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

GENERAL CARNEIRO (PR)

Curitiba
2018

Marlene M. Martelli
Bibliotecária

Clarissa Nunes
Revisão e Edição

Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná - ITCG
Caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de riscos geológicos – General Carneiro (PR). Curitiba : ITCG, 2018.
52 p., 7 mapas.

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

CDU 624.13 (816.21)

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

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Maria Aparecida Borghetti
Governadora

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA

Antonio Carlos Bonetti
Secretário

ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ

Amilcar Cavalcante Cabral
Diretor Presidente

Fábio Ortigara
Diretor de Geologia

Gislene Lessa
Diretora de Geomática

ITCG
INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA - DEGET

Execução e elaboração

Geólogo Luís Marcelo de Oliveira

Colaboração

Geólogo Fábio Ortigara

Geólogo Luciano Cordeiro de Loyola

Apoio

Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti (digitalização)

Manoel de Cristo (auxiliar de campo)

Clarissa Nunes (revisão e edição)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO..... 07

2. JUSTIFICATIVA..... 07

3. LOCALIZAÇÃO..... 07

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

5. METODOLOGIA DE TRABALHO..... 10

6. MEIO FÍSICO..... 11

6.1 Aspectos geomorfológicos..... 11

6.2 Aspectos hídricos..... 14

6.3 Aspectos geológicos..... 15

6.4 Coberturas inconsolidadas..... 20

6.4.1 Solos litólicos..... 20

6.4.2 Solos residuais argilosos..... 20

6.4.3 Solos transportados..... 22

6.4.3.1 Solos transportados finos..... 22

6.4.3.2 Solos transportados grosseiros (colúvios)..... 23

6.4.4 Campo de matacões..... 27

7. ACIDENTES GEOLÓGICOS..... 28

7.1 Escorregamentos de encosta..... 28

7.1.1 Escorregamentos em General Carneiro..... 31

7.1.2 Áreas suscetíveis a escorregamentos (RISCOS GEOLÓGICOS)..... 36

7.1.3 Áreas suscetíveis a inundações..... 41

8. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA A OCUPAÇÃO URBANA..... 42

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 47

MAPAS

Anexo 1 - MAPA DE PONTOS

Anexo 2 - MAPA DO MODELO DIGITAL DO TERRENO

Anexo 3 - MAPA DE DECLIVIDADES

Anexo 4 – MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO

Anexo 5 - MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS

Anexo 6 - MAPA DE RISCOS GEOLÓGICOS

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

1. INTRODUÇÃO

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

O objeto da presente avaliação restringe-se à área urbanizada e o entorno imediato da cidade de General Carneiro, abrangendo uma superfície total de aproximadamente 6,16 km^2.

2. JUSTIFICATIVA

A Prefeitura Municipal de General Carneiro solicitou apoio ao Instituto de Terras, Cartografia e Geologia – ITCG, para a elaboração de um mapeamento geológico-geotécnico da área urbana do município, visando à caracterização do meio físico para fins de planejamento urbano com a indicação de áreas de risco para a ocupação humana, entre as quais, áreas sujeitas a movimentos gravitacionais de massa que atingiram áreas do perímetro urbano da cidade, ocasionando danos materiais e destruição de habitações.

3. LOCALIZAÇÃO

O município de General Carneiro está localizado no extremo sul do Estado do Paraná, ocupando uma área de aproximadamente 1.071,18 km^2, tendo como municípios limítrofes Bituruna, Palmas e Porto Vitória (PR) e Matos Costa, Hercilópolis, Calmon e Caçador (SC).

A sede urbana municipal se posiciona na porção leste do município, sendo definida geograficamente pelas coordenadas UTM 22J E 468.270 e N 7.076.773 (sede da Prefeitura Municipal), distando aproximadamente 274km de Curitiba e 365km do Porto de Paranaguá.

Figura 1 – Localização da área.

4. ORIGEM E POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO

As origens históricas do município de General Carneiro estão ligadas à descoberta dos Campos de Palmas. Os poloneses e ucranianos provocaram grande desenvolvimento na região. João Humhevicz, Thomas Gaiovicz, Simão Gaiovicz, Onofre Gaiovicz e José Dralrtk, com suas respectivas famílias, foram pioneiros que deixaram seus nomes gravados na história regional. Pelo Decreto nº 281, de 13 de agosto de 1901, foi criado o Distrito Policial na Colônia General Carneiro.

O nome da colônia foi uma homenagem prestada ao general Antônio Ernesto Gomes Carneiro, morto no "front" de batalha, a 10 de fevereiro de 1894, na condição de comandante das forças legais sitiadas na cidade da Lapa (de 15 de janeiro a 11 de fevereiro de 1894), Estado do Paraná, durante a Revolução Federalista.

A Lei Estadual nº 2.466, de 02 de abril de 1927, transferiu a sede do Distrito de General Carneiro para o lugar denominado "Iratim". Floresceu dessa forma, o Distrito de Iratim. Em 1958 foi criado o Distrito de São José de Palmas, com sede na localidade de Passo da Galinha.

Este povoado teve um crescimento acentuado. Em 25 de janeiro de 1961, pela Lei nº 4.339, São José de Palmas foi elevado à categoria de município, porém com a denominação alterada para General Carneiro, desmembrando-se do território do município de Palmas. Sua emancipação política-administrativa ocorreu em 19 de novembro de 1961.

O município conta hoje com aproximadamente 15 mil habitantes. Sua economia está centrada no extrativismo (madeira), com crescimento na atividade agrícola (lavouras de milho, feijão e soja) e pecuária (criação de gado e produção leiteira). A prestação de serviço também corresponde por uma parcela significativa na economia local.

Foto 1 – Imagem da sede urbana de General Carneiro (PR)
(Fotos históricas da colonização).

5. METODOLOGIA DE TRABALHO

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

No desenvolvimento dos trabalhos, foram executadas as seguintes atividades:

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

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

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

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

6. MEIO FÍSICO

6.1 Aspectos geomorfológicos

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

Foto 2 – Aspecto da área urbana de General Carneiro, a qual se assenta sobre terrenos suavemente ondulados margeados por morros de grande amplitude. Notar o relevo em degraus, os quais demarcam os diferentes derrames basálticos que ocorrem na área.

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

A cidade encontra-se circundada por morros de grande amplitude, os quais formam cristas alongadas com encostas de declividades acentuadas. Nos limites da área de estudo, as maiores elevações atingem as cotas de 1017m (extremo W), com desníveis de até 153 metros em relação ao nível basal da área associado ao canal do rio Jangada (864m), na porção extremo Leste da

área. As maiores elevações estão associadas aos denominados Morros São João, São Miguel, Antena de TV, Suzano e Santos Anjos, devidamente identificados nos mapas em anexo e na tabela a seguir:

DENOMINAÇÃO	ALTITUDES	LOCALIZAÇÃO/BAIRROS
MORRO SÃO JOÃO	1017m	Extremo Oeste (bairro São João)
MORRO SÃO MIGUEL	1003m	Sudeste (bairros São Miguel e São Braz)
MORRO DA ANTENA DE TV	989m	Sudoeste (Torre da TV)
MORRO SUZANO	984m	Centro-Norte (bairros Suzano, São José, São Francisco e Céu Azul).
MORRO SANTOS ANJOS	970m	Centro-Oeste (bairro Santos Anjos)

Foto 3 – Morro Suzano.

Foto 4 – Morro São Miguel.

Foto 5 - Morro Santos Anjos.

Foto 6 - Morro São João.

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

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

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

CLASSES DE DECLIVIDADE	INCLINAÇÕES
0 - 5%	2º51’
5 - 10%	2º51’ – 5º42’
10 - 20%	5º42’ – 11º18’
20 - 30%	11º18’ – 18º26’
>30 %	> 18º26’

6.2 Aspectos hídricos

A área urbana de General Carneiro se encontra inserida na macrobacia hidrográfica do médio Iguaçu, sendo drenada pelos rios Cotia, Tourino e Arroio Avestruz, pertencentes à sub-bacia do rio Jangada, o qual se constitui num importante afluente da margem esquerda do rio Iguaçu.

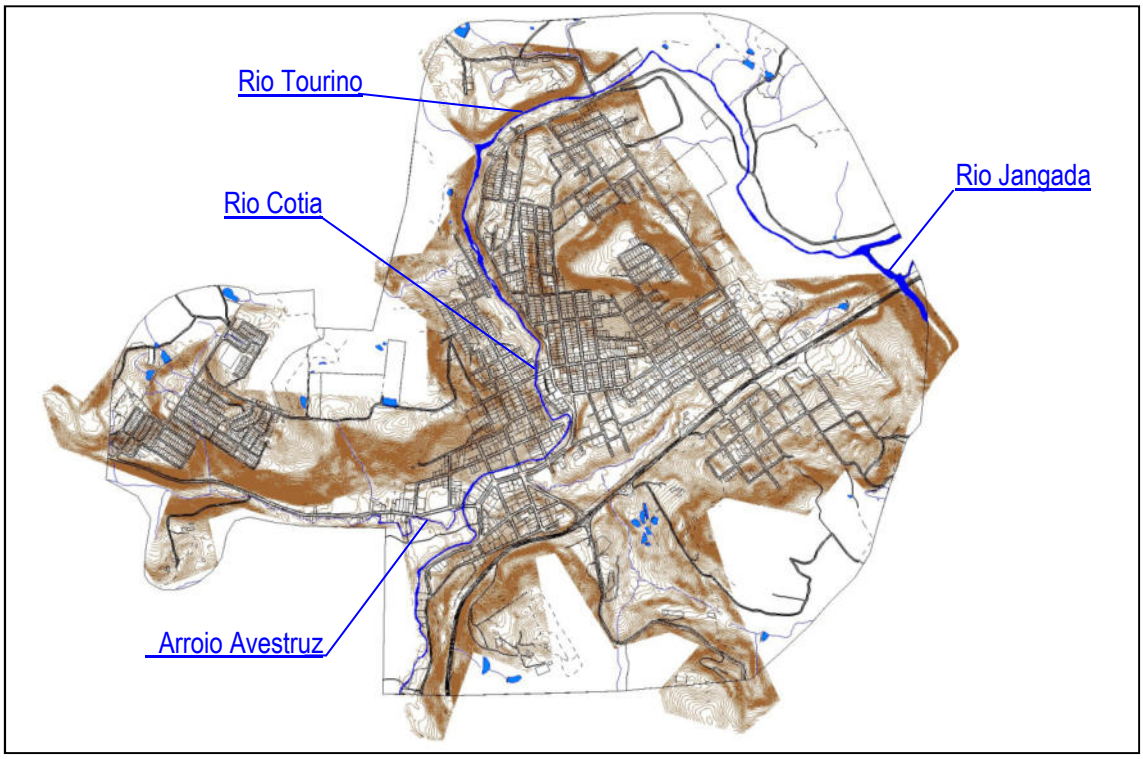


Figura 2 – Base planialtimétrica da área de estudo, com destaque ao rios Cotia, Tourino e Arroio Avestruz que drenam a área urbana de General Carneiro. Todos os três pertencem a sub-bacia do rio Jangada, afluente do rio Iguaçu.

Nos limites do perímetro urbano de General Carneiro, os rios Cotia e Tourino escoam no sentido Sul-Norte, num percurso de aproximadamente 4,2km, tratando-se de rios com larguras médias inferiores a 10 metros e controlados pelas estruturas geológicas locais (falhas e fraturas de direções preferenciais N10E, N50E e N50W), formando trechos retilíneos e curvas em cotovelo, o que favorece localmente o extravasamento das águas fluviais nos períodos de intensas precipitações pluviométricas, ocasionando inundações na área urbana, a exemplo daquelas que ocorrem com frequência nas imediações do Terminal Rodoviário da cidade (Avenida Presidente Getúlio Vargas).

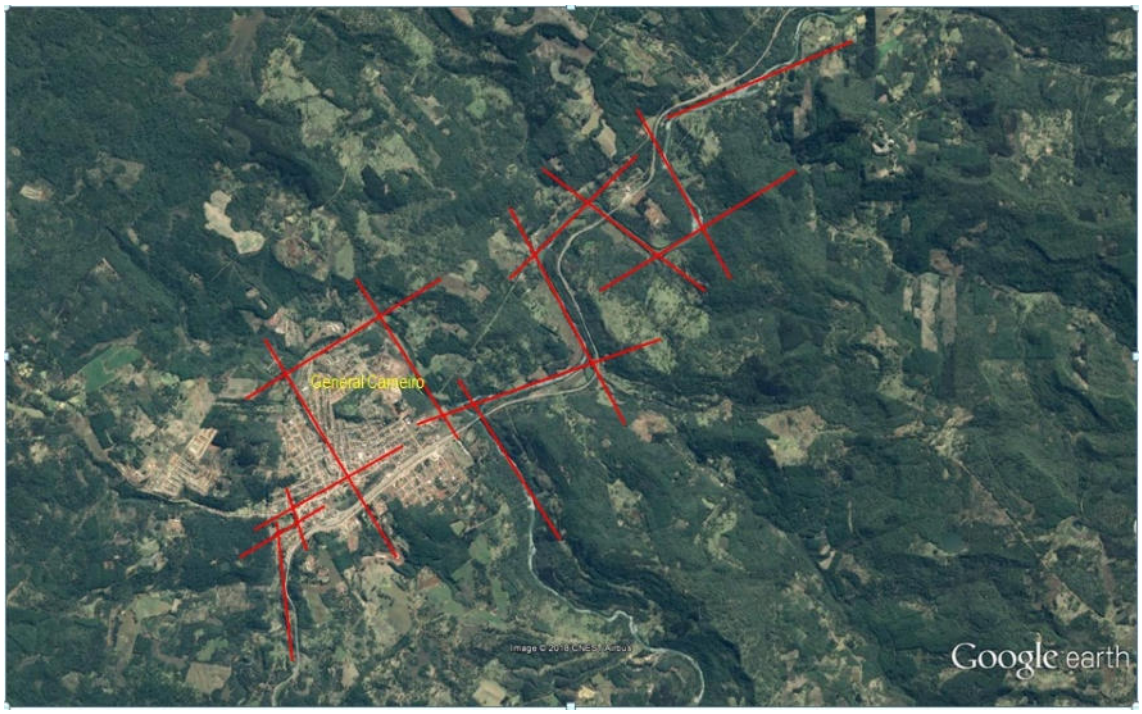


Figura 3 – Imagem Google Earth, com a demarcação das principais estruturas geológicas que condicionam o traçado das drenagens locais (falhas e fraturas de direções preferenciais N10E, N50E e N50W), incluindo os rios Jangada, Cotia e Tourino.

No âmbito da área urbana da cidade, os rios Cotia e Tourino são alimentados por diversos afluentes secundários, com destaque ao Arroio Avestruz que escoa no sentido Oeste-Leste e desemboca no rio Tourino. Neste local, o referido afluente extravasa nos períodos chuvosos provocando alagamentos na Rua João Dissenha, nas proximidades do Ginásio de Esportes Darcy Rogério de Oliveira (informação verbal).

6.3 Aspectos geológicos

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

No âmbito da área de estudo foram identificados ao menos 04 macrounidades de derrames basálticos, individualizados a partir de critérios geomorfológicos (quebra de relevo) ou pela ocorrência de basaltos vesiculares, os quais

definem o topo de uma unidade de derrame. Tais macrounidades apresentam espessuras da ordem de 30 a 50 metros, definidas junto às cotas 910m, 940m e 990m (ver Mapa do Substrato Rochoso – Anexo 4). Intercalados às macrounidades de derrames basálticos podem ocorrer derrames de menores espessuras (subníveis), com espessuras de 02 a 10 metros, os quais não são passíveis de individualização nos mapas elaborados.

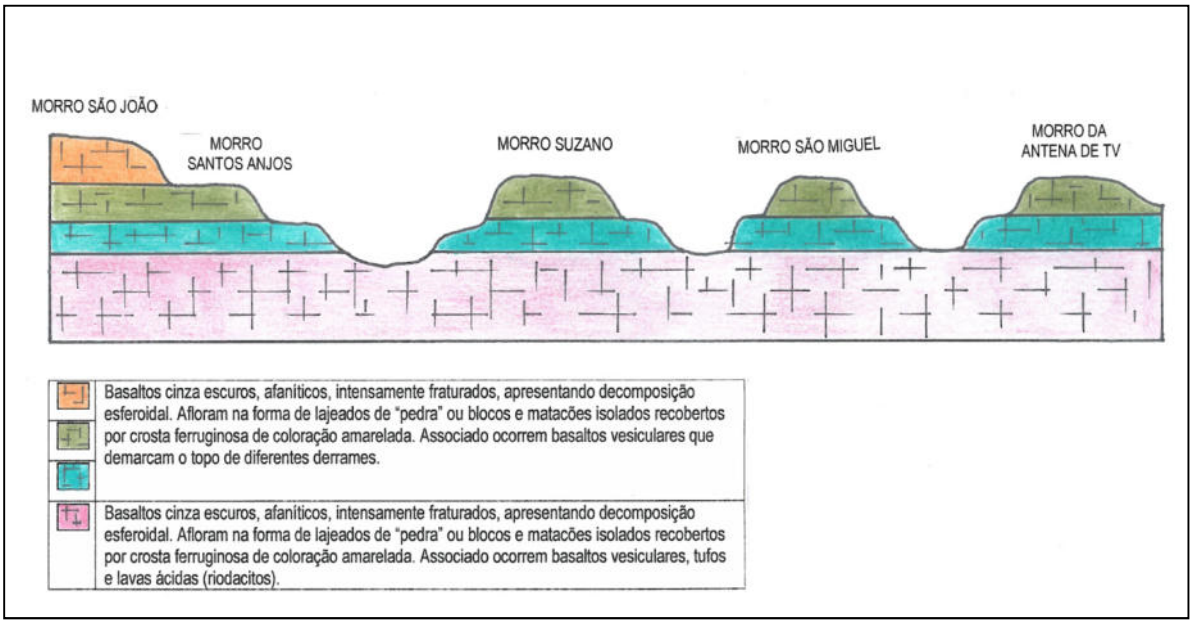


Figura 4 – Esboço ilustrativo da sequência de derrames basálticos observados na área urbana de General Carneiro.

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

Fotos 7 e 8 - Aspecto dos basaltos maciços cinza-escuros que ocorrem na área urbana de General Carneiro. Notar a crosta ferruginosa derivada da alteração intempérica da rocha.

Fotos 9 e 10 - Formas de ocorrência dos basaltos maciços cinza-escuros. Na foto à esquerda “lajeado de pedra”. Na foto à direita notar a decomposição esferoidal da rocha, gerando blocos isolados.

Fotos 11 e 12 - Área utilizada para extração de basaltos maciços no perímetro urbano de General Carneiro para produção de pedras irregulares.

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

Fotos 13 e 14 - Aspecto dos basaltos vesiculares que ocorrem na área, em diferentes estágios de alteração. Foto à esquerda: rocha alterada. Foto à direita: rocha sã (dura).

Localmente podem ocorrer associações de lavas ácidas (riodacitos), tufos e brechas vulcanoclásticas, os quais ocorrem principalmente associados à macrounidade basal dos derrames, abaixo da cota (910m) onde se assenta a maior parte da malha urbana de General Carneiro.

Fotos 15 e 16 - Aspecto das lavas ácidas “riodacitos” (foto à esquerda) e brechas vulcânicas (foto à direita).

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

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

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

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

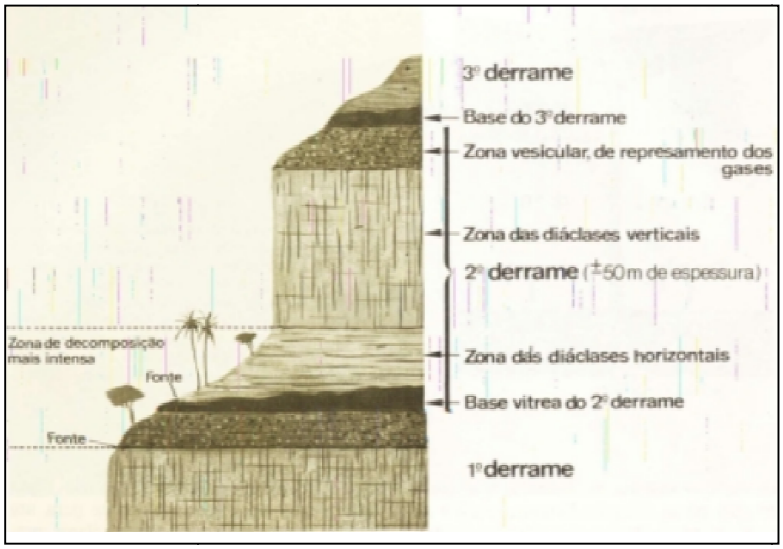


Figura 5 – Perfil típico dos derrames basálticos do Grupo Serra Geral.

6.4 Coberturas inconsolidadas

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

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

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

6.4.1 Solos litólicos

Correspondem aos solos minerais pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos e permeáveis, com espessuras inferiores a 0,30m, os quais ocorrem predominantemente recobrindo afloramentos rochosos de basalto na forma de "lajes de pedra". Ocorrem associados às regiões do topo de morros aplainados ou suavemente ondulados, com declividades de 0-10% (Morro Suzano, Morro São João, Morro São Miguel, Morro Santos Anjos e Morro da Antena da TV).

6.4.2 Solos residuais argilosos

Constituem os solos derivados da alteração das rochas basálticas "in situ", tratando-se de solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados (porosos e permeáveis), com espessuras que variam de 0,30m a 5,0m. Ocorrem associados a relevo suavemente ondulado, de baixas a médias declividades (0-20%), principalmente na porção extremo Oeste da área urbana de General Carneiro (Bairro São João). Apresentam boas condições de escarificação e escavabilidade com equipamentos mecânicos. Em áreas destituídas de vegetação podem ser afetados por processos erosivos superficiais (sulcos e ravinas), principalmente em terrenos desprovidos de sistema de captação e drenagem superficial (loteamentos). Apresentam boa

capacidade de suporte de carga e relativa capacidade de depuração de bactérias ou efluentes em condições de espessuras elevadas e nível freático profundo.

Fotos 17 e 18 – Aspecto dos solos residuais que ocorrem na área. Constituem solos argilosos, castanho avermelhados, bem estruturados, porosos e permeáveis.

Foto 19 – Solos residuais argilosos afetados por sulcos erosivos em terrenos desprovidos de vegetação e sistema de drenagem urbana (loteamento no bairro São João).

6.4.3 Solos transportados

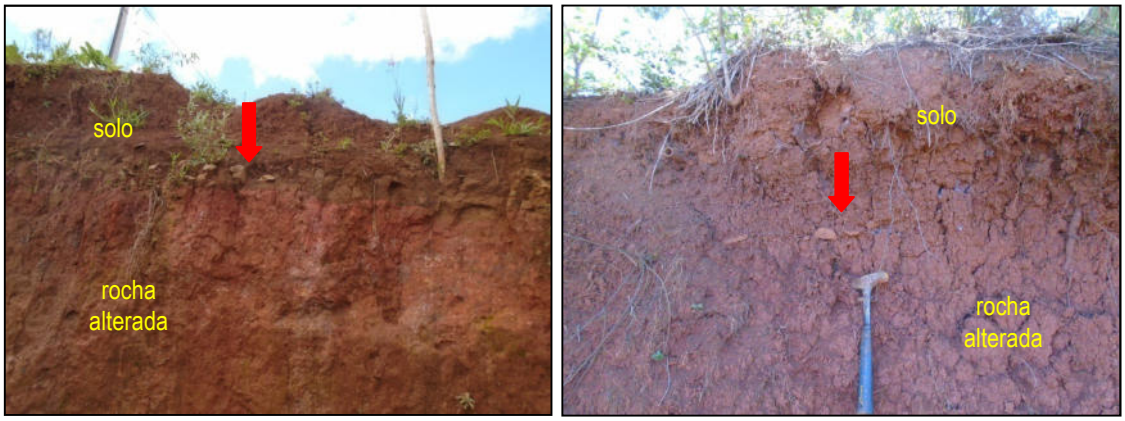
Constituem os solos que foram depositados fora do seu local de formação e transportados pela ação da gravidade.

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

6.4.3.1 Solos transportados finos

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

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



Fotos 20 e 21 – Aspecto dos solos transportados finos. Notar a presença das linhas de pedra (“stone lines”), demarcando o contato entre solo transportado e rocha alterada subjacente.

6.4.3.2 Solos transportados grosseiros (colúvios)

São solos de coloração castanho-amarronada a castanho-avermelhada, com matriz síltico-argilosa, englobando grânulos e fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cm-dm) na matriz. No âmbito da área urbana de General Carneiro ocorrem associados a terrenos com declividades acima de 10%. Apresentam elevada permoporosidade e espessuras estimadas na ordem de 0,20m a 3,00m. Constituem depósitos instáveis e incoerentes de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade a escorregamentos, principalmente nos terrenos com declividades superiores a 20%. Nos terrenos com declividades entre 10 a 20%, apresentam-se igualmente instáveis em situações de implantação de cortes e taludes, com alturas excessivas e inclinações inadequadas (verticalizadas), potencializando desmoronamentos localizados, os quais podem movimentar material suficiente para causar danos e prejuízos materiais, além da perda de vidas humanas.

Na área em estudo, os solos coluviais recobrem predominantemente rochas basálticas alteradas (saprólitos), cuja alteração intempérica origina inúmeros blocos isolados com decomposição esferoidal, envoltos por uma massa argilosa correspondente à alteração da rocha a partir de planos de fraqueza (falhas e fraturas). Esse processo de alteração desenvolve formas arredondadas concêntricas que se assemelham a cascas de cebolas, deixando blocos de rocha sã perfeitamente arredondados, no meio do solo autóctone ou da rocha parcialmente alterada. O resultado deste processo origina um material instável com comportamento geotécnico muito semelhante aos solos coluviais, sendo igualmente suscetível a escorregamentos e desmoronamentos de taludes, como verificado na área atingida pelo processo na Rua Adelina Marachin Bodega (Morro Suzano).

As **fotos 22 a 45**, apresentadas a seguir, ilustram a tipologia dos solos transportados grosseiros (colúvios) que ocorrem na área urbana de General Carneiro, sendo considerados solos altamente suscetíveis a escorregamento de encostas.

Solos transportados grosseiros (Colúvios)

Foto 22

Foto 23

Foto 24

Foto 25

Foto 26

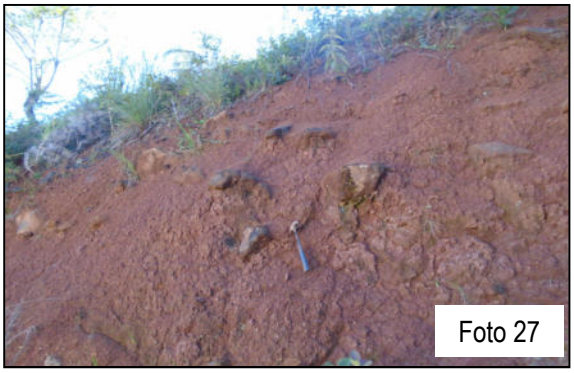


Foto 27

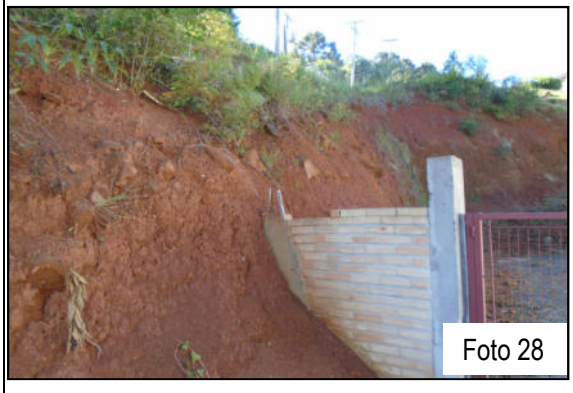


Foto 28

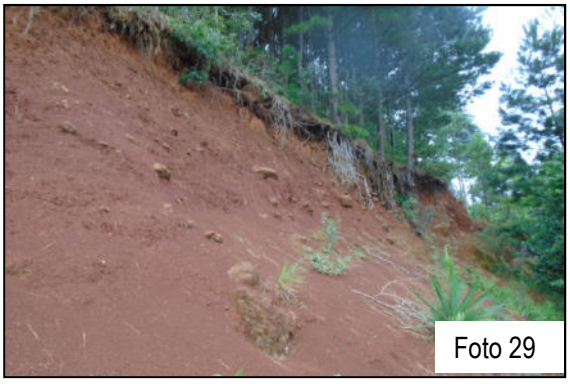


Foto 29

Solos transportados grosseiros (Colúvios)

Foto 30

Foto 31

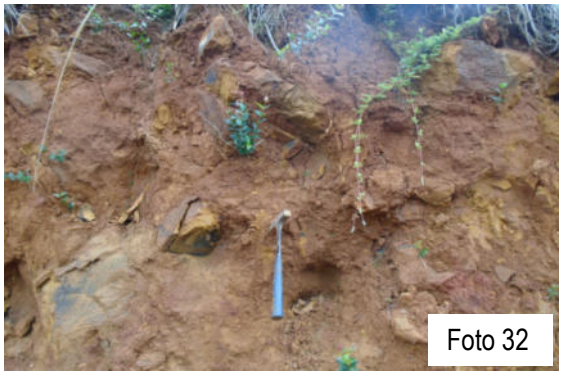


Foto 32

Foto 33

Foto 34

Foto 35

Foto 36

Foto 37

Solos transportados grosseiros (Colúvios)

Foto 38

Foto 39

Foto 40

Foto 41

Foto 42

Foto 43

Foto 44

Foto 45

6.4.4 Campo de matacões

Os campos de matacões constituem concentrações superficiais de blocos e matacões subangulosos de rochas basálticas, com dimensões centimétricas a métricas, constituídos predominantemente por basaltos maciços cinza-escuros.

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

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

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

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

Fotos 46 e 47 – Aspecto dos campos de matacões associados às encostas de alta declividade. Em subsuperfície estruturam-se como verdadeiros colúvios.

7. ACIDENTES GEOLÓGICOS

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

7.1 Escorregamentos de Encosta

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

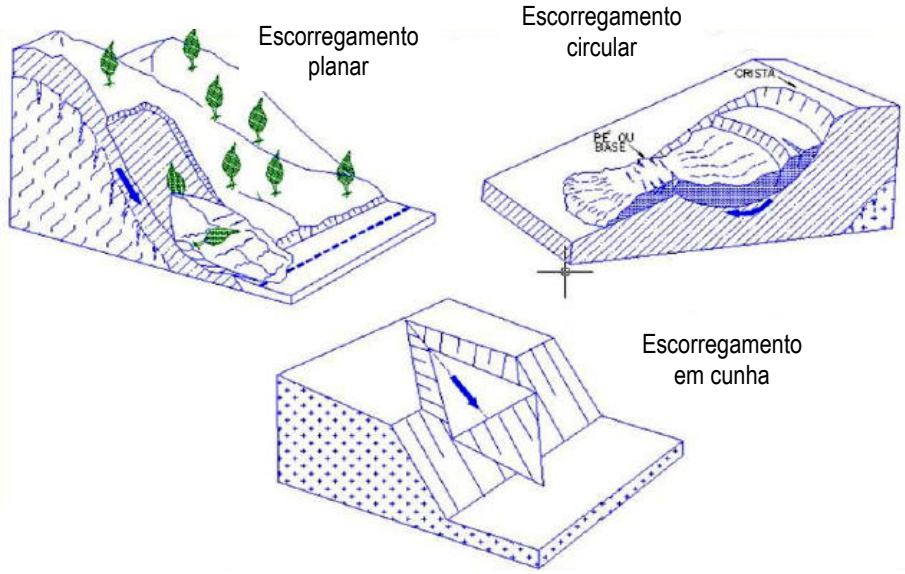


Figura 6 - Geometria dos principais tipos de escorregamentos em encostas.

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

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

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

- Concentração de águas pluviais;
- Ausência de drenagem (captação e condução das águas pluviais);
- Lançamento de águas servidas;
- Vazamentos na rede de abastecimento de água;
- Existência de fossas sanitárias;
- Cortes de alturas e inclinações excessivas;
- Execução de aterros inadequados;
- Deposição de lixo na encosta ou existência deste englobado nos aterros;
- Remoção indiscriminada da vegetação;
- Cultivo de espécies vegetais que acumulam água em subsuperfície (ex.: bananeiras).

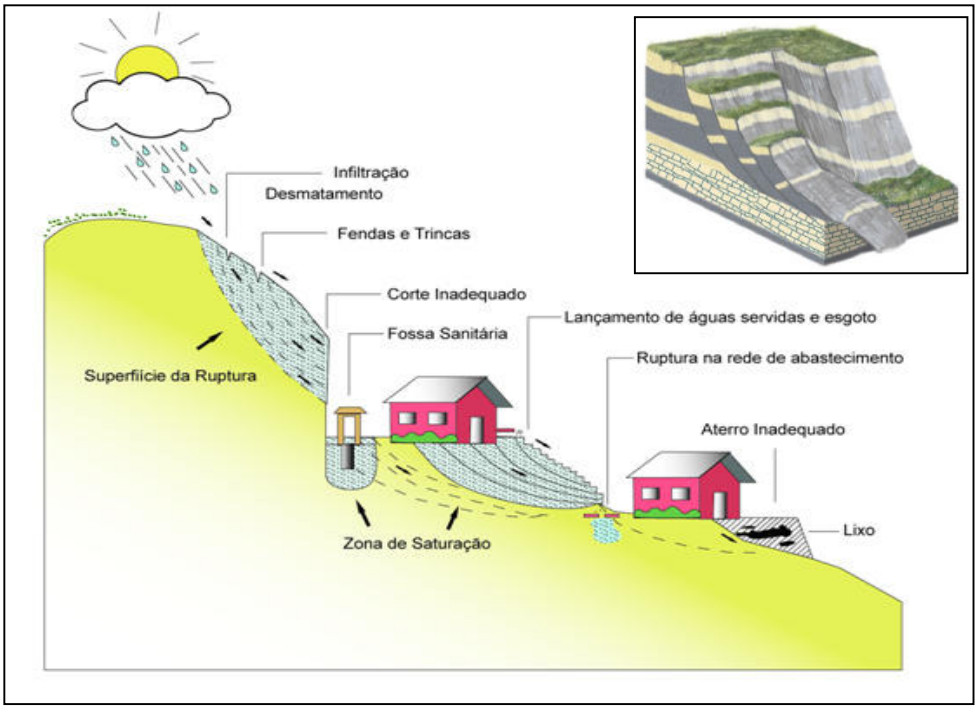


Figura 7 - Principais atividades antrópicas indutoras de escorregamentos de encostas.

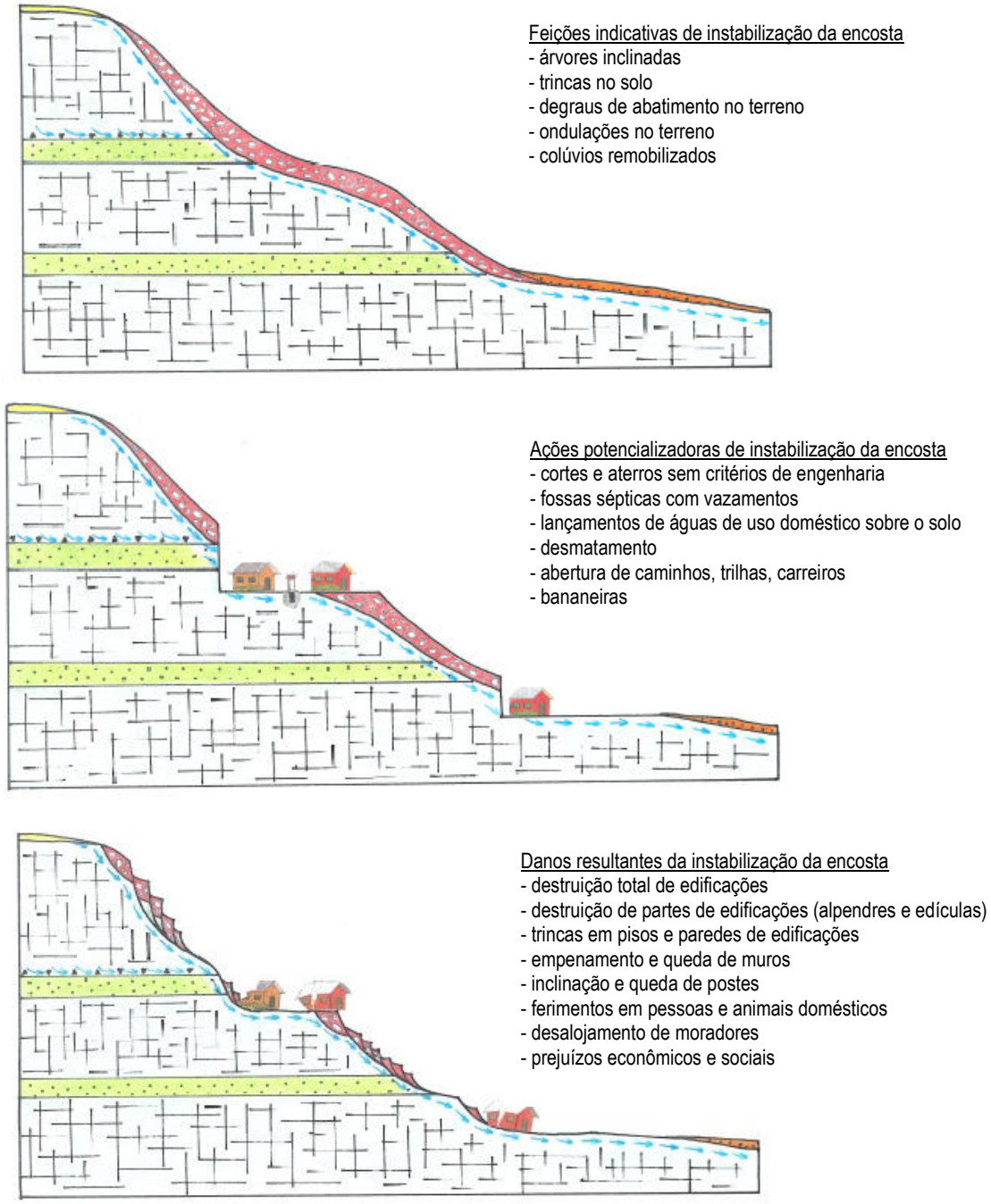


Figura 8 – Modelos esquemáticos de escorregamentos em áreas urbanas.

7.1.1 Escorregamentos em General Carneiro

Nos últimos anos, a área urbana de General Carneiro foi atingida por inúmeros escorregamentos de encostas, incluindo desde pequenos “desbarrancamentos” de taludes até movimentos gravitacionais de grande porte capazes de destruir habitações.

O principal escorregamento ocorreu em abril de 2010, na Rua Adelina Marachin Bodega (Bairro Suzano), atingindo o flanco Nordeste de um morro de grande amplitude (Morro Suzano). De acordo com os estudos efetuados no local, pode-se constatar que inúmeros fatores podem ter contribuído para a instabilização da encosta e consequente movimentação de massa, a saber:

1. Terrenos de alta declividade;
2. Desmatamentos com cultivo de milho;
3. Presença de surgências d’água;
4. Presença de solos transportados grosseiros de cobertura (colúvios);
5. Presença de inúmeros derrames basálticos com espessuras de 02 a 05 metros, com intercalações de basaltos vesiculares (porosos e permeáveis);
6. Presença de taludes verticalizados com alturas excessivas para construção de habitações no local.

O escorregamento foi originado a partir da abertura de taludes verticalizados, com alturas excessivas em uma zona de contato entre derrames basálticos, onde se verifica a presença de basaltos vesiculares alterados, porosos e permeáveis que favorecem o escoamento subsuperficial de água nos períodos de elevados índices pluviométricos, gerando surgências d’água e superfícies lubrificantes que induzem à movimentação gravitacional de massa.

Trata-se de um escorregamento do tipo rotacional, escalonado (“fatiado”), o qual originou inúmeros degraus de abatimento que atingiram até 05 metros de desnível, além de trincas e rachaduras no solo, surgências de água e inclinação de vegetação. Sua extensão lateral foi da ordem de 150 a 200 metros e teve projeção horizontal (lançamento) da ordem de 50 metros, causando o abaulamento da via de acesso (ver imagens e esboço geológico).

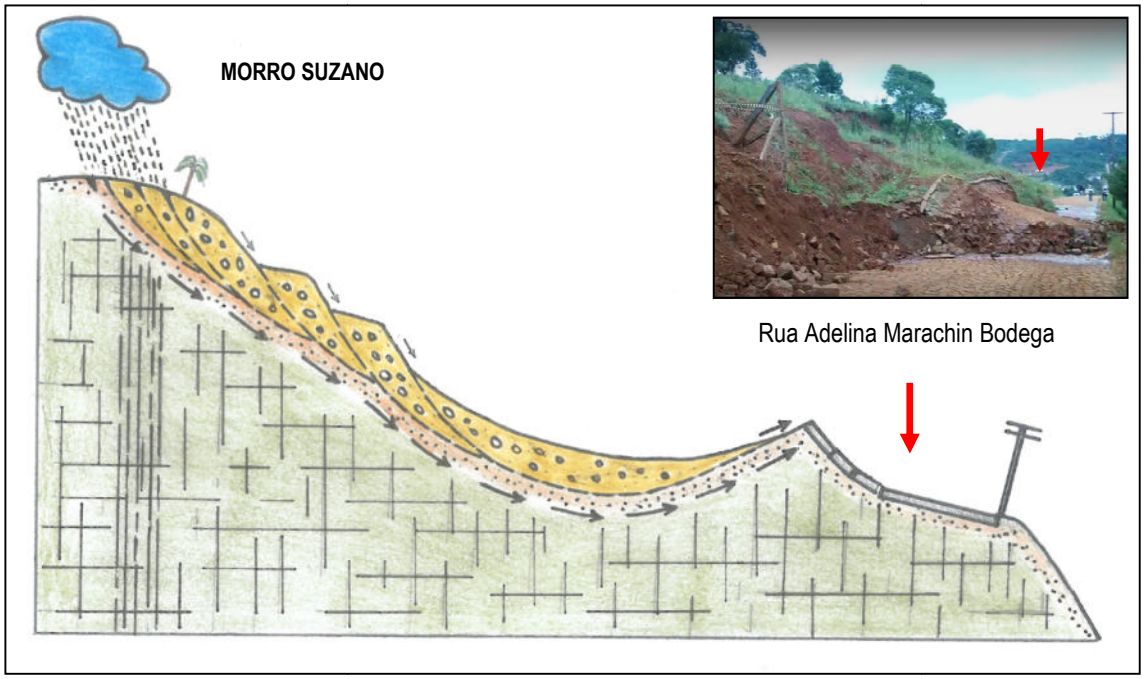


Figura 9 - Modelo esquemático do escorregamento ocorrido em General Carneiro.
Rua Adelina Marachin Bodega (Morro Suzano).

O movimento de massa afetou diretamente quatro residências construídas no pé do talude, as quais foram removidas do local (ver fotos).

Posteriormente o terreno foi parcialmente recuperado com a implantação de taludes escalonados com inclinações suavizadas e com o plantio de *pinus*, sendo considerado impróprio à ocupação urbana.

Atualmente a área atingida apresenta, ainda, trincas e rachaduras no terreno, vegetação inclinada e/ou tombada, surgências de água e pequenos degraus de abatimento, o que indica sua instabilidade com consequente risco de recorrência de novos escorregamentos no local.

As fotos apresentadas a seguir (**fotos 48 a 69**), ilustram imagens sequenciais do escorregamento ocorrido na Rua Adelina Marachin Botega em 2010 (Morro Suzano). As referidas fotos foram obtidas na Internet (PGC Notícias).

Imagens sequenciais do principal escorregamento ocorrido na área urbana de General Carneiro (2010) - Rua Adelina Marachin Botega.
Imagens obtidas na Internet (PGC NOTÍCIAS)

Foto 48

Foto 49

Foto 50

Foto 51

Foto 52

Foto 53

Foto 54

Foto 55

Imagens sequenciais do principal escorregamento ocorrido na área urbana de General Carneiro (2010) - Rua Adelina Marachin Botega.
Imagens obtidas na Internet (PGC NOTÍCIAS)

Foto 56

Foto 57

Foto 58

Foto 59

Foto 60

Foto 61

Foto 62

Foto 63

Imagens sequenciais do principal escorregamento ocorrido na área urbana de General Carneiro (2010) - Rua Adelina Marachin Botega.
Imagens obtidas na Internet (PGC NOTÍCIAS)

Foto 64

Foto 65

Foto 66

Foto 67

Foto 68

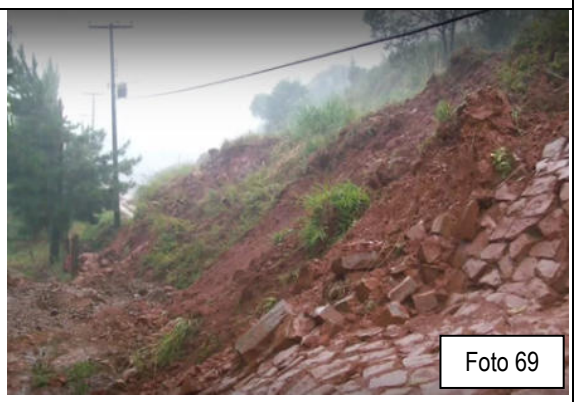


Foto 69

Dentre as outras ocorrências de escorregamentos no perímetro urbano de General Carneiro, destaca-se ainda o deslizamento ocorrido próximo ao trevo de acesso a General Carneiro na BR-153 (Junho/2013), além de outras ocorrências de menor relevância localizadas nos bairros Planalto, Suzano, São João, São Miguel e Santos Anjos, tratando-se, porém, de áreas com alto

potencial para a ocorrência do processo, as quais se acham demarcadas no Mapa Síntese – Riscos Geológicos e Adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 6).

7.1.2 Áreas suscetíveis a escorregamentos (Riscos Geológicos)

As áreas consideradas **suscetíveis** aos processos de escorregamentos de encosta na área urbana de General Carneiro e que efetivamente podem oferecer riscos às comunidades se associam às unidades de terreno constituídas por solos transportados grosseiros (colúvios), incidindo principalmente nos segmentos de encosta com declividades superiores a 20%, com maior potencial de ocorrência nos segmentos de encosta com declividades superiores a 30%. As referidas áreas encontram-se demarcadas no Mapa de Riscos Geológicos (Anexo 6).

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

Neste sentido, ressalta-se a importância do contexto geológico, geomorfológico e hídrico local, com a presença de solos coluviais com baixos índices de coesão recobrindo as encostas de declividades acentuadas e com a presença de níveis de basaltos maciços intensamente fraturados com intercalações de basaltos vesiculares argilizados, os quais propiciam fluxos descendentes de água, gerando, assim, superfícies “lubrificantes” que, por sua vez, favorecem a movimentação de massa pela ação da gravidade.

A tabela a seguir indica o potencial de suscetibilidade a escorregamentos na

área de General Carneiro, em função da unidade de terreno e declividades associadas.

UNIDADE	DECLIVIDADE	DESCRIÇÃO
Solos litólicos	0– 10%	Áreas com baixa suscetibilidade a escorregamentos.
Solos residuais argilosos	0–20%	Áreas não suscetíveis a escorregamentos.
Solos transportados finos	0–20%	Áreas com baixa suscetibilidade a escorregamentos.
	>20%	Áreas suscetíveis a escorregamentos localizados de pequena amplitude.
Solos transportados grosseiros (colúvios)	0-10%	Áreas intercaladas a terrenos de alta declividade, suscetíveis de serem atingidas por material proveniente de eventuais escorregamentos à montante (**ÁREAS DE ATENÇÃO**).
	10-20%	Áreas com baixa suscetibilidade a desbarrancamento de taludes e escorregamentos, tratando-se, porém, de áreas intercaladas ou adjacentes a segmentos de encosta de altas declividades**,** suscetíveis aos escorregamentos. **(ÁREAS DE ATENÇÃO)**.
	>20%	Áreas com alta suscetibilidade a escorregamentos e queda de blocos, principalmente nos segmentos de encostas com declividades superiores a 30% (**ÁREAS DE RISCO)**.

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

As referidas áreas encontram-se demarcadas no Mapa Síntese – Riscos geológicos e adequabilidade para ocupação urbana (Anexo 6), merecendo especial atenção no processo de planejamento urbano.

As fotos a seguir (**fotos 70 a 93**), referem-se a algumas das áreas inseridas no contexto das áreas com alta suscetibilidade a escorregamento, associando-se às encostas de alta declividade dos principais morros contidos no perímetro urbano de General Carneiro.

Situações com potencial de risco na área urbana de General Carneiro

Foto 84

Foto 85

Foto 86

Situações com potencial de risco na área urbana de General Carneiro

Foto 87

Foto 88

Foto 89

Situações com potencial de risco na área urbana de General Carneiro

Foto 90

Foto 91

Foto 92

Foto 93

7.1.3 Áreas suscetíveis a inundações

A área urbana de General Carneiro é drenada pelos rios Cotia e Tourino, pertencentes à sub-bacia do rio Jangada, o qual se constitui num importante afluente da margem esquerda do rio Iguaçu.

Fotos 94 e 95 – Trecho dos rios Cotia e Tourino que drenam a área urbana de General Carneiro.

Os rios Cotia e Tourino escoam no sentido Sul-Norte, num percurso de aproximadamente 4,2 km, tratando-se de rios com larguras médias inferiores a 10 metros e controlados pelas estruturas geológicas locais (falhas e fraturas de direções preferenciais N10E, N50E e N50W), formando trechos retilíneos e curvas em cotovelo, o que favorece localmente o extravasamento das águas fluviais nos períodos de intensas precipitações pluviométricas, ocasionando inundações na área urbana, a exemplo daquelas que ocorrem com freqüência nas imediações do Terminal Rodoviário da cidade (Avenida Presidente Getúlio Vargas).

Fotos 96 e 97 – Áreas atingidas pelos alagamentos provocados pelo extravasamento das águas do rio Cotia nas proximidades do Terminal Rodoviário de General Carneiro nos anos de 2010 e 2014. (Fotos obtidas a partir de vídeos postados na internet por Robson Padilha e Juliano Kososki).

No âmbito da área urbana da cidade, os rios Cotia e Tourino são alimentados por diversos afluentes secundários, com destaque ao Arroio Avestruz que escoa no sentido Oeste-Leste e desemboca no rio Tourino. Neste local o referido afluente extravasa nos períodos chuvosos provocando alagamentos na Rua João Dissenha, nas proximidades do Ginásio de Esportes Darcy Rogério de Oliveira (informação verbal).

Foto 98 - Área frequentemente atingida pelas inundações causadas pelo extravasamento do Arroio Avestruz nas proximidades do Ginásio de Esportes Darcy Rogério de Oliveira (Avenida João Dissenha).

São relatados ainda alagamentos em outros pontos da cidade, a exemplo daqueles ocorridos nas ruas Esteliano Pizato, Ernesto Guaita, Santos Dumont, Castelo Branco, Santos Anjos e Tereza Hass Gaiovic (bairro São João), derivados de problemas relacionados ao dimensionamento da drenagem urbana local.

8. ADEQUABILIDADE DOS TERRENOS PARA A OCUPAÇÃO URBANA

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

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

UNIDADES DE TERRENO	DECLIVIDADES	RELEVO	CONDICIONANTES	FRAGILIDADES, RESTRIÇÕES E RISCOS ASSOCIADOS	POTENCIAIS	SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA	ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA
Solos litólicos	0 – 10%	Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado em forma de platôs, associadas a topo de morros de grande amplitude, recobertos por solos rasos e afloramentos rochosos.	Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos e permeáveis com espessuras inferiores a 0,30m. Recobrem afloramentos de basalto cinza escuro.	Restrições à implantação de infraestrutura superficial e enterrada (tubulações para abastecimento de água, postes para iluminação pública, rede de esgoto, fossas sanitárias, vias pavimentadas, entre outros), devido à presença de rocha sã (dura) subaflorante. 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 estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Áreas não susceptíveis à erosão, escorregamentos, colapsos, adensamentos ou afundamentos. Solos com boa capacidade de suporte de cargas e fundações.	Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Baixa suscetibilidade para a ocorrência de processos associados a escorregamentos.	Passíveis de ocupação urbana desde que consideradas as restrições naturais (solos rasos e substrato rochoso subaflorante) 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 adjacente.
Solos residuais argilosos	0 - 20%	Relevo suave a moderadamente ondulado.	Solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados, porosos e permeáveis, com espessuras que atingem até 5,00 metros. Derivados da alteração "in situ" das rochas basálticas.	Solos sujeitos à deflagração de processos erosivos quando submetidos à exposição superficial direta, gerando sulcos erosivos nos níveis mais espessos. Necessidade de implantação imediata de sistema de drenagem em áreas expostas ou desprotegidas pela retirada da cobertura vegetal ou ocupadas por atividades agrícolas, para evitar a instalação de processos erosivos.	Áreas de relevo suave a moderadamente ondulado, constituídas por solos argilosos, porosos e homogêneos nos níveis mais espessos. Boa capacidade de suporte de carga e fundações. Boas condições de escarificação e/ou escavabilidade com uso de equipamentos mecânicos nos níveis mais espessos. Facilidades na implantação de infraestrutura enterrada (redes de abastecimento de	Áreas não suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos).	Áreas adequadas para ocupação urbana.

					água, esgoto, fossas sanitárias, entre outros), nos níveis mais espessos. Facilidade na implantação de malha viária. Relativa capacidade de depuração de bactérias em áreas com solos espessos e com nível freático profundo.		
Solos transportados finos	0-20% (predominante)	Áreas com revelo suave a moderadamente ondulado.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos e fragmentos dispersos na matriz. Solos porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,30 a 2,00 metros. Constituem depósitos de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em função das baixas declividades associadas.	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas com declividades suaves, formando rampas suavizadas.	Baixa suscetibilidade para deflagração de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), devido às baixas declividades associadas na unidade.	Áreas associadas a terrenos com baixas declividades, passíveis de ocupação urbana, quando associados a terrenos com declividades inferiores a 20%. Restrição à ocupação junto ao sopé de terrenos adjacentes com declividades acentuadas que possam estar associados.
	>20%	Relevo associado a segmentos de encosta com declividades acentuadas.	Localmente, ocorrência de topo rochoso raso (basalto subaflorante).	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas com relevo íngreme.	Áreas suscetíveis a escorregamentos localizados de pequena amplitude.	Áreas com restrições à ocupação urbana, suscetíveis a escorregamentos localizados de pequena amplitude.
Solos transportados grosseiros (colúvios)	0-10%	Áreas com baixas declividades.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos e matacões dispersos na matriz. Solos porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20 a 3,00 metros. Constituem depósitos de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade a movimentos	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas de baixas declividades	Baixa suscetibilidade para deflagração de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), devido às baixas declividades associadas.	Áreas de baixas declividades intercaladas, porém, a terrenos de altas declividades, sendo suscetíveis de serem atingidas por material proveniente de eventuais escorregamentos à montante. Restrição à ocupação junto ao sopé de terrenos de altas declividades (>20%), sendo suscetíveis de serem atingidas por material proveniente de eventuais escorregamentos à montante. (**ÁREAS DE ATENÇÃO**)

			gravitacionais de massa em função das baixas declividades associadas.				
	10- 20%	Áreas com declividades moderadas.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz. Porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente e com média a alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), em função das declividades associadas.	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas com declividades moderadas.	Áreas com baixa a média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, em função das declividades associadas (moderadas), tratando-se, porém, de áreas intercaladas ou adjacentes a segmentos de encosta com altas declividades, suscetíveis a escorregamentos de encosta.	Áreas com baixa a média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, em função das declividades associadas (moderadas), tratando-se, porém, de áreas intercaladas ou adjacentes a segmentos de encosta com altas declividades, suscetíveis a escorregamentos de encosta. (**ÁREAS DE ATENÇÃO**)
	>20%	Relevo associado a segmentos de encostas com declividades acentuadas.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz. Porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), em função das declividades acentuadas.	Áreas de encostas íngremes sujeitas a escorregamentos e rolamento de blocos. Áreas constituídas por depósitos instáveis e incoerentes (colúvios) e campo de matacões. Áreas de grande fragilidade ambiental, a qual é potencializada pela abertura de cortes e taludes no terreno, acessos, implantação de fossas sanitárias, lançamento de lixo na encosta, entre outros. Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e vias de acessos, devido, principalmente às altas declividades e presença de blocos e matacões em grande quantidade. Áreas de elevada permoporosidade, com intenso fluxo piezométrico em subsuperfície, ocasionando rápida absorção de água pelos	Áreas com relevo íngreme, indicadas para preservação permanente.	Alta suscetibilidade para deflagração de escorregamentos.	Áreas com restrições à ocupação urbana, com histórico de escorregamentos; Apresentam alta suscetibilidade para incidência de movimentação de massa, em função das altas declividades associadas, podendo ocorrer instabilização em função das intervenções antrópicas: desmatamentos, abertura de cortes e taludes de alturas e inclinações inadequadas, ocupação desordenada, deposição de lixo na encosta, lançamento de águas servidas na encosta, implantação de fossas sépticas escavadas na encosta, entre outros. Incidência de escorregamentos na unidade com inúmeras feições de instabilidade (trincas, fendas, degraus de abatimento, árvores inclinadas, etc), revelando a fragilidade do terreno e a possibilidade da recorrência do processo em áreas já atingidas; Riscos de acidentes atingindo todo o perfil da encosta, incluindo o topo e a

				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.			base, devido ao lançamento de material proveniente de eventual escorregamento à montante, sendo necessária a delimitação de zonas de amortecimento junto ao sopé dos morros, evitando a ocupação no local. Necessidade da realização de estudos geotécnicos de detalhe para definir a eventual necessidade de implantação de obras de contenção ou reforço, incluindo muros de arrimo, muros de espera, bermas de contenção, escadas hidráulicas, atirantamentos, barramentos, entre outros, principalmente em áreas com ocupação já consolidada. **(ÁREAS DE RISCO)**

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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

2. Nos limites da área urbana de General Carneiro foram identificadas 04 macrounidades de derrames basálticos, individualizadas a partir de critérios geomorfológicos e pela ocorrência de níveis de basaltos vesiculares, os quais demarcam o topo de cada unidade de derrame. Tais unidades apresentam espessuras da ordem de 30m a 50m, podendo ocorrer subníveis intercalados com espessuras de 02 a 10 metros.

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

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

5. Os solos residuais argilosos constituem os solos derivados da alteração das rochas basálticas "in situ", tratando-se de solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados (porosos e permeáveis), com espessuras de 0,30m a 5,00m. Ocorrem associados a relevo suave à moderadamente ondulado, de declividades baixas a moderadas (0-20%). Em áreas expostas, destituídas de cobertura vegetal, mostram-se suscetíveis a processos erosivos, gerando sulcos e ravinamentos.

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

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

8. A principal área atingida pelos escorregamentos de encosta na área urbana de General Carneiro (Morro Suzano), se associa à unidade de terreno dos solos transportados grosseiros (colúvios), junto a segmentos de encosta com declividades superiores a 20%. Entre os fatores que contribuem para a instabilização da encosta com consequente movimentação de massa, destacam-se: declividades acentuadas; desmatamentos; presença de solos coluviais; presença de basaltos vesiculares; presença de surgências d’água; presença de taludes verticalizados com alturas excessivas, além de períodos com intensa precipitação pluviométrica.

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

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

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

12. Entre as áreas que apresentam alta suscetibilidade a escorregamentos no perímetro urbano de General Carneiro, e que efetivamente merecem atenção pelos altos riscos associados, destacam-se aquelas associadas aos Morros Suzano, São João, São Miguel e Santos Anjos, cujas condicionantes geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hídricas são desfavoráveis à ocupação intensiva, principalmente com edificações precárias em termos construtivos e fundações, existindo o risco da deflagração do processo.

13. Cabe ressaltar ainda que as áreas consideradas de “risco” abrangem os segmentos de encosta com declividades acentuadas e também o sopé das encostas (porção basal), o qual constitui área que será da mesma

forma atingida pelo material lançado em caso de escorregamento. Tal situação deverá ser considerada no processo de planejamento urbano, devendo-se restringir a ocupação nestas porções basais das encostas com a delimitação de uma zona de amortecimento.

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

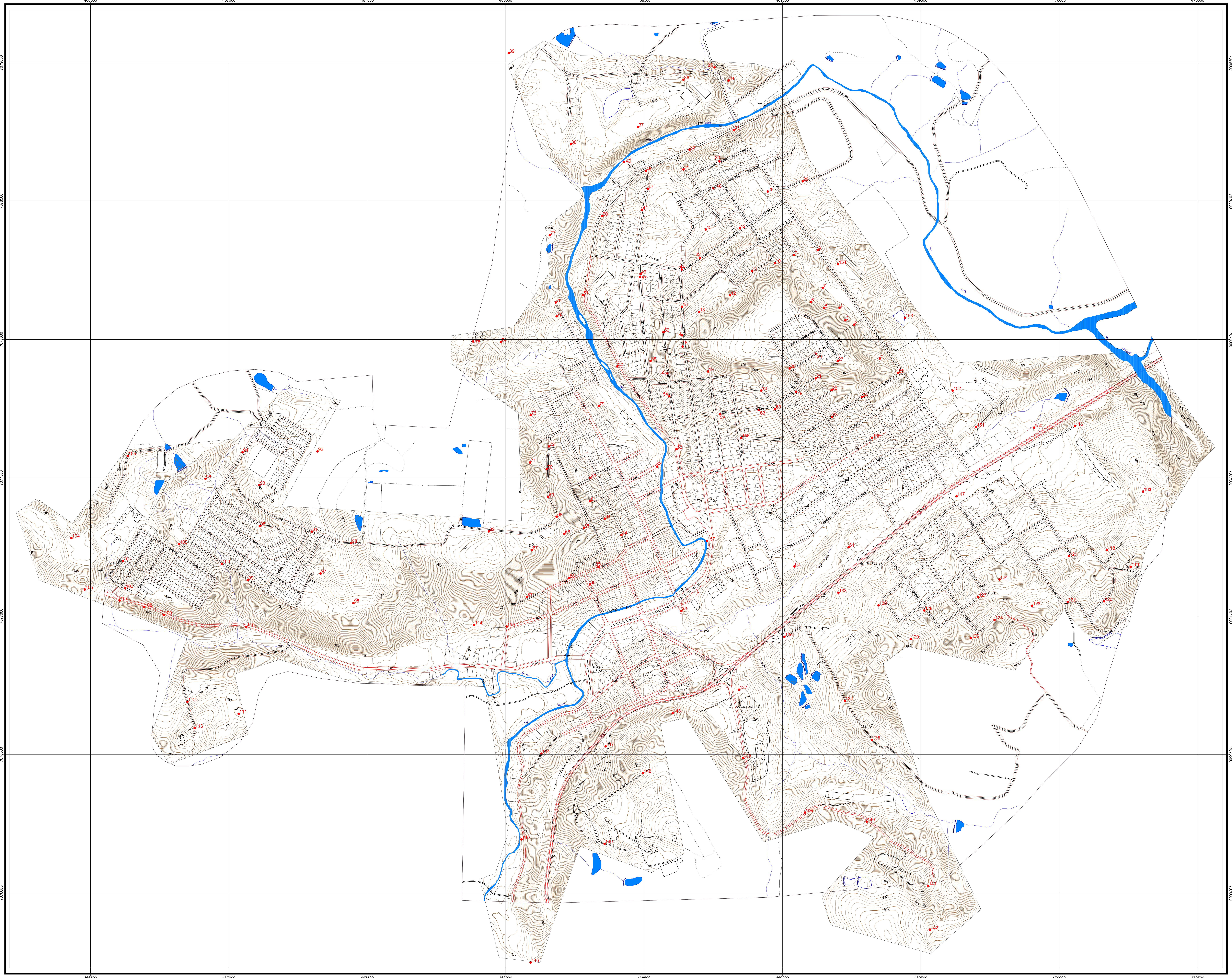
Geólogo Luís Marcelo de Oliveira
Geólogo
CREA-PR 9433/D

VÍDEOS INDICADOS PARA CONSULTA NA INTERNET (YouTube) SOBRE ESCORREGAMENTOS E INUNDAÇÕES EM GENERAL CARNEIRO (PR)

https://youtu.be/0iREg3pdutY
https://youtu.be/o9Pj9tuQn4U
https://youtu.be/0iREg3pdutY
https://youtu.be/A5nAvjSNdN8
https://youtu.be/o9Pj9tuQn4U
https://youtu.be/dLTCcYiKiMw
https://youtu.be/0iREg3pdutY
https://youtu.be/vohf1zVxi_o
https://youtu.be/BAZMTPjBFjk
https://youtu.be/UrcXVOUXLCw
https://youtu.be/BLFp0P_82Ho
https://youtu.be/_ULmsQGo-i8
https://youtu.be/vohf1zVxi_o
https://youtu.be/XjN5Dj-lnR0
https://youtu.be/rlbwXOfFZno
https://youtu.be/UYCXZuE0Rz0

A N E X O S

MAPAS



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

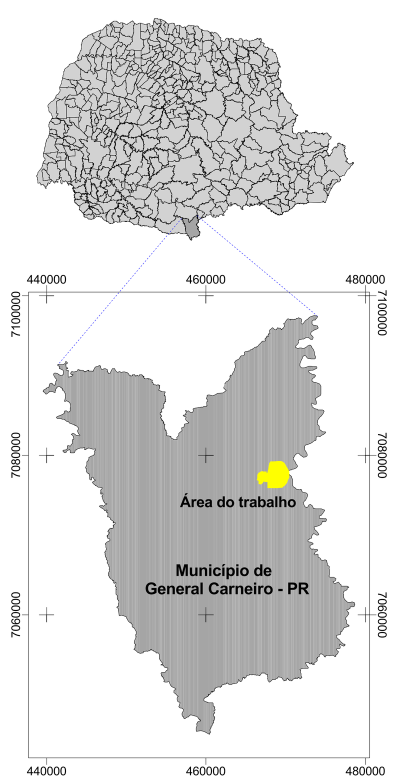
- Rodovia federal (BR153)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 960 Curva de nível mestra
- 961 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Vala, dreno
- Curso de rio
- Massa d'água
- Edificação

Pontos Descritos no Campo

- 10 Pontos de campo

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N
W E
S

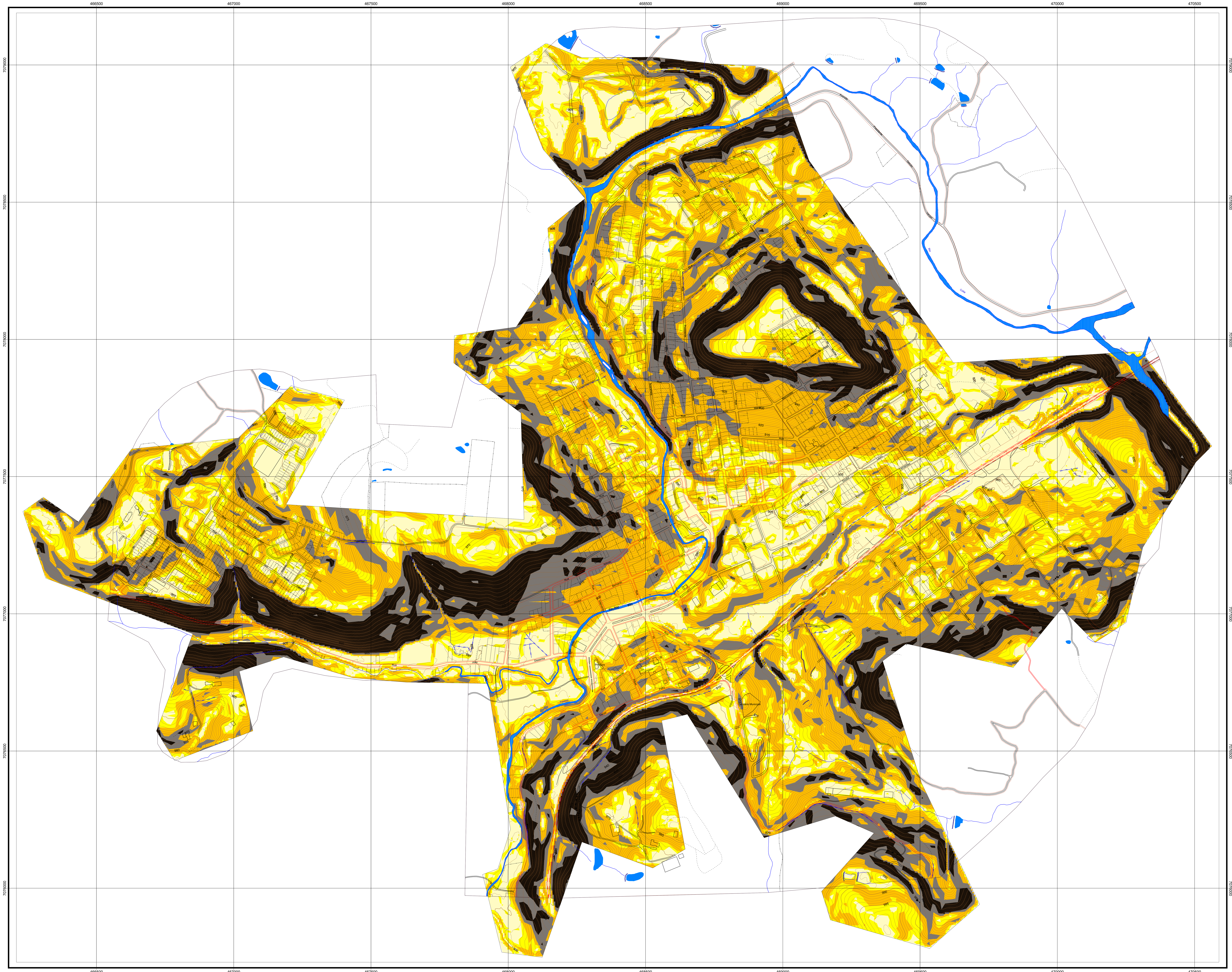
200 m 0 200 m

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

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

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

Projeto:	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS
Município:	GENERAL CARNEIRO - PR
Tema:	MAPA DE PONTOS — ANEXO 1
DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Abril / 2018 — Escala: 1:5.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

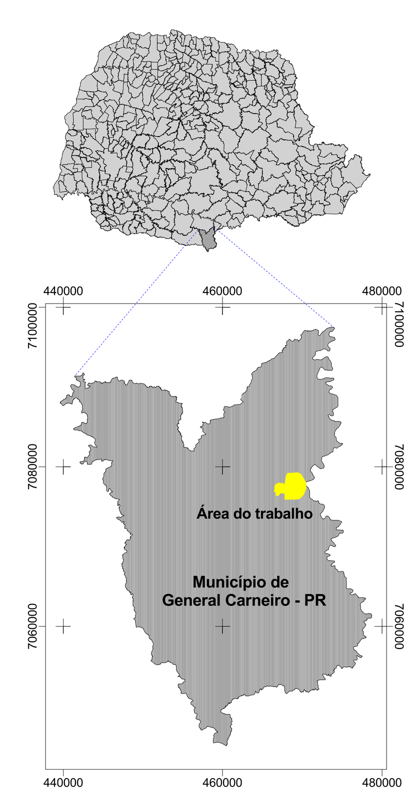
- Rodovia federal (BR153)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 960 Curva de nível mestra
- 961 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Vala, dreno
- Curso de rio
- Massa d'água
- Edificação

Classes de declividades (%)

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

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N
W E
S

200 m 0 200 m

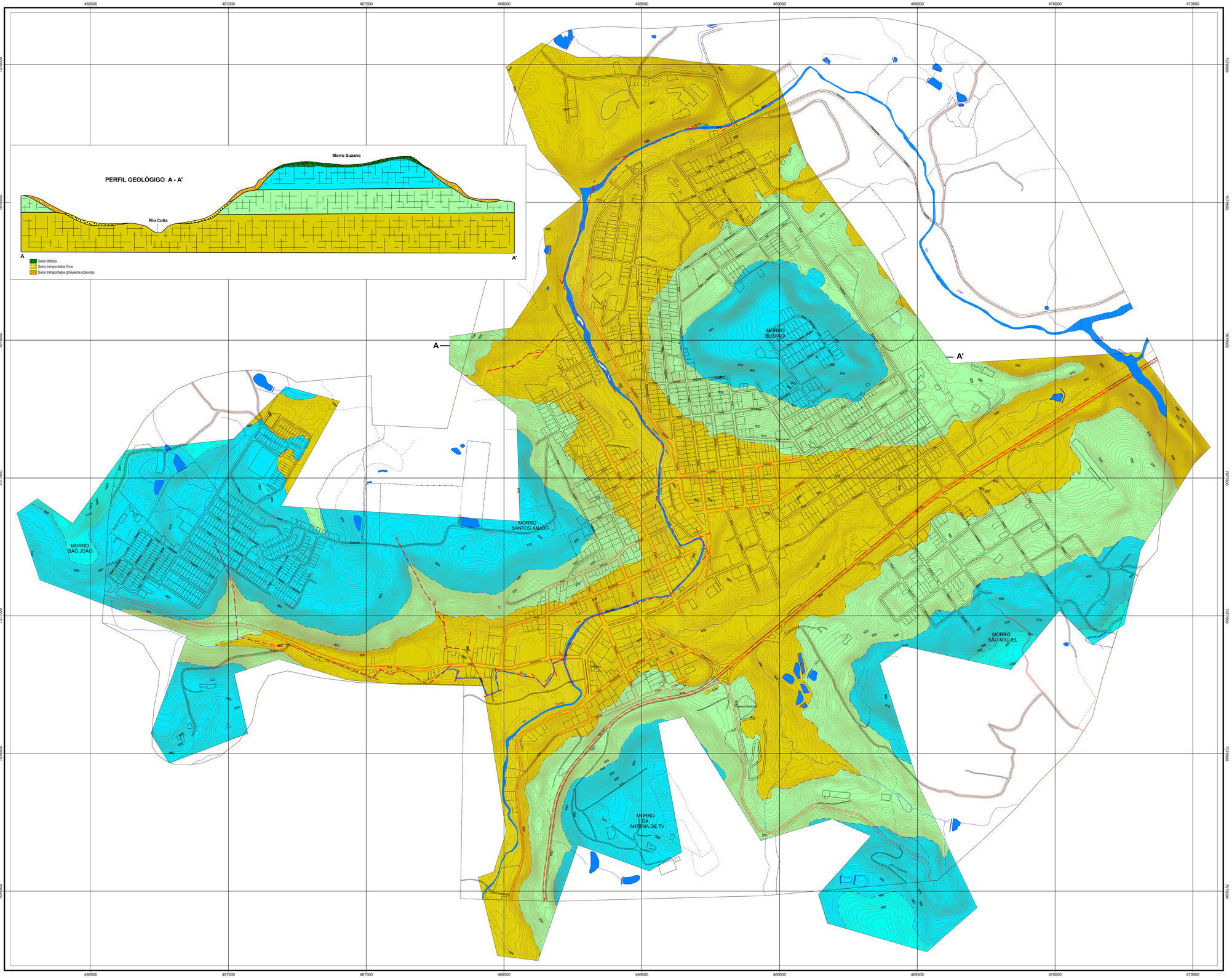
Projeção:
Universal Transversa de Mercator
Datum Vertical: Imbituba - SC
Datum Horizontal: SAD 69
Meridiano Central: 51° W GR

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

ITCG

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

Projeto:	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS
Município:	GENERAL CARNEIRO - PR
Tema:	MAPA DE DECLIVIDADES — ANEXO 3
DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Abril / 2018 — Escala: 1:5.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia federal (BR153)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Vala, dreno
- Curso de rio
- Massa d'água
- Edificação

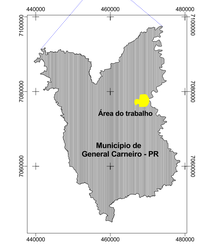
GRUPO SERRA GERAL

Basaltos		Basaltos maciços, cinza escuros intensamente fraturados, apresentando decomposição esferoidal. Afloram na forma de "lajes de pedra" ou blocos e matacões isolados recobertos por crosta ferruginosa de coloração amarelada. Ocorrem basaltos vesiculares associados, os quais demarcam o topo de diferentes derrames basálticos.
		Basaltos maciços, cinza escuros intensamente fraturados, apresentando decomposição esferoidal. Afloram na forma de "lajes de pedra" ou blocos e matacões isolados recobertos por crosta ferruginosa de coloração amarelada. Ocorrem basaltos vesiculares, tufos e lavas ácidas associados.

- Contato geológico inferido
- Falhas/fraturas geológicas

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



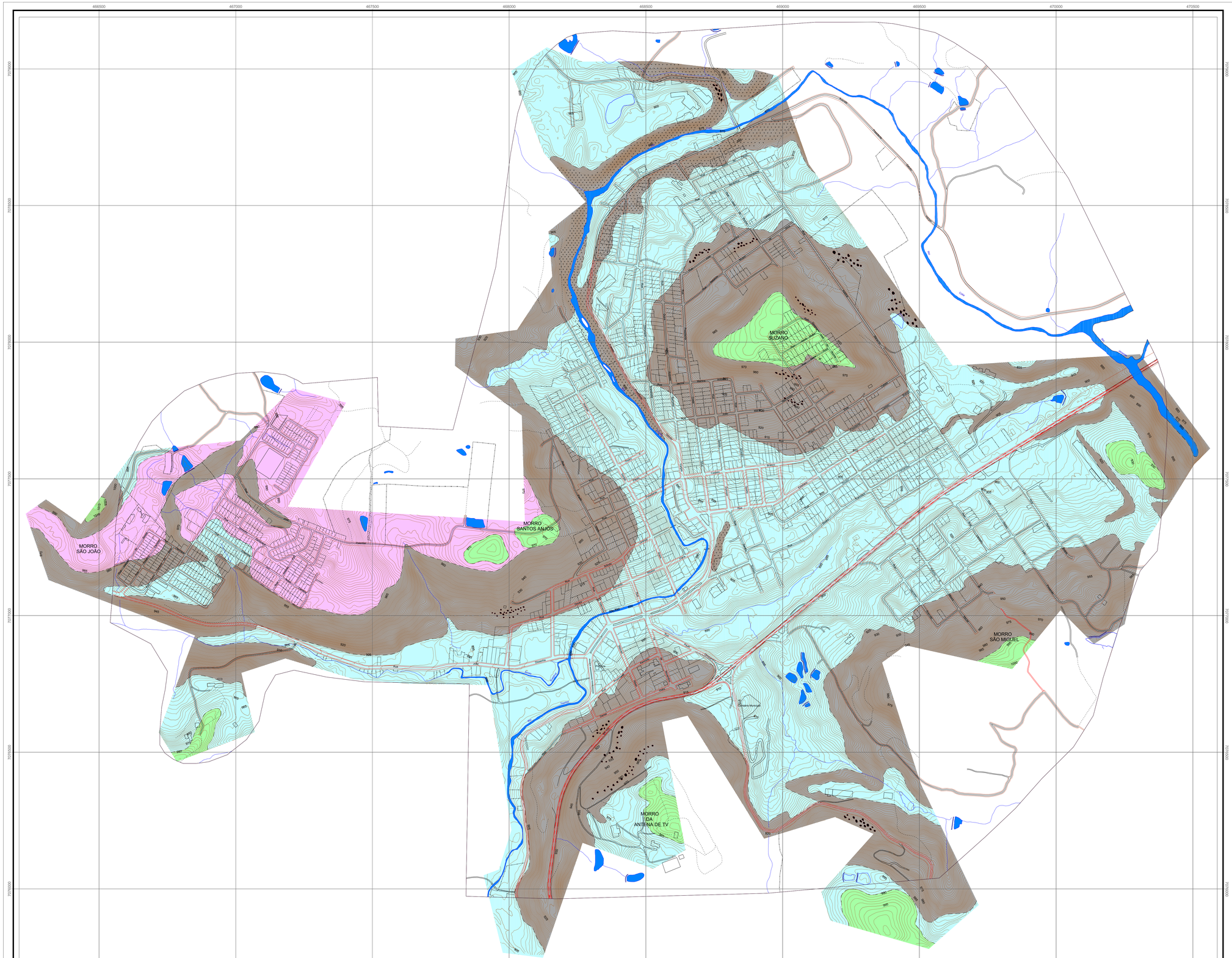
N
W
E
S

200 m 0 200 m

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

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

ITCG	SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG	
Projeto:	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS	
Município:	GENERAL CARNEIRO - PR	
Tema:	MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO	ANEXO 4
DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Abril / 2018	Escala: 1:5.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia federal (BR153)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 960 Curva de nível mestra
- 961 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Vala, dreno
- Curso de rio
- Massa d'água
- Edificação

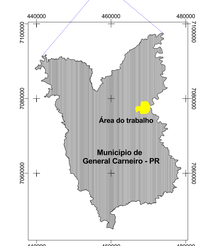
LEGENDA

Unidade de terreno		Descrição
Solos litólicos		Solos litólicos, pedregosos, rasos, formados imediatamente sobre a rocha, sem horizontes pedológicos diferenciados. Espessuras inferiores a 0,30m.
Solos residuais argilosos		Solos residuais castanho-avermelhados, matriz argilosa, homogêneos, bem drenados, porosos e permeáveis, derivados da alteração "in situ" das rochas basálticas. Espessuras: até 5,00 metros.
Solos transportados finos		Solos castanho-amarronados, matriz síltico-argilosa com fragmentos e grânulos dispersos na matriz. Ocorrência de "stone lines" demarcando a base dos depósitos. Espessuras: 0,30 a 2,00 metros.
Solos transportados grosseiros (colúvios)		Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz. Porosos e permeáveis. Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente. Espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros.

- Topo rochoso (rocha sã aflorante ou subaflorante)
- Campo de matacões
- Contato inferido

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



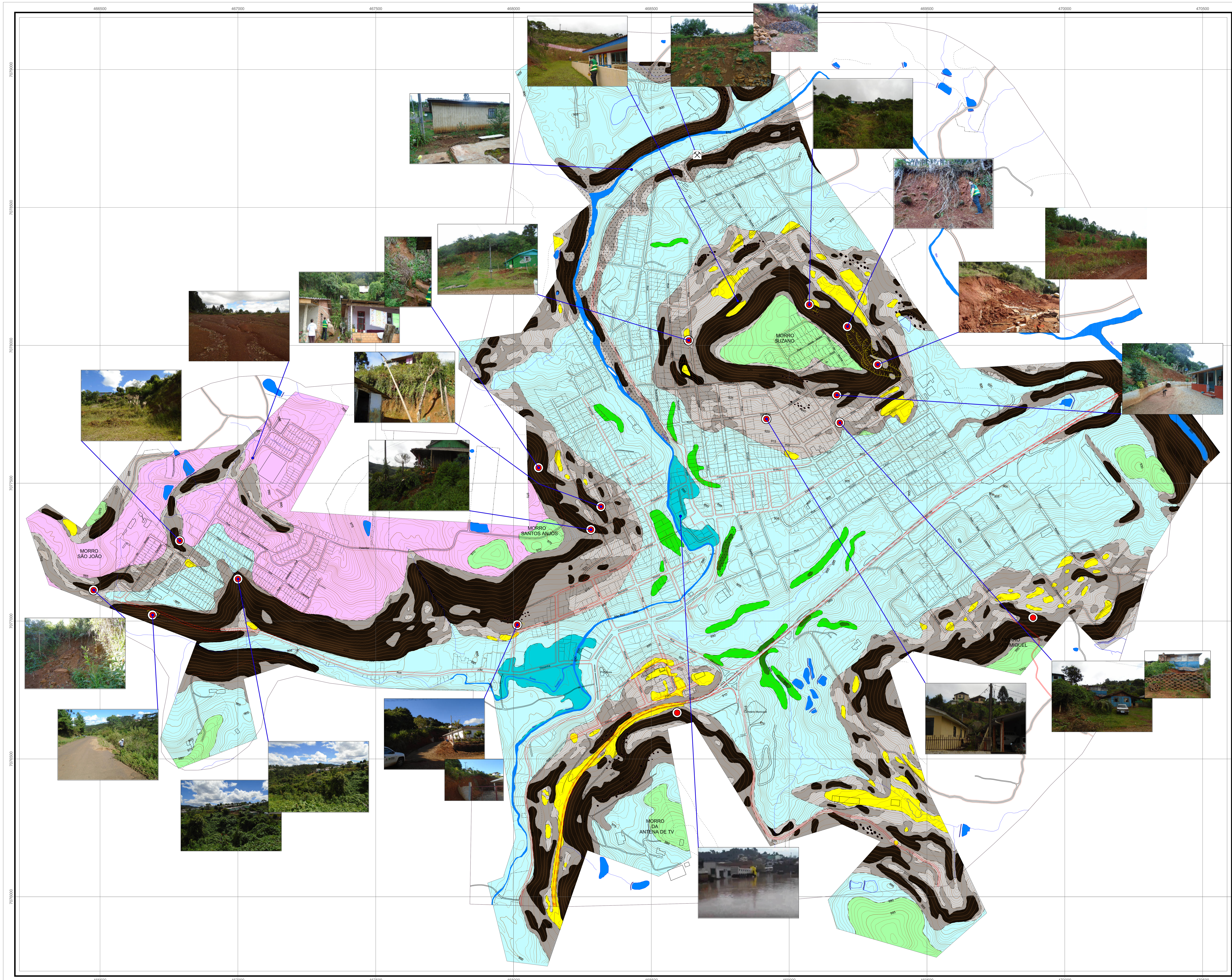
N W E S

200 m 0 200 m

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

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

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - SEMA INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ - ITCG		
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: GENERAL CARNEIRO - PR		
Tema: MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS		ANEXO 5
DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA		Executor: Geólogo - Luis Marcelo de Oliveira
Data: Abril / 2018	Escala: 1:5.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

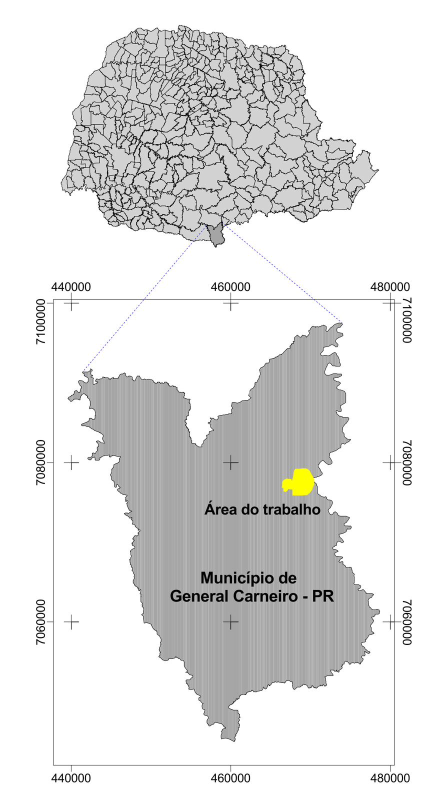
- Rodovia federal (BR153)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 960 Curva de nível mestra
- 961 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Vala, dreno
- Curso de rio
- Massa d'água
- Edificação

UNIDADE		DECLIVIDADE	DESCRIÇÃO
Solos litólicos		0 - 10%	Áreas com baixa suscetibilidade a escorregamentos.
Solos residuais argilosos		0 - 20%	Áreas não suscetíveis a escorregamentos.
Solos transportados finos		0 - 20%	Áreas com baixa suscetibilidade a escorregamentos.
		20 - 30% >30%	Áreas suscetíveis a escorregamentos localizados de pequena amplitute
Solos transportados grosseiros (colúvios)		0 - 10%	Áreas intercaladas à terrenos de alta declividade, suscetíveis a serem atingidas por material proveniente de eventuais escorregamentos à montante. **(ÁREAS DE ATENÇÃO).**
		10 - 20%	Áreas com baixa a média suscetibilidade a desbarrancamento de taludes e escorregamentos **(ÁREAS DE ATENÇÃO).**
		20 - 30% >30%	Áreas com alta suscetibilidade a escorregamentos e queda de blocos. **(ÁREAS DE RISCO).**

- Áreas com ocorrência de topo rochoso raso (afloramento de rocha basáltica a pequena profundidade, na forma de "lajes de pedra")
- Áreas de extração de basalto para produção de pedras irregulares
- Áreas atingidas por escorregamentos ou com indícios do processo em evolução (solapamentos em cortes e taludes de alturas excessivas e com presença de basaltos vesiculares, surgências de água, presença de solos coluvionares, desmoronamentos localizados de taludes, presença de vegetação inclinada, entre outras).
- Áreas sujeitas à enchentes e inundações
- Campo de matacões
- Contato inferido
- Escorregamentos

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



N S W E

200 m 0 200 m

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

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

ITCG

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

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

Município: **GENERAL CARNEIRO - PR**

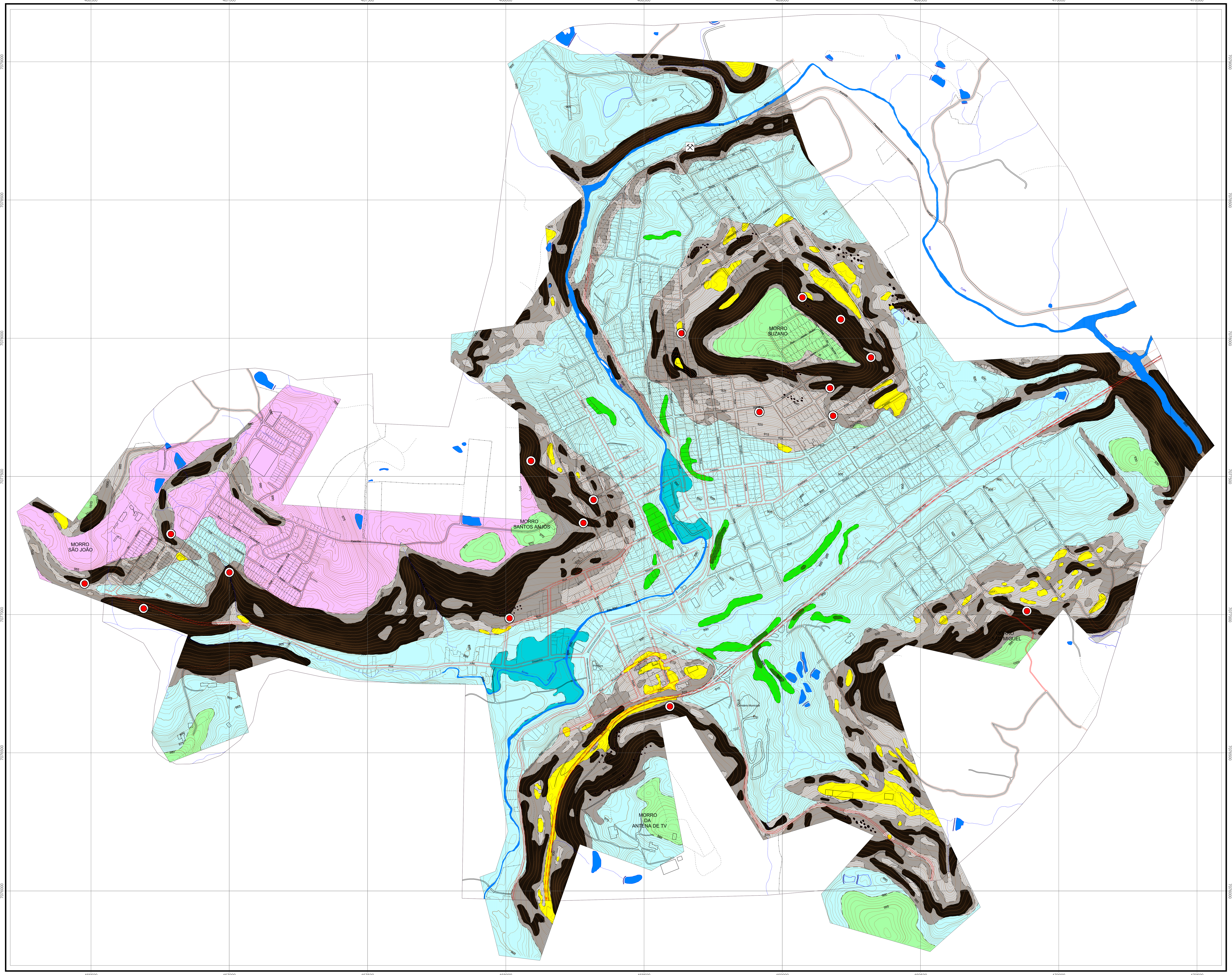
Tema: **MAPA DE RISCOS GEOLÓGICOS** — **ANEXO 6**

DEGET
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

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

Data: **Abril / 2018** — Escala: **1:5.000**

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



LEGENDA

UNIDADES DE TERRENO	DECLIVIDADES	RELEVO	CONDICIONANTES	FRAGILIDADES, RESTRIÇÕES E RISCOS ASSOCIADOS	POTENCIAIS	SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA	ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA
Solos litólicos	0 - 10%	Áreas de relevo aplainado a suavemente ondulado em forma de platôs, associadas a topo de morros de grande amplitude, recobertos por solos rasos e afloramentos rochosos.	Solos pouco desenvolvidos, rasos, pedregosos, porosos e permeáveis com espessuras inferiores a 0,30m. Recobrem afloramentos de basalto cinza escuro.	Restrições à implantação de infraestrutura superficial e enterrada (tubulações para abastecimento de água, postes para iluminação pública, rede de esgoto, fossas sanitárias, vias pavimentadas, entre outros), devido à presença de rocha sã (dura) subaflorante. 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 estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Áreas não susceptíveis à erosão, escorregamentos, colapsos, adensamentos ou afundamentos. Solos com boa capacidade de suporte de cargas e fundações.	Áreas estáveis com solos rasos e rocha sã subaflorante (basalto maciço). Baixa suscetibilidade para a ocorrência de processos associados a escorregamentos.	Passíveis de ocupação urbana desde que consideradas as restrições naturais (solos rasos e substrato rochoso subaflorante) 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 adjacente.
Solos residuais argilosos	0 - 20%	Relevo suave a moderadamente ondulado.	Solos argilosos, castanho-avermelhados, homogêneos, bem drenados, porosos e permeáveis, com espessuras que atingem até 5,00 metros. Derivados da alteração "in situ" das rochas basálticas.	Solos sujeitos à deflagração de processos erosivos quando submetidos à exposição superficial direta, gerando sulcos erosivos nos níveis mais espessos. Necessidade de implantação imediata de sistema de drenagem em áreas expostas ou desprotegidas pela retirada da cobertura vegetal ou ocupadas por atividades agrícolas, para evitar a instalação de processos erosivos.	Áreas de relevo suave a moderadamente ondulado, constituídas por solos argilosos, porosos e homogêneos nos níveis mais espessos. Boa capacidade de suporte de carga e fundações. Boas condições de escarificação e/ou escavabilidade com uso de equipamentos mecânicos nos níveis mais espessos. Facilidades na implantação de infraestrutura enterrada (redes de abastecimento de água, esgoto, fossas sanitárias, entre outros), nos níveis mais espessos Facilidade na implantação de malha viária. Relativa capacidade de depuração de bactérias em áreas com solos espessos e com nível freático profundo.	Áreas não suscetíveis a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos).	Áreas adequadas para ocupação urbana.
Solos transportados finos	0-20% (predominante)	Áreas com revelo suave a moderadamente ondulado	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos e fragmentos dispersos na matriz. Solos porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,30 a 2,00 metros. Constituem depósitos de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em função das baixas declividades associadas.	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas com declividades suaves, formando rampas suavizadas.	Baixa suscetibilidade para deflagração de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), devido às baixas declividades associadas na unidade.	Áreas associadas a terrenos com baixas declividades, passíveis de ocupação urbana, quando associados a terrenos com declividades inferiores a 20%. Restrição à ocupação junto ao sopé de terrenos de adjacentes com declividades acentuadas que possam estar associados.
	20-30% >30%	Relevo associado a segmentos de encostas com declividades acentuadas.	Localmente, ocorrência de topo rochoso raso (basalto subaflorante).	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas com relevo íngreme.	Áreas suscetíveis a escorregamentos localizados de pequena amplitude.	Áreas com restrições à ocupação urbana, suscetíveis a escorregamentos localizados de pequena amplitude.
Solos transportados grosseiros (colúvios)	0-10%	Áreas com baixas declividades.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos e matacões dispersos na matriz. Solos porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20 a 3,00 metros. Constituem depósitos de baixa coesão aparente e com baixa suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa em função das baixas declividades associadas.	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas de baixas declividades.	Baixa suscetibilidade para deflagração de movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), devido às baixas declividades associadas.	Áreas de baixas declividades intercaladas, porém, a terrenos de altas declividades, sendo suscetíveis de serem atingidas por material proveniente de eventuais escorregamentos à montante. Restrição à ocupação junto ao sopé de terrenos de altas declividades (>20%). (ÁREAS DE ATENÇÃO)
	10- 20%	Áreas com declividades moderadas.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz. Porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente e com média a alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), em função das declividades associadas.	Solos com alta permoporosidade e baixa coesão.	Áreas com declividades moderadas.	Áreas com baixa a média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, em função das declividades associadas (moderadas), tratando-se, porém, de áreas intercaladas ou adjacentes a segmentos de encosta com altas declividades, suscetíveis a escorregamentos de encosta.	Áreas com baixa a média suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, em função das declividades associadas (moderadas), tratando-se, porém, de áreas intercaladas ou adjacentes a segmentos de encosta com altas declividades, suscetíveis a escorregamentos de encosta. (ÁREAS DE ATENÇÃO)
	20-30% >30%	Relevo associado a segmentos de encostas com declividades acentuadas.	Solos de coloração castanho-amarronada, com matriz síltico-argilosa englobando grânulos, fragmentos, blocos subangulosos e matacões (cms-dms) de rocha basáltica na matriz. Porosos e permeáveis com espessuras da ordem de 0,20m a 3,00 metros. Constituem depósitos instáveis, de baixa coesão aparente e com alta suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa (escorregamentos), em função das declividades acentuadas.	Áreas de encostas íngremes sujeitas a escorregamentos e rolamento de blocos. Áreas constituídas por depósitos instáveis e incoerentes (colúvios) e campo de matacões. Áreas de grande fragilidade ambiental, a qual é potencializada pela abertura de cortes e taludes no terreno, acessos, implantação de fossas sanitárias, lançamento de lixo na encosta , entre outros. Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e vias de acessos, devido, principalmente às altas declividades e presença de blocos e matacões em grande quantidade. Áreas de elevada permoporosidade, com intenso fluxo piezométrico em subsuperfície, ocasionando rápida absorção de água pelos materiais inconsolidados, com conseqüente aumento do peso específico e perda de coesão , favorecendo a instabilização da encosta e escorregamentos localizados, principalmente em áreas ocupadas de forma inadequada (ocupação irregular e invasões). 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 com relevo íngreme, indicadas para preservação permanente.	Alta suscetibilidade para deflagração de escorregamentos.	Áreas com restrições à ocupação urbana, com histórico de escorregamentos; Apresentam alta suscetibilidade para incidência de movimentação de massa, em função das altas declividades associadas, podendo ocorrer instabilização em função das intervenções antrópicas: desmatamentos, abertura de cortes e taludes de alturas e inclinações inadequadas, ocupação desordenada, deposição de lixo na encosta, lançamento de águas servidas na encosta, implantação de fossas sépticas escavadas na encosta, entre outros. Incidência de escorregamentos na unidade com inúmeras feições de instabilidade (trincas, fendas, degraus de abatimento, árvores inclinadas, etc.), revelando a fragilidade do terreno e a possibilidade da recorrência do processo em áreas já atingidas; Riscos de acidentes atingindo todo o perfil da encosta, incluindo o topo e a base, devido ao lançamento de material proveniente de eventual escorregamento à montante, sendo necessária a delimitação de zonas de amortecimento junto ao sopé dos morros, evitando a ocupação no local. Necessidade da realização de estudos geotécnicos de detalhe para definir a eventual necessidade de implantação de obras de contenção ou reforço, incluindo muros de arrimo, muros de espera, bermas de contenção, escadas hidráulicas, atirantamentos, barramentos, entre outros, principalmente em áreas com ocupação já consolidada. (ÁREAS DE RISCO)

Áreas com ocorrência de topo rochoso raso (afloramento de rocha basáltica a pequena profundidade, na forma de "lajes de pedra")

Áreas de extração de basalto para produção de pedras irregulares

Áreas atingidas por escorregamentos ou com indícios do processo em evolução (solapamentos em cortes e taludes de alturas excessivas e com presença de basaltos vesiculares, surgências de água, presença de solos coluvionares, desmoronamentos localizados de taludes, presença de vegetação inclinada, entre outras).

Áreas sujeitas à enchentes e inundações

Campo de matacões

Contato inferido

CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

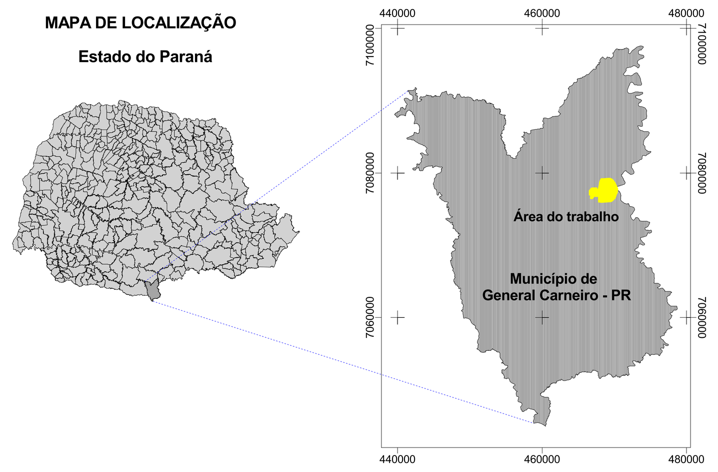
- Rodovia federal (BR153)
- Ruas, quadras, canteiros, lotes, etc.
- 960 Curva de nível mestra
- 961 Curva de nível intermediária - equid. 1 metro
- Vala, dreno
- Curso de rio
- Massa d'água
- Edificação

200 m 0 200 m

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

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Estado do Paraná



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

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

Projeto:	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS
Município:	GENERAL CARNEIRO - PR
Tema:	MAPA SÍNTESE RISCOS GEOLÓGICOS E ADEQUABILIDADE PARA OCUPAÇÃO URBANA — ANEXO 7
DEGET DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA	Executor: Geólogo - Luís Marcelo de Oliveira
Data: Abril / 2018 — Escala: 1:5.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti