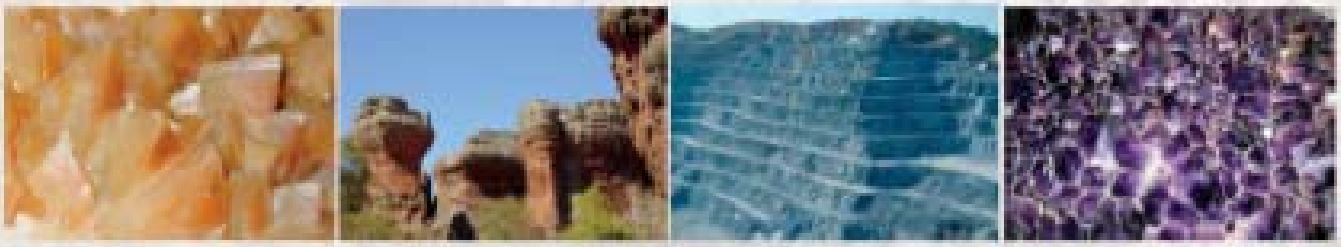
CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS

SAUDADE DO IGUAÇU (PR)

Curitiba-2015

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ



MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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

SAUDADE DO IGUAÇU (PR)

Curitiba
Setembro-2015

Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR
Caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de riscos geológicos – Saudade do Iguaçu (PR). Curitiba : Mineropar, 2015.
61 p., 8 mapas

1. Mapeamento geológico. 2. Mapeamento geotécnico. 3. Riscos geológicos. 4. Saudades do Iguaçu (PR). I. Oliveira, L. M. et al. II Título.

CDU 624.13 (816.21)

Permitida a reprodução total ou parcial, desde que citada a fonte.
Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR
Rua Máximo João Kopp, 274 - Bloco 3M
CEP 82630.900 - Curitiba - Paraná - Brasil
Telefone: 55 41 3351-6900 - Fax 55 41 3351-6950
homepage: www.pr.gov.br/mineropar - email: minerais@pr.gov.br

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Alberto Richa
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA

Ricardo José Soavinski
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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

GERÊNCIA DE GEOLOGIA E GEOTECNIA

Gerente

Geólogo Edir Edemir Arioli

Execução e elaboração

Geólogo Luís Marcelo de Oliveira
Chefe de Projeto

Apoio e colaboração

Geólogo Oscar Salazar Junior (informática)

Geólogo Donaldo Cordeiro da Silva (informática)

Geólogo Edir Edemir Arioli (revisão técnica)

Clarissa Nunes (revisão e edição)

Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti (digitalização)

Estagiário Eduardo Mayer Barbosa (digitalização)

Manoel de Cristo (auxiliar de campo)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO **9**

2. JUSTIFICATIVA **9**

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO **10**

4. ORIGEM E POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO **11**

5. METODOLOGIA DE TRABALHO **12**

6. MEIO FÍSICO **13**

6.1 Aspectos geomorfológicos 13
6.2 Aspectos hídricos 16
6.3 Aspectos geológicos 17
6.4 Coberturas inconsolidadas 21
6.4.1 Litossolos 21
6.4.2 Solos residuais 21
6.4.3 Solos transportados 22
6.4.3.1 Colúvios finos 22
6.4.3.2 Colúvios grosseiros 22
6.4.4 Campo de matacões 23
Perfil Geológico da Área Urbana de Saudade do Iguaçu - PR 215

7.0 ACIDENTES GEOLÓGICOS **31**

7.1 Escorregamentos de encosta 31
7.2 Escorregamentos em Saudade do Iguaçu 33

8. ÁREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS NA ÁREA URBANA **36**

9. ÁREAS DE RISCO NA ÁREA URBANA **37**

10. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA OCUPAÇÃO URBANA **52**

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES **57**

ANEXOS

1. MAPA DE PONTOS
2. MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO
3. MAPA DE DECLIVIDADES
4. MAPA GEOLÓGICO
5. MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS
6. MAPA COM A INDICAÇÃO DO SENTIDO DE FLUXO EM EVENTUAIS ESCORREGAMENTOS
7. MAPA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA
8. MAPA SÍNTESE - RISCOS GEOLÓGICOS E ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho refere-se à caracterização do meio físico da área urbana do município de Saudade do Iguaçu para fins de planejamento urbano, visando subsidiar a Prefeitura Municipal na implementação do seu Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, através 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 imediações da cidade de Saudade do Iguaçu, abrangendo uma superfície com aproximadamente 4,15 Km^2.

2. JUSTIFICATIVA

Através do Ofício N° 106/2015, datado de 10/04/15, a Prefeitura Municipal de Saudade do Iguaçu solicitou apoio da MINEROPAR para a elaboração do seu Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, através da caracterização do meio físico, com a abordagem dos aspectos geológicos, pedológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos e ambientais locais. Na oportunidade, foi solicitada também a delimitação das áreas de "**riscos geológicos**" relacionadas aos escorregamentos de encostas que ocorreram no município, principalmente no período de junho de 2014, onde diversas habitações localizadas na área urbana foram total ou parcialmente danificadas ou destruídas durante um período de intensa precipitação pluviométrica que assolou a região, com índices que atingiram até 470 mm em três dias, conforme informado pelo Sr. Alex Sandro de Oliveira (técnico da Prefeitura local e representante da Defesa Civil).

Antecedendo a elaboração do presente estudo, a MINEROPAR atuou na área com a elaboração de dois laudos técnicos relacionados aos eventos de escorregamentos nas encostas, a saber:

- **Relatório de Vistoria 1** (13/06/14)

  Solicitante: Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (CEPDEC).

  Objetivo: Avaliação do grau de risco de moradias situadas ao pé de encostas naturais e taludes escavados com movimentação provocada por intensas chuvas no perímetro urbano e estrada rural (Linha Baggio).

  Responsável: geólogo Diclécio Falcade (MINEROPAR).

- **Relatório de Vistoria 2** (14/04/15)

  Solicitante: Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR).

  Objetivo: Avaliação do grau de risco de moradias situadas sobre uma encosta com ocupação antrópica irregular, onde ocorreu instabilização do terreno por efeito das chuvas torrenciais em junho de 2014.

  Responsável: geólogo Edir Edemir Arioli (MINEROPAR).

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O município de Saudade do Iguaçu está localizado na região sudoeste do Estado do Paraná, ocupando uma área de aproximadamente 152,085 km^2.

A cidade de Saudade do Iguaçu se posiciona na porção norte do município, sendo definida geograficamente pelas coordenadas UTM 22J E 337.690 e N 7.157.490 (sede da Prefeitura Municipal de Saudade do Iguaçu).

Dista cerca de 413,95 km de Curitiba, com acesso pela BR-277 e BR-373, passando por Laranjeiras do Sul e Rio Bonito do Iguaçu.

O município de Saudade do Iguaçu limita-se a norte com o Rio Iguaçu, onde encontra-se instalada a Usina Hidrelétrica de Salto Santiago.

Figura1 - Mapa de localização

4. ORIGEM E POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

A ocupação da localidade de Saudade do Iguaçu iniciou em 1954, quando a Companhia Brasileira de Viação e Comércio - BRAVIACO S.A., abriu uma picada até chegar a um pequeno planalto. No ano seguinte, um pioneiro formou uma roça e a partir daí começaram a chegar os primeiros moradores. Nesta época, a principal atividade era o extrativismo da madeira, especialmente o pinho (araucária brasiliensis), e após as derrubadas, os colonos vindos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina deram início ao plantio de feijão e milho e à criação de suínos para consumo próprio.

Pela Lei Municipal n° 374, de 12 de agosto de 1972, e pela Lei Estadual n° 08, de junho de 1973, foi criado o Distrito Administrativo, com denominação de Saudade, e território pertencente ao município de Chopinzinho. Em 01 de março de 1992, através da Lei Estadual n° 9.941, o núcleo foi alçado à categoria de município emancipado, com território desmembrado do município de Chopinzinho e denominação alterada para Saudade do Iguaçu. A instalação oficial deu-se em 01 de janeiro de 1993.

O quadro a seguir apresenta a evolução populacional do município:

SAUDADE DO IGUAÇU	1991	2000	2010	2013*	2043*
População urbana	n.d	1.987	2.503	2.920	4.949
Taxa de crescimento geom.populacional (%)	n.d	n.d	2,34	5,27	1,77
População rural	n.d	2.621	2.525	2.500	2.200
Taxa de crescimento geom.populacional (%)	n.d	n.d	-0,37	-0,33	-0,43
TOTAL	n.d	**4.608**	**5.028**	**5.420**	**7.149**
Taxa de crescimento geom.populacional (%)	n.d	n.d	0,98	2,54	0,93
IDH-M	0,64	0,781	n.d	n.d	n.d

Fonte IBGE
*Fonte: Projeção populacional - SANEPAR

5. METODOLOGIA DE TRABALHO

A caracterização do meio físico foi realizada através 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 rochas, totalizando cerca de 250 pontos descritos;
- confecção de mapas básicos e temáticos:

  a) Mapa de pontos (Anexo 1).
  b) Mapa do modelo digital do terreno (Anexo 2).
  c) Mapa de declividades (Anexo 3).
  d) Mapa geológico (Anexo 4).
  e) Mapa de coberturas inconsolidadas (Anexo 5).
  f) Mapa com a indicação do sentido de fluxo em eventuais escorregamentos (Anexo 6).

g) Mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa (Anexo 7).
h) Mapa Síntese - Riscos geológicos e adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 8).

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 em meio digital, fornecida pelo PARANACIDADE (serviço social autônomo da Secretaria de Desenvolvimento Urbano), com curvas de nível com equidistância de 01 metro (1989), a qual abrange cerca de 98% da área mapeada. O restante da área, correspondente a 2% do total, foi recoberta por uma base planialtimétrica fornecida pela Prefeitura Municipal, abrangendo uma reduzida área a oeste, onde atualmente ocorre processo de expansão urbana. Ambas as bases foram integradas pela MINEROPAR, sendo que os mapas básicos e temáticos foram confeccionados na escala 1:3.000, em base planialtimétrica única. Cabe ressaltar que as bases planialmétricas disponíveis para a realização do presente trabalho não recobrem a totalidade do perímetro urbano da cidade, abrangendo, porém, cerca de 90% do mesmo.

6. MEIO FÍSICO

6.1 Aspectos geomorfológicos

A área urbana de Saudade do Iguaçu encontra-se inserida em uma unidade morfoestrutural condicionada pela presença de derrames basálticos, que conferem à paisagem um aspecto de degraus com sucessivos patamares, marcados geomorfologicamente pela ocorrência de morros de topo aplainado ou suavemente ondulado (topo de derrame), margeados por encostas íngremes, correspondentes à face frontal dos referidos derrames basálticos.

Neste contexto destaca-se a feição topográfica mais relevante do perímetro urbano, representada pelo Morro da Caixa d'Água, localizado no setor oeste da área, tratando-se de um morro de grande amplitude que ressalta na paisagem com topo aplainado e com encostas de alta declividade.

Através do Mapa do Modelo Digital do Terreno (Anexo 2), elaborado a partir da modelagem hipsométrica sobre as curvas de nível, é possível observar a

estruturação geomorfológica da área na forma de sucessivos derrames (patamares), havendo uma contínuo desnível topográfico descendente a partir do quadrante SW para norte, nordeste e leste. No quadrante SW ocorrem as maiores elevações da área (710m), enquanto que as cotas mais baixas (536m) ocorrem junto ao canal do Rio da Paz, que representa o nível basal da área mapeada, na porção leste.

A topografia da área e sua nítida relação com a geologia local fica também evidenciada no Mapa de Declividades (Anexo3), o qual indica, através das inclinações do terreno, a provável estruturação dos diferentes derrames basálticos que ocorrem na área, notadamente as feições de topo (aplainado com baixas declividades) e face frontal (encostas de alta declividade).

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

Classes de declividade	**Inclinações**
0 - 5%	$2^{O}51'$
5 - 10%	$2^{O}51'$ - $5^{O}42'$
10 - 20%	$5^{O}42'$ - $11^{O}18'$
20 - 30%	$11^{O}18'$ - $18^{O}26'$
> 30%	> $18^{O}26'$

Configuração geomorfológica da área urbana de Saudade do Iguaçu. Notar a elevação topográfica (Morro da Caixa d'Água).

Vista do morro da Caixa d'Água (ao fundo), correspondente à unidade superior de derrame basáltico. O relevo da área é condicionado pela presença de inúmeros derrames que conferem à paisagem o aspecto de degraus, com sucessivos patamares.

Vista parcial da área urbana de Saudade do Iguaçu, sobre relevo suavemente ondulado (primeiro plano). A referida área é margeada por morros de grande amplitude, representando unidades diferenciadas de derrame basáltico (segundo plano).

Ocupação urbana junto às encostas de altas declividades, as quais representam a face frontal de derrames basálticos.

6.2 Aspectos hídricos

A área urbana de Saudade do Iguaçu se encontra inserida na macrobacia hidrográfica do rio Iguaçu, sendo drenada por afluentes secundários que escoam para norte e leste, ambos associados a vales encaixados com taludes laterais de declividades acentuadas, destacando-se o rio da Paz, a sudeste da área urbana.

O município limita-se a norte com o rio Iguaçu, onde encontra-se instalada a Usina Hidrelétrica de Salto Santiago com o respectivo lago de Salto Santiago, localizado a poucos quilômetros a nordeste do perímetro urbano.

No âmbito da área urbana de Saudade do Iguaçu ocorrem cabeceiras de drenagem com surgências associadas, com destaque àquelas localizadas no quadrante SW, onde se encontram implantados diversos açudes de pequeno porte, tratando-se de áreas com declividades baixas a moderadas, com a presença de surgências e fluxos superficiais perenes ou intermitentes.

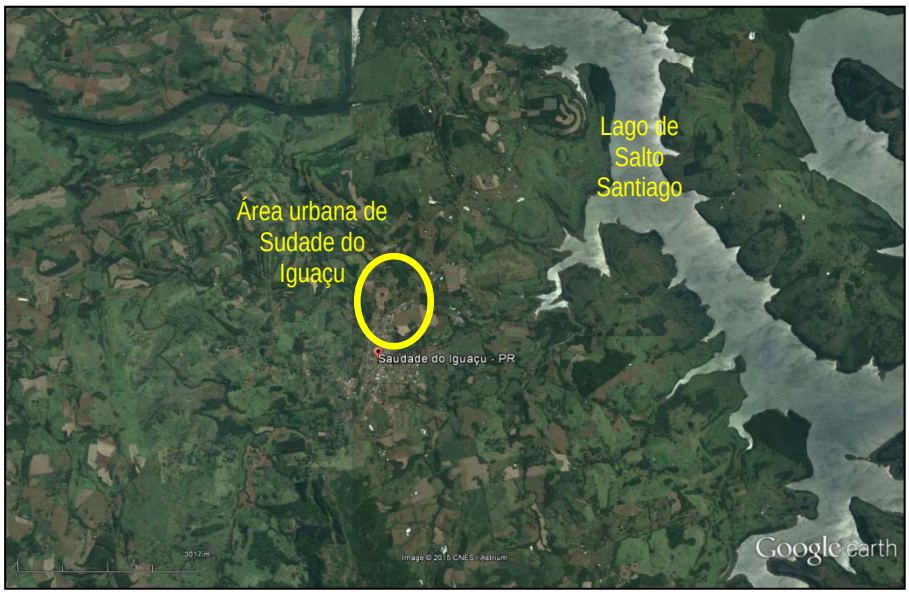


Figura 2 - Localização da área urbana de Saudade do Iguaçu e Usina Hidrelétrica de Salto Santiago.

6.3 Aspectos geológicos

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

No âmbito da área urbana do município foram definidas três macrounidades de derrames basálticos, individualizadas a partir da ocorrência de níveis de basaltos vesiculares, os quais definem, via de regra, o topo de uma unidade de derrame. Tais macrounidades apresentam espessuras médias da ordem de 50 metros, ressaltando-se que, internamente, cada macrounidade é composta por outros derrames de menores espessuras (10 a 15 metros), definidos por critérios geomorfológicos (quebras de relevo em degraus) e pela presença de campos lineares de matacões, associados às porções de declividades acentuadas de cada derrame (face frontal).

As macrounidades de derrames basálticos foram identificadas no Mapa Geológico (Anexo 4) sob a denominação A, B e C, tratando-se de basaltos cinza-escuros afaníticos, maciços, com alto grau de fraturamento, com a ocorrência de níveis vesiculares separando e individualizando as referidas macrounidades basálticas. Localmente foi constatada a presença de tufos vulcanoclásticos e brechas vulcânicas associados aos níveis de basaltos vesiculares.

A **macrounidade A** constitui a sequência superior dos derrames, atingindo a cota de 710 metros. No topo, o derrame é caracterizado pela presença de basalto maciço que aflora na forma de "lajes de pedra", formando relevo aplainado a suavemente ondulado, com encostas íngremes de declividades acentuadas. As encostas associadas a esta macrounidade acham-se recobertas por depósitos de colúvios e campos lineares de matacões, sobre os quais ocorreram inúmeros escorregamentos associados.

A **macrounidade B**, também constituída por basaltos cinza-escuros e maciços, se associa às cotas intermediárias da área em relevo suavemente ondulado, sendo predominantemente recoberta em superfície por solos residuais

argilosos, tratando-se da unidade onde se assenta a maior parte da malha urbana da cidade.

A **macrounidade C** constitui a unidade de basalto que ocupa as cotas mais inferiores da área, expondo, principalmente, as faces frontais íngremes dos derrames basálticos, com declividades acentuadas, tratando-se de terrenos predominantemente recobertos por colúvios e campos lineares de matacões.

Os basaltos vesiculares que ocorrem na área constituem níveis de espessuras centimétricas a métricas, com alto grau de decomposição (alterados), porosos e permeáveis, podendo ocorrer associações de tufos e brechas vulcanoclásticas com alta porosidade e permeabilidade, conforme já caracterizado anteriormente nos laudos anteriores da MINEROPAR.

Afloramentos de rocha basáltica na forma de "lajes de pedra", associados a denominada macrounidade A (topo do morro da Caixa d'Água).

Aspecto da rocha basáltica associada a macrounidade B, aflorando na área urbanizada de Saudade do Iguaçu.

Afloramento de rocha basáltica na forma de campo de matacões,os quais ocorrem de maneira generalizada em toda a área de trabalho (macrounidades A, B e C).

Formas de alteração intempérica das rochas basálticas da área, produto da disjunção colunar e esfoliação esferoidal.

Formas de alteração intempérica das rochas basálticas da área, produto da disjunção colunar e esfoliação esferoidal.

Aspecto das brechas e tufos vulcanoclásticos associados aos basaltos vesiculares. A foto da esquerda mostra afloramento de rocha fresca, enquanto à direita a rocha encontra-se alterada. Ambas apresentam elevada permoporosidade.

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, 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.

Na área urbana de Saudade de Iguaçu foram caracterizadas as unidades de materiais inconsolidados listadas a seguir, as quais acham-se cartografadas no Mapa de Coberturas Inconsolidadas (Anexo5):

- Litossolos
- Solos residuais
- Solos transportados (colúvios finos)
- Solos transportados (colúvios grosseiros)
- Campo de matacões

6.4.1 Litossolos

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 que se fazem presentes na forma de "lajes de pedra" no quadrante SW da área. Ocorrem associados a regiões de topo de morro aplainado ou suavemente ondulado com associação de campo de matacões.

6.4.2 Solos residuais

Constituem 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 0,50m a

6,0m. Ocorrem associados a relevo suavemente ondulado de baixas declividades (predominante de 0 - 10%), onde assenta-se a maior parte da malha urbana de Saudade do Iguaçu. 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 (ex.: 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.

6.4.3 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. No presente estudo foram classificados como colúvios finos e colúvios grosseiros, conforme descrito a seguir:

6.4.3.1 Colúvios finos

São solos de coloração castanho-amarronada com matriz síltico-argilosa, englobando grânulos e fragmentos centimétricos de rocha. Podem apresentar níveis basais compostos por linhas de seixos ("stone lines"). Apresentam elevada permo-porosidade e espessuras da ordem de 0,50 a 1,00m e se associam a porções de relevo de declividades baixas a moderadas (0 - 20%), via de regra, associados a rampas suavizadas desenvolvidas entre diferentes unidades de derrames basálticos.

6.4.3.2 Colúvios grosseiros

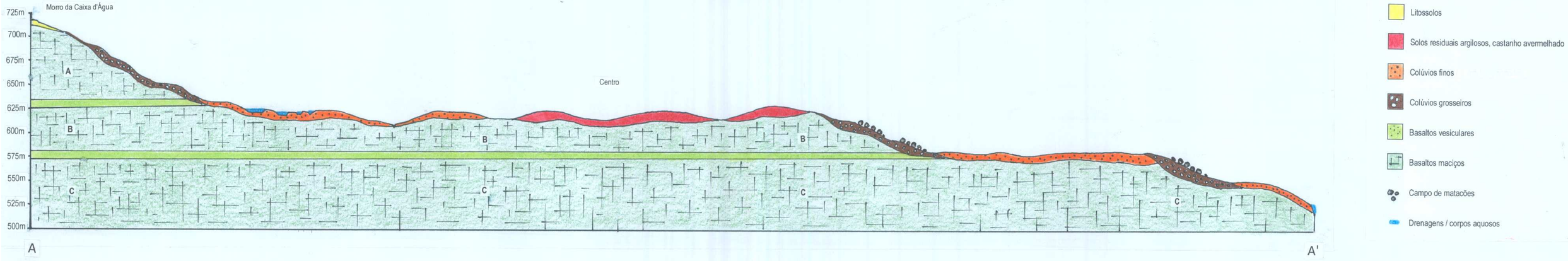
Constituem solos de coloração castanho-amarronada com matriz síltico-argilosa, englobando fragmentos e blocos subangulosos de dimensões centimétricas a decimétricas de basalto maciço ou vesicular na matriz. Apresentam elevada permo-porosidade e espessuras de 0,30 a 2,00m. Ocorrem associados às encostas de declividades moderadas a altas (>20%), apresentando-se instáveis e incoerentes, suscetíveis a escorregamentos (movimentos gravitacionais de massa).

Depósitos de tálus (*material inconsolidado formado pela ação da gravidade na superfície do terreno e em sopé de elevações abruptas, constituído por fragmentos grosseiros de rocha, de diversos tamanhos e forma angulosa*), podem ocorrer no sopé de encostas de alta declividade junto a drenagens associadas a vales encaixados, não sendo possível, porém, a sua individualização nos mapas temáticos elaborados no presente trabalho.

6.4.4 Campo de matacões

Os campos de matacão constituem concentrações superficiais predominantemente lineares de blocos subangulosos de rochas basálticas, com dimensões decimétricas (até 1,00m de diâmetro), constituídos principalmente por basaltos maciços cinza escuros. Via de regra, ocorrem associados a terrenos de alta declividade, marcando a face frontal de diferentes unidades de derrames basálticos que ocorrem na área em questão. Ocorrem, também, no topo de morros aplainados ou suavemente ondulados constituídos por afloramentos rochosos ("lajes de pedra"), no quadrante SW da área.

PERFIL GEOLÓGICO DA ÁREA URBANA DE SAUDADE DO IGUAÇU - PR



Aspecto dos litossolos (solos rasos e pedregosos) recobrindo afloramentos de basalto.

Área de exposição de solos residuais, argilosos, de coloração castanho-avermelhado, com espessuras de 0,50m a 6,00 metros. Notar loteamento implantado recentemente na área urbana (foto à direita).

Idem anterior. Solos residuais, argilosos, de coloração castanho-avermelhado, com espessuras de 0,50m a 6,00 metros. Notar processo erosivo incipiente associado (sulcos e ravinas).

Aspecto das áreas recobertas por solos transportados (colúvios finos), associados a relevo em forma de rampas suavizadas.

Aspecto dos depósitos de colúvios grosseiros associados a relevo de declividades acentuadas (>20%), os quais apresentam alta suscetibilidade a processo de instabilização e escorregamentos.

Idem anterior (Área de exposição de colúvios grosseiros).

Cortes executados em encostas de alta declividade mostrando depósitos de colúvios grosseiros na área urbana de Saudade do Iguaçu.

Idem anterior. Notar os fragmentos e blocos centimétricos imersos na matriz síltico-argilosa de coloração castanho-amarronada.

Idem anterior. Na foto da direita depósito de tálus associado ao sopé de uma encosta de alta declividade na porção extremo oeste da área.

Aspecto dos campos lineares de matacões que ocorrem na área de trabalho. Notar a associação dos campos de matacões com as porções de terreno com declividade acentuada (face frontal de derrames basálticos).

Idem anterior. Notar a angulosidade dos blocos de basalto, bem como a ocorrência dos mesmos em subsuperfície, formando depósitos inconsolidados de natureza coluvial.

Área de ocorrência de campo de matacões associados a relevo aplainado no topo da macrounidade A, no prolongamento do morro da Caixa d'Água.

7.0 ACIDENTES GEOLÓGICOS

7.1 Escorregamentos de encosta

Os processos de alteração do meio físico verificados na área urbana de Saudade de Iguaçu, capazes de gerar situações de risco com consequentes acidentes geológicos dizem respeito, principalmente, aos movimentos gravitacionais de massa associados a 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, 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.

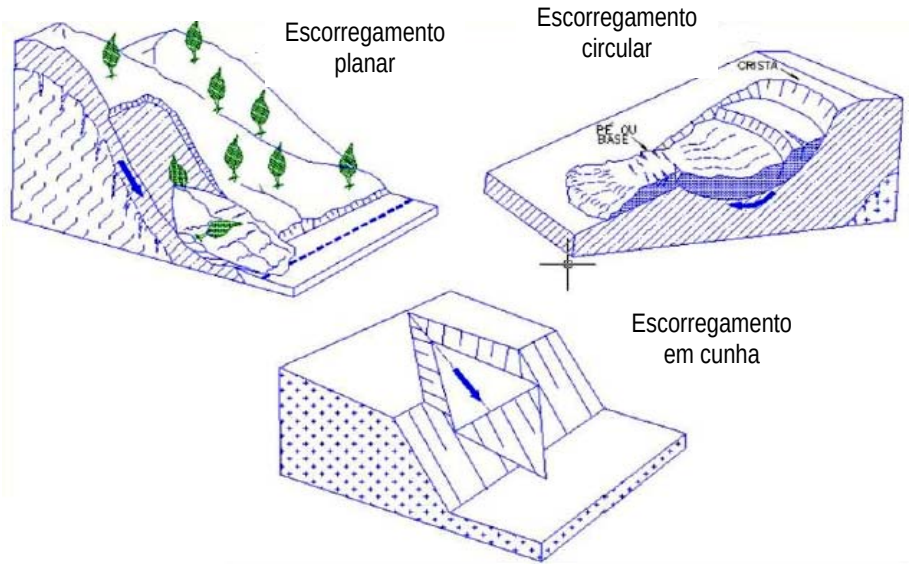


Figura 3 - Geometria dos principais tipos de escorregamentos em encostas.

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 de 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).

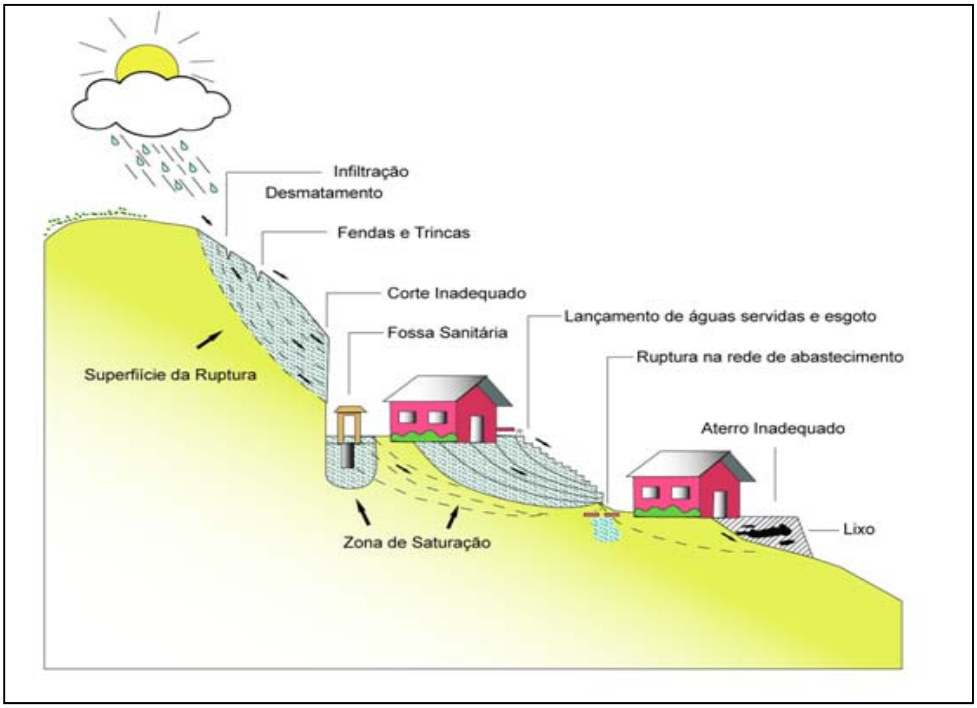


Figura 4 - Principais atividades antrópicas indutoras de escorregamentos de encostas.

7.2 Escorregamentos em Saudade do Iguaçu

Registros recentes revelam a ocorrência de escorregamentos de encosta na área urbana de Saudade do Iguaçu nos anos de 2010 e 2014, os quais trouxeram graves consequências socioeconômicas e ambientais ao município, com a destruição total ou parcial de edificações, desapropriações e realocações de pessoas, além do comprometimento ambiental de áreas inseridas no perímetro urbano.

Os escorregamentos de encostas verificados no ano de 2010 estão registrados na Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil do Paraná, conforme súmula apresentada a seguir, cujas informações fornecidas pela Coordenação Municipal de Defesa Civil do Município acham-se disponíveis na internet:

Ocorrência:	NI.GDZ - 13.301 - Escorregamentos ou Deslizamentos
Data Ocorrência	28/04/2010
Localização	Saudade do Iguaçu - PR
Coordenadas	Este: 337363,000 / Norte: 7157081,000
Área Afetada	Parte da Zona Urbana
Pessoas afetadas	277
Casas afetadas	Casas danificadas: 19; Casas destruídas: 0
Decreto:	Situação de Emergência: Decreto nº 021 em 30/04/2010
Informante	COMPDEC - SAUDADE DO IGUAÇU

Os escorregamentos verificados em 2014 atingiram pelo menos 37 edificações, culminando com a interdição de extensa área inserida no perímetro urbano, devidamente delimitada através de placas sinalizadoras, proibindo a ocupação, construção ou movimentação de terra no local.

Placa sinalizadora implantada pela Prefeitura Municipal proibindo a ocupação em área atingida por escorregamentos.

Ambas as áreas se referem à encosta ocidental do Morro da Caixa d'Água, localizado na porção oeste da área do presente estudo, tratando-se de uma encosta de declividades acentuadas, recoberta por solos transportados de natureza coluvial, com ocupação antrópica irregular onde ocorreu a instabilização do terreno por efeito das chuvas torrenciais em 2010 e 2014, as quais deixaram rastros de destruição e inúmeras estruturas e feições de escorregamentos que indicam a possibilidade de reativações futuras, o que torna a área definitivamente imprópria à ocupação urbana.

As áreas atingidas pelos escorregamentos na área urbana de Saudade do Iguaçu, (deflagrados em períodos de elevados índices pluviométricos), demonstraram nítida relação com as interferências antrópicas locais, sugerindo que se tratam de processos induzidos ou potencializados pela atividade humana. Porém, deve-se ressaltar que na região foram também verificados escorregamentos naturais, associados unicamente ao excesso de chuva, confirmando, assim, a alta suscetibilidade dos terrenos a este tipo de processo de alteração do meio físico.

Os escorregamentos ***naturais*** têm como fatores predisponentes as condicionantes naturais (fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hídricos), sem a interferência humana para deflagração do processo.

Os escorregamentos ***induzido***s têm como fatores predisponentes, além das condicionantes naturais (fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hídricos), aquelas relacionadas às interferências antrópicas no meio ambiente.

No âmbito da área urbana de Saudade do Iguaçu e entorno pode-se definir os seguintes fatores predisponentes para a ocorrência de escorregamentos:

Processo	Condicionantes
Escorregamentos naturais	Altos índices pluviométricos. Áreas recobertas por solos transportados (colúvios finos, colúvios grosseiros) associados a encostas com declividades acentuadas, superiores a 20%; Áreas recobertas por campos lineares de matacões em terrenos de declividades acentuadas; Áreas com a presença de rochas alteradas com altos índices de permoporosidade, incluindo basaltos vesiculares (topo de derrames), brechas e tufos vulcanoclásticos; Áreas íngremes localizadas no sopé de encostas com a presença de depósitos de tálus;
Escorregamentos induzidos	Altos índices pluviométricos para deflagração do processo. Uma vez instabilizada a encosta, tais índices deixam de ser fator preponderante, visto a geração de inúmeras feições que fragilizam ainda mais a encosta (presença de trincas, fendas, degraus de abatimento), tornando-a altamente suscetível à recorrência do processo, mesmo em períodos chuvosos de menor intensidade. Áreas recobertas por solos transportados (colúvios finos e grosseiros), depósitos de tálus. Áreas com declividades superiores a 20% recobertas por colúvios grosseiros, constituindo as áreas do escorregamento propriamente dito. Áreas com declividades de 10 a 20% recobertas por colúvios finos, constituindo as áreas sujeitas a receber o material lançado na encosta (área de absorção). Áreas recobertas por campos lineares de matacões ou nas proximidades de basaltos vesiculares, brechas e tufos vulcanoclásticos. Áreas com ocupação humana inadequada (cortes e taludes verticalizados de alturas excessivas, principalmente em áreas recobertas por material coluvial; edificações com precárias fundações ou estruturas de porte incompatível; aterros lançados; lançamento de águas servidas na encosta; implantação de fossas sanitárias na encosta; vazamentos nas redes de abastecimento de água ou esgoto; lançamento de lixo na encosta; ausência de adequados sistemas de drenagem na encosta; abertura de vias ou acessos de forma inadequada, entre outros). Áreas desprovidas de cobertura vegetal ou com ocorrência de espécies que acumulam grande quantidade de água em subsuperfície, a exemplo das bananeiras.

8. ÁREAS SUSCETÍVEIS A ESCORREGAMENTOS NA ÁREA URBANA

As áreas "**suscetíveis"** aos processos de escorregamento na área urbana de Saudade do Iguaçu se restringem às áreas de ocorrência dos solos transportados (colúvios finos, colúvios grosseiros e depósitos de tálus), com associação de campos lineares de matacões, os quais recobrem, principalmente, as encostas de declividades acentuadas e em menor proporção terrenos com declividades moderadas (rampas de colúvio).

Constituem áreas cujas condicionantes ambientais (geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hídricas) são 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), cortes 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.

Foram consideradas áreas de suscetibilidade baixa à moderada aquelas recobertas por solos transportados (colúvios finos), associadas a segmentos de encostas com declividades até 10%, constituindo áreas sujeitas a receber o material proveniente do escorregamento propriamente dito (área de lançamento), ressaltando-se que aquela área localizada na entrada sul da cidade e que foi alvo de escorregamento, formou uma rampa de lançamento com extensão aproximada de 60 metros, alcançando a margem oposta da BR - 158.

Foram consideradas áreas de alta a muito alta suscetibilidade aquelas associadas aos segmentos de encosta com declividades superiores a 20%, recobertas por solos transportados (colúvios grosseiros e depósitos de tálus) e campo de matacões, onde efetivamente o processo pode ser deflagrado, conforme verificado nos trabalhos realizados na área.

9. ÁREAS DE RISCO NA ÁREA URBANA

Sob esta denominação foram delimitadas as áreas cujas condicionantes ambientais (geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hídricas) mostram-se favoráveis à ocorrência de escorregamentos e que efetivamente já foram atingidas pelo processo, ocorrendo ainda feições de instabilização (fendas e trincas no solo, degraus de abatimento, árvores inclinadas, feições erosivas, cicatrizes de escorregamento), tratando-se de áreas instáveis com grande possibilidade da recorrência do processo de movimentação gravitacional de massa, sendo consideradas inaptas para ocupação urbana e indicadas para preservação permanente.

Para delimitação das áreas de risco foram utilizadas informações dos laudos periciais elaborados pela MINEROPAR, nas datas de 13/06/14 e 14/04/15, além daquelas obtidas durante os trabalhos de campo realizados no presente estudo, culminando com a delimitação de um total de 13 áreas críticas consideradas de "risco", além de outras áreas com potencial para a deflagração do processo, as quais se acham devidamente delimitadas nos mapas temáticos que seguem:

- Mapa de indicação dos fluxos de massa em eventuais escorregamentos - **Anexo 6**;
- Mapa de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos e queda de blocos) **Anexo 7.**

A principal área de risco refere-se àquela delimitada no flanco oriental do **Morro da Caixa d'Água**, consistindo numa encosta de alta declividade e parcialmente recoberta por vegetação arbórea.

Segundo informações dos representantes da Prefeitura Municipal, a referida encosta foi ocupada essencialmente de forma irregular, por moradias de baixo padrão construtivo em terrenos sem titulação formal. Conforme relatado na vistoria de 13 de junho de 2014, cerca de 40 casas existentes no local foram afetadas em vários graus de danificação por movimentações do terreno, em virtude de chuvas torrenciais. As condições da ocupação estão suficientemente caracterizadas no relatório daquela vistoria, acrescentando-se aqui que trincas recentes, tanto no solo quanto nas edificações, atestam a persistência das

reativações na encosta, mesmo em períodos de chuvas dentro dos padrões normais de sazonalidade. Por este motivo, várias edificações foram demolidas pela Prefeitura Municipal, de acordo com registros oficiais, os quais dispensam análise no presente relatório.

As principais feições associadas ao processo de instabilização da encosta observadas no local são as seguintes: escorregamentos de solo e rocha, trincas abertas no solo, degraus de abatimento, árvores inclinadas, sulcos erosivos, cortes e taludes verticalizados, aterros lançados, presença de espécies vegetais armazenadoras de água em subsuperfície (bananeiras), presença de fossas sanitárias, presença de águas servidas lançadas diretamente na superfície, desalinhamentos de meio fio lateral dos arruamentos, além de avarias nas edificações (trincas em fundações, pisos e paredes, empenamentos, perda de prumadas, inclinação de muros e postes). Nos limites da área demarcada nos mapas, as feições de instabilização ocorrem ao longo de toda a encosta, mesmo em porções do terreno destituídas de ocupação humana, atestando a instabilidade natural do terreno, o qual é recoberto por solos transportados (colúvios finos e grosseiros), naturalmente incoerentes e instáveis.

Conforme caracterizado anteriormente no laudo técnico da MINEROPAR datado de 13/06/14, a encosta oriental do Morro da Caixa d'Água estende-se por aproximadamente 500m no sentido N-S e apresenta um desnível de 75 m, medido do topo do relevo até a Rua XV de Novembro, com base em pontos cotados da base planialtimétrica utilizada. De acordo com a mesma planta, a encosta superior, considerada acima da Rua Santiago, apresenta declividade média de 37%, que se classifica como alta, suavizando-se à jusante até a Rua XV de Novembro com um valor em torno de 12%, classificada como moderada.

A área de risco associada ao Morro da Caixa d'Água, delimitada no presente trabalho, constitui uma lente irregular de direção N-S, com eixo principal com 705 metros e larguras máximas de 150 metros na direção E-W (ver mapas em anexo). A referida área abrange inúmeros escorregamentos, com extensão lateral que atinge até 100 metros, com degraus de abatimento com até 2,00 metros de desnível. Nesta área de risco ocorrem ainda fendas e trincas com extensão lateral variada, podendo atingir mais de 100 metros. Aparentemente

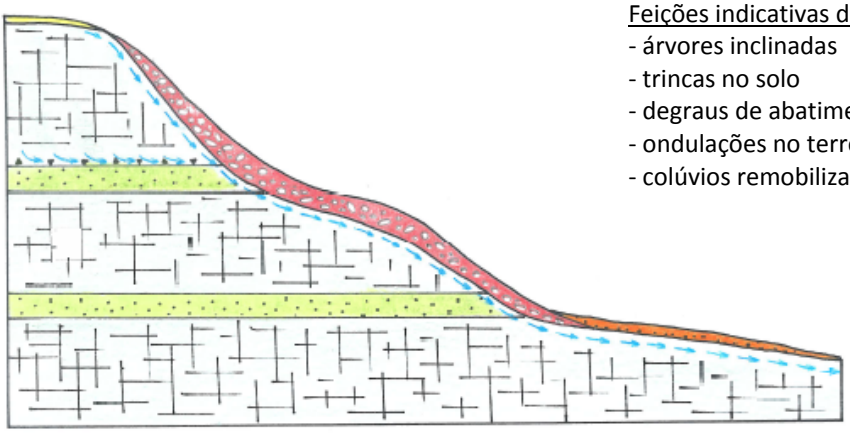
os movimentos gravitacionais de massa verificados ao longo do Morro da Caixa d'Água são do tipo rotacional com contornos curvos.

Outras duas áreas de escorregamentos merecem ainda destaque: uma localizada na porção extremo SW da área, às margens da BR-158 na **entrada sul da cidade** e outra na porção **extremo oeste**, estando a última contida na planta planialtimétrica fornecida pela prefeitura local.

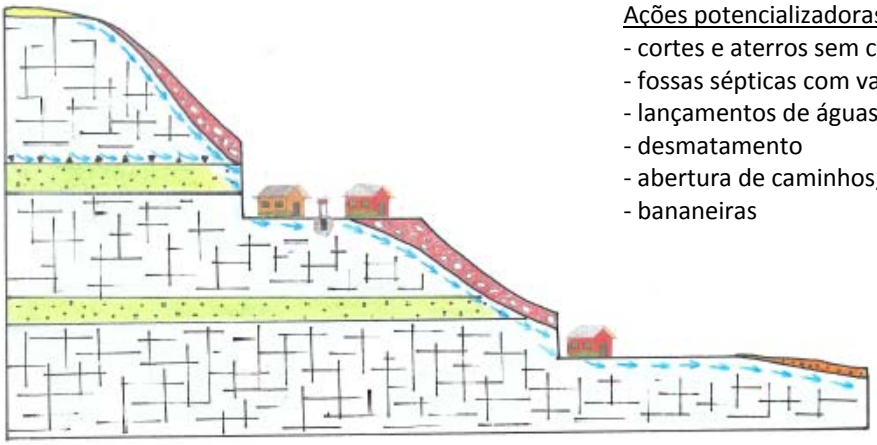
A área de risco localizada na porção extremo SW (**entrada sul da cidade**) constitui uma cicatriz de escorregamento rotacional com abatimentos verticais formando degraus de 1,00 metro de desnível ao longo de pelo menos 100 metros de extensão. Lateralmente à área dos abatimentos de blocos ramifica-se uma fenda com aberturas da ordem de 0,30m e com desníveis da ordem de 0,30 a 050m, alcançando uma extensão de aproximadamente 120 metros, totalizando, assim, uma área instável com cerca de 220 metros de extensão, prevendo-se a ocorrência de futuros escorregamentos rotacionais de maior porte no local. Segundo informações fornecidas por técnicos da Prefeitura e moradores locais, a área de lançamento do referido escorregamento acontecido em junho de 2014 transpôs a pista da BR-153, tendo um alcance superior a 60 metros.

A ocorrência de inúmeros canais naturais de escoamento de água no sopé da encosta sugere a presença de fluxos d'água no interfácies ***colúvio/substrato rochoso***, o que pode potencializar a deflagração do processo, visto constituir uma superfície lubrificante para o deslizamento do material coluvial na encosta. As áreas potenciais para a ocorrência de escorregamentos nestas condições encontram-se demarcadas nos mapas anexos ao presente relatório.

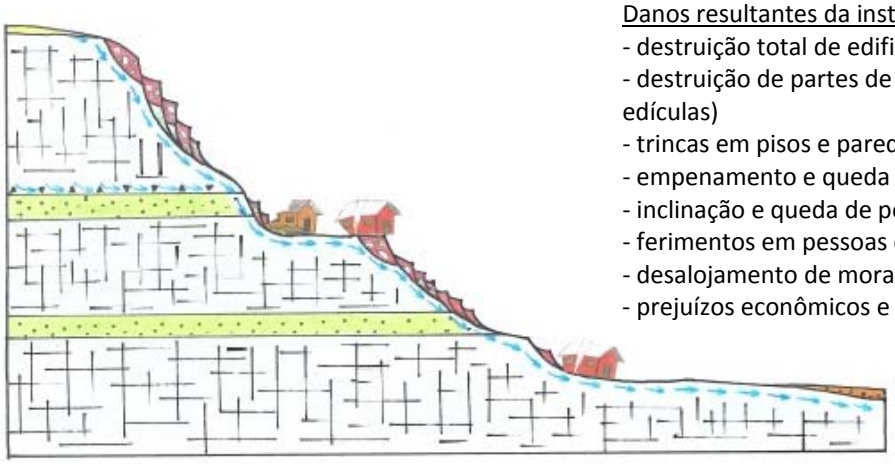
A terceira área de risco digna de nota se localiza no **extremo oeste** da área, sendo caracterizada pela presença de movimentação de solo que provocou avarias numa edificação (interditada), outros pequenos escorregamentos e a formação de diversas fendas e degraus de abatimento, instalados à montante de algumas edificações locais, as quais podem ser atingidas por futuros movimentos de massa em épocas de intensas precipitações pluviométricas. Trata-se de uma área instável sujeita à recorrência do processo em períodos chuvosos que possam atingir índices pluviométricos acima da média regional.



Feições indicativas de instabilização da encosta
- árvores inclinadas
- trincas no solo
- degraus de abatimento no terreno
- ondulações no terreno
- colúvios remobilizados

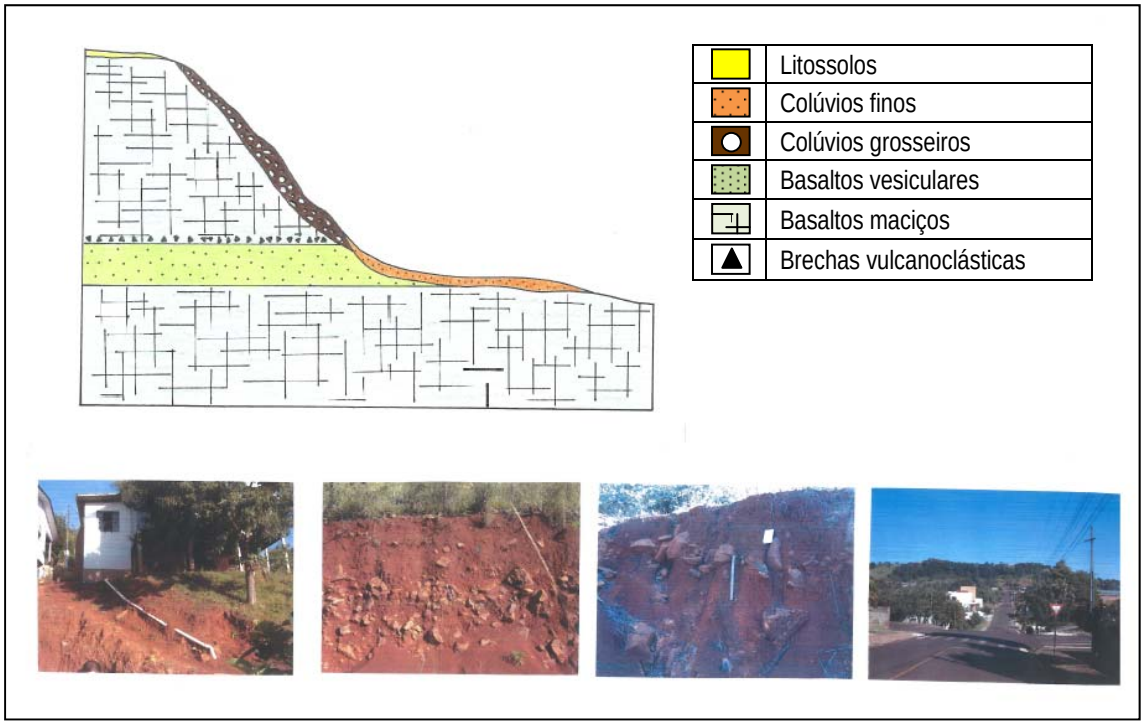


Ações potencializadoras de instabilização da encosta
- cortes e aterros sem critérios de engenharia
- fossas sépticas com vazamentos
- lançamentos de águas de uso doméstico sobre o solo
- desmatamento
- abertura de caminhos, trilhas, carreiros
- bananeiras

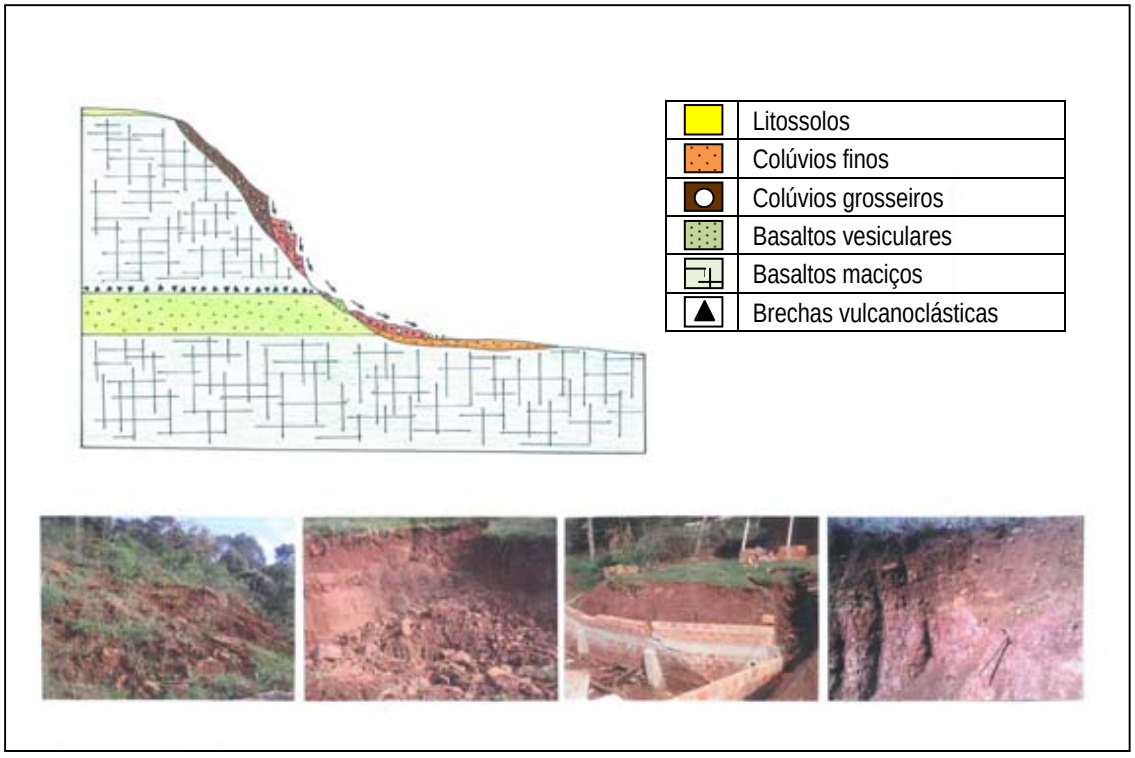


Danos resultantes da instabilização da encosta
- destruição total de edificações
- destruição de partes de edificações (alpendres e edículas)
- trincas em pisos e paredes de edificações
- empenamento e queda de muros
- inclinação e queda de postes
- ferimentos em pessoas e animais domésticos
- desalojamento de moradores
- prejuízos econômicos e sociais

MODELO ESQUEMÁTICO DOS ESCORREGAMENTOS DE SAUDADE DO IGUAÇU (PR)
Encostas recobertas por solos transportados (colúvios)

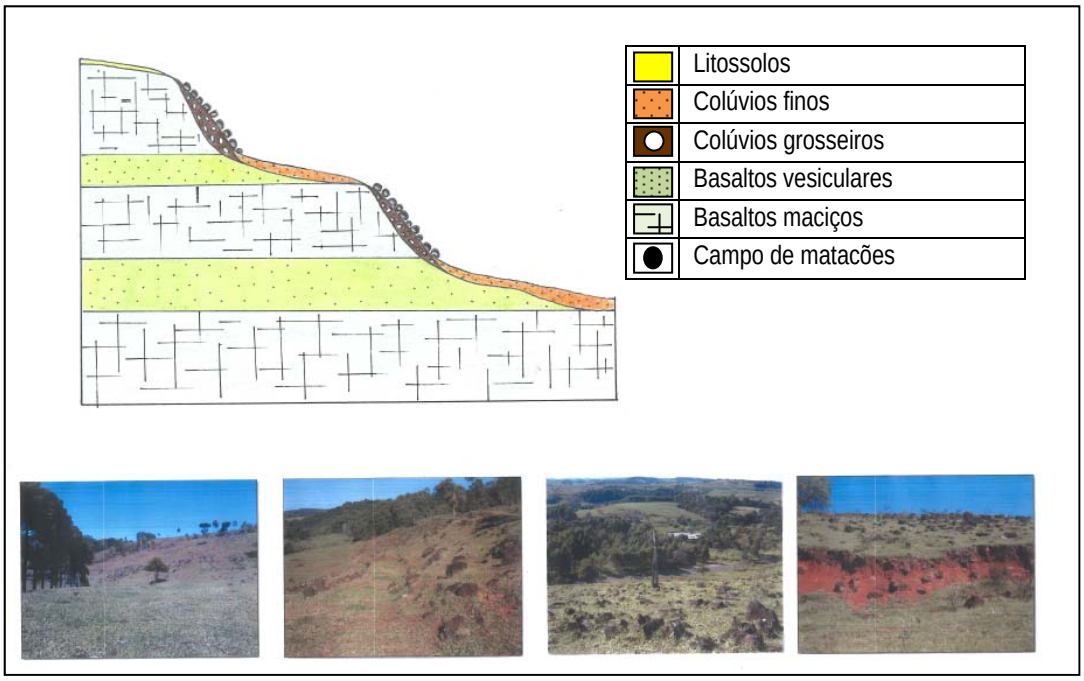


A. Perfil da encosta recoberta por solos transportados (colúvios finos e grosseiros) e com intervenções antrópicas (cortes, taludes e aterro).

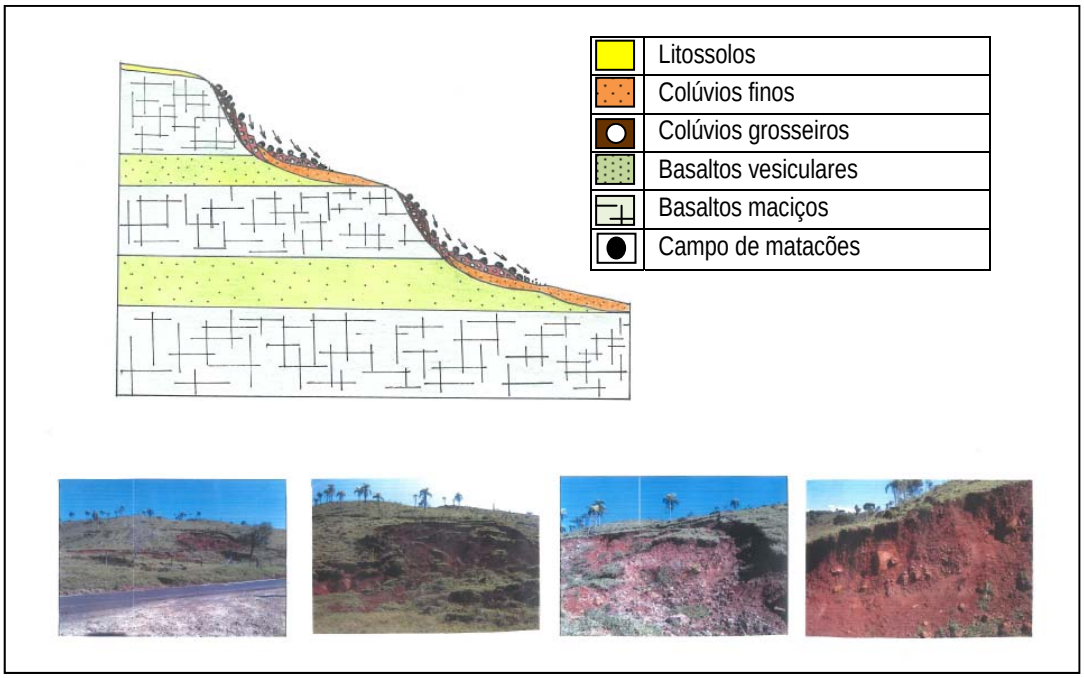


B. Perfil da encosta atingida por escorregamentos.

MODELO ESQUEMÁTICO DOS ESCORREGAMENTOS DE SAUDADE DO IGUAÇU (PR)
Encostas recobertas por solos transportados (colúvios) e campo de matacões



A. Perfil da encosta recoberta por solos transportados (colúvios finos e grosseiros) e campo de matacões.

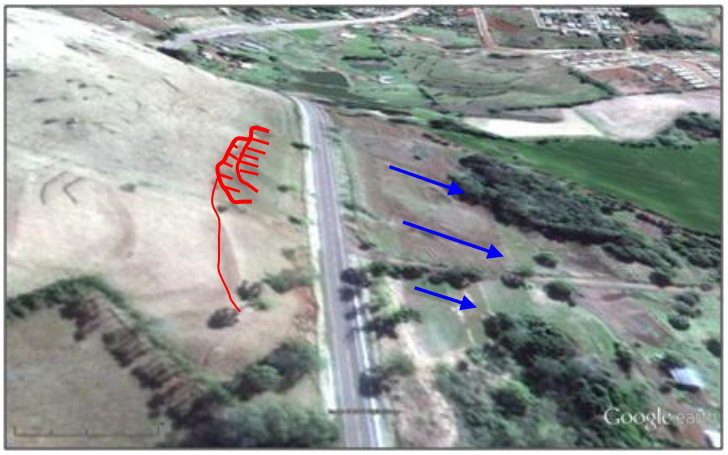


B. Perfil da encosta atingida por escorregamentos.

ESCORREGAMENTO LOCALIZADO NA ENTRADA SUL DA CIDADE DE SAUDADE DO IGUAÇU (BR-158)

Área do escorregamento, à beira da estrada - entrada sul da cidade (2014)

Imagem Google Earth, 2010 - Notar feições precursoras na área do escorregamento: cortes e taludes verticalizados.



Área atingida pelo escorregamento. Notar o sistema de drenagem (surgências) na margem oposta da rodovia.

Ao fundo a área de risco (Morro da Caixa d"Água). Notar o relevo em forma de patamar (degrau).

Feições de escorregamentos associados ao Morro da Caixa d'Água, verificados em junho/14.

Muro danificado por deslizamento e queda de solo em talude escavado sem critérios de engenharia.

(Morro da Caixa d'Água - junho/14)

Deslocamentos de muro frontal de residência em local de corte/aterro na parte inferior da encosta associada ao Morro da Caixa d'Água (junho/14). Na foto à direita, destruição de pequena construção.

Material lançado na encosta atingindo um muro e a lateral de residências (Morro da Caixa d'Água - junho/14).

Alpendre danificado por movimentação do terreno à jusante da moradia (foto à esquerda) (Morro da Caixa d'Água - junho/14).

Piso de moradia danificado por movimentação do terreno (Morro da Caixa d'Água - junho/14).

Detalhe da ocorrência de colúvio grosso recobrindo colúvio fino e basalto alterado (saprólito).
(Morro da Caixa d'Água - junho/14)

Deslocamento do meio-fio da estrada da Linha Pereira, provocado por movimentação do terreno à jusante.
(Morro da Caixa d'Água - junho/14)

Árvores inclinadas por rastejo de solo à meia encosta.
(Morro da Caixa d'Água - junho/14)

Depósito de deslizamento de solo com sulcos de erosão acelerada. (Morro da Caixa d'Água - junho/14).

Ondulações e degraus de abatimento produzidos por rastejo de solo à meia encosta.
(Morro da Caixa d'Água - junho/14)

Degraus de abatimento formados por movimentação do terreno após as chuvas de junho de 2014.
(Morro da Caixa d'Água - junho/14)

Fossa séptica, lançamento de águas servidas e bananeiras em casa afetada pela movimentação do terreno em junho de 2014 no Morro da Caixa d'Água.

Lançamento de águas servidas em moradias do Morro da Caixa d'Água (junho/14).

Depósito de lixo em torno de moradia à meia encosta. (Morro da Caixa d'Água - 2015).

Fundações de casa danificada por movimentação do terreno em junho de 2014.

Trincas no solo, geradas por movimentação da encosta, vários meses após as chuvas de junho de 2014 (Morro da Caixa d'Água).

Vista da encosta localizada na porção extremo oeste da área, onde foi delimitada outra importante área de risco, constituída por três subáreas e onde também ocorreram escorregamentos que afetaram moradias.

Aspecto de taludes abertos porção extremo oeste da área, mostrando a presença de colúvios grosseiros associados a encostas de altas declividades, constituindo áreas suscetíveis a escorregamentos.

Ocorrência de degraus de abatimentos e escorregamentos localizados na encosta do morro localizado na porção extremo oeste da área. Notar a presença de colúvio grosseiro local do escorregamento.

Ocorrência de fendas e degraus de abatimento na encosta localizada na porção extremo oeste da área, onde foram delimitadas áreas de risco (ver mapas em anexo).

Ocorrência de escorregamentos (rotacionais) na encosta localizada na porção extremo oeste da área, onde foram delimitadas áreas de risco (ver mapas em anexo).

Detalhe da edificação afetada por processo de escorregamento na encosta localizada na porção extremo oeste da área, com abaulamentos, trincas no piso e perda de prumadas (casa interditada).

Detalhe de casas construídas em área de risco associada à encosta localizada
na porção extremo oeste da área.

Detalhe de casas construídas em área de risco associada à encosta localizada
na porção extremo oeste da área.

Detalhe de casas construídas em área de risco associada à encosta localizada
na porção extremo oeste da área.

Área de escorregamentos na **entrada sul** da cidade, às margens da BR-158, tratando-se de um escorregamento rotacional com extensão lateral superior a 200 metros.

Detalhes das fendas e degraus de abatimento desenvolvidos lateralmente à área principal do escorregamento da **entrada sul** da cidade, às margens da BR-158.

Detalhes das fendas e degraus de abatimento desenvolvidos lateralmente à área principal do escorregamento da **entrada sul** da cidade, às margens da BR-158.

10. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA OCUPAÇÃO URBANA

O denominado Mapa Síntese (Riscos Geológicos e adequabilidade para ocupação urbana **(Anexo 8),** apresenta a síntese dos resultados obtidos no presente trabalho, indicando as áreas com restrições à ocupação urbana em relação aos riscos de escorregamentos, como também aquelas consideradas adequadas para tal finalidade.

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

LEGENDA DO MAPA SÍNTESE (RISCOS GEOLÓGICOS E ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA)						
Unidades de mapeamento	Declividades	Relevo	Condicionantes	Fragilidades, deficiências e riscos associados (Restrições)	Potenciais	Adequabilidade para ocupação urbana
Litossolos	0 - 10%	Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado (platôs), posicionadas no topo de morros com grande amplitude, recobertos por solos rasos e afloramentos rochosos (lajes de pedra). Constituem áreas margeadas por encostas de alta declividade.	Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos, permeáveis, espessuras inferiores a 0,30m, recobrindo afloramentos de basalto maciço cinza escuro que ocorrem na forma de "lajes de pedra".	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), sendo necessárias detonações com explosivos para efetuar escavações no terreno devido a presença de rocha dura aflorante. 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 margeadas por encostas com altas declividades, devendo-se manter zonas de amortecimento entre o topo aplainado e a encosta íngreme. Áreas expostas em topo de morro sujeitas a ventanias e eventual queda de raios.	Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã aflorante (basalto maciço). Áreas não suscetíveis à erosão, escorregamentos, colapsos, adensamentos ou afundamentos. Solos com boa capacidade de suporte de cargas e fundações.	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.

continua

Unidades de mapeamento	Declividades	Relevo	Condicionantes	Fragilidades, deficiências e riscos associados (Restrições)	Potenciais	Adequabilidade para ocupação urbana
Solos residuais	0 - 20%	Relevo suavemente ondulado.	Solos argilosos, castanho-avermelhados a arroxeados, profundos, bem drenados, porosos, homogêneos, com espessuras de 0,50 a 6,00 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. Necessidade de implantação imediata de sistema de drenagem em áreas expostas ou desprotegidas pela retirada da cobertura vegetal ou ocupadas por atividades agrícolas.	Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado, constituídas por solos argilosos, espessos, porosos e homogêneos. Boa capacidade de suporte de carga e fundações. Boas condições de escarificação e/ou escavabilidade com uso de equipamentos mecânicos. Facilidades na implantação de infraestrutura enterrada (redes de abastecimento de água, esgoto, fossas sanitárias, entre outros). Facilidade na implantação de malha viária. Relativa capacidade de depuração de bactérias em áreas com solos espessos e com nível freático profundo.	Áreas adequadas para ocupação urbana.
Solos residuais localizados nas proximidades de encostas de alta declividade	0 -20%	Relevo suavemente ondulado.	Solos argilosos, castanho-avermelhado a arroxeados, profundos, bem drenados, porosos, homogêneos, com espessuras de 0,50 a 6,00 metros. Derivados da alteração de rochas basálticas .	Zonas de amortecimento junto a encostas de alta declividade, com risco de absorção de material proveniente de escorregamentos das encostas marginais, as quais são constituídas por material coluvial instável.	Declividades baixas a moderadas.	Áreas passíveis de ocupação urbana mediante monitoramento, principalmente em períodos de intensas chuvas, pois podem ser alcançadas por material lançado das encostas adjacentes em eventos de escorregamentos. "Área de Atenção"

continua

Unidades de mapeamento	Declividades	Relevo	Condicionantes	Fragilidades, deficiências e riscos associados (Restrições)	Potenciais	Adequabilidade para ocupação urbana
Solos transportados (colúvios finos)	0 - 10%	Relevo em forma de rampas suavizadas, principalmente desenvolvidas entre diferentes derrames basálticos.	Solos castanho-amarronados, de composição siltíco-argilosa englobando grânulos e fragmentos de rocha na matriz e com presença de "stone lines" na base. Porosos e permeáveis. Espessuras de 0,50 a 1,00 metro.	Áreas com declividades baixas a moderadas intercaladas a áreas suscetíveis a escorregamentos, ficando, assim, sujeitas a receber material derivado de eventuais escorregamentos das encostas adjacentes.	Declividades baixas a moderadas .	Apresentam riscos moderados de recepção de material proveniente do escorregamento das encostas adjacentes com altas declividades, sendo necessários estudos geotécnicos específicos para uma eventual ocupação, como também projetos específicos de urbanização (ex.: ocupação restrita desvinculada do padrão geométrico habitual de quadras e vias em malha regular). Podem se tornar inviáveis devido às condições locais e altos custos para implantação de obras de proteção.
Solos transportados (colúvios grosseiros) / Campo de matacões	>10%	Relevo íngreme com encostas de declividades moderadas a altas, com segmentos que atingem inclinações superiores a 45%.	Solos castanho-amarronados com matriz granular síltico-argilosa, porosos e permeáveis, englobando fragmentos e blocos subangulosos de basalto maciço e vesicular. Espessuras até 2,00 metros. Ocorrência de campo de matacões nas declividades superiores a 30%.	Áreas de encostas íngremes englobando segmentos com declividades de 10 - 20% intercalados a segmentos com declividades superiores a 20%, suscetíveis a escorregamentos, rolamento de blocos ou formação de rampas de lançamento (recepção do material escorregado). Áreas com alta suscetibilidades a escorregamentos e rolamento de blocos. Áreas constituídas por depósitos instáveis e incoerentes (colúvios finos e grosseiros) e campo de matacões. Áreas de grande fragilidade ambiental, a qual é potencializada pela abertura de cortes e taludes no terreno, implantação de fossas sanitárias, acessos, entre outros. Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e vias de acessos devido, principalmente, às altas declividades e presença de blocos e matacões em grande quantidade.	Áreas indicadas para preservação ambiental.	Inadequadas para ocupação urbana, com histórico de ocorrência de escorregamentos localizados e de grande amplitude, com formação de rampas de lançamento com mais de 60 metros de projeção horizontal. Grande incidência de escorregamentos na unidade, além de feições de instabilização (fendas, trincas, degraus de abatimento), indicando a fragilidade e potencial para recorrência do processo, o que inviabiliza a ocupação urbana, principalmente nas áreas de risco. Estudos geotécnicos complementares em detalhe para definir a necessidade de implantação de obras de proteção ou contenção em locais já ocupados ou de ocupação inevitável , entre as quais drenagem, muros de contenção, escadas hidráulicas, atirantamentos, barramentos, entre outros. continua

				Áreas de alta permo-porosidade, com intenso fluxo piezométrico em subsuperfície, ocasionando rápida absorção de água pelos materiais inconsolidados, com consequente 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 grande incidência de bananeiras, as quais constituem fator potencial para desencadear processos de escorregamentos devido ao grande acúmulo de água em subsuperfície		
Áreas de surgências e nascentes	0 - 20%	Relevo suave a moderado.	Solos transportados, predominantemente.	Área de nascentes e surgências perenes e intermitentes, com presença de antigos tanques e lagoas. Nível freático raso. Áreas com sistema hídrico alimentado, em parte, pelo fluxo piezométrico advindo das encostas adjacentes, constituídas por material coluvial.	Áreas de preservação ambiental, indicadas para implantação de parques ou áreas de lazer.	Restrições à ocupação urbana em função da presença de nascentes e surgências.
Áreas de surgências e nascentes localizadas nas proximidades de encostas de alta declividade	0 - 20%	Relevo suave a moderado.	Solos transportados.	Zona de amortecimento junto a encostas de alta declividade, com risco de recepção de material proveniente de escorregamentos marginais.	Áreas de preservação ambiental, indicadas para implantação de parques ou áreas de lazer.	Áreas indicadas para implantação de parques ou lazer. "Áreas de Atenção" pois podem ser alcançadas por material lançado das encostas adjacentes em eventos de escorregamento.

11. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. A área urbana de Saudade do Iguaçu 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. No âmbito do perímetro urbano foram diferenciadas três macrounidades de derrames basálticos, com espessuras da ordem de 50 metros, as quais acham-se subdivididas internamente em derrames de menores espessuras (10m a 15m), os quais foram identificados utilizando-se critérios geomorfológicos (quebras de relevo em degraus) e pela ocorrência de campos lineares de matacões, associados aos segmentos de terreno com declividades acentuadas, correspondentes às faces frontais dos derrames;

3. Na área de estudo foram caracterizadas coberturas de materiais inconsolidados (solos), representadas pelas seguintes unidades de terreno: solos residuais, litossolos, solos transportados (colúvios finos, colúvios grosseiros e depósitos de tálus) e campos lineares de matacões, sendo estes dois últimos associados às declividades mais acentuadas da área;

4. Os solos residuais, derivados da alteração "in situ" das rochas basálticas, constituem solos argilosos de coloração castanho-avermelhado, com espessuras de 0,50m a 6,00m, com área de ocorrência associada a relevo suavemente ondulado, onde assenta-se a maior parte da malha urbana de Saudade do Iguaçu;

5. Os litossolos constituem solos rasos e pedregosos, de espessuras inferiores a 0,30m e ocorrem predominantemente recobrindo afloramentos rochosos que ocorrem na forma de "lajes de pedra", principalmente do quadrante SW da área;

6. Os solos transportados, representados por colúvios finos, colúvios grosseiros e localmente depósitos de tálus, constituem solos instáveis e incoerentes, de matriz síltico-argilosa, englobando fragmentos e blocos de rocha basáltica recobrindo as porções de terrenos de declividades acentuadas;

7. Os campos lineares de matacões constituem concentrações superficiais de blocos subangulosos de rocha basáltica, ocorrendo associados a terrenos de altas declividades, marcando a face frontal de unidades de derrames basálticos;

8. Os acidentes geológicos verificados na área urbana de Saudade do Iguaçu dizem respeito a movimentos gravitacionais de massa associados a escorregamentos de encostas, sendo registrados importantes eventos nos anos de 2010 e 2014;

9. Os escorregamentos verificados na área urbana de Saudade do Iguaçu se restringem à área de ocorrência dos solos transportados (colúvios finos, colúvios grosseiros e depósitos de tálus) e campos lineares de matacões. Foram deflagrados em período de intensa precipitação pluviométrica, atingindo, principalmente, áreas com ocupação humana irregular, sendo constatadas as seguintes práticas potencializadoras do processo no local: ocupação de encostas de alta declividade, edificações com precárias fundações, lançamento de águas servidas na encosta, presença de fossas sanitárias junto às habitações, lançamento de lixo na encosta, ausência de sistema de drenagem (captação e condução das águas pluviais), cortes 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);

10. Na área de abrangência do presente estudo foram delimitadas 13 ***áreas de risco***, definidas segundo critérios especificados no corpo deste relatório, além de ***áreas suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa***

(escorregamentos), as quais apresentam as condicionantes ambientais predisponentes para o processo (geologia, geomorfologia, hidrologia, coberturas inconsolidadas), que pode ser potencializado pela ocupação irregular, sem critérios técnicos adequados;

11. Para a elaboração do presente trabalho foram confeccionados 08 mapas básicos e temáticos, os quais são apresentados em anexo, com destaque aos mapas de riscos geológicos e de adequabilidade para ocupação urbana, dotados de legendas autoexplicativas;

12. Recomenda-se que as áreas caracterizadas como ***áreas de risco*** sejam efetivamente interditadas, com consequente recuperação ambiental. Da mesma forma recomenda-se que as áreas com ***suscetibilidade moderada, alta e muito alta a escorregamentos*** tenham restrições à ocupação e, em caso inevitável, que sejam realizados estudos geotécnicos detalhados para definir a viabilidade de implantação de obras de prevenção, as quais, via de regra, se tornam 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.

13. Recomenda-se que sejam definidas zonas de amortecimento, com larguras médias de 30 metros no entorno dos limites das áreas definidas como suscetíveis à ocorrência de escorregamentos (ver mapas e anexo), principalmente no interfácies topo de morro/encosta de alta declividade, como é o caso do Morro da Caixa d'Água e aquele localizado na porção extremo oeste da área de estudo, onde acentua-se o processo de ocupação urbana;

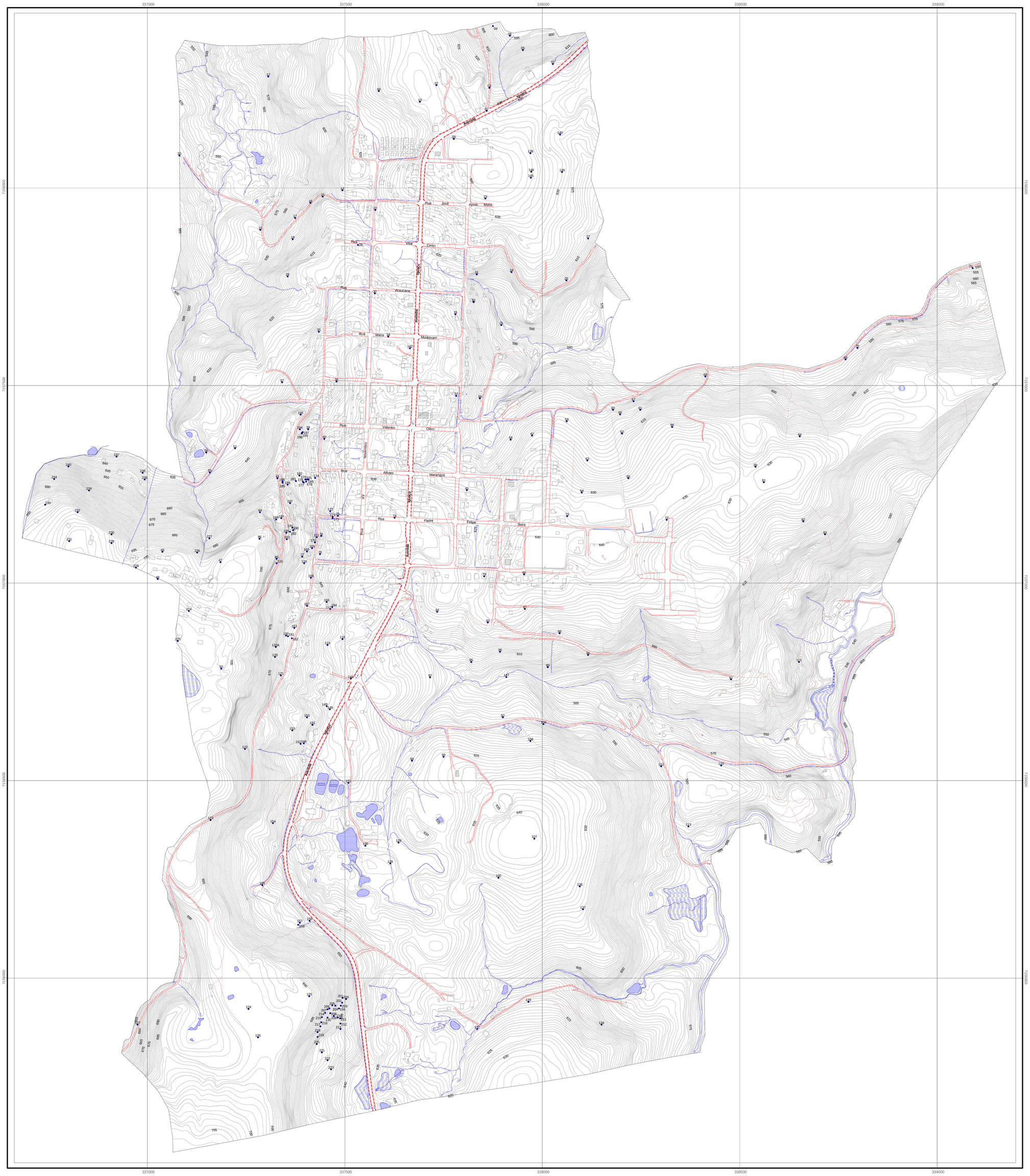
14. Sugere-se que a área de ocorrência de surgências e fluxos superficiais delimitada no quadrante SW da área de estudo (ver mapa síntese), seja destinada à criação de um parque ambiental, visto a inexistência de tal estrutura urbana na cidade;

15. Finalmente recomenda-se à Prefeitura Municipal de Saudade do Iguaçu que, num futuro próximo, complemente a base planialtimétrica abrangendo todo o perímetro urbano da cidade e entorno, possibilitando uma melhor definição de áreas para expansão urbana.

Curitiba, 30 de setembro de 2015.

Luís Marcelo de Oliveira
Geólogo
CREA-PR 9433/D

A N E X O S



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

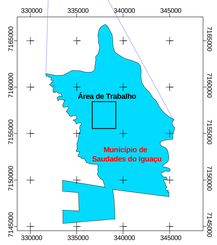
- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

Pontos descritos no campo

- 01

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N
W E
S

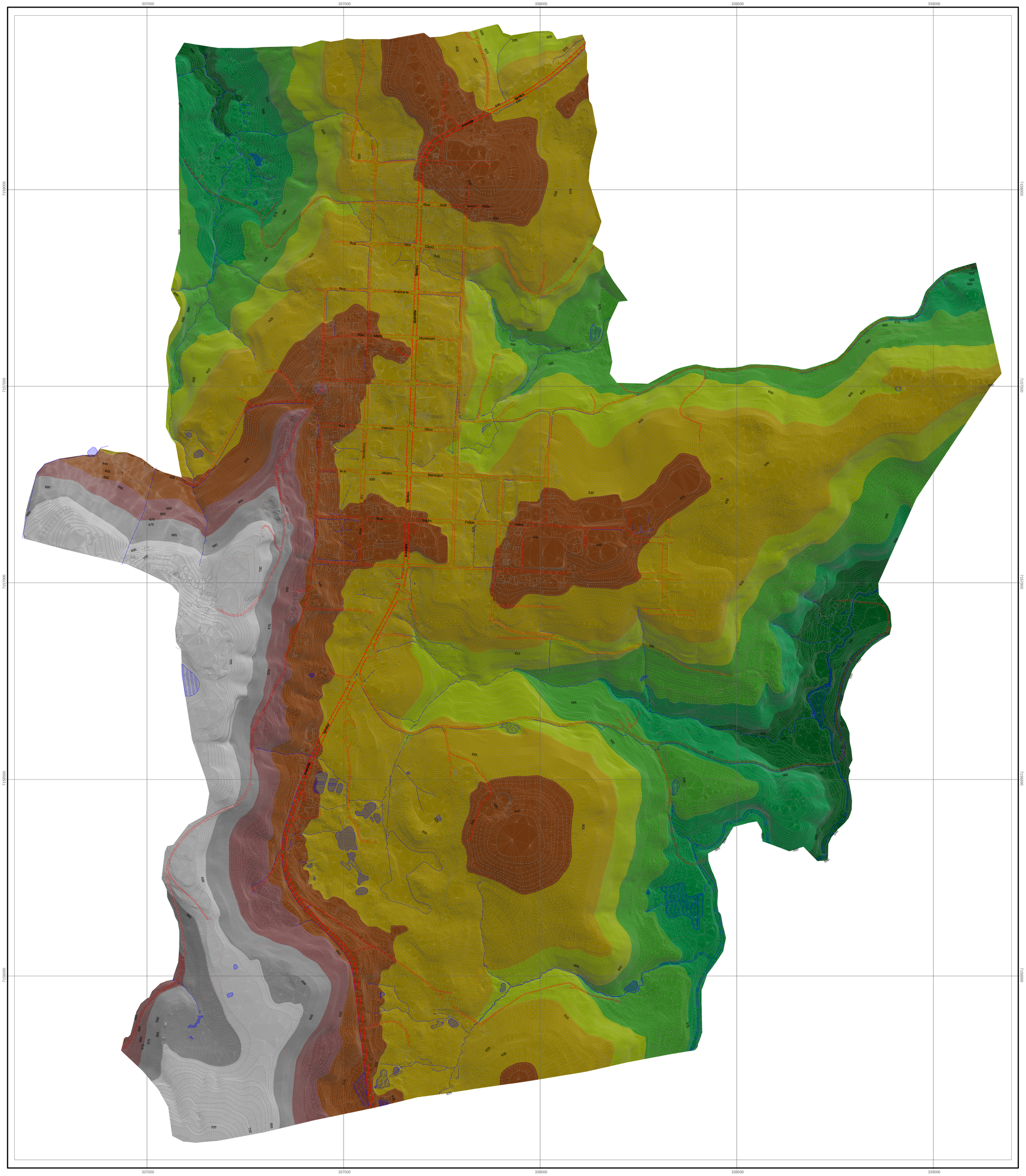
100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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		
Tema:	MAPA DE PONTOS		ANEXO 01
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira	
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti	



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

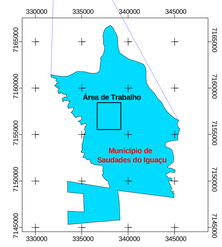
- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

Classes de hipsometria - Cota metros (nível do mar)

- 536 - 555 m
- 555 - 574 m
- 574 - 594 m
- 594 - 613 m
- 613 - 632 m
- 632 - 652 m
- 652 - 671 m
- 671 - 690 m
- 690 - 710 m

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N
W E
S

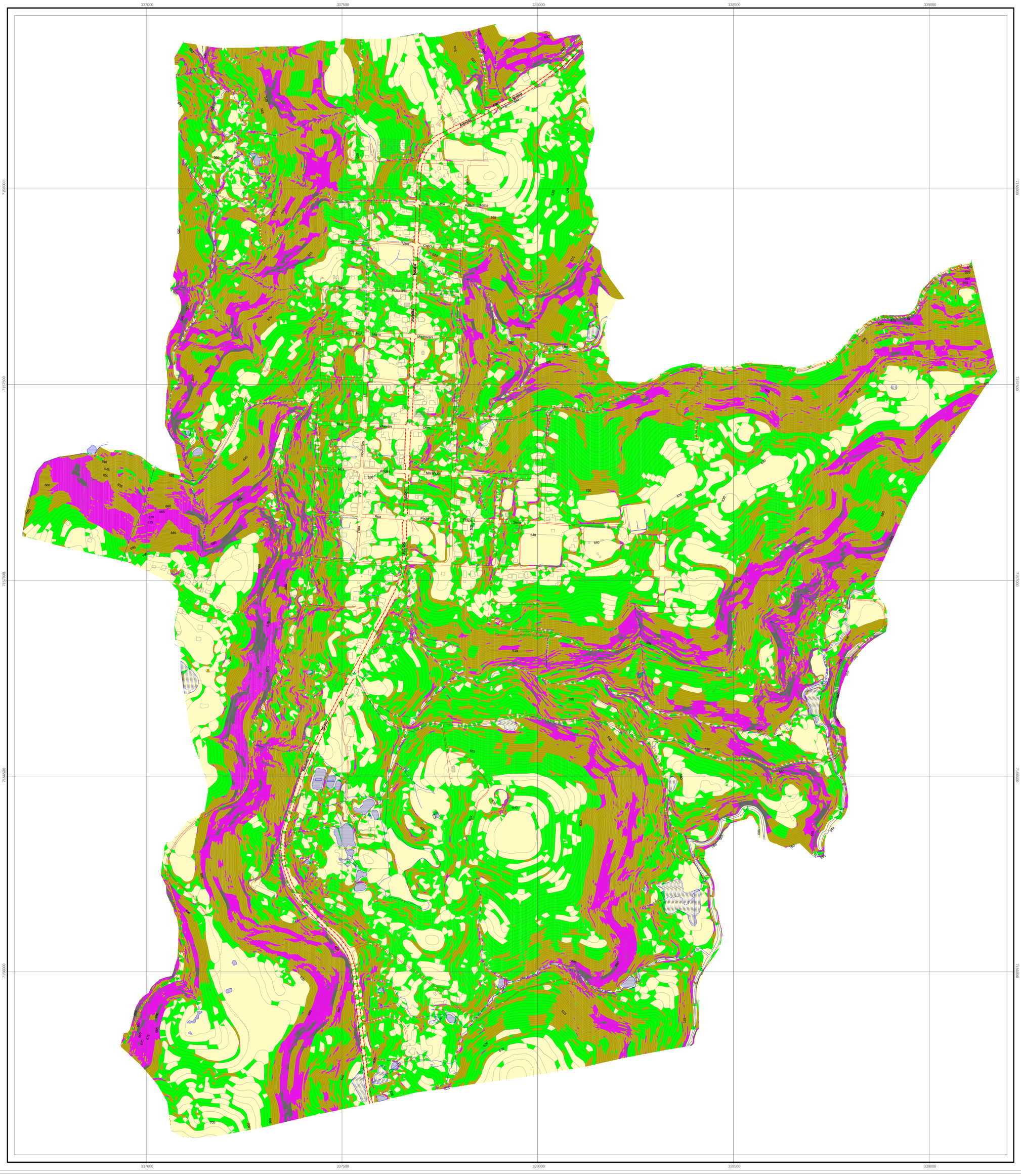
100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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		
Tema:	MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO		ANEXO 02
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira	
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti	



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

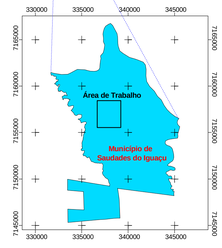
- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

Classes de declividades

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

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N
W E
S

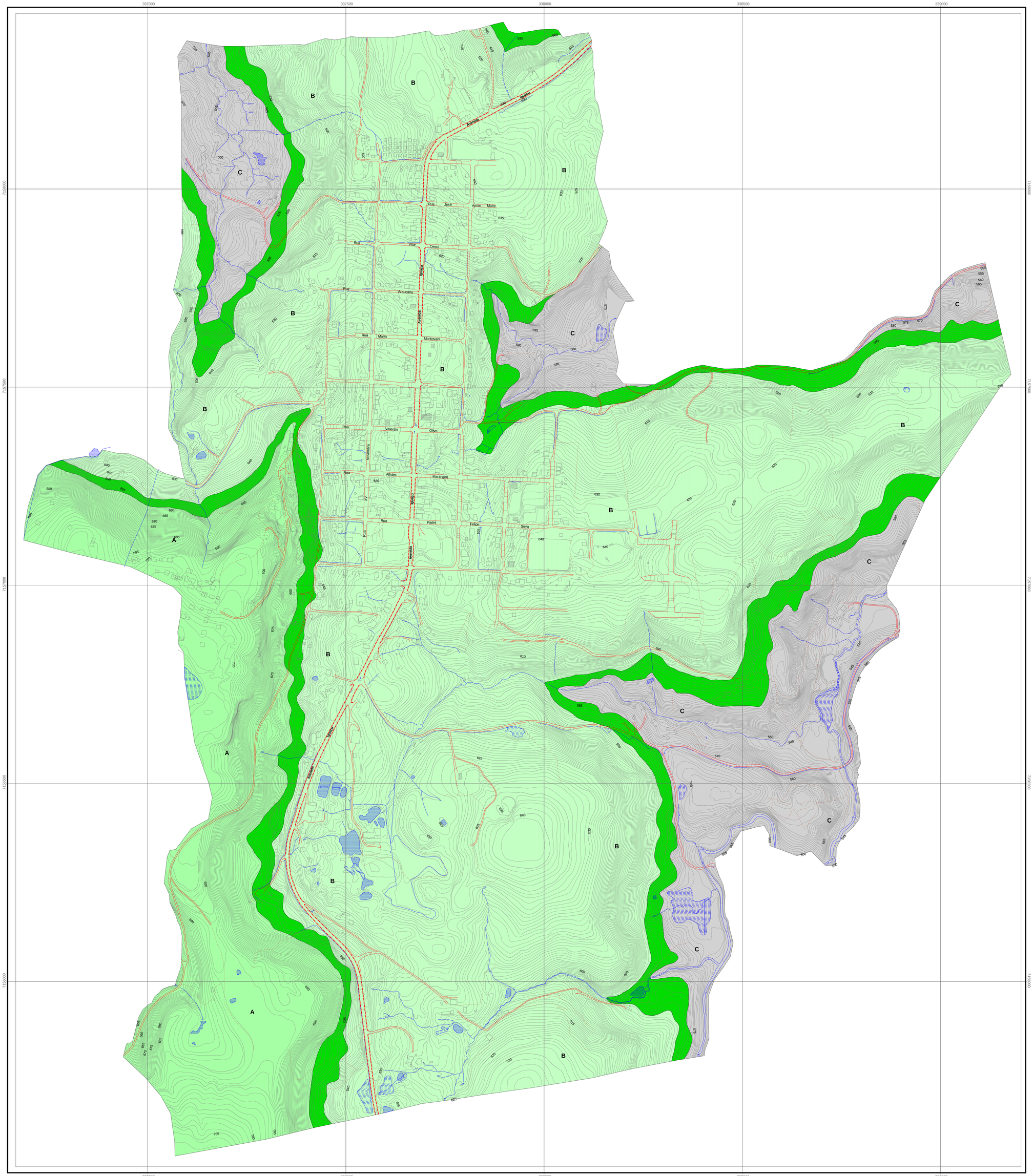
100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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		
Tema: MAPA DE DECLIVIDADES		ANEXO 03
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

Convenções Geológicas

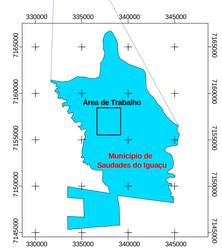
GRUPO SERRA GERAL

Unidades Litológicas

- Basaltos vesiculares com associação de brechas vulcanoclásticas e tufos vulcânicos.
- A, B, C — Macrounidades de basaltos maciços, afaníticos, cinza escuros, intensamente fraturados com disjunção colunar, incluindo internamente sequência de derrames com espessuras médias em torno de 10 a 15 metros, identificadas através de feições geomorfológicas e análise geoestrutura..

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N
W E
S

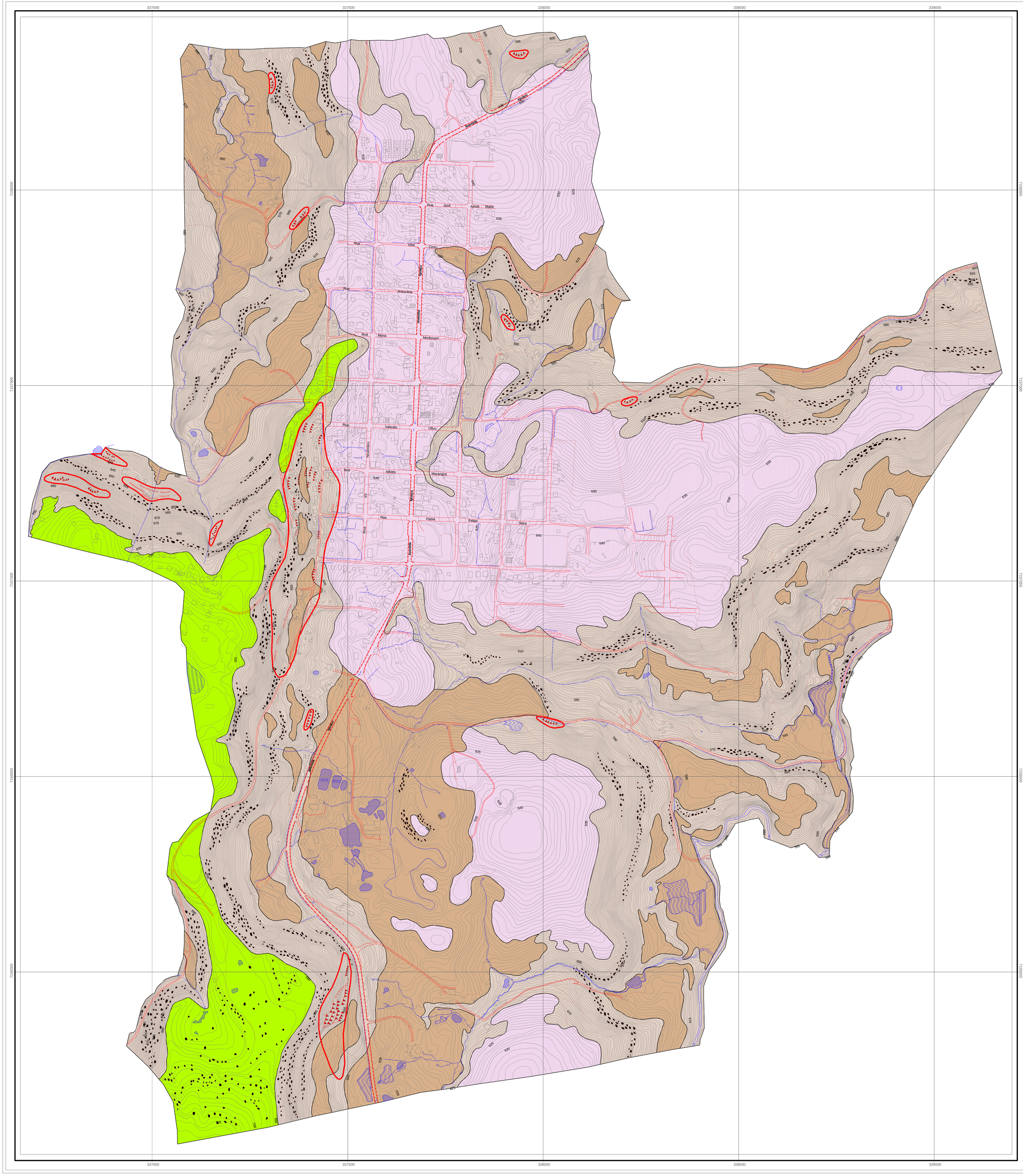
100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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		
Tema: MAPA GEOLÓGICO		ANEXO 04
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti

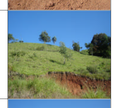


CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

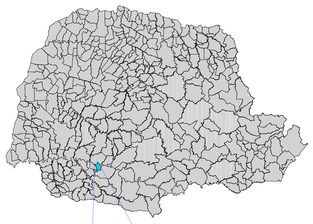
LEGENDA

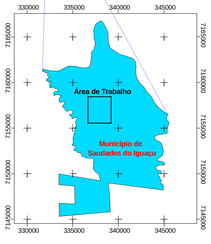
Legenda	Unidade de mapeamento	Declividades	Descrição	Geomorfologia	Fotos
	Litossolos	0 - 10%	Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos, permeáveis, espessuras inferiores a 0,30 m, recobrindo afloramentos de basalto maciço, cinza escuro que ocorrem na forma de lajes de rocha.	Áreas associadas à topo de morros planos a suavemente ondulados com a presença de campo de matacões. Constituem áreas margeadas por encostas de alta declividades.	
	Solos residuais	0 - 20%	Solos argilosos, profundos, bem drenados, porosos, homogêneos, coloração castanho avermelhada, com espessuras de 0,50 a 6,00 metros. Derivados da alteração "in situ" de rochas basálticas.	Relevo suavemente ondulado.	
	Solos transportados (colúvios finos)	0 - 20%	Solos castanho-amarronados de composição silítico-argilosa englobando grânulos e fragmentos de rocha na matriz e com presença de "stone lines" na base. Porosos e permeáveis. Espessuras de 0,50 a 1,00 metro.	Relevo em forma de rampas suavizadas, pricipalmente desenvolvidas entre diferentes derrames basálticos.	
	Solos transportados (colúvios grosseiros)	> 10%	Solos castanho-amarronados com matriz granular silítico-argilosa, porosos e permeáveis, englobando fragmentos e blocos subangulosos de basalto maciço e vesicular. Espessuras até 2,00 metros.	Relevo com declividades acentuadas, predominantemente maiores que 20%, podendo atingir declividades superiores a 45%.	
	Campo de matacões	> 30%	Concentrações superficiais lineares de blocos subangulosos e matacões de dimensões decimétricas (até 1,00 metro de diâmetro), constituídos predominantemente por basaltos maciços cinza escuros ao longo de encostas de declividades acentuadas.	Relevo com declividades acentuadas, marcando diferentes níveis de derrames basálticos.	

- Áreas atingidas por movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos).
- Cicatrizes de escorregamentos.
- Degraus de abatimento, trincas de terreno.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná





N
W E
S

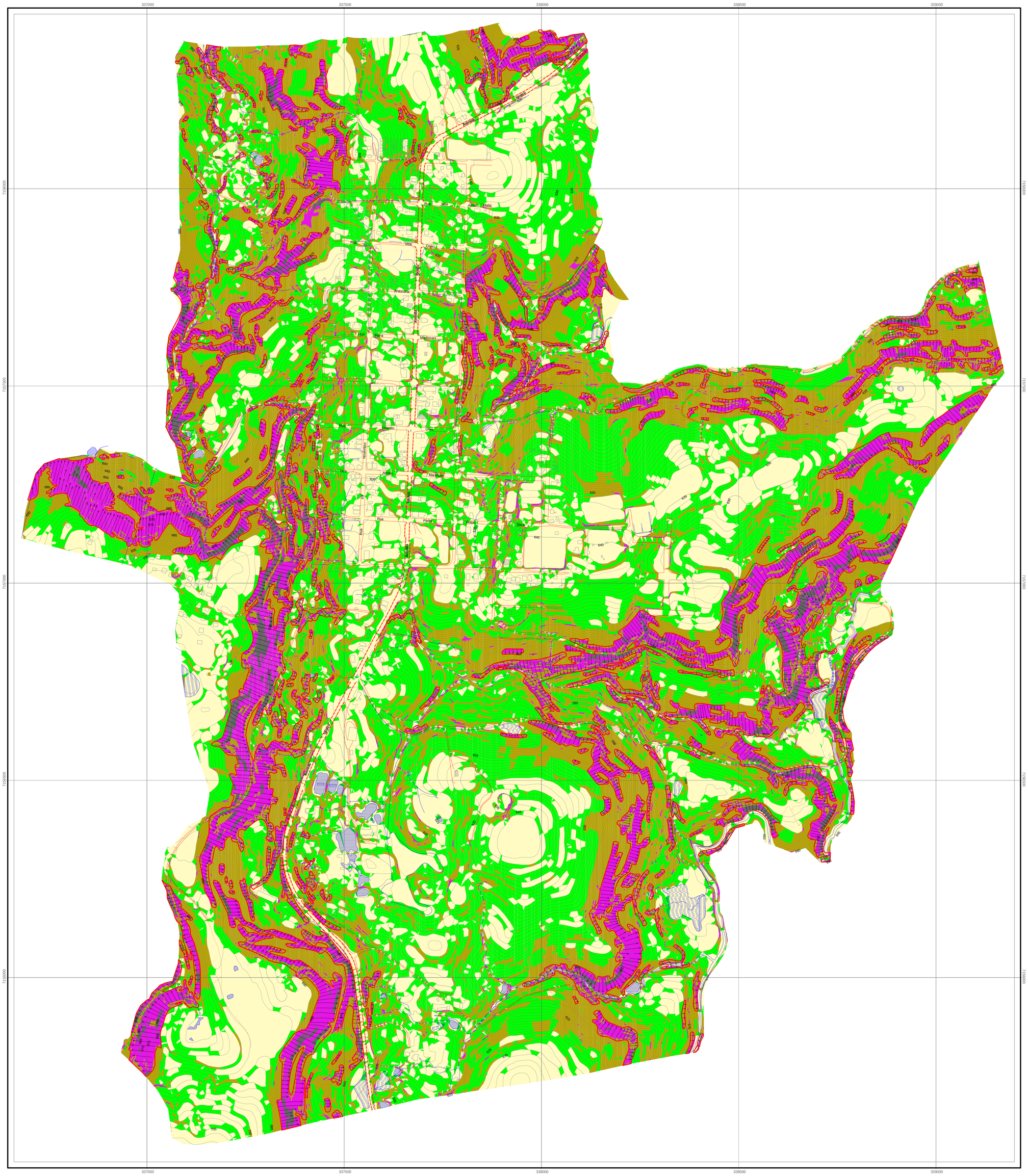
100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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
Tema:	MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS — ANEXO 05
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia	Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Setembro / 2015 — Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

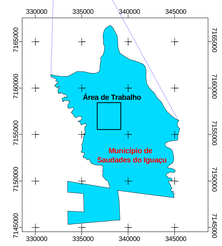
Classes de declividades

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

Sentido de direção de fluxo

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná

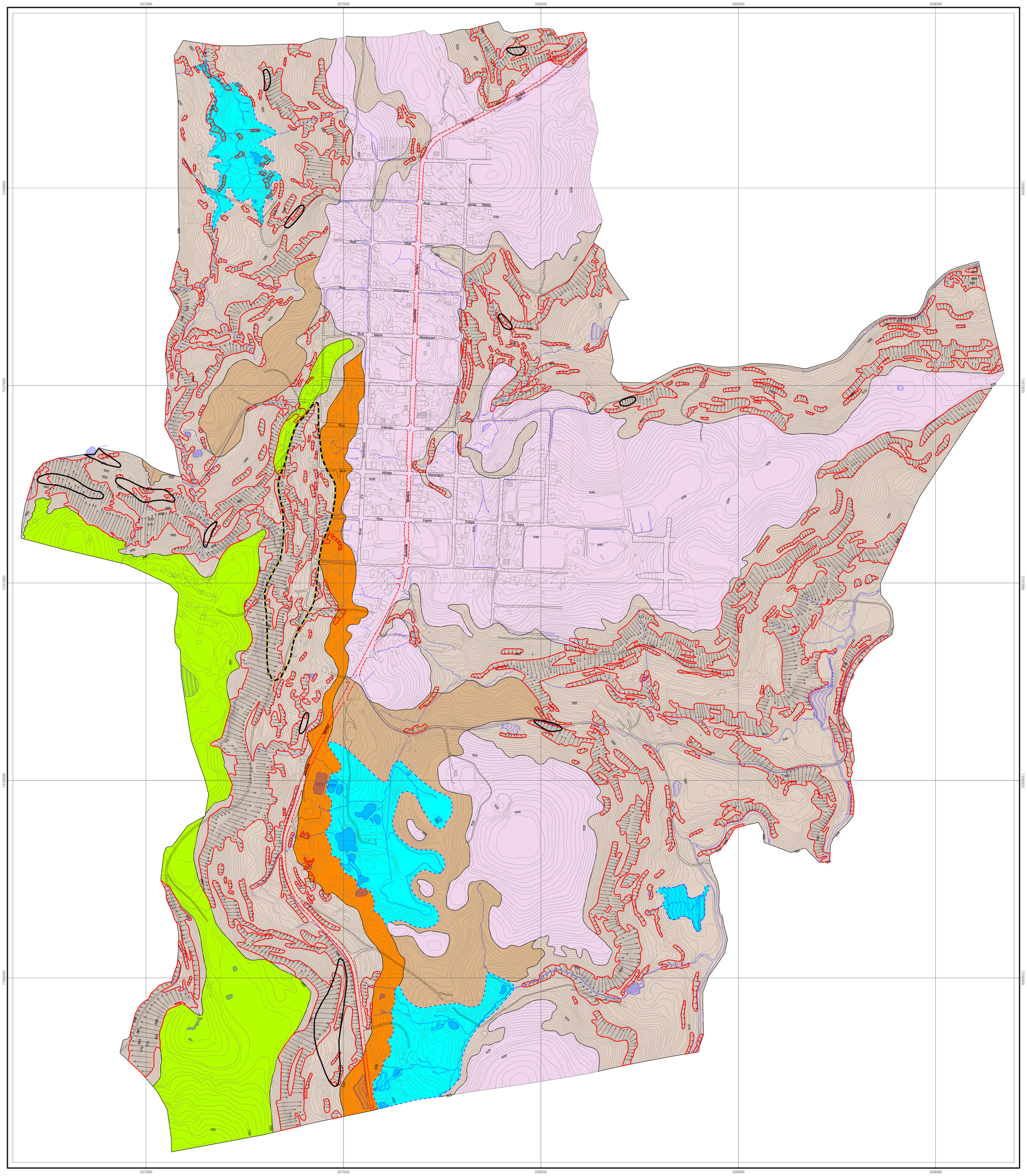


N
W E
S

100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ	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	
Tema:	MAPA COM INDICAÇÃO DO SENTIDO DE FLUXO EM EVENTUAIS ESCORREGAMENTOS	ANEXO 06
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

LEGENDA

Legenda	Unidade de Terreno	Declividade	Condicionantes	Relevo	Susceptibilidades a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos e rolamentos de blocos)
	Litossolos	0 - 10%	Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos, permeáveis, espessuras inferiores a 0,30 metros, recobrindo afloramentos de basalto maciço, cinza escuro que ocorrem na forma de lajes de pedra.	Áreas associadas à topo de morros planos a suavemente ondulados com a presença de campo de matacões. Constituem áreas margeadas por encostas de altas declividades.	Baixa a nula (topo do morro) Risco de escorregamentos nas porções laterais do morro, as quais contituem encostas de alta declividade recobertas por colúvios e campo de matacões.
	Solos residuais	0 - 20%	Solos argilosos, castanho-avermelhados, profundos, bem drenados, porosos, homogêneos com espessuras de 0,50 a 6,00 m, Derivados da alteração "in situ" de basaltos.	Relevo suavemente ondulado.	Baixa a nula.
	Solos transportados (colúvios finos)	0 - 10%	Solos castanho- amarronados de composição síltico-argilosa engobando grânulos e fragmentos de rocha na matriz e com presença de "stone lines" na base. Porosos e permeáveis. Espessuras de 0,50 a 1,00 metro.	Relevo em forma de rampas suavizadas, principalmente desenvolvidas entre diferentes derrames basálticos.	Baixa a moderada, com riscos de serem alingidas, localmente, por material lançado das encostas adjacentes de altas declividades em eventos de escorregamentos.
	Solos transportados (colúvios grosseiros) e campo de matacões	>10%	Solos castanho- amarronados com matriz granular síltico-argilosa, porosos e permeáveis, engobando fragmentos e blocos subangulosos de basalto maciço e vesicular. Espessura até 2,00 metros.	Áreas de encostas íngremes engobando segmentos com declividades de 10 - 20% intercalados a segmentos com declividades superiores a 20% , suscetíveis a escorregamentos e rolamento de blocos.	Alta a muito alta. Riscos de escorregamentos ou rolamento de blocos nos terrenos com declividades superiores a 20%. Ocorrência de campo de matacões nas declividades superiores a 30%. Moderada nas porções de terreno com declividades de 10 - 20%, com riscos de constituirem áreas receptoras de material lançado em eventuais escorregamento lateral.
	Áreas de surgências e nascentes	0 - 20%	Solos transportados.	Relevo suave a moderado.	Baixa.
	Áreas marginais à encostas de alta declividade (ÁREAS DE ATENÇÃO)	0 - 20%	Inclui solos residuais e solos transportados.	Relevo suavemente ondulado ou suavemente inclinado.	Moderada, com possibilidade de receber material proveniente de eventuais escorregamentos das encostas adjacentes.

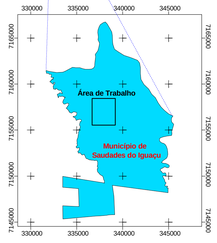
Área já atingida por inúmeros escorregamentos com destruição e avarias de edificações. Feições observadas no terreno: árvores inclinadas, trincas abertas no solo, degraus de abatimento, deslizamentos de solo e rocha, sulcos de erosão acelerada, presença de espécies vegetais notadamente armazenadoras de água em subsuperfície (bananeiras). Avarias nas edificações: trincas em fundações, pisos e paredes, empenamento, inclinação e queda de muros, paredes e postes. No limite da área demarcada no mapa, as feições de instabilização ocorrem ao longo de toda a encosta, mesmo em porções do terreno sem ocupação urbana, atestando a instabilização natural do terreno. As áreas de instabilização se associam principalmente aos terrenos com declividades superiores a 20%, atingindo também áreas adjacentes imediatas com declividades de 10 a 20% as quais constituem rampas de lançamento.

Escorregamentos isolados

Área com alta a muito alta susceptibilidade a escorregamentos e rolamento de blocos com a indicação da direção do fluxo de material em eventuais movimentos de massa. (declividade >20%)

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná

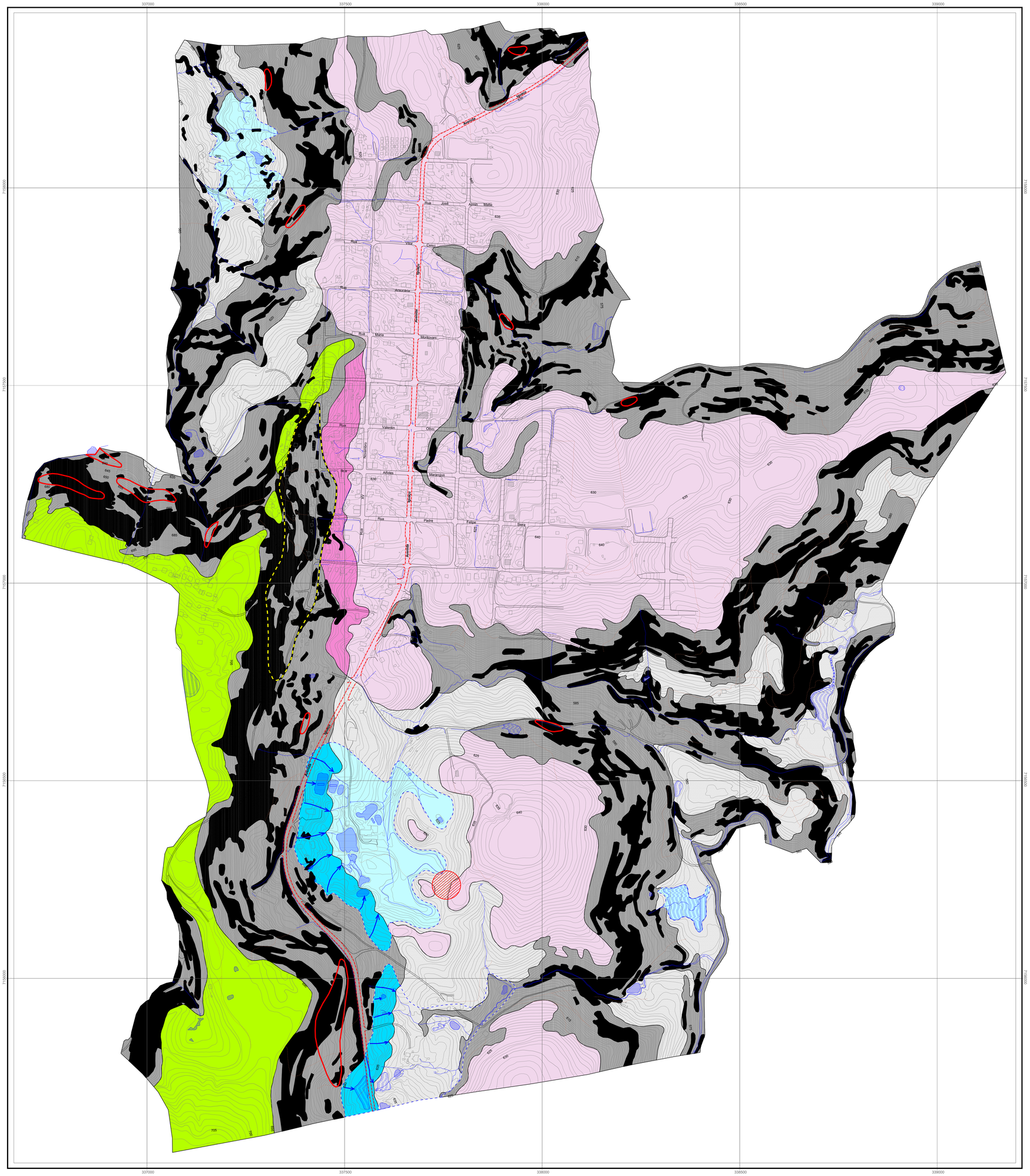


N
W E
S

100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ	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		
Tema:	MAPA DE SUSCEPTIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA (ESCORREGAMENTOS E ROLAMENTO DE BLOCOS)		ANEXO 07
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira	
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti	



LEGENDA

Legenda	Unidade de mapeamento	Declividade	Relevo	Condicionantes	Fragilidades, deficiências e riscos associados (Restrições)	Potenciais	Adequabilidade para ocupação urbana	Fotos
	Litossolos	0 - 10%	Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado (platôs), posicionadas no topo de morros com grande amplitude, recobertos por campos e/ou fragmentos rochosos (lajes de pedra). Constituem áreas margeadas por encostas de alta declividade.	Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos, permeáveis, espessuras inferiores a 0,30m, recobrindo afloramentos de basalto maciço, cinza escuro que ocorrem na forma de lajes de rocha.	Dificuldades na implantação de infraestrutura superficial e enterrada (rubeda de água, redes para iluminação pública, redes de esgoto, fossas sanitárias, vias pavimentadas, entre outros), sendo necessárias detonações com explosivos para efetuar escavações no terreno devido a presença de rocha dura aflorante. 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 margedas por encostas com altas declividades, devendo-se manter zonas de amortecimento entre o topo aplainado e a encosta íngreme. Áreas expostas em topo de morro sujeitas à vetanias e eventual queda de raios.	Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã aflorante (basalto maciço). Áreas não suceptíveis à erosão, escorregamentos, colapsos, adensamentos ou afundamentos. Solos com boa capacidade de suporte de cargas e fundações.	Passíveis de ocupação urbana desde que consideradas as restrições naturais (solos rasos e ambiente suscetível a erosão) 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 zona de amortecimento entre o relevo aplainado e o segmento de encosta abrupto, em caso de ocupação urbana.	
	Solos residuais	0 - 20%	Relevo suavemente ondulado.	Solos argilosos, castanho-avermelhados a arroxeados, profundos, bem drenados, porosos, homogêneos, com espessuras de 0,50 a 6,00 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. Necessidade da implantação imediata de sistema de drenagem em áreas expostas ou desprotegidas pela retirada da cobertura vegetal ou ocupadas por atividades agrícolas.	Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado, constituídas por solos argilosos, espessos, porosos e homogêneos. Boa capacidade de suporte de carga e fundações. Boas condições de escarificação e/ou escavabilidade com uso de equipamentos mecânicos. Facilidades na implantação de infraestrutura enterrada (redes de abastecimento de água, esgoto, fossas sanitárias, entre outros). Facilidade na implantação de malha viária. Relativa capacidade de depuração de bactérias em áreas com solos de espessos e com nível freático profundo.	Áreas adequadas para ocupação urbana.	
	Solos residuais localizados nas proximidades de encostas de alta declividade	0 - 20%	Relevo suavemente ondulado	Solos argilosos, castanho-avermelhado a arroxeados, profundos, bem drenados, porosos, homogêneos, com espessuras de 0,50 a 6,00 metros. Derivados da alteração de rochas basálticas	Zonas de amortecimento junto à encostas de alta declividade com risco de absorção de material proveniente de escorregamentos das encostas marginais, as quais são constituídas por material coluvial instável.	Declividades baixas a moderadas.	Áreas passíveis de ocupação urbana mediante monitoramento, principalmente em período de intensas chuvas, pois podem ser alcançadas por material lançado das encostas adjacentes em eventos de escorregamentos. "Área de Atenção"	
	Solos transportados (colúvios finos)	0 - 10%	Relevo em forma de rampas suavizadas, principalmente desenvolvidas entre diferentes derrames basálticos.	Solos castanho-amarronados de composição silíco-argilosa engobando grânulos e fragmentos de rocha na matriz e com presença de "stone lines" na base. Porosos e permeáveis. Espessuras de 0,50 a 1,00 metro.	Áreas com declividades baixas a moderadas intercaladas à áreas suscetíveis à escorregamentos, ficando, assim, sujeitas a receber de material derivado de eventuais escorregamentos das encostas adjacentes.	Declividades baixas a moderadas.	Apresentam riscos baixos a moderados de recepção de material proveniente do escorregamento das encostas adjacentes com altas declividades, sendo necessários estudos geotécnicos específicos para uma eventual ocupação, como também projeto, implantação e manutenção (Ex. ocupação redrita desvinculada do padrão geométrico habitual de quadras e vias em malha regular). Podem se tornar inviáveis devido às condições locais e altos custos para implantação de obras de proteção.	
	Solos transportados (colúvios grosseiros) / Campo de matacões	10-20% >20%	Relevo íngreme com encostas de declividades moderadas a altas, com segmentos que atingem inclinações superiores a 45%.	Solos castanho-amarronados com matriz granular sílico-argilosa, porosos e permeáveis, engobando fragmentos e blocos subangulosos de basalto maciço e vesicular. Espessuras até 2,00 metros. Ocorrência de campo de matacões nas declividades superiores a 30%.	Áreas de encostas ingremes engobando segmentos com declividades de 10 - 20% intercalados a segmentos com declividades superiores a 20%, suscetíveis a escorregamentos, rolamento de blocos ou formação de rampas de lançamento (recepção do material escorregado). Áreas com alta susceptibilidades à escorregamentos e rolamento de blocos. Áreas constituídas por depósitos inteiraes e incoerentes (colúvios finos e grosseiros) e campo de matacões. Áreas de grande fragilidade ambiental, a qual é potencializada pela abertura de cortes e taludes no terreno, implantação de fossas sanitárias, acessos, 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 alta permo-porosidade, com intenso fluxo piezométricos em subsuperfície, ocasionando rápida absorção de água pelos materiais inconsolidados, com consequente 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 grande incidência de bananeiras, as quais constituem fator potencial para desencadear processos de escorregamentos devido ao acúmulo de água em subsuperfície	Áreas indicadas para preservação ambiental.	Inadequadas para ocupação urbana com histórico de ocorrência de escorregamentos localizados e de grande amplitude, com formação de rampas de lançamento com mais de 60 metros de projeção horizontal. Grande incidência de escorregamentos na unidade, além de feições de instabilização (fendas, trincas, degraus de abatimento), indicando a fragilidade e potencial para recorrência do processo, o que inviabiliza a ocupação urbana, principalmente nas áreas de risco. Estudos geotécnicos complementares em detalhe para definir a necessidade de implantação de obras de proteção ou contenção em locais já ocupados ou de ocupação inevitável , entre as quais drenagem, muros de contenção, escadas hidráulicas, alirantamentos, barramentos, entre outros.	
	Áreas de surgências e nascentes	0 - 20%	Relevo suave a moderado.	Solos transportados, predominantemente.	Área de nascentes e surgências perenes e intermitentes, com presença de antigos tanques e lagoas. Nível freático raso. Áreas com sistema hídrico alimentado, em parte, pelo fluxo piezométrico advindo das encostas adjacentes, constituídas por material coluvial.	Áreas de preservação ambiental, indicadas para implantação de parques ou áreas de lazer.	Restrições à ocupação urbana em função da presença de nascentes e surgências.	
	Áreas de surgências e nascentes localizados nas proximidades de encostas de alta declividade	0 - 20%	Relevo suave a moderado.	Solos transportados.	Zona de amortecimento junto à encostas de alta declividade com risco de recepção de material proveniente de escorregamentos marginais.	Áreas de preservação ambiental, indicadas para implantação de parques ou áreas de lazer.	Áreas indicadas para implantação de parques ou lazer. "Áreas de Atenção" pois podem ser alcançadas por material lançado das encostas adjacentes em eventos de escorregamento.	

Fluxos superficiais (intermitentes ou perenes)

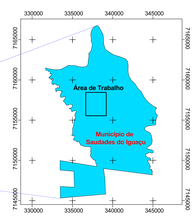
ÁREA DE RISCO - Área atingida por inúmeros escorregamentos com destruição e avarias de edificações. Feições observadas no terreno: árvores inclinadas, trincas abertas no solo, degraus de abatimento, deslizamentos de solo e rocha, sulcos de erosão acelerada, presença de espécies vegetais notadamente armazenadoras de água em subsuperfície (bananeiras). Avarias nas edificações: trincas em fundações, pisos e paredes, empenamento, inclinação e queda de muros , paredes e postes. No limite da área demarcada no mapa, as feições de instabilização ocorrem ao longo de toda a encosta, mesmo em porções do terreno sem ocupação urbana, atestando a instabilização natural do terreno. As áreas de instabilização se associam principalmente aos terrenos com declividades superiores a 20%, atingindo também áreas adjacentes imediatas com declividades de 10 a 20% as quais constituem rampas de lançamento.

ÁREA DE RISCO - Escorregamentos isolados

Área de aterro sanitário desativado

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



Convenções Topográficas

- Rodovia federal
- Acesso, arruamento
- Caminho, trilha
- Edificações
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Curso de rio
- Lago, açude, baixios, etc.

N W E S

100 m 0 100 m
1:3.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

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	
Tema:	MAPA SÍNTESE RISCOS GEOLÓGICOS E ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA	ANEXO 08
GEGG Gerência de Geologia e Geotecnia		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Setembro / 2015	Escala: 1:3.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti