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

## MARMELEIRO (PR)

Curitiba 2017

ITCG

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ

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

## MARMELEIRO (PR)

Curitiba
2017

Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná - ITCG
Caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de riscos geológicos – Marmeleiro (PR). Curitiba : ITCG, 2017.
44 p., 7 mapas.

1. Mapeamento geológico. 2. Mapeamento geotécnico. 3. Riscos geológicos. 4. Marmeleiro (PR). I. Oliveira, L. M. II Título.

CDU 624.13 (816.21)

Permitida a reprodução total ou parcial, desde que citada a fonte.
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLÓGIA DO PARANA
Rua Desembargador Motta, 3384
CEP 80.430-200 - Curitiba - Paraná - Brasil
Telefone: 55 41 3304-7700 - Fax 55 41 3304-7063
homepage: www.pr.gov.br/itcg - email: itcg@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

## ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ

**Amilcar Cavalcante Cabral**
Diretor Presidente

**Fábio Ortigara**
Diretor de Geologia

ITCG
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

# DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA E GEOTECNIA


**Chefe de Departamento**

Geólogo Edir Edemir Arioli

**Execução e elaboração**

Geólogo Luís Marcelo de Oliveira

**Apoio e colaboração**

Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti (digitalização)

Manoel de Cristo (auxiliar de campo)

Clarissa Nunes (revisão e edição)

**ÍNDICE**

**1. INTRODUÇÃO..... 07**

**2. JUSTIFICATIVA..... 07**

**3. LOCALIZAÇÃO..... 07**

**4. ORIGEM E POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO..... 08**

**5. METODOLOGIA DE TRABALHO..... 10**

**6. MEIO FÍSICO..... 11**

**6.1 Aspectos geomorfológicos..... 11**

**6.2 Aspectos hídricos..... 13**

**6.3 Aspectos geológicos..... 14**

**6.4 Coberturas inconsolidadas..... 17**

**6.4.1 Solos residuais argilosos..... 18**

**6.4.2 Solos litólicos..... 19**

**6.4.3 Solos transportados..... 20**

**6.4.3.1 Solos transportados finos..... 20**

**6.4.3.2 Solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros)..... 21**

**6.4.4 Campo de matacões..... 23**

**7. ACIDENTES GEOLÓGICOS..... 24**

**7.1 Escorregamentos de encosta..... 24**

**7.1.1 Escorregamentos em Marmeleiro..... 27**

**7.1.2 Áreas suscetíveis a escorregamentos (RISCOS GEOLOGICOS)..... 31**

**8. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA A OCUPAÇÃO URBANA..... 37**

**9. CONCLUSÕES..... 41**

## MAPAS

Anexo 1 - MAPA DE PONTOS

Anexo 2 - MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

Anexo 3 - MAPA DE DECLIVIDADES

Anexo 4 - MAPA GEOLÓGICO

Anexo 5 - MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS

Anexo 6 - MAPA DE RISCOS GEOLÓGICOS – ÀREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS DE ENCOSTAS

Anexo 7 - MAPA SÍNTESE – RISCOS GEOLÓGICOS E ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho refere-se à caracterização do meio físico da sede urbana de Marmeleiro (PR), para fins de planejamento urbano, visando subsidiar a Prefeitura Municipal na implantação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, por meio da definição da adequabilidade dos terrenos para os diferentes tipos de ocupação urbana, dando-se ênfase à caracterização de áreas suscetíveis aos escorregamentos de encostas que se fazem presentes na região e que podem trazer prejuízos socioeconômicos para a sociedade, além da possibilidade de perda de vidas humanas.

A área objeto da presente avaliação restringe-se à área urbanizada e o entorno imediato da cidade de Marmeleiro, abrangendo uma superfície total com aproximadamente 9,18 $km^2$.

## 2. JUSTIFICATIVA

Mediante o Ofício nº 008/2017/Setor de Engenharia - PMM, datado de 24 de maio de 2017, a Prefeitura Municipal de Marmeleiro solicitou apoio ao ITCG para a elaboração de um mapeamento geológico-geotécnico da área urbana do município, visando a caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de risco para a ocupação humana, entre as quais, áreas sujeitas à erosão, escorregamentos, inundações entre outros.

## 3. LOCALIZAÇÃO

O município de Marmeleiro está localizado na região sudoeste do estado do Paraná, ocupando uma área de aproximadamente 387,38 $km^2$.

A sede municipal de Marmeleiro se posiciona no quadrante sudoeste do município, sendo definida geograficamente pelas coordenadas UTM 22J E 297.524 e N 7.106.245 (sede da Prefeitura Municipal), distando cerca de 497,60 km de Curitiba via BR 277.

O município se localiza a uma altitude de 653 metros acima do nível do mar.

.

Figura 1 – Localização da área.

## 4. ORIGEM E POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

Esta região teve como seus primeiros habitantes os gentios Caigangues, os quais se subdividiam em várias tribos, dentre as quais os Votorões, Dorins e Camés. Circulavam por este território inúmeras expedições paulistas que buscavam saber mais sobre a zona meridional da província de São Paulo.

Portanto, até o ano de 1915 quem habitava esta região eram índios e bugres. Após esta data, alguns colonos também chegaram ao lugarejo com ânimo de ali permanecerem, como por exemplo, a família do Sr. Hormino Carneiro Lobo, juntamente com sua esposa Maria Angélica do Espírito Santo, e os filhos Aurélio, Alcebíades, Ana Maria, Maria Francisca, Pedro e Napoleão.

Com o passar dos tempos, chegam mais moradores para colonizar esta terra, porém o auge da colonização deu-se somente após 1940, com grande fluxo de migrantes para o povoado, em sua grande maioria vinda do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e arredores, motivados pela necessidade de terra, na tentativa de obter riqueza e de progredir.

Em fins de 1958, políticos da região, aliados a líderes locais, endereçam à população um convite para reunião geral, onde seria estudado o interesse pela ideia de criação de um município com o nome de Marmeleiro, nome este devido à árvore assim denominada, fartamente encontrada nas barrancas do rio de mesmo nome, o qual banha a cidade.

Com data de 25 de julho de 1960, nasce a Lei Estadual nº 4.245 - sancionada pelo então Governador Moisés Lupion - publicada em Diário Oficial do Estado nº 119 do dia 28 daquele mês e, com ela, o município de Marmeleiro, tendo com sede a localidade de mesmo nome com as divisas seguintes: ao norte com o município de Francisco Beltrão; a leste com o município de Renascença; ao sul com o Estado de Santa Catarina e a oeste com o município de Barracão. Porém, atualmente delimita-se com o município de Flor da Serra, devido a um desmembramento ocorrido no ano de 1991. Em agosto de 1960, Telmo Octávio Muller foi nomeado como 1º Administrador pelo Decreto nº 31.526, exercendo o cargo até o início do ano de 1961. As primeiras eleições para Prefeito e Câmara de Vereadores foram realizadas em outubro de 1961, elegendo Assis Gabriel Bandeira como Primeiro Prefeito de Marmeleiro.

Segundo dados do IBGE, a população do município de Marmeleiro, no ano de 201,6 foi estimada 14.505 habitantes, enquanto que em 2010 os dados apontaram uma população de 13.900 habitantes. Quem nasce em Marmeleiro é cidadão marmeleirense.

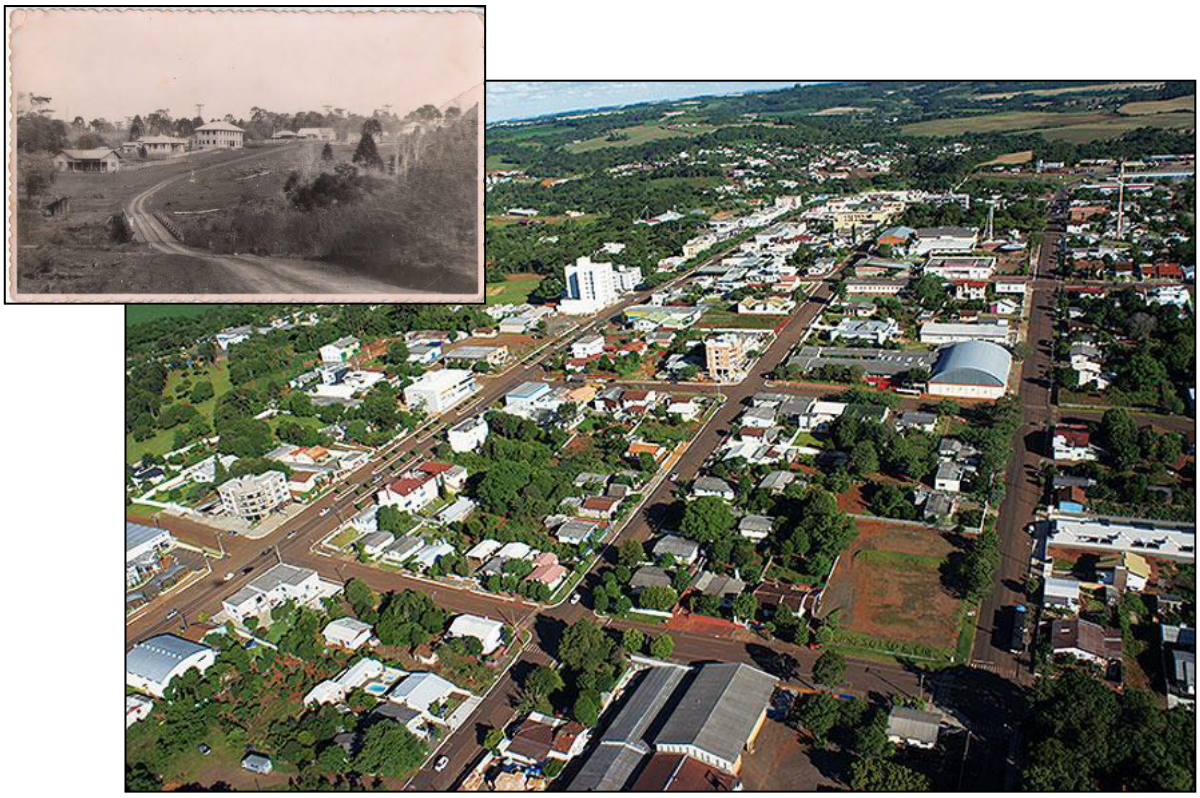


Foto 1 – Imagem aérea da sede urbana de Marmeleiro (PR)
(Foto histórica da colonização).

## 5. METODOLOGIA DE TRABALHO

A caracterização do meio físico foi realizada por meio da execução de mapeamento geológico-geotécnico, segundo princípios metodológicos propostos por COTTAS (1983), ZUQUETTE (1987, 1993, 2004), PEJON (1987) e SOUZA (1992), com adaptações implantadas em função das urgências e necessidades da prefeitura local, sem a realização de ensaios geotécnicos.

No desenvolvimento dos trabalhos, foram executadas as seguintes atividades:

- Revisão bibliográfica;
- Análise de imagens - Google Earth;
- Análise de relevo e drenagem sobre plantas planialtimétricas;
- Levantamento de campo, incluindo perfilagens geológicas e descrição de afloramentos de solo e rocha;
- Confecção de mapas básicos e temáticos, assim denominados:
  - Mapa de pontos (Anexo 1).
  - Mapa do modelo digital do terreno (Anexo 2).
  - Mapa de declividades (Anexo 3).
  - Mapa do substrato rochoso (Anexo 4).
  - Mapa de coberturas inconsolidadas (Anexo 5).
  - Mapa de riscos geológicos (Anexo 6).
  - Mapa Síntese - Riscos geológicos e adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 7).

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

Para a elaboração dos referidos mapas foi utilizada uma base planialtimétrica da COPEL ("*laser scan*"), a qual abrange a maior parte da malha urbana.

Os mapas básicos e temáticos foram gerados na escala 1:5.000, com curvas de nível equidistantes de metro em metro.

## 6. MEIO FÍSICO

### 6.1 Aspectos geomorfológicos

A sede urbana de Marmeleiro assenta-se sobre um relevo condicionado pela presença de uma sequência de derrames basálticos, os quais deram origem a terrenos de topografia aplainada a levemente ondulada, circundados por morros de grande amplitude com topos aplainados e encostas de altas declividades que se sobressaem na paisagem.

Foto 2– Vista geral da área urbana de Marmeleiro.

Fotos 3 e 4 – Aspecto da área urbana de Marmeleiro, a qual se assenta sobre terrenos suavemente ondulados margeados por morros de grande amplitude. Na foto à esquerda notar relevo em degraus, os quais demarcam os diferentes derrames basálticos que ocorrem na área.

A maior parte da malha urbana ocupa as áreas de terrenos aplainados a levemente ondulados, enquanto que uma pequena parcela avança sobre as encostas de declividades acentuadas, as quais são suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos).

A cidade encontra-se circundada por morros de grande amplitude, os quais formam cristas alongadas com encostas de declividades acentuadas. Nos limites da área de estudo, as elevações máximas atingem as cotas de 727m (NE), com desníveis de até 140 metros em relação ao nível basal da área associado ao canal do rio Marmeleiro (584m), na porção sudoeste da área.

Através do Mapa do Modelo Digital do Terreno (Anexo 2) elaborado a partir da modelagem hipsométrica sobre as curvas de nível da base planialtimétrica, é possível observar a estruturação geomorfológica da área, com destaque à presença de morros isolados de grande amplitude, os quais têm origem vinculada à estrutura geológica da área, definida pela sequência de derrames basálticos.

A relação entre a topografia e a geologia local da área fica também evidenciada através do Mapa de Declividades (Anexo 3), o qual indica, através das inclinações do terreno, a provável estruturação dos derrames basálticos que ocorrem na área, notadamente as feições de topo correspondentes às principais elevações dos terrenos.

Os intervalos ou classes de declividades utilizadas para a elaboração do respectivo mapa foram definidos segundo critérios voltados ao planejamento urbano, conforme tabela a seguir:

| Classes de declividade | Inclinações |
|---|---|
| 0 - 5% | 2º51’ |
| 5 - 10% | 2º51’ – 5º42’ |
| 10 - 20% | 5º42’ – 11º18’ |
| 20 - 30% | 11º18’ – 18º26’ |
| >30 % | > 18º26’ |

## 6.2 Aspectos hídricos

A área urbana de Marmeleiro se encontra inserida na macrobacia hidrográfica do rio Iguaçu. A cidade é interceptada pelo rio Marmeleiro, o qual escoa de sul para norte, segmentando o perímetro urbano em duas áreas distintas que se interligam através de duas pontes.

Nos limites da área de estudo o rio Marmeleiro apresenta larguras médias de 20 a 30 metros.

Trata-se de um rio condicionado pelas estruturas geológicas locais (falhas e fraturas), apresentando trechos retilíneos e curvas abruptas em cotovelo, o que demarca seu condicionamento estrutural.

Figura 2 – Base planialtimétrica com destaque ao trecho do rio Marmeleiro que intercepta a área urbana de Marmeleiro. Notar o traçado do rio condicionado por estruturas geológicas (falhas e fraturas) e as curvas em cotovelo.

No âmbito da área de estudo, o rio Marmeleiro é alimentado por diversos afluentes secundários, com destaque ao Rio Negreiro e outros três rios estruturados na direção E-W, denotando da mesma forma o condicionamento estrutural das drenagens locais.

### 6.3 Aspectos geológicos

A sede urbana do município de Marmeleiro assenta-se sobre um relevo nitidamente condicionado pelas estruturas geológicas locais, representadas pela sequência de inúmeros derrames basálticos que emprestam à paisagem um aspecto escalonado em degraus, numa sucessão de patamares tipicamente associados às rochas basálticas do Grupo Serra Geral.

No âmbito da área de estudo foram identificados ao menos seis níveis de derrames basálticos, individualizados a partir de critérios geomorfológicos (quebra de relevo) ou pela ocorrência de basaltos vesiculares, os quais definem o topo de uma unidade de derrame. Tais níveis apresentam espessuras da ordem de 05 a 25 metros, podendo ocorrer outros derrames de menores espessuras associados. Os referidos níveis têm seus limites aproximadamente definidos junto às cotas 705m, 685m , 680m, 655m e 640m (ver Mapa do Substrato Rochoso – Anexo 4).

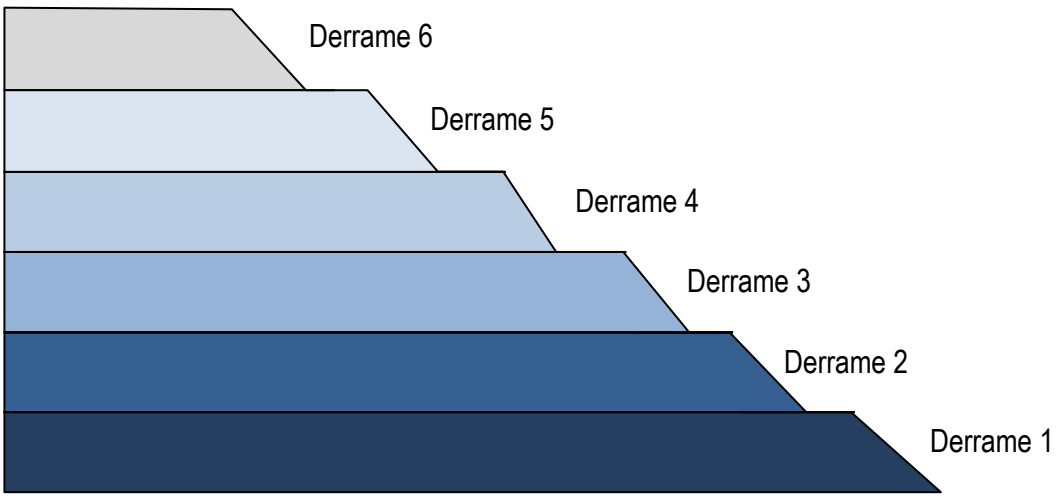



Figura 3 – Esboço ilustrativo da sequência de derrames basálticos da área de estudo.

Os derrames basálticos que ocorrem na área de estudo são constituídos por basaltos cinza escuros, maciços, afaníticos (granulação muito fina), intensamente fraturados, localmente apresentando decomposição esferoidal nos níveis superficiais mais alterados pelo intemperismo, o que pode originar blocos e matacões arredondados recobertos por uma crosta ferruginosa amarelada. Nos locais onde o grau de fraturamento é intenso a rocha pode se apresentar muito fragmentada, com aspecto de cascalho, facilmente desagregada.

Fotos 5 e 6 - Aspecto dos basaltos maciços de coloração cinza escuro e afaníticos (granulação microcristalina) que ocorrem na área urbana de Marmeleiro (Bairro Jardim Bandeira).

Fotos 7 e 8 – Na foto à esquerda, basaltos em processo de decomposição esferoidal. Na foto à direita, aspecto dos basaltos intensamente fraturados, facilmente desagregados por processos mecânicos.

Os basaltos vesiculares que ocorrem na área e que definem o topo de um derrame basáltico são constituídos por matriz afanítica, com grande quantidade de vesículas (bolhas e espaços vazios), podendo ocorrer também as denominadas amígdalas que constituem as “bolhas” preenchidas por outros minerais (clorita, quartzo, etc). Constituem níveis de espessuras métricas, porosos e permeáveis, podendo ocorrer em diferentes estágios de alteração (rocha dura ou com alto grau de decomposição). Localmente podem ocorrer associações de tufos e brechas vulcanoclásticas.

Fotos 9 e 10 - Aspecto dos basaltos vesiculares da área, os quais ocorrem em diferentes estágios de alteração (rocha dura, à esquerda e rocha com alto grau de decomposição, à direita).

Foto11 – Afloramento de provável tufo vulcânico junto ao contato entre basaltos maciços e vesiculares.

De maneira geral, um derrame basáltico é subdivido em três porções bem individualizadas, a saber: superior, central e basal.

A porção superior é caracterizada pela extensiva presença de vesículas e por estruturas horizontais de fraturamento. A lava, ao extravasar, vem carregada de gases que migram para a superfície durante o escoamento, formando bolhas (espaços vazios denominados de vesículas). Durante ou após a solidificação da lava, emanações líquidas e gasosas provenientes do interior do derrame passam a cristalizar minerais variados no interior das vesículas, tais como calcita, ametista, calcedônia, ágata e zeólitas, formando amígdalas (milimétricas) e geodos (centimétricos). Como esta porção está mais exposta à ação da atmosfera, adquire coloração avermelhada pela oxidação dos minerais de ferro presentes na lava.

A porção central, devido ao resfriamento mais lento, dá origem a rochas compactas, chamadas de basaltos maciços. Durante a solidificação desenvolve-se um sistema subvertical de fraturas, o qual é denominado disjunção colunar, que divide a rocha em colunas verticais.

A porção basal, por estar em contato direto com a superfície de fluxo, resfria-se de maneira mais rápida, provocando um intenso fraturamento, bem como uma subdivisão laminar horizontal.

### 6.4 Coberturas inconsolidadas

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

As unidades aqui individualizadas foram definidas a partir da utilização de critérios geotécnicos qualitativos, sob o enfoque da Geologia de Engenharia Aplicada ao Planejamento Territorial e sem o enfoque pedológico sob o ponto de vista das ciências agronômicas, ressaltando-se que não foram efetuados ensaios geotécnicos específicos em função dos objetivos do presente estudo.

As unidades de coberturas inconsolidadas que ocorrem no âmbito da sede urbana de Marmeleiro encontram-se cartografadas no Mapa de Coberturas Inconsolidadas (Anexo 5), sendo descritas a seguir|:

### 6.4.1 Solos residuais argilosos

Constituem os solos derivados da alteração das rochas basálticas "in situ", tratando-se de solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados (porosos e permeáveis), com espessuras que variam de 0,30m a 4,0m. Ocorrem associados a relevo suavemente ondulado, de baixas a médias declividades (0 - 30%), principalmente nas porções centrais da área de estudo, onde se assenta a maior parte da malha urbana de Marmeleiro. Apresentam boas condições de escarificação e escavabilidade com equipamentos mecânicos. Em áreas destituídas de vegetação podem ser afetados por processos erosivos superficiais (sulcos e ravinas), principalmente em terrenos desprovidos de sistema de captação e drenagem superficial (loteamentos). Apresentam boa capacidade de suporte de carga e relativa capacidade de depuração de bactérias ou efluentes em condições de espessuras elevadas e nível freático profundo.

Foto 12 – Aspecto dos solos residuais argilosos que ocorrem na área.

Fotos 13 e 14 – Aspecto dos solos residuais argilosos que ocorrem na área. Notar os sulcos erosivos.

### 6.4.2 Solos litólicos

Correspondem aos solos minerais pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos e permeáveis, com espessuras inferiores a 0,30m, os quais ocorrem predominantemente recobrindo afloramentos rochosos de basalto na forma de "lajes de pedra". Ocorrem associados às regiões do topo de morros aplainados ou suavemente ondulados, com declividades de 0-5%, principalmente no extremo W da área (Morro da Antena).

Foto 15 – Aspecto dos solos litólicos que
ocorrem na área de Marmeleiro.

### 6.4.3 Solos transportados

Constituem os solos que foram depositados fora do seu local de formação e transportados pela ação da gravidade.

No âmbito da área urbana de Marmeleiro, os solos transportados foram subdivididos em duas classes, levando-se em conta aspectos granulométricos, distribuição espacial e declividades associadas, a saber: solos transportados finos e solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros), descritos a seguir:

#### 6.4.3.1 Solos transportados finos

São solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa, englobando grânulos e pequenos fragmentos de rocha na matriz. Ocorrem predominantemente associados a terrenos de baixas a moderadas declividades (0-20%). Apresentam elevada permoporosidade e espessuras estimadas na ordem de 0,30m a 2,00 metros. Constituem depósitos instáveis e incoerentes de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade aos escorregamentos devido a sua ocorrência associada aos terrenos de baixas declividades. Via de regra, ocorrem sobrepondo a rocha basáltica alterada, formando uma superfície de contato marcada pela presença de uma linha de pedra ("stone line").

Os solos transportados finos podem representar as franjas basais de antigas áreas de escorregamento da área, formando lobos distais em relação a antigas rampas de escorregamento.

Fotos 16 e 17 – Aspecto dos solos transportados finos. Na foto à direita, notar a linha de pedras ("stone line"), indicando a superfície de transporte do solo.

### 6.4.3.2 Solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros)

São solos de coloração castanho-amarronada a castanho-avermelhada, com matriz síltico-argilosa, englobando grânulos e fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cm-dm) na matriz. Ocorrem associados a terrenos de declividades acentuadas (>20%). Apresentam elevada permoporosidade e espessuras estimadas na ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis e incoerentes de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade aos escorregamentos devido a sua ocorrência associada aos terrenos de declividades acentuadas.

Fotos 18 e 19 – Aspecto dos solos transportados grosseiros (colúvios) que ocorrem na área urbana de Marmeleiro.

Fotos 20 e 21 – Idem anterior. Notar a abertura do talude nas proximidades das residências locais, as quais podem ser atingidas por eventuais escorregamentos da encosta.

Fotos 22 e 23 – Detalhe dos solos transportados grosseiros (colúvios)
que ocorrem na área urbana de Marmeleiro.

Fotos 24 e 25 – Idem anterior.

Fotos 26 e 27 – Idem anterior. Notar as dimensões dos fragmentos e blocos soltos englobados no solo transportado grosseiro (colúvio).

### 6.4.4 Campo de matacões

Os campos de matacões constituem concentrações superficiais de blocos subangulosos de rochas basálticas, com dimensões centimétricas a decimétricas (até 01 metro de diâmetro), constituídos predominantemente por basaltos maciços cinza escuros.

Podem ocorrer associados ao topo dos morros aplainados da área, constituindo material residual ou nas encostas de declividades acentuadas, marcando a face frontal de unidades de derrame basáltico.

Constituem material solto, sem enraizamento, sustentado apenas pelos solos locais, sendo suscetíveis a processos de instabilização e eventual rolamento encosta abaixo quando associados às declividades acentuadas.

O matacão se forma pelo intemperismo químico, atuando ao longo de fraturas das rochas. Este intemperismo é mais ativo nas áreas onde duas ou mais fraturas se encontram, o que paulatinamente leva à produção de núcleos arredondados e não alterados (rocha sã), envoltos por rocha em vários níveis de alteração, que vão se soltando como as partes de uma cebola.

Este intemperismo se processa abaixo da superfície do solo e os matacões são trazidos à superfície pela erosão do terreno. Em clima tropical, onde é comum regolitos com até dezenas de metros de espessura, pode-se encontrar blocos de muitas toneladas totalmente imersos no solo.

Fotos 28 e 29 – Aspecto dos campos de matacões. Foto à direita próximo à Vila Roma.

## 7. ACIDENTES GEOLÓGICOS

As principais situações de riscos identificadas na área urbana de Marmeleiro e que podem evoluir para a deflagração de acidentes geológicos dizem respeito aos movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos de encosta) e as enchentes.

### 7.1 Escorregamentos de Encosta

De modo geral, os escorregamentos são considerados os acidentes geológicos que mais têm provocado a 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 (rotacional), planar (translacional) 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.

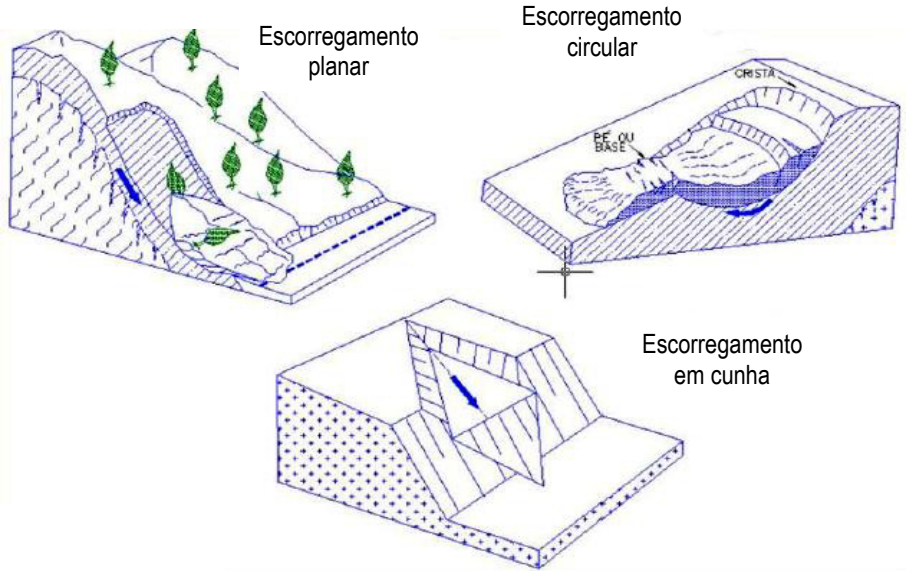



Figura 4 - Geometria dos principais tipos de escorregamentos em encostas.

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 a instabilização de 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).

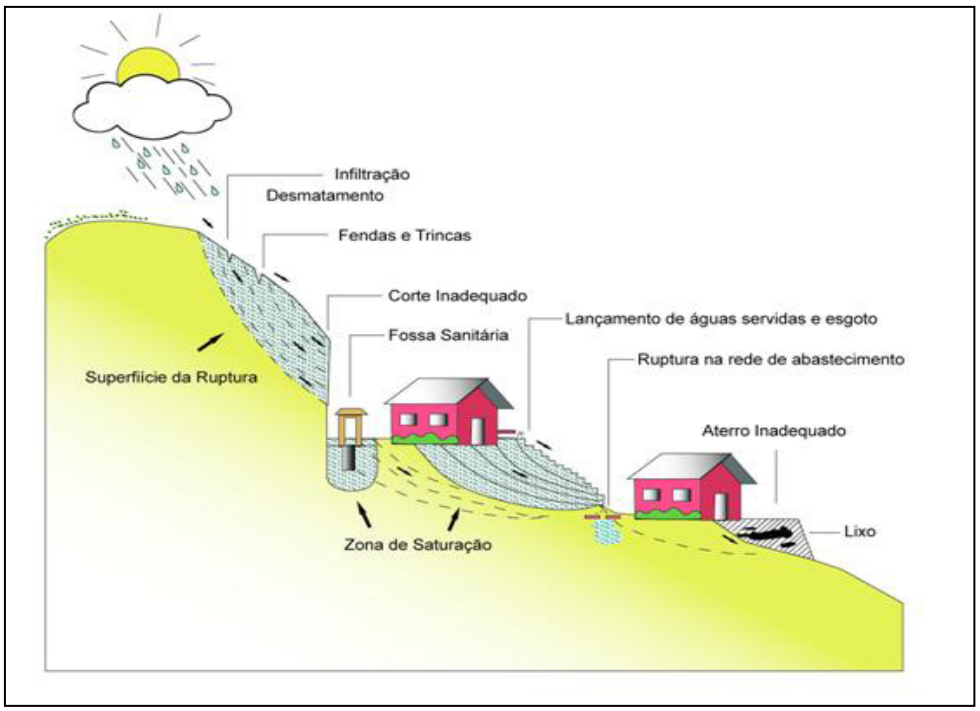



Figura 5 - Principais atividades antrópicas indutoras de escorregamentos de encostas.

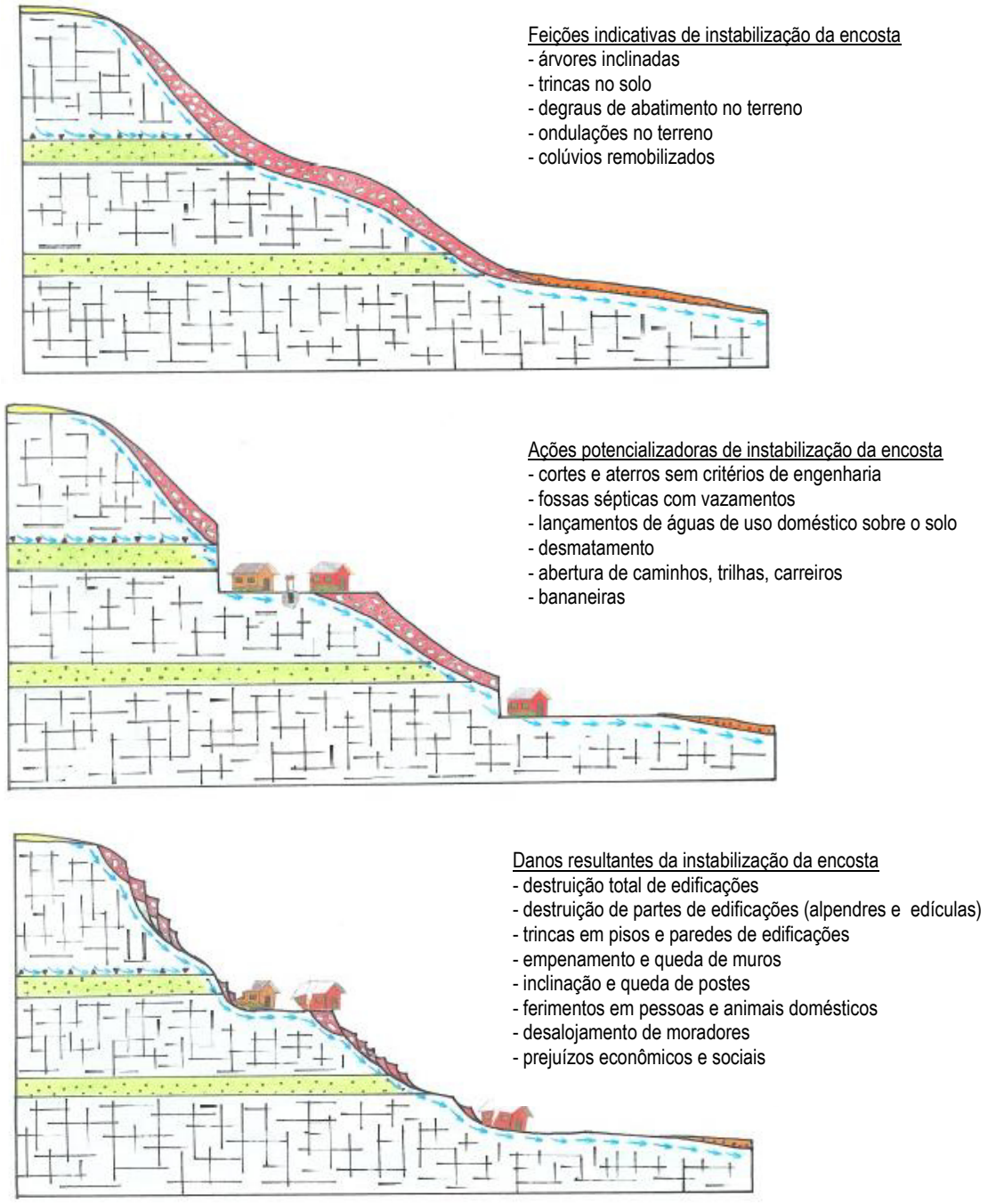



Figura 6 – Modelo esquemático de escorregamentos em áreas urbanas.

### 7.1.1 Escorregamentos em Marmeleiro

Na área urbana de Marmeleiro foram identificadas 02 áreas atingidas por escorregamentos, ambas localizadas na Rua 21, bairro Santa Rita.

**Área 1** (UTM SJ22 E 296.710 e 7.107.062)

Segundo informações de moradores locais, o escorregamento ocorreu há cerca de 6 anos e ocasionou a destruição de duas moradias, sem registrado de vítimas. O movimento de massa na encosta foi originado a partir da abertura de um talude verticalizado, com alturas excessivas em uma zona de contato entre derrames basálticos, onde se verifica a presença de basaltos vesiculares alterados, porosos e permeáveis que favorecem o escoamento subsuperficial de água, nos períodos de elevados índices pluviométricos, gerando superfícies lubrificantes que induzem à movimentação gravitacional de massa. A área corresponde ao flanco oriental de uma encosta de alta declividade, tendo ocorrido desmatamento tanto no flanco quanto na porção superior da referida encosta. Posteriormente ocorreu uma precária revegetação no local com a plantação de eucaliptos, havendo, porém, o risco de nova movimentação de solo, em épocas chuvosas, devido à própria manutenção do talude verticalizado e de alturas excessivas. Atualmente existem construções e habitações tanto no topo da encosta quanto nas imediações da área que foi atingida pelo escorregamento, sendo ambas consideradas “áreas de risco”.

No local existem ainda vestígios das antigas habitações destruídas pelo escorregamento, entre as quais restos de caliça, reboco, encanamentos, utensílios domésticos, plásticos, entre outros, o que torna a área ainda mais vulnerável, visto a falta de compactação do solo.

**ÁREA 1** (Rua 21)

**Área 1** - Vista geral da encosta que foi atingida pelo escorregamento.

**Área 1**- Detalhe do talude que sofreu escorregamento destruindo duas moradias.

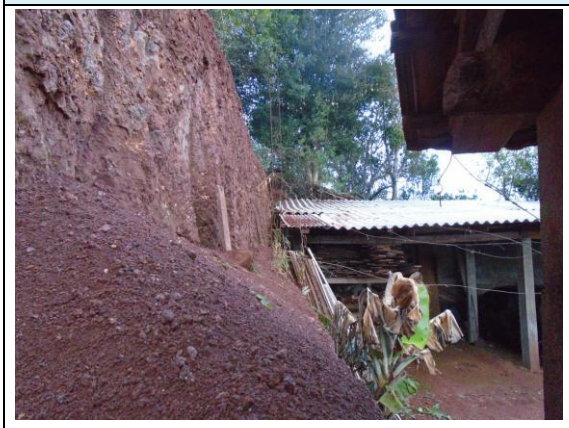
**Área 1** – Aspecto da revegetação implantada no local sobre solo descompactado com resíduos e escombros (reboco, caliça, etc).

**Área 1** – Detalhe do talude verticalizado e de alturas excessivas.

**Área 1** – Detalhe da vegetação sobre material de entulho (desagregado).

**Área 1** – Idem. Notar os restos de construção, reboco, caliça, plásticos, canos, entre outros.

**ÁREA 1** (Rua 21)



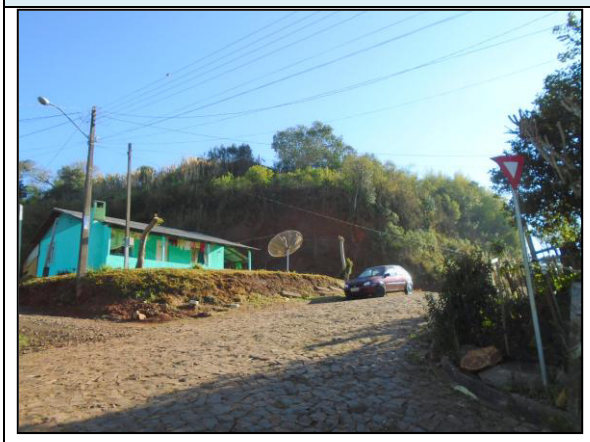
**Área 1** – Situação de risco: edificações próximas ao talude suscetível a novos escorregamentos.

**Área 2** (UTM SJ22 E 296.712 e 7.107.024)

A denominada Área 2 se localiza no lado oposto do morro da Rua 21 (flanco ocidental), a poucos metros da Área 1. No local encontra-se implantado um talude verticalizado de alturas excessivas, o qual sofreu um escorregamento do tipo circular, movimentando cerca de 7m$^3$ de material (solo e blocos de basalto). O material quase atingiu uma moradia local, a qual se encontra vulnerável e com risco de ser atingida por novos movimentos de massa. O topo da encosta encontra-se ocupado por residências, as quais podem eventualmente ser atingidas em caso da deflagração do processo.

O movimento de massa foi também deflagrado a partir da abertura de um talude verticalizado, com alturas excessivas em uma zona de contato entre derrames basálticos, onde se verifica a presença de basaltos vesiculares alterados, porosos e permeáveis que favorecem o escoamento subsuperficial de água, nos períodos de elevados índices pluviométricos, gerando superfícies lubrificantes que induzem à movimentação gravitacional de massa.

**ÁREA 2** (Rua 21)



**Área 2** - Vista geral do lado ocidental da encosta onde ocorreu o escorregamento no talude.

**Área 2** - Idem. Notar moradia no topo do morro e junto ao talude.

**Área 2** - Vista lateral do talude onde ocorreu o escorregamento circular.

**Área 2** – Detalhe do material deslocado (solo e rocha) e ocorrência de solo transportado grosseiro recobrindo a rocha alterada (foto à direita).

### 7.1.2 Áreas suscetíveis a escorregamentos (Riscos Geológicos)

As áreas consideradas **suscetíveis** aos processos de escorregamentos na área urbana de Marmeleiro e que efetivamente oferecem riscos às comunidades se associam às unidades de terreno compostas por solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros), incidindo principalmente nas porções de terreno com declividades superiores a 20%. As referidas áreas encontram-se demarcadas no Mapa de Riscos Geológicos – Áreas suscetíveis a escorregamentos de encosta (Anexo 6).

Constituem áreas cujas condicionantes ambientais (geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hídricas) mostram-se favoráveis ou predisponentes para a ocorrência de escorregamentos naturais ou induzidos pela ação antrópica, através da ocupação inadequada de encostas de alta declividade com a implantação de edificações com precárias fundações, lançamento de águas servidas na encosta, instalação de fossas sanitárias junto às habitações, lançamento de lixo na encosta, ausência de sistema de drenagem (captação e condução das águas pluviais), exposição de paredões de rocha, cortes e taludes com alturas e inclinações inadequados, precários aterros lançados, inexistência de obras de contenção e cultivo de espécies vegetais armazenadoras de água em subsuperfície (ex. bananeiras), entre outros.

Neste sentido, ressalta-se também a importância do contexto geológico/geomorfológico e hídrico local, com a presença de solos coluviais com baixo índice de coesão recobrindo encostas de alta declividade (>20%) e com a presença de níveis de basaltos maciços intensamente fraturados que propiciam fluxos descendentes de água e basaltos vesiculares que favorecem a ação de fluxos subterrâneos, gerando, assim, superfícies “lubrificantes” que por sua vez favorecem a movimentação de massa pela ação da gravidade, conforme ilustração a seguir:

A tabela a seguir indica o potencial de suscetibilidade a escorregamentos na área de Marmeleiro, em função da unidade de terreno e declividades associadas.

| UNIDADE | DECLIVIDADE | DESCRIÇÃO |
|---|---|---|
| **Solos residuais argilosos** | 0 – 30% | Áreas não suscetíveis a escorregamentos. |
| **Solos litólicos** | 0 – 5% | Áreas com baixa suscetibilidade a escorregamentos. |
| **Solos transportados finos** | 0 – 20% | Áreas com baixa suscetibilidade a escorregamentos. |
| **Solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros)** | 20 - 30% | Áreas com média à alta suscetibilidade a escorregamentos (**ÁREAS DE RISCO**). |
| | >30% | Áreas com alta suscetibilidade a escorregamentos, queda de blocos e tombamento de lascas junto a paredões expostos de rocha (**ÁREAS DE RISCO**). |

Entre as áreas de risco com alta suscetibilidade a escorregamentos, destacam-se aquelas associadas aos bairros **Santa Rita, Jardim Bandeira e Vila Roma,** onde se verifica a ocupação inadequada sobre terrenos de declividades acentuadas, recobertos por solos coluviais e localmente incidindo sobre a zona de contato entre derrames basálticos, com a presença de basaltos vesiculares alterados, os quais potencializam o desenvolvimento do processo, associado ainda a abertura de taludes verticalizados de alturas excessivas, implantação de habitações em precárias condições construtivas, implantação de fossas sépticas, inexistência de rede de coleta de águas servidas, entre outros.

As referidas áreas encontram-se demarcadas no Mapa Síntese – Riscos geológicos e adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 7), merecendo especial atenção no processo de planejamento urbano.

**Áreas com potencial de risco (Bairro Santa Rita e Jardim Bandeira)**

**Áreas com potencial de risco (Bairro Santa Rita e Jardim Bandeira)**

**Áreas com potencial de risco (Bairro Santa Rita e Jardim Bandeira)**

**Áreas com potencial de risco (Bairro Santa Rita e Jardim Bandeira)**

## 8. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA OCUPAÇÃO URBANA

O denominado Mapa Síntese - Riscos geológicos e adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 7)**,** apresenta a síntese dos resultados obtidos no presente trabalho, indicando as áreas com restrições à ocupação urbana em relação aos riscos de escorregamentos e enchentes, como também aquelas consideradas adequadas para tal finalidade.

O referido mapa contém uma legenda auto-explicativa composta da descrição de cada unidade de terreno, incluindo: declividade, condicionantes físicas, fragilidades e restrições, riscos geológicos associados, potenciais de uso e adequabilidade para ocupação urbana, conforme tabela a seguir:

| UNIDADES DE TERRENO | DECLIVIDADES | RELEVO | CONDICIONANTES | FRAGILIDADES, RESTRIÇÕES E RISCOS ASSOCIADOS | POTENCIAIS | SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA | ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Solos residuais argilosos** | 0 - 30% | Relevo suave a moderadamente ondulado. | Solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados, porosos e permeáveis, com espessuras que atingem até 4,00 metros. Derivados da alteração "in situ" das rochas basálticas. | Solos sujeitos à deflagração de processos erosivos quando submetidos à exposição superficial direta, gerando sulcos erosivos nos níveis mais espessos. Necessidade de implantação imediata de sistema de drenagem em áreas expostas ou desprotegidas pela retirada da cobertura vegetal ou ocupadas por atividades agrícolas, para evitar a instalação de processos erosivos. | Áreas de relevo suave a moderadamente ondulado, constituídas por solos argilosos, porosos e homogêneos nos níveis mais espessos. Boa capacidade de suporte de carga e fundações. Boas condições de escarificação e/ou escavabilidade com uso de equipamentos mecânicos nos níveis mais espessos. Facilidades na implantação de infraestrutura enterrada (redes de abastecimento de água, esgoto, fossas sanitárias, entre outros), nos níveis mais espessos Facilidade na implantação de malha viária. Relativa capacidade de depuração de bactérias em áreas com solos espessos e com nível freático profundo. | Áreas não suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos). | Áreas adequadas para ocupação urbana. |
| | >30% | Relevo íngreme | Solos residuais argilosos | Solos altamente suscetíveis à erosão superficial, gerando sulcos erosivos. | Áreas indicadas para preservação | Áreas suscetíveis a erosão | Áreas inadequadas para ocupação urbana |
| **Solos litólicos** | 0 – 5% | Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado em forma de platôs, associadas a topo de morros de grande amplitude, recobertos por solos rasos e afloramentos rochosos | Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos e permeáveis com espessuras inferiores a 0,30m. Recobrem afloramentos de basalto cinza escuro. | Dificuldades na implantação de infraestrutura superficial e enterrada (tubulações para abastecimento de água, postes para iluminação pública, rede de esgoto, fossas sanitárias, vias pavimentadas, entre outros). Dificuldades no escoamento das águas superficiais e pluviais. Baixa capacidade de depuração de efluentes líquidos devido à rápida infiltração das águas superficiais com | Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Áreas não susceptíveis à erosão, escorregamentos, colapsos, adensamentos ou afundamentos. Solos com boa capacidade de suporte de cargas e fundações. | Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Baixa suscetibilidade para a ocorrência de processos associados a escorregamentos. | Passíveis de ocupação urbana desde que consideradas as restrições naturais (solos rasos e substrato rochoso aflorante) e os altos custos para implantação e manutenção da infraestrutura superficial e enterrada (rede de águas pluviais, esgoto, rede elétrica, vias de acesso, etc.). Necessidade de manutenção de zonas de amortecimento entre o |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | riscos de contaminação direta do lençol freático por eventuais agentes poluidores (resíduos sólidos, óleos, graxas, águas contaminadas, etc.).<br>Áreas margeadas por encostas com altas declividades, devendo-se manter zonas de amortecimento entre o topo aplainado e a encosta íngreme. | | | relevo aplainado e o segmento de encosta abrupto. |
| **Solos transportados finos** | 0-20% | Áreas com revelo suave de baixas declividades. | Solos de coloração castanho avermelhada a castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos e fragmentos dispersos na matriz na matriz.<br>Solos porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,30 a 2,00 metros.<br>Constituem depósitos de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em função das baixas declividades. | Solos com alta permoporosidade e baixa coesão. | Áreas com declividades suaves, formando rampas suavizadas. | Baixa suscetibilidade para deflagração de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), devido às baixas declividades associadas na unidade. | Áreas associadas a terrenos com baixas a moderadas declividades, passíveis de ocupação urbana.<br>Áreas com baixa suscetibilidade à ocorrência de escorregamentos;<br>Restrição de ocupação junto ao sopé de terrenos de alta declividade que possam estar associados. |
| **Solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros)** | > 20% | Relevo associado a segmentos de encostas com declividades acentuadas. | Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz.<br>Porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros.<br>Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais | Áreas de encostas íngremes sujeitas a escorregamentos e rolamento de blocos.<br>Áreas constituídas por depósitos instáveis e incoerentes (colúvios grosseiros) e campo de matacões.<br>Áreas de grande fragilidade ambiental, a qual é potencializada pela abertura de cortes e taludes no terreno, acessos, implantação de fossas sanitárias, lançamento de lixo na encosta , entre outros.<br>Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e vias acessos, devido, principalmente às altas declividades e presença de | Áreas com relevo íngreme, indicadas para preservação permanente. | Alta suscetibilidade para deflagração de escorregamentos. | Áreas com restrições à ocupação urbana, com histórico de escorregamentos;<br>Apresentam alta suscetibilidade para incidência de movimentação de massa, em função das altas declividades associadas, podendo ocorrer instabilização em função das intervenções antrópicas: desmatamentos, abertura de cortes e taludes de alturas e inclinações inadequadas, ocupação desordenada, deposição de lixo na encosta, lançamento de águas servidas |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | de massa (escorregamentos), em função das declividades acentuadas. | blocos e matacões em grande quantidade.<br>Áreas de elevada permoporosidade, com intenso fluxo piezométrico em subsuperfície, ocasionando rápida absorção de água pelos materiais inconsolidados, com conseqüente aumento do peso específico e perda de coesão , favorecendo a instabilização da encosta e escorregamentos localizados, principalmente em áreas ocupadas de forma inadequada (ocupação irregular e invasões).<br>Em alguns segmentos da encosta existe incidência de bananeiras, as quais constituem fator potencial para desencadear processos de escorregamentos devido ao grande acúmulo de água em subsuperfície | | | na encosta, implantação de fossas sépticas escavadas na encosta, entre outros.<br>Incidência de escorregamentos na unidade com inúmeras feições de instabilidade (trincas, fendas, degraus de abatimento, árvores inclinadas, etc), revelando a fragilidade do terreno e a possibilidade da recorrência do processo em áreas já atingidas;<br>Riscos de acidentes atingindo todo o perfil da encosta, incluindo o topo e a base, devido ao lançamento de material proveniente de eventual escorregamento à montante, sendo necessária a delimitação de zonas de amortecimento junto ao sopé dos morros, evitando a ocupação no local.<br>Necessidade da realização de estudos geotécnicos de detalhe para definir a eventual necessidade de implantação de obras de contenção ou reforço, incluindo muros de arrimo, muros de espera, bermas de contenção, escadas hidráulicas, atirantamentos, barramentos, entre outros, principalmente em áreas com ocupação já consolidada. |

## 9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. A área urbana de Marmeleiro encontra-se inserida nos domínios das rochas basálticas do Grupo Serra Geral, as quais ocorrem na forma de sucessivos derrames que originam um relevo escalonado em degraus, formando uma sequência de patamares com morros de topos aplainados a suavemente ondulados (topo de derrame), margeados por encostas íngremes de declividades acentuadas (face frontal do derrame).

2. Nos limites da área urbana de Marmeleiro foram identificadas 06 unidades de derrames basálticos, individualizadas a partir de critérios geomorfológicos e pela ocorrência de níveis de basaltos vesiculares, os quais demarcam o topo de cada unidade de derrame. Tais unidades apresentam espessuras da ordem de 05 a 25 metros.

3. Na área urbana de Marmeleiro foram caracterizadas 04 unidades de materiais inconsolidados, a saber: solos residuais argilosos, solos litólicos, solos transportados finos e solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros).

4. Os solos residuais argilosos constituem os solos derivados da alteração das rochas basálticas "in situ", tratando-se de solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados (porosos e permeáveis), com espessuras de 0,30 a 4,00 metros. Ocorrem associados a relevo suave à moderadamente ondulado, de declividades baixas a moderadas (0-20%). Em áreas expostas podem ser afetados por processos erosivos, gerando sulcos e ravinamentos.

5. Os solos litólicos constituem solos pouco desenvolvidos, rasos e pedregosos, porosos e permeáveis, com espessuras inferiores a 0,30m, os quais ocorrem predominantemente recobrindo afloramentos de basaltos no topo dos principais morros da área urbana.

6. Os solos transportados finos constituem solos de coloração castanho-avermelhada a castanho amarronada, com matriz síltico-argilosa, englobando grânulos e pequenos fragmentos de rocha na matriz. Ocorrem associados a terrenos de declividades baixas a moderadas (0-20%). Apresentam elevada permoporosidade e espessuras estimadas na ordem de 0,30m a 2,00 metros. Constituem depósitos instáveis e incoerentes de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade aos escorregamentos devido a sua ocorrência associada aos terrenos de baixas declividades. Via de regra, ocorrem sobrepondo a rocha basáltica alterada, formando uma superfície de contato marcada pela presença de uma linha de pedra (“stone line”).

7. Os solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros) constituem solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa, englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos (cm-dms) na matriz. Ocorrem associados a terrenos de declividades acentuadas (>20%). Apresentam elevada permoporosidade e espessuras estimadas na ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis e incoerentes de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade aos escorregamentos devido a sua ocorrência associada aos terrenos de declividades acentuadas.

8. As áreas atingidas pelos escorregamentos de encosta na área urbana de Marmeleiro se associam à unidade de terreno dos solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros), que ocorrem junto aos segmentos de encosta, com declividades superiores a 20%. As condicionantes geológicas locais são também determinantes para a deflagração do processo, uma vez que as áreas atingidas correspondem àquelas de ocorrência de basaltos vesiculares em subsuperfície, os quais apresentam elevada permoporosidade, funcionando como superfícies “lubrificantes” que favorecem o desenvolvimento do processo.

9. No âmbito da área urbana de Marmeleiro verifica-se que o processo de escorregamento ocorrido em períodos de excessivas chuvas se associa, também, a alterações antrópicas locais, sendo constatadas as seguintes práticas: ocupação de encostas de alta declividade, edificações com fundações precárias, abertura de cortes e taludes com alturas excessivas e inclinações inadequadas, implantação de aterros lançados, inexistência de obras de contenção e presença de espécies vegetais armazenadoras de água em subsuperfície (ex. bananeiras), entre outros.

10. Na área de abrangência do presente estudo foram delimitadas áreas de risco e áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), as quais apresentam as condicionantes ambientais predisponentes para a deflagração do processo (geologia, geomorfologia, hidrologia, coberturas inconsolidadas), o qual pode ser potencializado pela ação antrópica e ocupação irregular, sem critérios técnicos adequados.

11. Para a elaboração do presente trabalho foram confeccionados 07 mapas básicos e temáticos, os quais são apresentados em anexo, com destaque para o Mapa síntese - de riscos geológicos e de adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 7), dotados de legendas auto-explicativas.

12. Entre as áreas que apresentam alta suscetibilidade a escorregamentos no perímetro urbano de Marmeleiro e que efetivamente merecem atenção pelos altos riscos associados, destacam-se aquelas associadas aos bairros Santa Rita, Jardim Bandeira e Vila Roma, cujas condicionantes geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hídricas são desfavoráveis à ocupação intensiva, principalmente com edificações precárias em termos construtivos e fundações, existindo o risco da deflagração do processo.

13. Cabe ressaltar ainda que as áreas consideradas de “risco” abrangem as encostas com declividades superiores a 20%, recobertas por colúvios grosseiros e também o sopé da encosta (porção basal), o qual constitui

área que será da mesma forma atingida pelo material lançado em caso de escorregamento. Tal situação deverá ser considerada no processo de planejamento urbano, devendo-se restringir a ocupação nestas porções basais das encostas.

14. Recomenda-se que as áreas identificadas como ***áreas de risco***, com alta suscetibilidade à ocorrência de escorregamentos, tenham restrições no processo de ocupação urbana. Da mesma forma, recomenda-se que sejam realizados **estudos geotécnicos detalhados** para definir uma eventual necessidade de se promover a interdição de moradias em função dos riscos associados, como também a necessidade de implantação de obras de prevenção e proteção em locais já ocupados, ressaltando-se que tais obras são onerosas e não garantem totalmente a eficiência em caso da deflagração do processo. Tais obras incluem: drenagem, muros de contenção, muros de espera, barreiras, escadas hidráulicas, atirantamentos, entre outros. Da mesma forma, estudos geotécnicos detalhados poderão caracterizar situações especificas que minimizam ou eliminam riscos locais de escorregamentos.

Curitiba, outubro de 2017.

Geólogo Luís Marcelo de Oliveira
CREA-PR 9433/D

# A N E X O S

# MAPAS

## CONVENÇÕES

### Convenções Topográficas

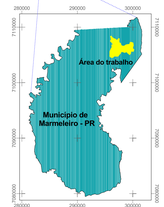
- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 Curva de nível mestra
- 661 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

### Pontos Descritos no Campo

- 10 Pontos de campo

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**




N
W E
S

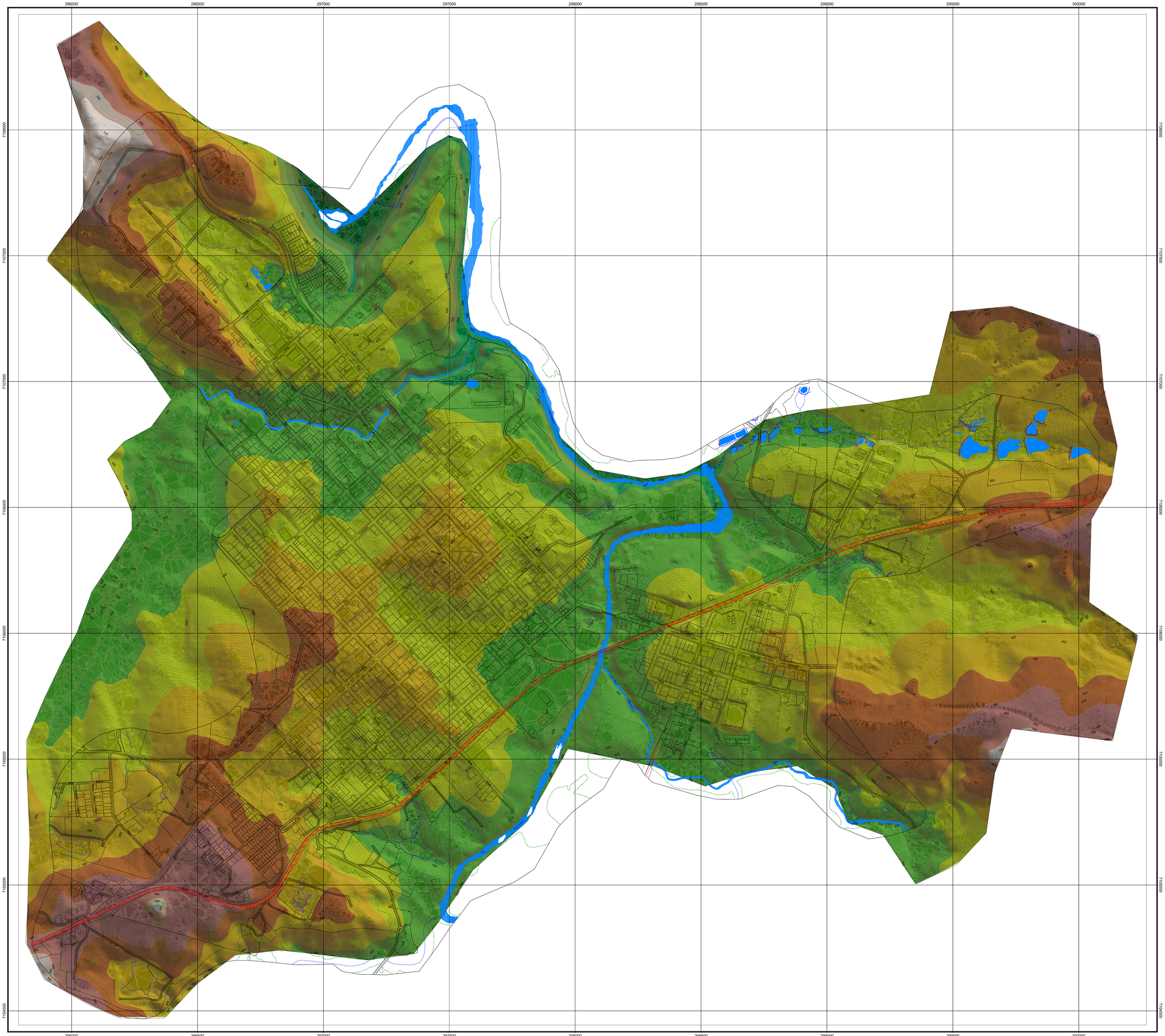
200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

| | | |
|---|---|---|
| ITCG Terras, Cartografia e Geologia | SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA<br>INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG | |
| Projeto: | CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS | |
| Município: | MARMELEIRO - PR | |
| Tema: | MAPA DE PONTOS | ANEXO 1 |
| DEGET<br>DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA | | Executor:<br>Geólogo - Luis Marcelo de Oliveira |
| Data: Outubro / 2017 | Escala: 1:5.000 | Geoprocessamento:<br>Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti |




## CONVENÇÕES

### Convenções Topográficas

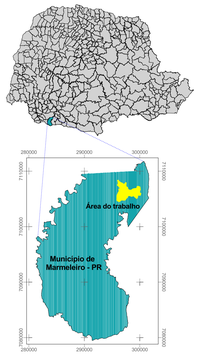
- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 Curva de nível mestra
- 661 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

### Classes de Hipsometria (cota metro)

- 583 - 599.111 m
- 599.111 - 615.222 m
- 615.222 - 631.333 m
- 631.333 - 647.444 m
- 647.444 - 663.556 m
- 663.556 - 679.667 m
- 679.667 - 695.778 m
- 695.778 - 711.889 m
- 711.889 - 728 m

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**




N
W E
S

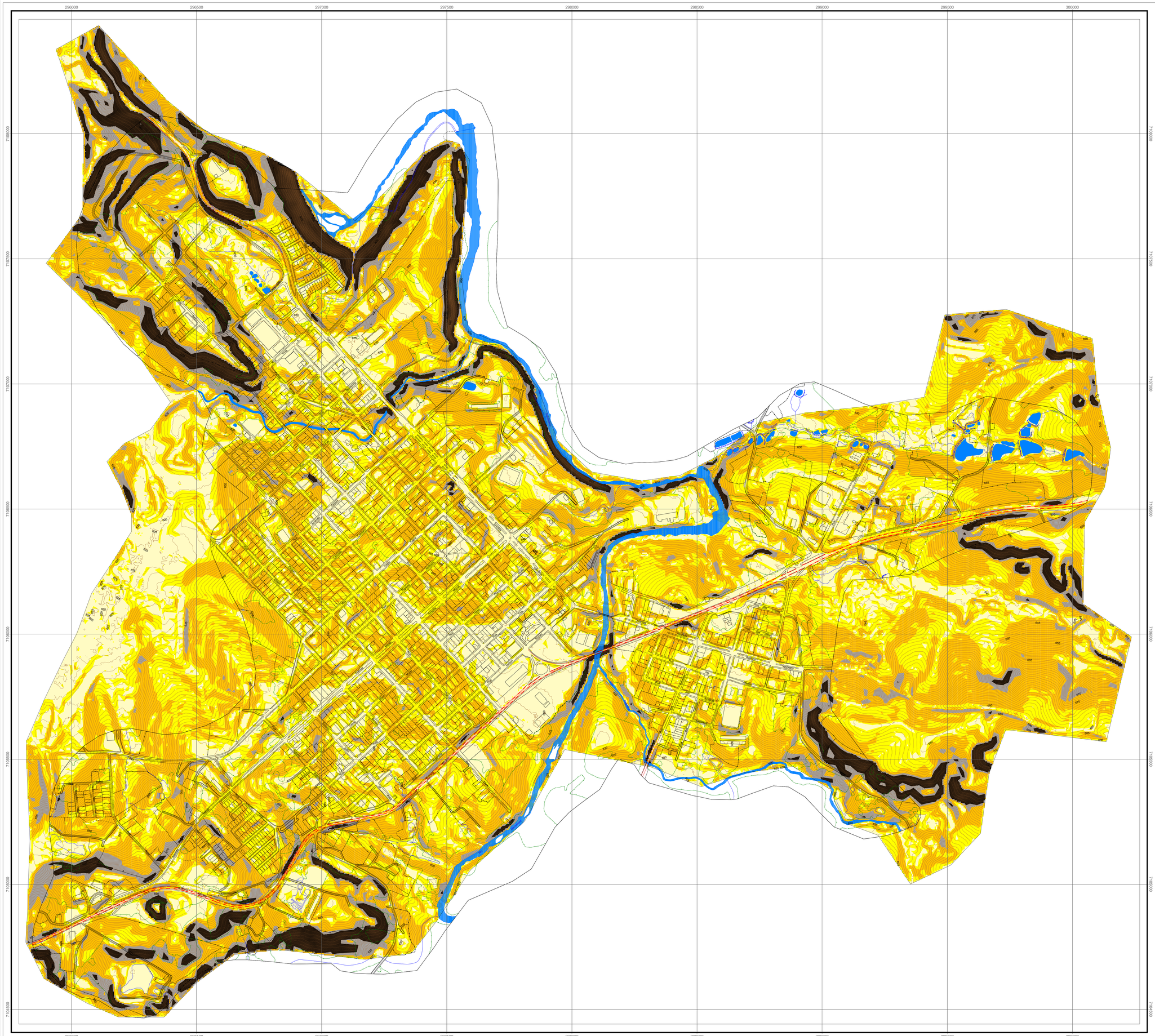
200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

| | | |
|---|---|---|
| ITCG — SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA<br>INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG | | |
| Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS | | |
| Município: MARMELEIRO - PR | | |
| Tema: MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO | | ANEXO 2 |
| DEGET<br>DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA | | Executor:<br>Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira |
| Data: Junho / 2017 | Escala: 1:5.000 | Geoprocessamento:<br>Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti |




## CONVENÇÕES

### Convenções Topográficas

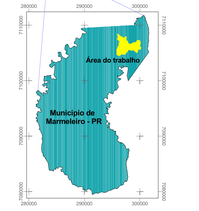
- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 Curva de nível mestra
- 661 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

### Classes de declividades (%)

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

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**



200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

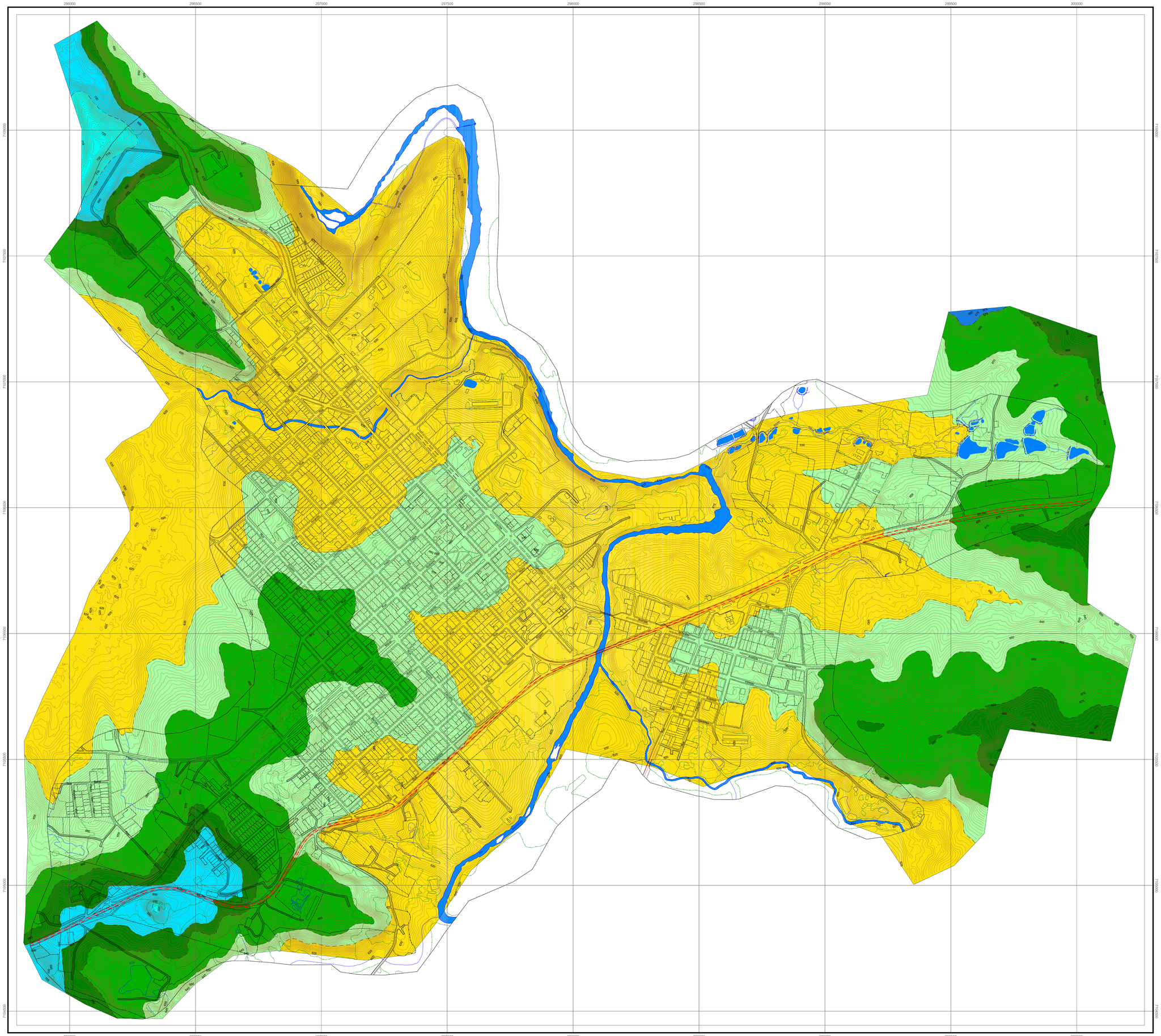
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG

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

Município: **MARMELEIRO - PR**

Tema: **MAPA DE DECLIVIDADES** — **ANEXO 3**

| | | |
|---|---|---|
| **DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA** | | Executor: **Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira** |
| Data: **Outubro / 2017** | Escala: **1:5.000** | Geoprocessamento: **Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti** |




## CONVENÇÕES

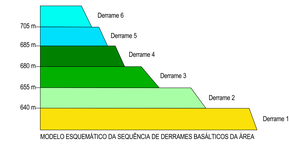
### Convenções Topográficas

- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 — Curva de nível mestra
- 661 — Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

GRUPO SERRA GERAL

| | |
|---|---|
| Basaltos | Basaltos maciços, afaníticos (granulação fina), cinza escuros intensamente fraturados. Apresentam decomposição esferiodal gerando blocos e matacões arredondados recobertos por crosta ferruginosa de coloração amarelada. Devido ao intenso fraturamento podem apresentar alto grau de desagregação em superfície, formando "cascalheiras". Afloram na forma de paredões, "lajes de pedra" ou campo de matacões. A individualização dos níveis de derrames basálticos no mapa geológico foi efetuada levando-se em conta critérios geomorfológicos (quebra de relevo) e litológicos (ocorrência de basaltos vesiculares, os quais definem o topo de uma unidade de derrame) |

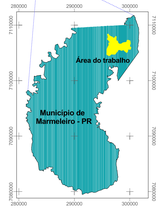
— — — — Contato geológico inferido




MODELO ESQUEMÁTICO DA SEQUÊNCIA DE DERRAMES BASÁLTICOS DA ÁREA

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**



200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG

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

Município: **MARMELEIRO - PR**

Tema: **MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO** — **ANEXO 4**

**DEGET**
**DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

Executor: **Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira**

Data: **Outubro / 2017** — Escala: **1:5.000**

Geoprocessamento: **Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti**

## CONVENÇÕES

### Convenções Topográficas

- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 Curva de nível mestra
- 661 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

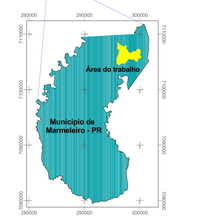
LEGENDA

| Unidade de terreno | Declividade | Descrição |
|---|---|---|
| Solos residuais argilosos | 0-30% | Solos residuais castanho-avermelhados, matriz argilosa, proveniente da alteração "in situ" das rochas basálticas. Espessuras: 0,30m a 4,00m. |
| | > 30% | |
| Solos litólicos | 0-5% | Solos litólicos, pedregosos, rasos, formados imediatamente sobre a rocha, sem horizontes pedológicos diferenciados. Espessuras: < 0,30m. |
| Solos transportados | 0-20% | Solos transportados finos, castanho avermelhados a castanho amarronados, matriz síltico-argilosa contendo grânulos e fragmentos dispersos na matriz. Espessuras: 0,30m a 2,00m. |
| | >20% | Solos transportados grosseiros, castanho-amarronados, matriz síltico-argilosa contendo grânulos, fragmentos, blocos e matacões dispersos na matriz. (colúvios grosseiros). Espessuras: 0,20m a 3,00m. |

- Área com atividade minerária (saibreira)
- Campo de matacões
- Contato inferido

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**




N
W E
S

200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

| | | |
|---|---|---|
| ITCG — SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA<br>INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG | | |
| Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS | | |
| Município: MARMELEIRO - PR | | |
| Tema: MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS | | ANEXO 5 |
| DEGET<br>DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA | | Executor:<br>Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira |
| Data: Outubro / 2017 | Escala: 1:5.000 | Geoprocessamento:<br>Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti |

## CONVENÇÕES

### Convenções Topográficas

- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 — Curva de nível mestra
- 661 — Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

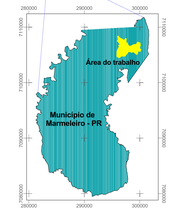
LEGENDA

| Unidade de terreno | | Declividade | Suscetibilidade a escorregamentos |
|---|---|---|---|
| Solos transportados grosseiros (COLUVIOS GROSSEIROS) | | Áreas com declividades de 20 a 30% (ÁREAS DE RISCO) | Área com média a alta suscetibilidades a escorregamentos. |
| | | Áreas com declividades superiores a 30% (ÁREAS DE RISCO) | Área com alta suscetibilidade a escorregamentos, queda de blocos e tombamento de lascas junto a paredões expostos de rocha. |

- Áreas atingidas por escorregamentos
- Contato inferido

### MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**



200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG

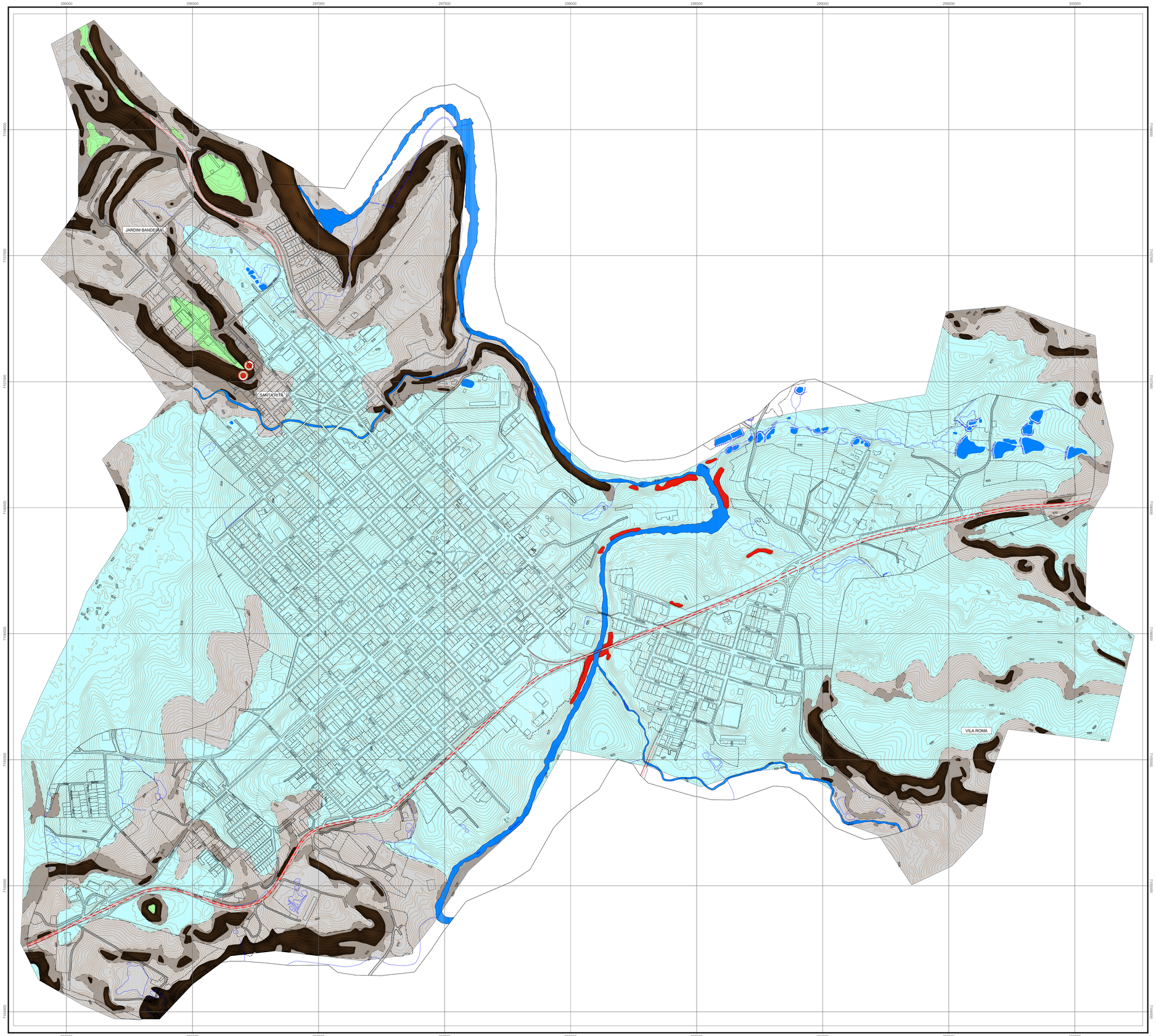
Projeto: **CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS**

Município: **MARMELEIRO - PR**

Tema: **MAPA DE RISCOS GEOLÓGICOS ÁREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS DE ENCOSTAS** — **ANEXO 6**

**DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA** — Executor: **Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira**

Data: **Outubro / 2017** — Escala: **1:5.000** — Geoprocessamento: **Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti**




## LEGENDA

| UNIDADES DE TERRENO | DECLIVIDADES | RELEVO | CONDICIONANTES | FRAGILIDADES, RESTRIÇÕES E RISCOS ASSOCIADOS | POTENCIAIS | SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA | ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Solos residuais argilosos | 0 - 30% | Relevo suave a moderadamente ondulado. | Solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados, porosos e permeáveis, com espessuras que atingem até 4,00 metros. Derivados da alteração "in situ" das rochas basálticas. | Solos sujeitos à deflagração de processos erosivos quando submetidos à exposição superficial direta, gerando sulcos erosivos nos níveis mais espessos. Necessidade de implantação imediata de sistema de drenagem em áreas expostas ou desprotegidas pela retirada da cobertura vegetal ou ocupadas por atividades agrícolas, para evitar a instalação de processos erosivos. | Áreas de relevo suave a moderadamente ondulado, constituídas por solos argilosos, porosos e homogêneos nos níveis mais espessos. Boa capacidade de suporte de carga e fundações. Boas condições de escarificação e/ou escavabilidade com uso de equipamentos mecânicos nos níveis mais espessos. Facilidades na implantação de infraestrutura enterrada (redes de abastecimento de água, esgoto, fossas sanitárias, entre outros), nos níveis mais espessos. Facilidade na implantação de malha viária. Relativa capacidade de depuração de bactérias em áreas com solos espessos e com nível freático profundo. | Áreas não suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos) | Áreas adequadas para ocupação urbana. |
| | > 30% | Relevo íngreme. | Solos residuais argilosos. | Solos altamente suscetíveis à erosão superficial, gerando sulcos erosivos. | Áreas indicadas para preservação | Áreas suscetíveis a erosão. | Áreas inadequadas para ocupação urbana. |
| Solos litólicos | 0 - 5% | Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado em forma de platôs, associadas a topo de morros de grande amplitude, recobertos por solos rasos e afloramentos rochosos. | Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos e permeáveis com espessuras inferiores a 0,30m. Recobrem afloramentos de basalto cinza escuro. | Dificuldades na implantação de infraestrutura superficial e enterrada (tubulações para abastecimento de água, postes para iluminação pública, rede de esgoto, fossas sanitárias, vias pavimentadas, entre outros). Dificuldades no escoamento das águas superficiais e pluviais. Baixa capacidade de depuração de efluentes líquidos devido à rápida infiltração das águas superficiais com riscos de contaminação direta do lençol freático por eventuais agentes poluidores (resíduos sólidos, óleos, graxas, águas contaminadas, etc.). Áreas marginadas por encostas com altas declividades, devendo-se manter zonas de amortecimento entre o topo aplainado e a encosta íngreme. | Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Áreas não suscetíveis à erosão, escorregamentos, colapsos, adensamentos ou afundamentos. Solos com boa capacidade de suporte de cargas e fundações. | Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Baixa suscetibilidade para a ocorrência de processos associados a escorregamentos. | Passíveis de ocupação urbana desde que consideradas as restrições naturais (solos rasos e substrato rochoso aflorante) e os altos custos para implantação e manutenção da infraestrutura superficial e enterrada (rede de águas pluviais, esgoto, rede elétrica, vias de acesso, etc.). Necessidade de manutenção de zonas de amortecimento entre o relevo aplainado e o segmento de encosta abrupto. |
| Solos transportados finos | 0 - 20% | Áreas com relevo suave de baixas declividades. | Solos de coloração castanho avermelhada a castanho-amarronada, com matriz sílico-argilosa englobando grânulos e fragmentos dispersos na matriz na matriz. Solos porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,30 a 2,00 metros. Constituem depósitos de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em função das baixas declividades. | Solos com alta permeporosidade e baixa coesão. | Áreas com declividades suaves, formando rampas suavizadas. | Baixa suscetibilidade para deflagração de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), devido às baixas declividades associadas na unidade. | Áreas associadas a terrenos com baixas a moderadas declividades, passíveis de ocupação urbana. Áreas com baixa suscetibilidade à ocorrência de escorregamentos. Restrição de ocupação junto ao sopé de terrenos de alta declividade que possam estar associados. |
| Solos transportados grosseiros (colúvios grosseiros) | 20 - 30% | Relevo associado a segmentos de encostas com declividades acentuadas. | Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz sílico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz. Porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), em função das declividades acentuadas. | Áreas de encostas ingremes sujeitas a escorregamentos e rolamento de blocos. Áreas constituídas por depósitos instáveis e inconsentes (colúvios grosseiros) e campo de matacões. Áreas de grande fragilidade ambiental, a qual é potencializada pela abertura de cortes e taludes no terreno, acessos, implantação de fossas sanitárias, lançamento de lixo na encosta, entre outros. Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e vias acessos, devido, principalmente às altas declividades e presença de blocos e matacões em grande quantidade. Áreas de elevada permporosidade, com intenso fluxo piezométrico em subsuperfície, ocasionando rápida absorção de água pelos materiais inconsolidados, com conseqüente aumento do peso específico e perda de coesão , favorecendo a instabilização da encosta e escorregamentos localizados, principalmente em áreas ocupadas de forma inadequada (ocupação irregular e invasões). Em alguns segmentos da encosta existe incidência de bananeiras, as quais constituem fator potencial para desencadear processos de escorregamentos devido ao grande acúmulo de água em subsuperfície. | Áreas com relevo íngreme, indicadas para preservação permanente. | Alta suscetibilidade para deflagração de escorregamentos. | Áreas com restrições à ocupação urbana, com histórico de escorregamentos. Apresentam alta suscetibilidade para incidência de movimentação de massa, em função das altas declividades associadas, podendo ocorrer instabilização em função das intervenções antrópicas: desmatamentos, abertura de cortes e taludes de alturas e inclinações inadequadas, ocupação desordenada, deposição de lixo na encosta, lançamento de águas servidas na encosta, implantação de fossas sépticas escavadas na encosta, entre outros. Incidência de escorregamentos na unidade com inúmeras feições de instabilidade (trincas, fendas, degraus de abatimento, árvores inclinadas, etc), revelando a fragilidade do terreno e a possibilidade da recorrência do processo em áreas já atingidas. Riscos de acidentes atingindo todo o perfil da encosta, incluindo o topo e a base, devido ao lançamento de material proveniente de eventual escorregamento à montante, sendo necessária a delimitação de zonas de amortecimento junto ao sopé dos morros, evitando a ocupação no local. Necessidade da realização de estudos geotécnicos de detalhe para definir a eventual necessidade de implantação de obras de contenção ou reforço, incluindo muros de arrimo, muros de espera, bermas de contenção, escadas hidráulicas, atirantamentos, barramentos, entre outros, principalmente em áreas com ocupação já consolidada. |
| | > 30% | | | | | | |

Áreas atingidas por escorregamentos

Contato inferido

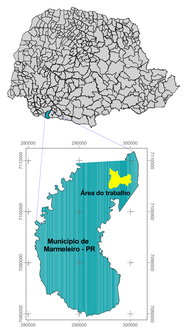
## CONVENÇÕES

### Convenções Topográficas

- Rodovia federal (BR280)
- Rodovia estadual (PR180)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 660 Curva de nível mestra
- 661 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Vegetação
- Massa d'água
- Edificação

## MAPA DE LOCALIZAÇÃO

**Estado do Paraná**




N W E S

200 m 0 200 m

1:5.000

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

Fonte do dado:
Base cartográfica : SEDU/PARANACIDADE (Planimétrico) - Levantamento Laser Scan da COPEL/2013 (cotas)
Sistema de Projeção UTM, Datum Sad69
Escala 1:2.000

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG

| | | |
|---|---|---|
| Projeto: | CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS | |
| Município: | MARMELEIRO - PR | |
| Tema: | MAPA SÍNTESE RISCOS GEOLÓGICOS E ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA | ANEXO 7 |
| DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA | | Executor: Geólogo - Luis Marcelo de Oliveira |
| Data: Outubro / 2017 | Escala: 1:5.000 | Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti |

ITCG
Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná

MINEROPAR
Diretoria de Geologia
40 anos
1977 - 2017

Rua Desembargador Mota, 3384 - Mercês
CEP 80430-200 - Curitiba - PR
**Fone (41) 3304-7000**

**homepage:** www.mineropar.pr.gov.br
**e-mail** minerais@itcg.pr.gov.br