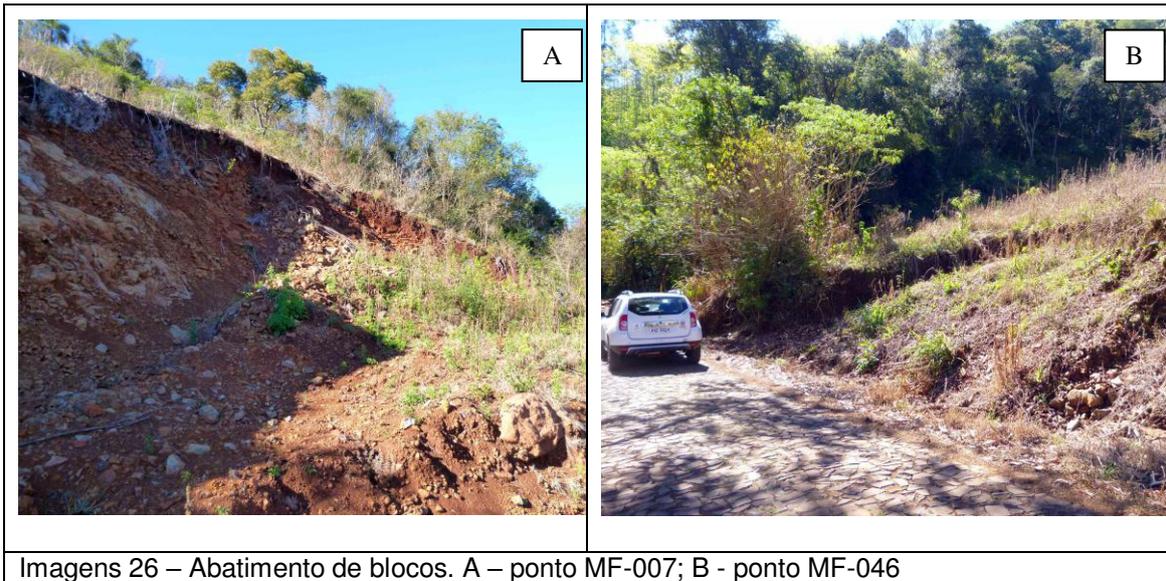


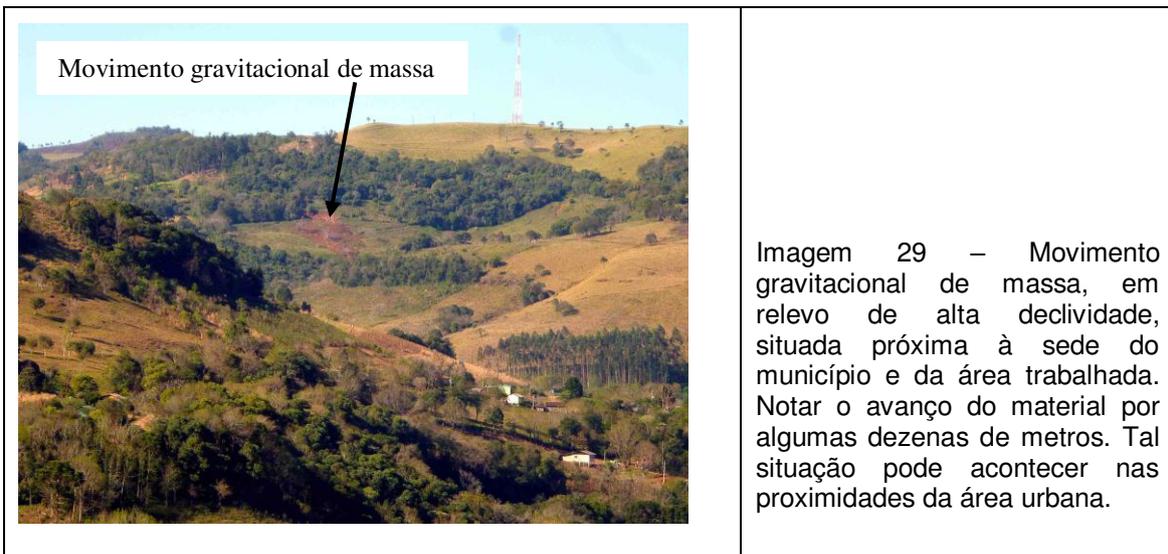
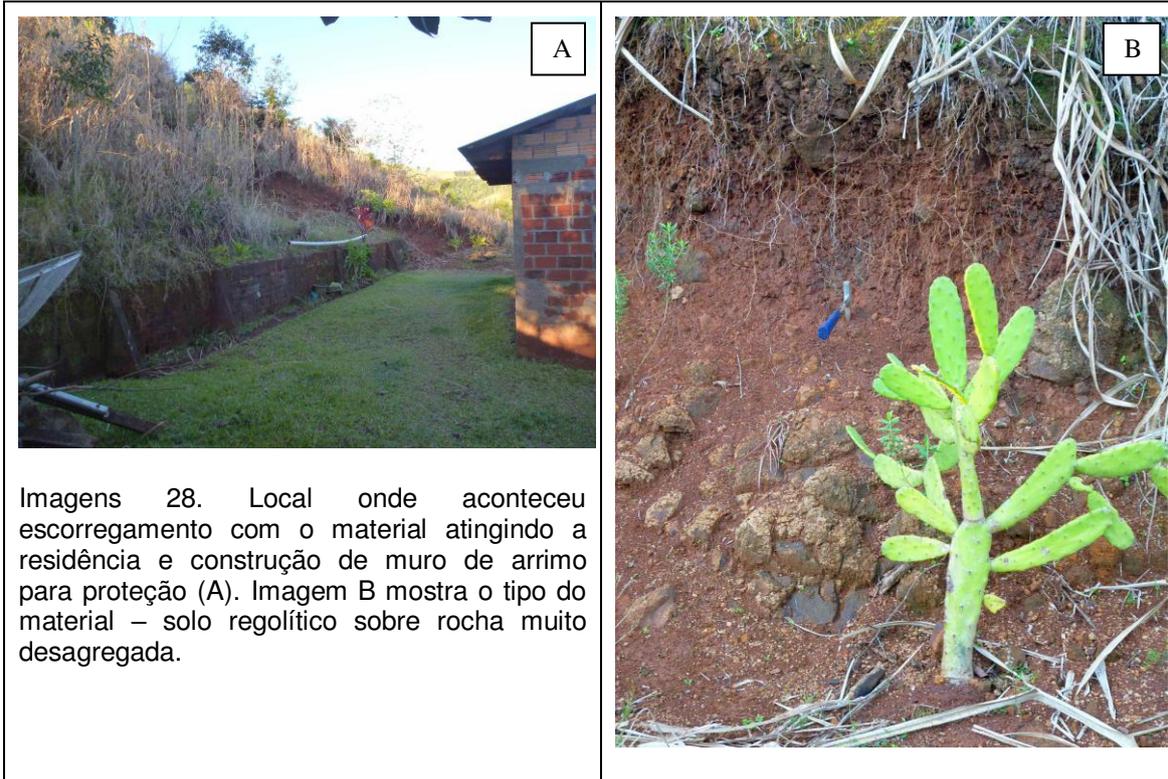
Figura 6 - Principais atividades antrópicas indutoras de escorregamentos de encostas (Oliveira, 2015).

6.2 Movimentos gravitacionais de massa em Manfrinópolis

Devido ao relevo enérgico de Manfrinópolis com encostas íngremes, material rochoso normalmente com forte desagregação, campos de matacões e muitos contatos entre os derrames de basalto, Manfrinópolis apresenta suscetibilidade favorável a movimentos gravitacionais de massa (MGM), notadamente em períodos chuvosos. Todos os MGMs diagnosticados (Imagens 25A, 25B, 25C, 26A, 26B, 27A, 27B, 28A, 28B e 29) estão em declividades acima de 20% (Anexos 2, 4 e 5), ou seja, em regiões suscetíveis a escorregamentos neste ambiente geológico.







7. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA OCUPAÇÃO URBANA.

A área da sede municipal de Manfrinópolis e entorno imediato é subdividida em três unidades, com diferentes características para a ocupação urbana (Anexo 5):

Unidade A – Situada na área central da sede municipal, no vale do rio Encantilado, é coberta por uma cobertura de solos espessos (colúvio fino – Anexos 4 e 5), com declividades menores que 10%. Este setor não apresenta riscos para movimentos gravitacionais de massa, exceto nas proximidades de unidades próximas com fortes declividades, onde poderá receber material transportado de escorregamentos. Com relação ao relevo (plano) e cobertura de material inconsolidado, esta unidade apresenta boas condições para ocupação e para a instalação de estruturas subterrâneas. No entanto, apresenta alta suscetibilidade para enchentes, como a que aconteceu em dezembro de 2015 (Imagem 30). Neste quesito resta a elaboração de projetos e obras de contenção de enchentes.



Unidade B – A maior parte área do entorno da principal área ocupada da sede do município, situada na Unidade A, apresenta alta suscetibilidade para movimentos de massa, tanto de pequeno porte, do tipo Degrau de Abatimento (Imagens 25A, 25B e 25C), como de maiores portes, como o que aconteceu no ponto MF-021 (Imagens 27A e 27B), tendo em vista que estão em declividades

superiores a 20%. Inclusive, a maior parte da área desta unidade situa-se em declividades acima de 30% (Anexo 2), onde, por força de lei (Lei Federal 6766/1979), são áreas que não podem ser ocupadas, devendo ser destinadas à preservação ambiental. Caso estejam ocupadas e que por qualquer outro motivo serão ocupadas, recomenda-se fortemente que estudos geotécnicos de detalhe sejam realizados para orientar possíveis obras, como muros de arrimo e drenagens, a fim de controlar tais movimentos.

Ainda, tendo em vista a presença de inúmeros campos de matacões em altas declividades, muitos com áreas ocupadas (Imagem MF-024), recomenda-se a análise local de cada situação para a retirada dos matacões ou proteção das residências, tendo em vista a possibilidade de movimentação dos mesmos em períodos de fortes pluviosidades.

Destaque deve ser dado à abertura de estrada e outras obras no ponto MF-037, em terrenos com declividades acima de 45%. Esta situação apresenta alta suscetibilidade para movimentos de massa enérgicos, dado ao tipo do material – rocha muito desagregada - colocando em risco as ocupações situadas abaixo e próximas (Imagens 31A e 31B). Recomenda-se atenção com estes tipos de obras em terrenos desta unidade.



Dentro desta unidade ocorrem pequenas áreas com declividades menores que 20% e patamares planos (Anexo 2). São de pequena expressão e estão englobadas aqui, pois, além de serem muito restritas, apresentam riscos de serem atingidas por escorregamentos das áreas adjacentes, de altas declividades.

Unidade C - Foram delimitadas 6 áreas individualizadas, C1, C2, C3, C4, C5 e C6F. As áreas C1, C2 e C3 são adjacentes à Unidade A, em continuidade, com trechos de declividades um pouco maiores, acima de 10%. São constituídas por colúvios finos a médios, profundidades maiores de 1m e, de modo geral, apresentam as mesmas características da Unidade A.

As áreas C4, C5 e C6 situam-se em meio à Unidade B, como patamares maiores. São constituídas de solos rasos regolíticos, litólicos, campos de matacões e colúvios mais espessos. São áreas que merecem atenção, pois estão muito próximas de áreas com altas declividades e com coberturas muito inconsolidadas. Também, podem apresentar problemas para a instalação de obras subterrâneas, devido à presença de solos muito rasos.

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O substrato rochoso da área sede do município é composto por rochas vulcânicas basálticas pertencentes ao Membro Salgado Filho, subdivisão da Formação Barracão, Grupo Serra Geral.

Foram identificados cinco contatos entre derrames de basalto. Eles constituem zonas permeáveis que favorecem a circulação da água subterrânea, agente catalisador dos processos de movimentos de massa. No Anexo 3 estão delimitados estes contatos.

O relevo na sede do município e entorno é condicionado pelos derrames de basalto que conferem uma paisagem de platôs, margeados por encostas íngremes, vales em degraus e vertentes retilíneas e côncavas. Este tipo de relevo favorece a dissecação do terreno e formação de solos transportados (colúvios) nas vertentes, geralmente íngremes, constantes em Manfrinópolis.

Quanto aos materiais inconsolidados, devido à forte dissecação do relevo de Manfrinópolis, há uma predominância de solos rasos, neossolos regolíticos e litólicos, bem como lajeados de rocha. Solos transportados (colúvios) são de ocorrência mais restrita e ocorrem principalmente nas vertentes côncavas próximas ao vale do rio Encantado. Destaque aos depósitos de solos mais espessos (colúvios finos) que preenchem o vale do rio, tornando uma área plana, geotecnicaamente com boas características para ocupação, no entanto, uma área suscetível a enchentes. Destaque aos campos de matações que constituem unidades de materiais inconsolidados residuais, originados a partir do processo de intemperismo designado de alteração esferoidal. Estas áreas são muito suscetíveis a escorregamentos, notadamente em terrenos de alta declividade (acima de 20%).

Foram individualizadas 3 unidades de terreno, sendo a Unidade A de boas características para a ocupação, salvo a questão das enchentes. A Unidade B, sendo a maior parte da área de entorno da principal área ocupada, de altas declividades, muito dissecada, e com ocorrências de escorregamentos, é uma área com fortes restrições à ocupação, exigindo estudos geotécnicos de detalhe em locais ocupados e a ocupar. A Unidade C, passível de ocupação, exige cuidados. São áreas de atenção.

Determinados tipos de vegetação podem se comportar como agentes de fixação do solo contra MGM (cortinas de bambu e capim Vetiver, por exemplo). Deste modo, recomenda-se a avaliação do plantio de espécies vegetais para este fim, orientado por agrônomo ou engenheiro florestal, em áreas de risco - que são as áreas ocupadas em declividades acima de 20% ou juntas a estas, não importando o material subjacente.

Nas áreas de risco (áreas ocupadas em altas declividades), recomenda-se fortemente a avaliação geotécnica detalhada, com furos a trado e, talvez, a aplicação de métodos geofísicos, a fim de avaliar a profundidade do material inconsolidado, para uma previsão do volume do material que pode ser deslocado (MGM). Estes estudos devem possibilitar a realização de projetos de drenagens e contenção de encostas, se necessários.

Recomenda-se que não sejam abertas estradas, bem como outras obras, em terrenos com elevadas declividades, como é o caso do ponto MF-037 (Imagens 31A, 31B), sem o acompanhamento de técnicos especializados em geotécnica.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COTTAS, L. R. **Estudos geológicos-geotécnicos aplicados ao planejamento urbano de Rio Claro – SP.** 171 f. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo. São Paulo: USP, 1983

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Mapa de Solos do Estado do Paraná. Mapa de Solos do Estado do Paraná.** Rio de Janeiro. EMBRAPA/CNPS, 2007. (Série Documentos, 96). CD ROM.

MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná. Escala Base 1:250.000.** Curitiba: MINEROPAR/UFPR, 2007. 50P.

MINEROPAR. **Grupo Serra Geral no Estado do Paraná.** MINEROPAR. Curitiba, 2010. 2 v.

OLIVEIRA, L. M. **Acidentes Geológicos Urbanos.** MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná. Curitiba, 2010. 78 p.

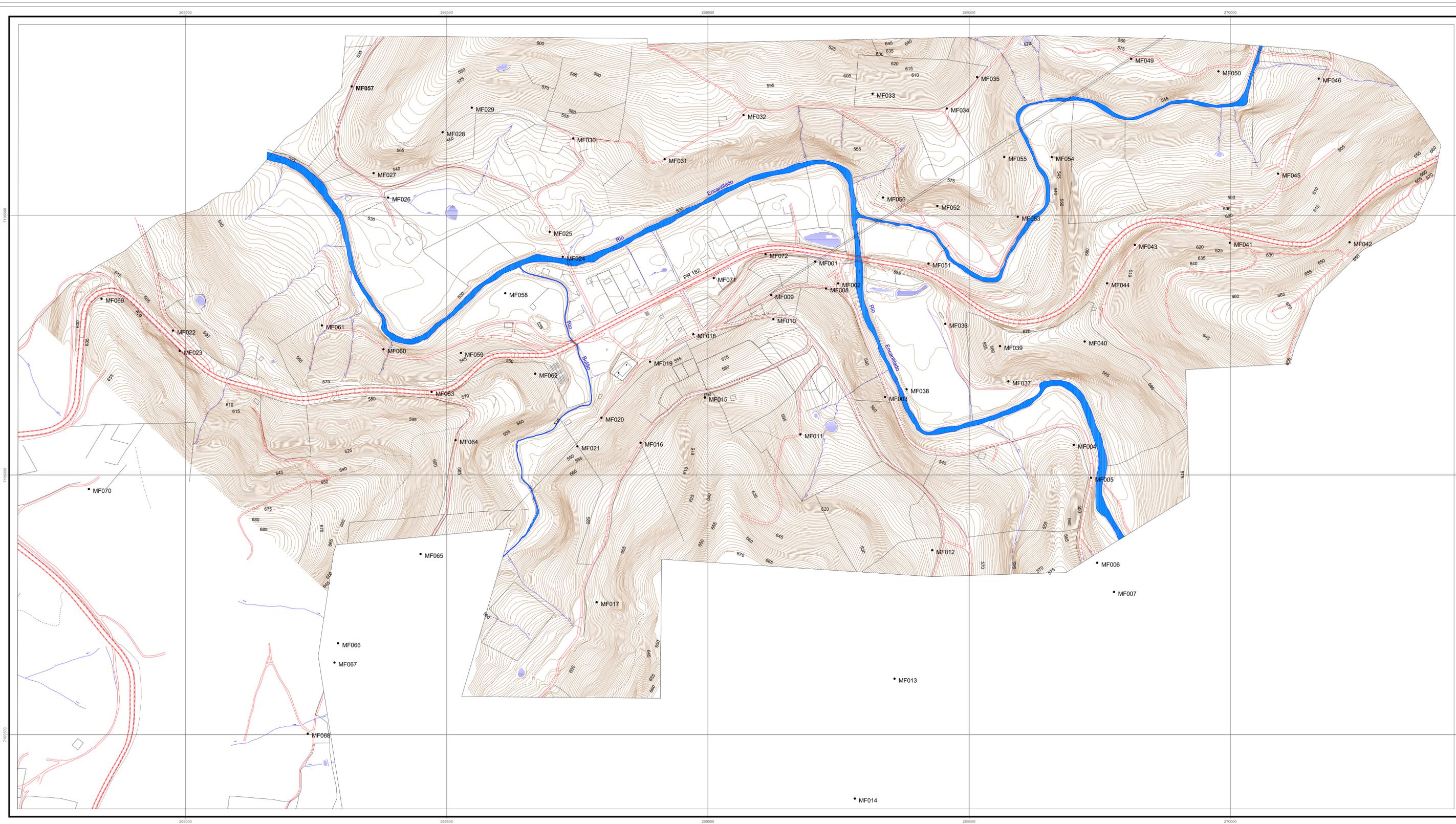
OLIVEIRA, L. M. **Caracterização do Meio Físico para Fins de Planejamento Urbano com Indicação de Áreas de Riscos Geológicos do Município Saudades do Iguaçu – PR.** MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná. Curitiba, no prelo.

SUDERHSA. **Bacias Hidrográficas do Paraná.** SEMA-PR. Curitiba, 2010. 138p.

IBGE, 2013. **Municípios brasileiros.** Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 8/ago/2015.

ZUQUETTE, L. V. **Importância de mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração.** V.2. (Mestrado em geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1993.

ANEXO
MAPAS



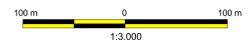
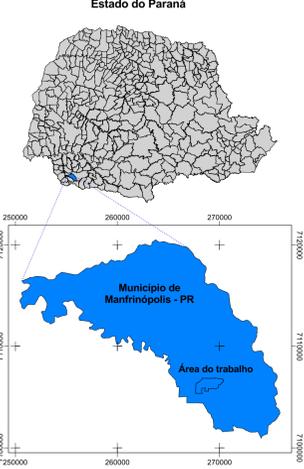
CONVENÇÕES

- Convenções Topográficas**
- Via de acesso
 - Arruamento, quadra, etc.
 - Curva de nível mestra
 - Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
 - Curso de rio
 - Lago, açude, baixios, etc.
 - Edificação

Dados de Campo

- MF 044
- Ponto descrito no campo

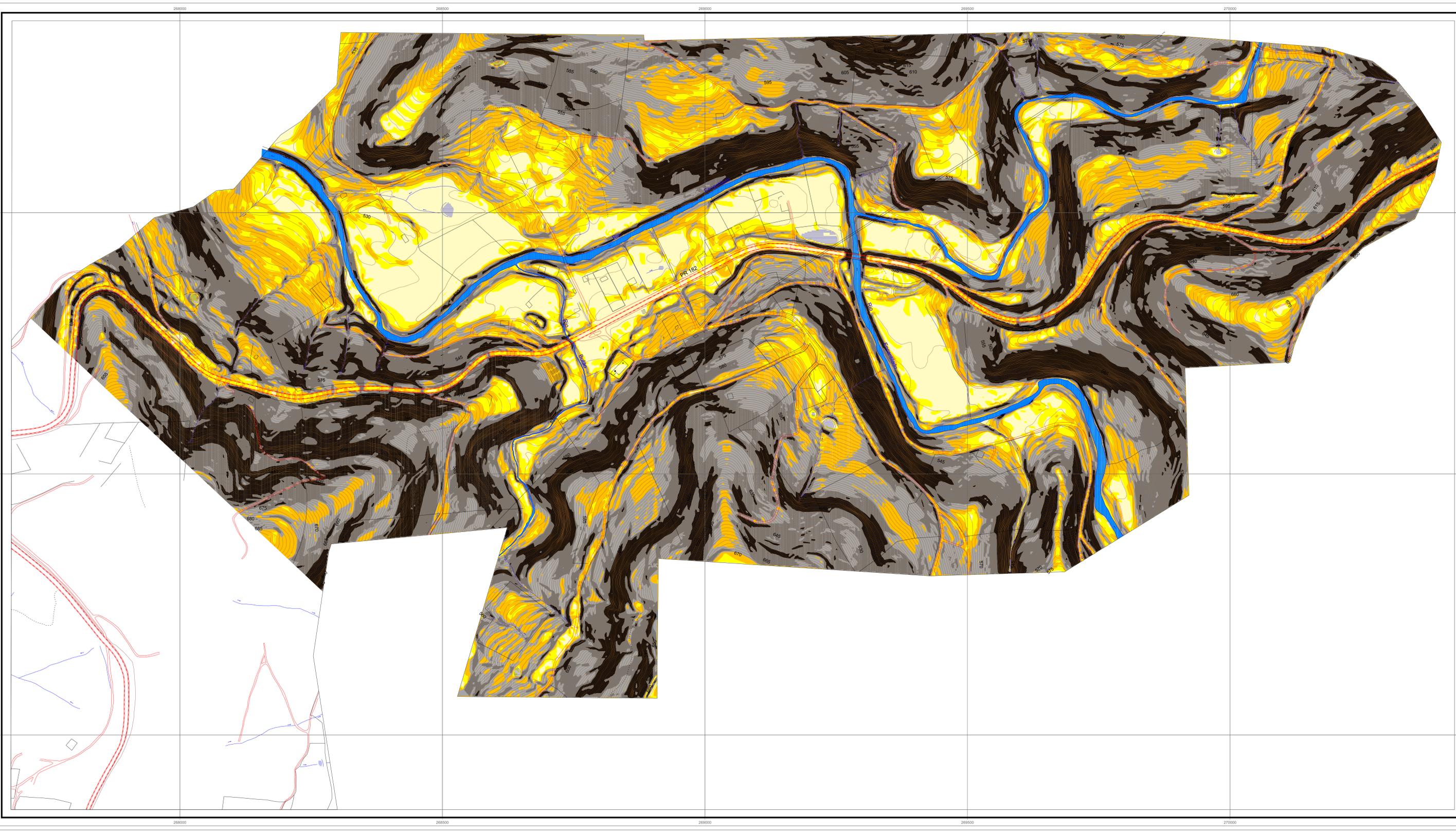
MAPA DE LOCALIZAÇÃO



Projeção:
Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical: Imbituba - SC
Datum Horizontal: SAD 69
Meridiano Central: 51° W GR

Fonte Mapa Planialtimétrico: Paranacidade, escala 1:2.000

		SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ - MINEROPAR
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: MANFRINÓPOLIS - PR		
Tema: MAPA DE PONTOS		ANEXO 01
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Gil F. Piekarz
Data: Dezembro / 2016	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

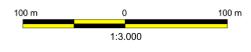
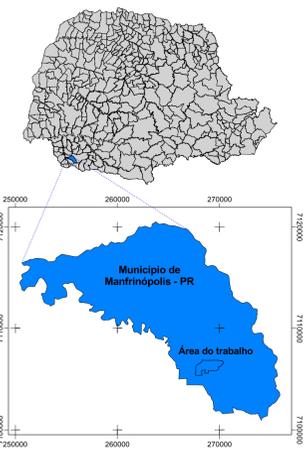
Convenções Topográficas

- Via de acesso
- Arruamento, quadra, etc.
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.
- Edificação

Classes de declividades (%)

- 0 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 20%
- 20 - 30%
- 30 - 45%
- > 45%

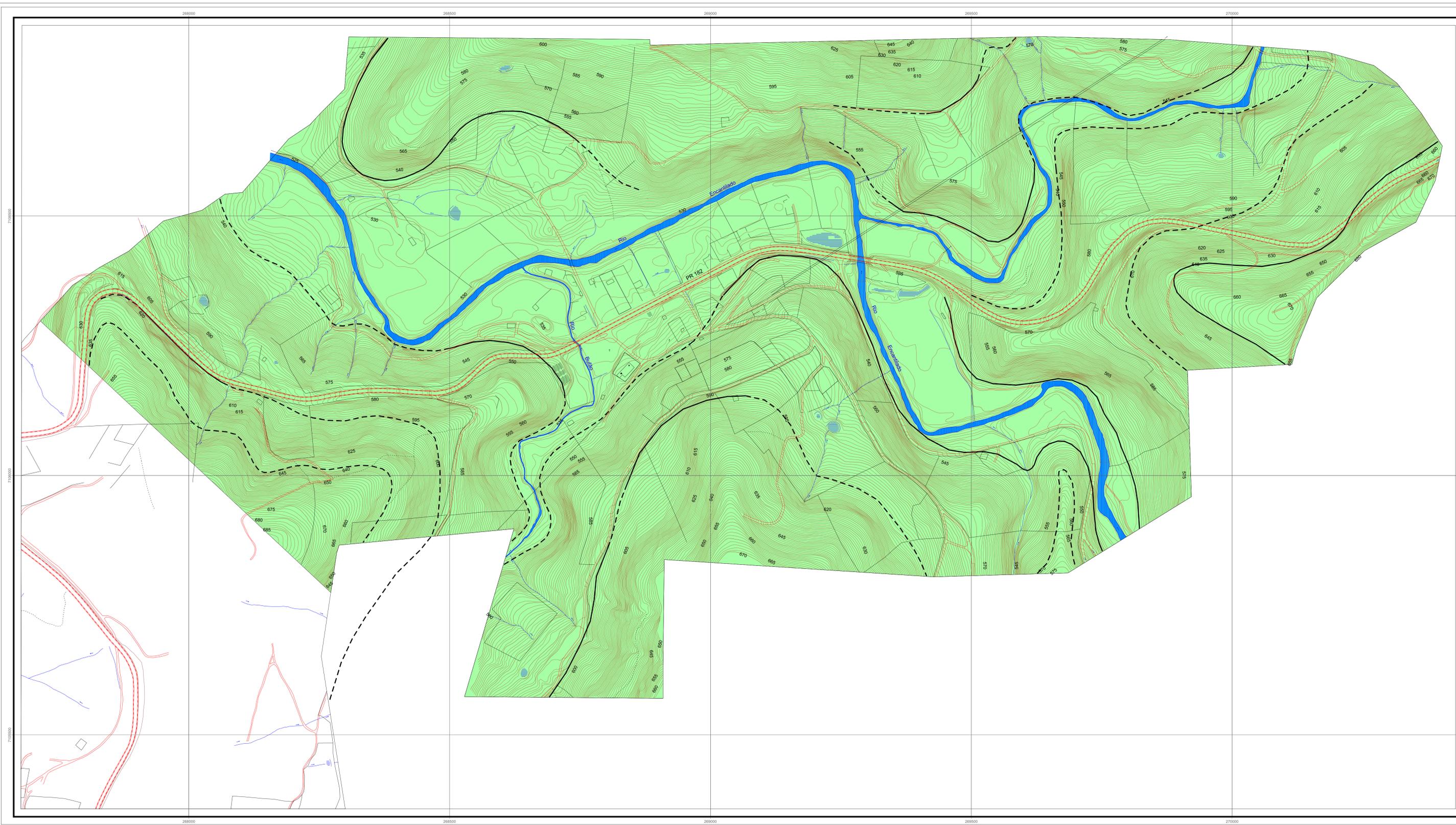
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
Estado do Paraná



Projeção:
Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical: Imbituba - SC
Datum Horizontal: SAD 69
Meridiano Central: 51° W GR

Fonte Mapa Planialtimétrico: Paranacidade, escala 1:2.000

		SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ - MINEROPAR
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: MANFRINÓPOLIS - PR		
Tema: MAPA DE DECLIVIDADES		ANEXO 02
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Gil F. Piekarz
Data: Dezembro / 2016	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti

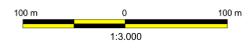
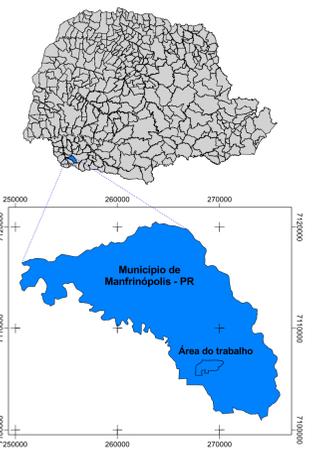


CONVENÇÕES

- Convenções Topográficas**
- Via de acesso
 - Arruamento, quadra, etc.
 - Curva de nível mestra
 - Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
 - Curso de rio
 - Lago, açude, baixios, etc.
 - Edificação

- Unidades litoestratigráficas**
- Mesozóico**
- Grupo Serra Geral
- Formação Barracão**
- Membro Salgado Filho - Intercalação de derrames lobados de basalto vesicular, brecha hidrovolcânica, hidrotufo fino.
 - Contato geológico inferido entre os derrames de basalto
 - Contato geológico definido entre os derrames de basalto

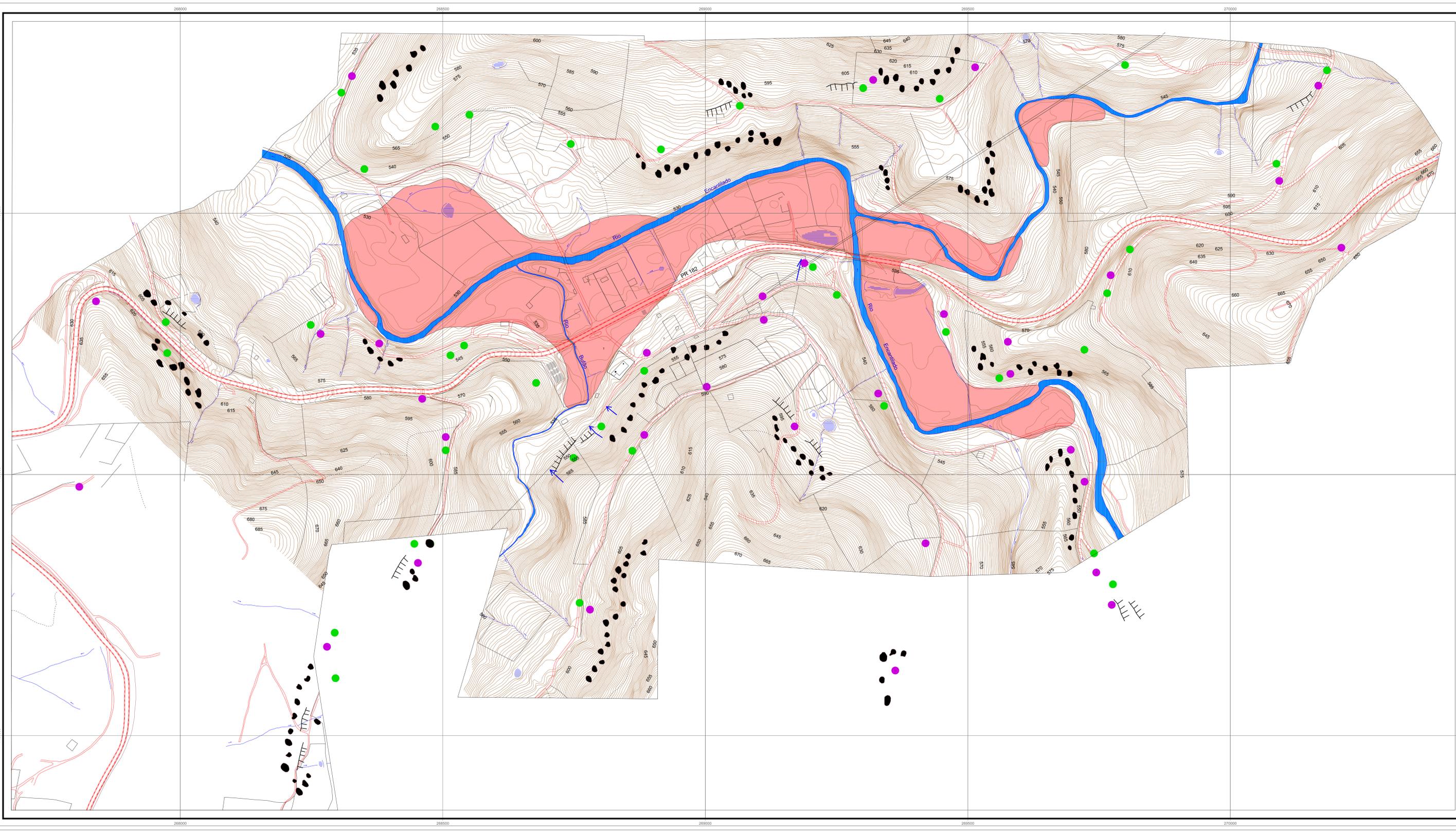
MAPA DE LOCALIZAÇÃO
Estado do Paraná



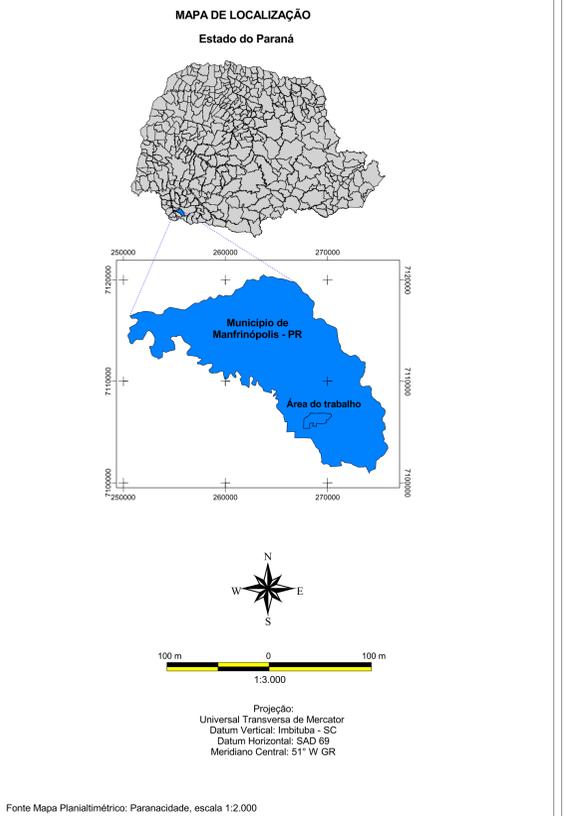
Projeção:
Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical: Imbituba - SC
Datum Horizontal: SAD 69
Meridiano Central: 51° W GR

Fonte Mapa Planialtimétrico: Paranacidade, escala 1:2.000

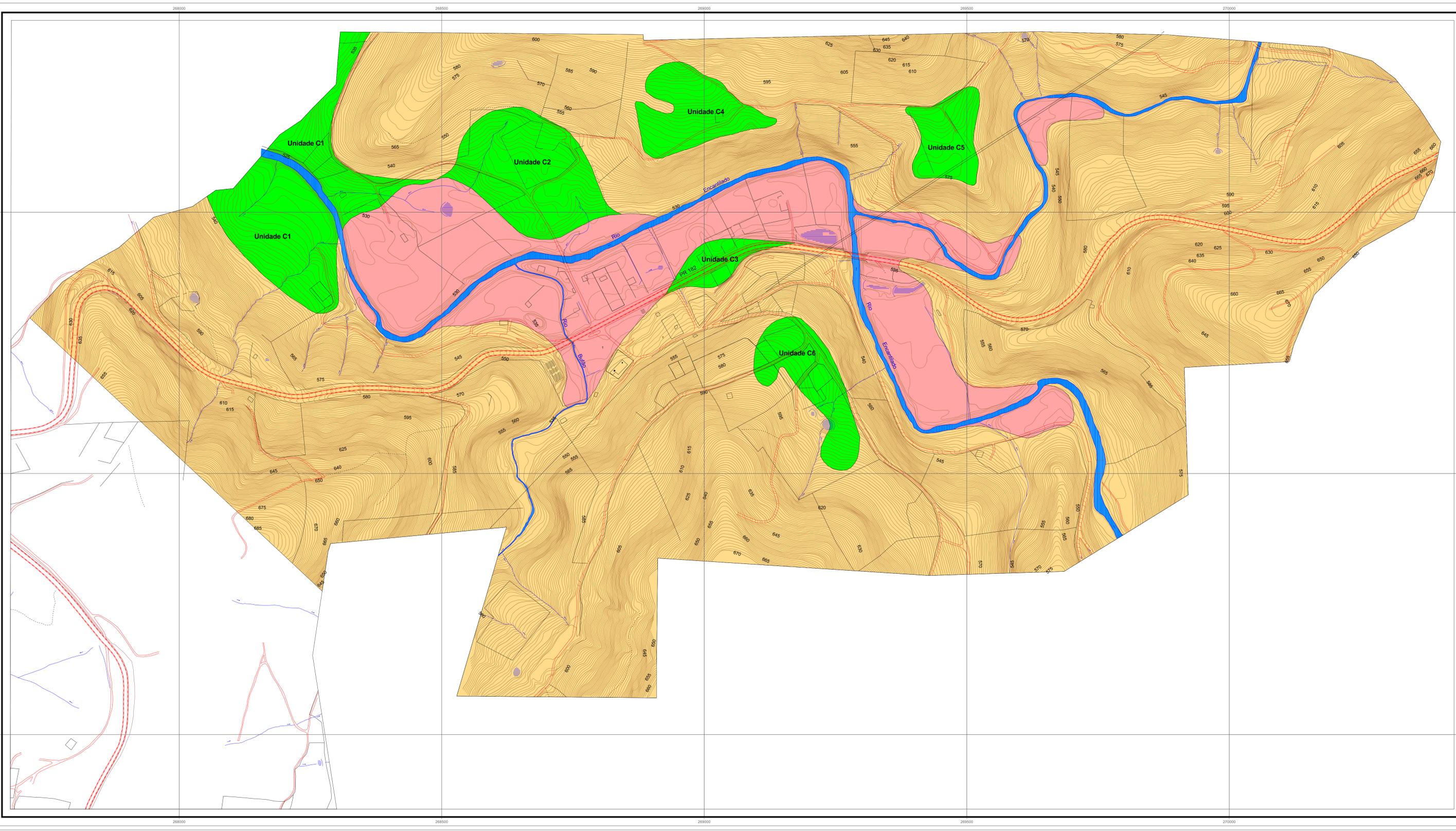
		SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ - MINEROPAR
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: MANFRINÓPOLIS - PR		
Tema: MAPA DE CONTATO ENTRE OS DERRAMES DE BASALTO		ANEXO 03
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Gil F. Piekarz
Data: Dezembro / 2016	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



- ### CONVENÇÕES
- Convenções Topográficas**
- Via de acesso
 - Arruamento, quadra, etc.
 - Curva de nível mestra
 - Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
 - Curso de rio
 - Lago, açude, baixios, etc.
 - Edificação
- Material inconsolidado**
- Unidade A**
Situada na área central da sede municipal, no vale do rio Encantado, é coberta por uma cobertura de solos espessos com declividades menores que 10%. Este setor não apresenta riscos para movimentos gravacionais de massa, exceto nas proximidades de unidades próximas com fortes declividades, onde poderá receber material transportado de escorregamentos. Com relação ao relevo (plano) e cobertura de material inconsolidado, esta unidade apresenta boas condições para ocupação e para a instalação de estruturas subterâneas. No entanto, apresenta alta suscetibilidade para enchentes, como a que aconteceu em dezembro de 2015. Neste quesito resta a elaboração de projetos e obras de contenção de enchentes.
 - Campo de matação
 - Solos mais profundos - Colúvios e solos residuais.
 - Solos rasos - Neossolos reglíticos, lúlicos e lajeados de rocha.
 - Feições de movimentos gravacionais de massa, (MGM)
 - Surgência d'água

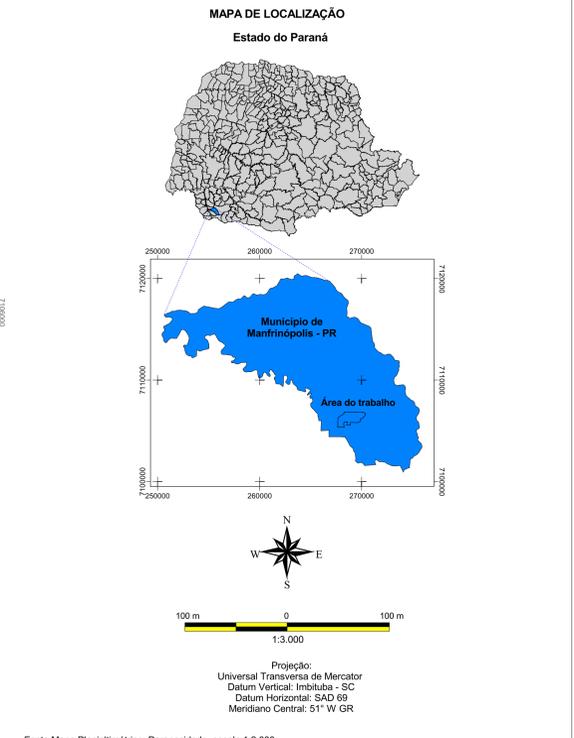


		SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ - MINEROPAR
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: MANFRINÓPOLIS - PR		
Tema: MAPA DE COBERTURAS DE MATERIAIS INCONSOLIDADOS		ANEXO 04
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Gil F. Piekarz
Data: Dezembro / 2016	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



- ### CONVENÇÕES
- Convenções Topográficas**
- Via de acesso
 - Arruamento, quadra, etc.
 - Curva de nível mestra
 - Curva de nível intermediária - eqid. 1 metro
 - Curso de rio
 - Lago, açude, baixios, etc.
 - Edificação

- Adequabilidade**
- Unidade A**
Situada na área central da sede municipal, no vale do rio Encantado, é coberta por uma cobertura de solos espessos com declividades menores que 10%. Este setor não apresenta riscos para movimentos gravitacionais de massa, exceto nas proximidades de unidades próximas com fortes declividades, onde poderá receber material transportado de escorregamentos. Com relação ao relevo (plano) e cobertura de material inconsolidado, esta unidade apresenta boas condições para ocupação e para a instalação de estruturas subterrâneas. No entanto, apresenta alta suscetibilidade para enchentes, como a que aconteceu em dezembro de 2015. Neste quesito resta a elaboração de projetos e obras de contenção de enchentes.
 - Unidade B**
Apresenta alta suscetibilidade para movimentos de massa, tanto de pequeno porte, do tipo Degrau de Abatimento, como de maiores portes, como o que aconteceu no ponto MF-021, tendo em vista que estão em declividades superiores a 20%. Inclusive, a maior parte da área desta unidade situa-se em declividades acima de 30%, onde, por força de lei (Lei Federal 6766/1979), são áreas que não podem ser ocupadas, devendo ser destinadas à preservação ambiental. Caso estejam ocupadas e que por qualquer outro motivo sejam ocupadas, recomenda-se que estudos geotécnicos de detalhe sejam realizados para orientar possíveis obras, como muros de arrimo e drenagens, a fim de controlar tais movimentos.
Tendo em vista a presença de inúmeros campos de matacões em altas declividades, muitos com áreas ocupadas, recomenda-se a análise local de cada situação para a retirada dos matacões, ou proteção das residências, tendo em vista a possibilidade de movimentação dos mesmos em períodos de fortes pluviosidades.
Dentro desta unidade ocorrem pequenas áreas com declividades menores que 20% e patamares planos. São de pequena expressão e estão englobadas aqui, pois, além de serem muito restritas, apresentam riscos de serem atingidas por escorregamentos das áreas adjacentes, de altas declividades.
 - Unidade C - (C1 a C6)**
Foram delimitadas 6 áreas individualizadas, C1, C2, C3, C4, C5 e C6. As áreas C1, C2 e C3 são adjacentes à Unidade A, com trechos de declividades acima de 10%. São constituídas por colúvios finos a médios, profundidades maiores de 1m e, de modo geral, apresentam as mesmas características da Unidade A. As áreas C4, C5 e C6 situam-se em meio à Unidade B, com patamares maiores. São constituídas de solos rasos regilícos, lúvicos, campos de matacões e colúvios mais espessos. São áreas que merecem atenção, pois estão muito próximas de áreas com altas declividades e com coberturas muito inconsolidadas. Também, podem apresentar problemas para a instalação de obras subterrâneas, devido a presença de solos muito rasos.



Fonte Mapa Planialtimétrico: Paranacidade, escala 1:2.000

MINEROPAR SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ		SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ - MINEROPAR	
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS			
Município: MANFRINÓPOLIS - PR			
Tema: MAPA DE ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA			ANEXO 05
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Gil F. Piekarz	
Data: Dezembro / 2016	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti	