CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS PIÊN/TRIGOLÂNDIA (PR)

Curitiba
2019

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 – Piên (PR). Curitiba : ITCG, 2019.
30 p., 3 mapas.

1. Mapeamento geológico. 2. Mapeamento geotécnico. 3. Riscos geológicos. 4. Piên (PR). I. Falcade, D. 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

Carlos Massa Ratinho Junior
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DO TURISMO - SEDEST

Marcio Nunes
Secretário

ITCG – INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ

Mozarte de Quadros Junior
Diretor Presidente

Luciano Cordeiro de Loyola
Diretor de Geologia

Carlos Roberto Fernandes Pinto
Diretor de Geomática

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO COM A INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS PIÊN/TRIGOLÂNDIA (PR)

Execução e elaboração

Geólogo Diclécio Falcade

Apoio:

Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti (geoprocessamento)

Beatriz Rodacoski (revisão e edição)

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO..... 7

2. JUSTIFICATIVA..... 7

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO..... 7

4. METODOLOGIA DE TRABALHO..... 8

5. MEIO FÍSICO..... 10

5.1. Geomorfologia..... 10

5.2. Hidrografia..... 11

5.3. Coberturas de materiais inconsolidados 12

5.3.1 Solos residuais/saprólitos..... 13

5.3.2 Solos transportados/coluviais/depósito de talus... 13

5.4. Geologia / Unidades de terreno (Ut)..... 13

5.4.1 Suíte álcali-granitos(unidade de terreno-I)..... 14

5.4.2 Complexo Máfico ultramáfico de Piên (unidade de terreno II)..... 20

5.4.3 Quaternário/aluviões,coluviões,depósito de talus (Unidade de terreno III)..... 23

6. ENCHENTES E ALAGAMENTOS..... 25

7. MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA..... 25

8. ÁREAS RESTRITIVAS..... 28

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 29

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 30

MAPAS

Anexo 1 - CARTOGRAFIA BÁSICA

Anexo 2 - MAPA DE DECLIVIDADES

Anexo 3 - MAPA GEOLÓGICO / DE PONTOS / UNIDADES DE TERRENO

TÁBUA DE IDENTIFICAÇÃO DE ABREVIAÇÕES E RESPECTIVAS UNIDADES (usadas em geotecnia)

Ag Argila (partículas<0,002 mm)

Si Silte (0,002 a 0,02 mm)

Ar Areia (0,02 a 2,0 mm)

ps Massa específica dos sólidos - g/cm^3

pdc Massa específica seca de campo – g/cm^3

eo Índice de vazios natural

n Porosidade - %

Sr Grau de saturação

pdmx Massa específica seca de campo – g/cm^3

wot Teor de umidade ótima do solo - %

S Índice de absorção de água

P Perda de peso por imersão - %

E Índice de erodibilidade

LL Limite de liquidez

LP Limite de plasticidade

CTC Capacidade de troca de cátions – meq/100g

SE Superfície específica – m^2/g

Vb Valor de absorção de azul de metileno do solo – g/100g

Acb Valor de absorção de azul de metileno na fração argila – g/100g

Ph Potencial hidrogeniônico

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho refere-se à caracterização do meio físico da área urbana do município de Piên/Trigolândia (PR), para fins de planejamento, visando subsidiar a Prefeitura Municipal na adequação do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano por meio da definição da adequabilidade dos terrenos para os diferentes tipos de ocupação, dando ênfase à caracterização de áreas suscetíveis aos escorregamentos de encostas e áreas sujeitas a inundações e alagamentos que podem trazer prejuízos socioeconômicos para a sociedade, além da possibilidade de perda de vidas humanas.

O objeto da presente avaliação é a área urbanizada e imediações da cidade de Piên/Trigolândia, abrangendo uma superfície aproximada de 64,0 km^2.

2. JUSTIFICATIVA

A Prefeitura Municipal de Piên solicitou apoio da COMEC e do ITCG, para a caracterização do meio físico da área mencionada anteriormente, com abordagem dos aspectos geológicos, pedológicos geomorfológicos, hidrogeológicos e ambientais locais. Na oportunidade, foi solicitada também a delimitação das áreas de risco para constarem e orientarem a revisão do Plano Diretor.

3. LOCALIZAÇÃO E ACESSO

O Município de Piên está localizado na região Sudeste do estado do Paraná, integrando a região metropolitana de Curitiba, com 284,49 km^2 de extensão territorial, tendo como municípios limítrofes Quitandinha, Agudos do Sul, Rio Negro (SC), Campo do tenente e Santa Catarina ao sul. A população é de 12.606 habitantes (IBGE 2018) e situado a uma altitude média de 850 m. A sede municipal situa-se a uma distância aproximada de 80 km a partir de Curitiba, capital do estado, acessada por meio da rodovia PR-281 que liga a Tijucas do Sul e PR- 419 que liga a BR-116, conforme indicado nos mapas a seguir (Figura 1).

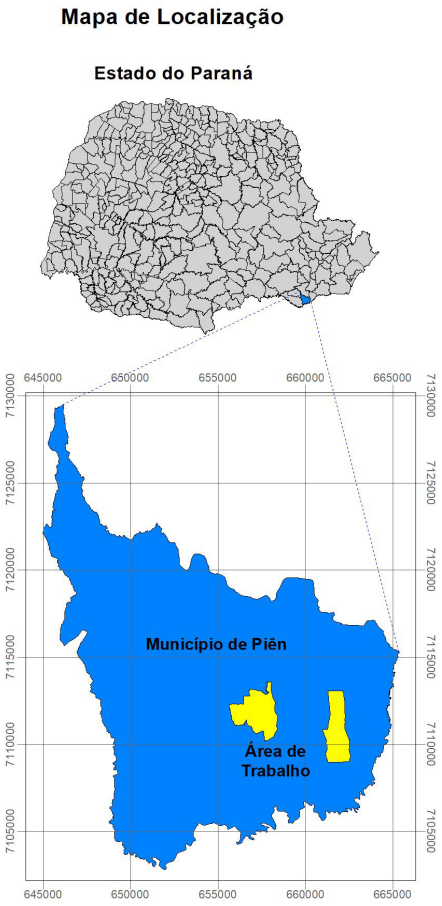


Figura 1 - Localização do município de Piên/Trigolândia e a área estudada.

4. METODOLOGIA DE TRABALHO

A caracterização do meio físico foi realizada através da execução de mapeamento geológico-geotécnico, segundo princípios metodológicos propostos por COTTAS (1983) e ZUQUETTE (1993), com adaptações implantadas em função e necessidades da prefeitura local, sem a realização de ensaios geotécnicos. Além do limite da área fornecida pela prefeitura, traçou-se um polígono de aproximadamente 64 Km² englobando a mesma, que servirá para futuras ampliações e estudos do perímetro urbano.

Para a realização dos trabalhos foram executadas as seguintes atividades e utilizadas as seguintes imagens e cartas topográficas:

a) Revisão bibliográfica.

b) Análise de mapas anteriores e imagens do Google Earth.

c) Elaboração de mapa de declividades, utilizando-se as bases cartográficas da PARANÁ CIDADE, esc. 1: 2.000, curvas a cada metro , e cartas do Serviço Geográfico do Exército, Folhas MI-2856-4, MI- 2868-2 e MI-2869-1 em escala 1:50.000 (1992), curvas a cada 20 metros.

Classes de declividade	Inclinações
0-2,5%	0 - 1º27’
2,5 - 5%	1º27’ - 2º51’
5 - 10%	2º51’ – 5º42’
10 - 20%	5º42’ – 11º18’
20 - 30%	11º18’ – 18º26’
>30 %	> 18º26’

d) Na área urbana e arredores foram feitos vários perfis geológicos e caminhadas, com a descrição desses pontos, pois em boa parte da área trabalhada afloram rochas graníticas do Granito Agudos, geralmente alterados e em alguns lugares com blocos, sendo já um saprólito, rochas do Complexo máfico/ultramáfico de Piên e também vários depósitos aluvionares. Foram necessários quatro dias de trabalho de campo para o conhecimento da geologia local e das variáveis que podem causar os alagamentos e MGM. O trabalho focou a classificação, alteração e delimitação das coberturas de materiais inconsolidados (solos residuais/saprólito e solos transportados/colúvios); o reconhecimento dos tipos rochosos, locais de áreas úmidas (aluviões) e a observação de sinais de movimentos de massa, como trincas no terreno, degraus de abatimento nos solos, além da identificação de movimentos de massa antigos.

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

Foram gerados os seguintes mapas básicos e temáticos

- Cartografia Básica - (Anexo 1)
- Mapa de Declividades - (Anexo 2).
- Mapa Geológico – Mapa de pontos - Unidades de Terreno (Anexo 3).

5. MEIO FÍSICO

5.1 Geomorfologia

A área estudada em Piên, encontra-se inserida segundo Oka-Fiori (2006), na Folha Geomorfológica de Joinvile, escala 1:250.000, na Unidade morfoestrutural – Cinturão Orogênico do Atlântico e Bacia do Paraná, e na Unidade morfoescultural - Primeiro e Segundo Planalto Paranaense, classificada como Unidades morfológicas -1.2.1 e 1.2.4 e (ver situação das unidades no mapa na Figura 2).

A descrição destas unidades compreende:

Unidade 1.2.1- abrange os Blocos Soerguidos do Primeiro Planalto, situada no Primeiro Planalto Paranaense, apresenta dissecação muito alta, classe predominante de declividade entre 12 a 30%. Em relação ao relevo apresenta gradiente de 500 metros com altitudes variando de 820 e 1320 metros. As formas predominantes são topos alongados em cristas, vertentes retilíneas e vales em “ V” fechado, modeladas em litologias da Suíte Álcali - Granitos.

Unidade 1.2.4 - denominada Planalto de Curitiba, situada no primeiro planalto paranaense, apresenta dissecação média. As classes de declividades predominantes é de menor que 6%. Em relação ao relevo apresenta um gradiente de 420 metros com altitudes médias variando de 820 a 1240 metros. Predominam formas de topos alongados e aplainados, vertentes convexas e vales em V, modelados em rochas do Complexo Gnáissico Migmatítico, que englobam os corpos graníticos.

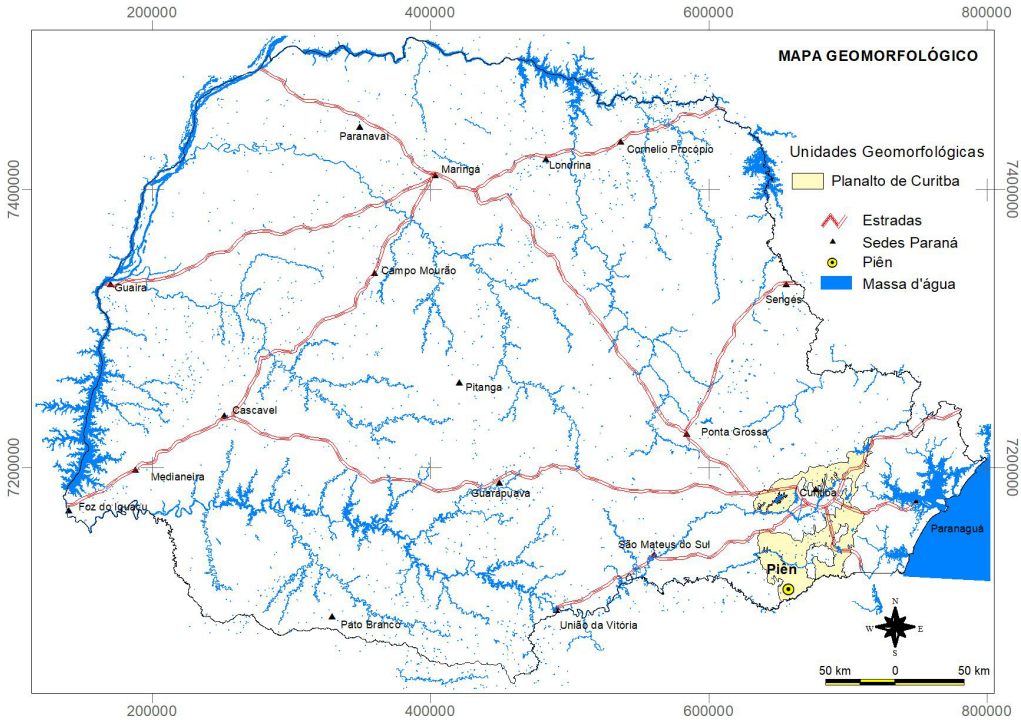


Figura 2 - Mapa das unidades geomorfológicas da região de Piên.

5.2 Hidrografia

A área urbana de Piên/Trigolândia está inserida na macrobacia hidrográfica do Rio Iguaçu, sub-bacia do Rio Negro (mapa da Figura 3). A sede municipal encontra-se nas bacias menores do Rio Poço Frio, Rio Piên e seus afluentes.

Considerando que são característicos os topos planos, as encostas suaves e os vales em forma de “U”, estas feições podem tornar a região a área urbana de Piên suscetível a enchentes e alagamentos. Já a área de Trigolândia apresenta maiores declividades, com vales encaixados, propicias a escorregamentos, que são eventos potenciais para provocar grandes prejuízos à sociedade.

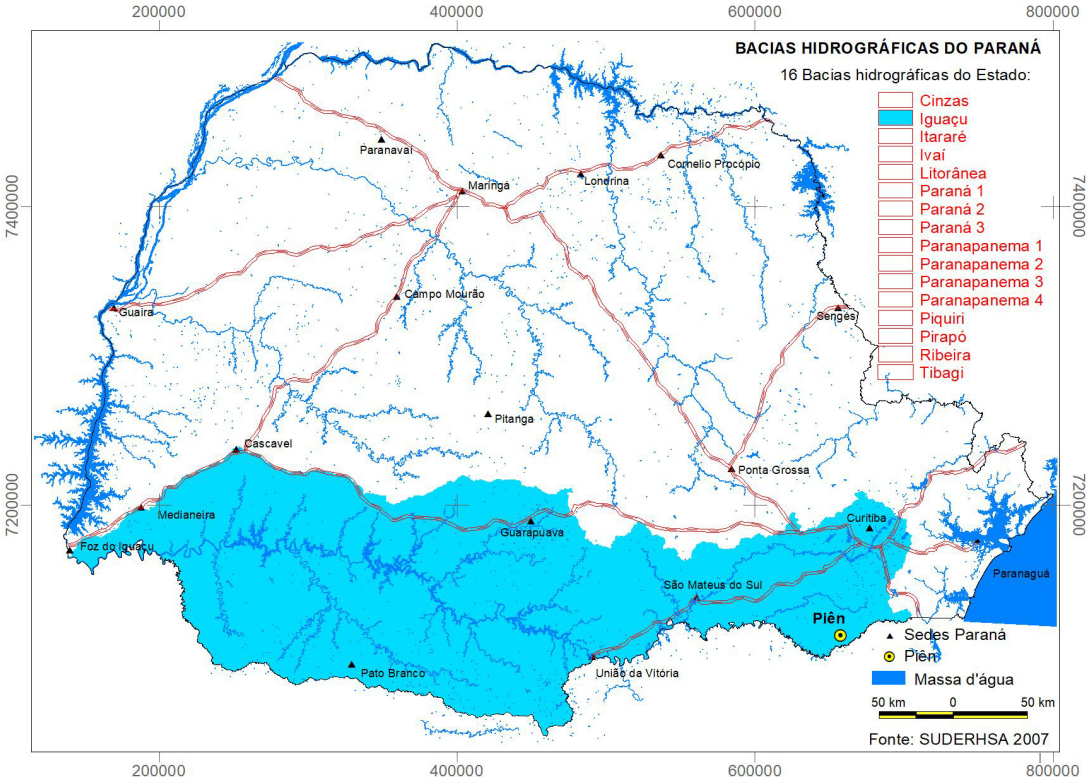


Figura 3 – Bacias hidrográficas do estado do Paraná, com a localização da sede do município de Piên (Bacia do Iguaçu).

5.3 Cobertura de materiais Inconsolidados

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

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

As coberturas inconsolidadas podem ser subdivididas em solos residuais/saprolíticos e solos transportados/coluviais.

5.3.1 Solos residuais / saprólitos

Os solos residuais são derivados da alteração das rochas *in situ* e que não sofreram transporte posterior, os sapólitos mantém todas as estruturas da rocha original. Em toda a área mapeada, predominam amplamente os solos residuais/sapróliticos, derivados da alteração das rochas graníticas, em porções geográficas mais altas é comum ocorrerem concentração de blocos arredondados de grandes volumes. Trata-se de solos espessos com fragmentos de rochas semi-intemperizadas em sua massa, raramente encontrados afloramentos de rocha fresca. Nas rochas máficas ultramáficas, praticamente não ocorrem solos de alteração.

5.3.2 Solos transportados/coluviais/depósito de talus.

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. Geralmente são identificados por uma linha de seixos, indicando o transporte. São solos de elevada permo-porosidade, coloração castanho-amarronada com matriz síltico-argilosa, englobando fragmentos de rochas subangulosos, de dimensões variadas, geralmente centimétricos a decimétricos. Os colúvios podem ser classificados em grossos e finos, dependendo da presença ou não de blocos de rocha dentro da matriz, respectivamente. Ocorrem associados às encostas de declividades moderadas a altas (>20%), apresentando-se instáveis e incoerentes, suscetíveis a escorregamentos. Depósito de talus, associados ás encostas com altas declividades, não presentes na área de trabalho.

5.4 Geologia / unidades de terreno (Ut)

A área mapeada, sede urbana do município de Piên/Trigolândia, assenta-se sobre rochas graníticas do Granito Agudos e entre essas duas áreas ocorre uma faixa do Complexo Máfico Ultramáfico de Piên. Em toda a área mapeada encontram-se aluviões.

5.4.1 - Suíte álcali-granitos - Granito Agudos (Unidade de Terreno - I)

Esta unidade é composta por um conjunto de intrusões graníticas e representa um longo evento magmático que se manifestou no Sudeste do Paraná e nordeste de Santa Catarina, identificada formalmente em projetos realizados na década de 1960, pela Comissão da Carta Geológica do Paraná e por MAACK (1961) e, na década de 1970, pela CPRM. Esses maciços graníticos apresentam dimensões variadas, constituindo desde pequenos *stocks* até batólitos, cujas denominações têm por base a toponímia regional onde ocorrem: Agudos do Sul, Morro Redondo, Serra da Igreja, Graciosa, Anhangava, Marumbi e Piedade. Distribuem-se tanto no Domínio Curitiba quanto no Luís Alves, predominando sobre o último, não ocorrendo nos terrenos pertencentes ao Domínio Paranaguá. Caracteriza esses maciços a natureza alcalina, bem como sua isotropia, em contraste com a pronunciada foliação dos gnaisses e migmatitos encaixantes, com os quais os contatos são normalmente realizados através de zonas de falha.

Características

O granito (Figura 4) apresenta-se petrograficamente como equigranular, grosseiro, maciço, homogêneo e cores rosadas, geomorfologicamente (Figura 5 e 6), com topos alongados e aplainados, com vertentes convexas, contendo declividades de todas as classes. A unidade em questão apresenta grande extensão territorial (vide mapa). É constituída, predominantemente, por solos residuais maduros e saprólitos (Figura 7 e 9) e eventualmente apresenta inclusões de solos transportados/coluviais (Figura 8) não individualizados devido à falta de continuidade lateral. O solo transportado é facilmente diferenciado do residual, porque entre ambos existe um nível de seixos que é a base do solo transportado.

O perfil tipo compreende:

- Solo transportado, marcado na base pelos pavimentos milimétricos a centimétricos de grãos de quartzo, localizados normalmente à meia encosta e em vertentes inclinadas. Também se diferencia do solo residual pela quantidade de seixos de quartzo de diferentes tamanhos que estão espalhados numa matriz de textura argilosa, de coloração castanha clara, porosa, e espessura variando de 0,5 a 3,0 metros. Aqui nos granitos esses solos são reduzidos devido a vertentes menos inclinadas.

- Solo residual maduro, textura argilosa, por vezes siltosa, de cor marrom, castanho escura. O argilo-mineral predominante é a caulinita (1:1), espessura média de 3,0 metros, permeabilidade média (10-3 cm/s). Os ensaios de adsorção de azul de metileno indicam um valor médio de Vb = 1,86g/100g, mostrando um comportamento laterítico, LL = 48,9% e LP = 33,2%, a massa específica seca máxima do Proctor normal situa-se em torno de 1,5 g/cm^3 com umidade ótima em torno de 23,3%. A resistência à penetração é média a baixa; a erodibilidade desse material é baixa, como indicam ensaios em outros locais com esse tipo de material, cujos valores de E são maiores que 1 (E>1).

- Saprólito de cor castanho, creme e vermelho. A textura é areno siltosa, apresentando a estrutura original da rocha. A espessura é variável desde alguns metros até uma dezena de metros. O argilo-mineral é a caulinita (1:1) e a permeabilidade é baixa (10-4 cm/s) a elevada (10-2 cm/s). Os ensaios de adsorção de azul de metileno indicam um valor Vb = 0,80g/100g, prevendo-se um comportamento laterítico. LL varia de 52,6% a 31,2%; LP também varia de 47,7% a 29,5%. A massa específica seca máxima do Proctor normal situa-se em torno de 1,3 g/cm^3, com umidade ótima em torno de 25%. A erodibilidade é média conforme constatado nos ensaios de erodibilidade, como em outros locais com material semelhante,onde E é menor que 1 (E<1), sendo a resistência à penetração de média à alta. A escavabilidade é de primeira categoria.

Avaliação

- Suscetibilidade baixa à erosão.
- Baixa a média necessidade de terraplenagem, com compensação entre cortes e aterros.
- Inadequado para disposição de resíduos nas regiões próximas aos aluviões (nível freático raso), e fora dessa condição é adequado.
- Adequado com restrições na implantação de loteamentos residenciais e industriais, devido ao lençol freático próximo aos aluviões.
- Adequado com restrições para obras enterradas devido ao lençol freático raso e à declividade baixa próximo aos aluviões.
- Suscetibilidade baixa para deslizamentos em cortes acima de 3,0 metros.
- Solo adequado para loteamentos residenciais e industriais, vias de circulação, instalações de infraestruturas enterradas.
- Adequabilidade razoável para disposição de resíduos.
- Bom para material de empréstimo (perfil como um todo).

Figura 4 – Granito Agudos

Figura 5 - Vista do aspecto geomorfológico do Granito Agudos. Topos aplainados.

Figura 6 – Detalhe de um topo aplainado do granito Agudos, com concentração de blocos arredondados.

Figura 7 – Detalhe das rochas graníticas alteradas (saprólito) mantém a estrutura da rocha original, cores claras.

Figura 8 - Detalhe de um dos poucos lugares onde tem-se um solo transportado muito raso. Quase somente um solo orgânico. Presente a linha de seixos.

Figura 9 – Detalhe de um corte em solo residual/saprólito do granito. Notar a baixa erodibilidade, ótimo como material de empréstimo.

Figura – 10 Vista de terraplanagem no topo de uma colina para implantação de um empreendimento imobiliário.

5.4.2 – Complexo Máfico Ultramáfico de Piên – (Unidade de Terreno - II)

Esta unidade (figura -11) ocorre em uma faixa entre as áreas urbanas de Piên e Trigolândia. Esse complexo é formado por duas principais associações litológicas, uma metaultrabásica (fácies xistos verdes) e outra metabásica (granulítica). A primeira inclui variedades magnesianas de gnaisses e xistos, enquanto a segunda compreende metamorfitos derivados de rochas básicas mais ricas em cálcio e ferro, maciças e de textura fina. Neste trabalho consideramos apenas uma unidade de terreno (UT-II). Não possuímos dados referentes a geotecnia dessa unidade. Essa área está totalmente onerada ao setor mineral, possuindo uma concessão de lavra (820.521/1986). A lavra atual, na porção mais elevada da área, é para revestimento de estradas rurais, pois a rocha se encontra toda cizalhada, moída, (Figura 12). Na porção mais plana, nota-se uma certa ocupação por pequenas chácaras.

Características

As litologias referentes a essa unidade apresentam-se petrograficamente como lamelares, xistosas, homogêneas e cores escuras, geomorfologicamente (Figura 11), com topos alongados e aplainados, com vertentes convexas, contendo declividades de todas as classes. A unidade em questão não apresenta grande extensão territorial (vide mapa). É constituída, predominantemente, por rocha fresca toda cizalhada (Figura-12) desprovida de solo residual/saprólitos, não apresenta inclusões de solos transportados/coluviais não individualizados devido a falta de continuidade lateral.

O perfil tipo compreende:

- Solo transportado, praticamente inexistente nas porções mais altas. Nas porções mais baixas, pequenos aluviões.
- Solo residual, também inexistente nas porções mais altas. Tem-se uma transição direta solo orgânico para a rocha.
- Saprólito de cor escura. A escavabilidade é de primeira categoria.

Avaliação (apesar de onerada a área)

- Suscetibilidade baixa à erosão.
- Inadequado para disposição de resíduos em ambas as situações do perfil.
- Inadequado na implantação de loteamentos residenciais e industriais, devido ao intenso cizalhamento da rocha.
- Inadequado para obras enterradas devido ao intenso cizalhamento das rochas.
- Suscetibilidade baixa para deslizamentos em cortes acima de 3,0 metros.
- Bom para material de empréstimo (perfil como um todo).

Figura 11 – Detalhe da geomorfologia do corpo máfico/ultramáfico, notar ausência de solo residual.

Figura 12 – Detalhe do afloramento da rocha cizalhada, moída dos corpos de rocha máfica/ultramáfica.

5.4.3 – **Quaternário – aluviões/** coluviões e depósitos de talus **- (Unidade de Terreno – III)**

Aluviões, cobrem extensas áreas do território paranaense, com destaque na RMC para as cartografadas na bacia hidrográfica do Alto Iguaçu.

Os aluviões são depósitos de sedimentos inconsolidados, de pequena espessura, aparecendo em áreas restritas ao longo de alguns rios, sendo constituídos por siltes e argilas, em parte turfosos e areias de diversas granulações, aparecendo também leitos de cascalho, onde predominam seixos de quartzo e quartzito, bem selecionados e arredondados, indicando transporte efetivo. Ocupam as várzeas fluviais, onde o nível freático mantém os sedimentos permanentemente saturados e aflora nas estações chuvosas. Sobre as várzeas, em desníveis de poucos metros, ocorrem terraços também holocênicos, mas anteriores aos aluviões, presentes na área em estudo.

Os colúvios são constituídos por sedimentos terrígenos inconsolidados, em grande parte silte e argila, frequentemente envolvendo fragmentos, blocos e matacões das rochas subjacentes, que formam depósitos sem estruturas sedimentares, oriundos de transportes de encostas. Ao contrário dos aluviões e terraços, cuja continuidade lateral permite cartografia em escalas até regionais, os colúvios são de mapeamento possível apenas na escala de grande detalhe. Pouco presente na área em estudo.

Os depósitos de tálus são observados ao longo das escarpas ocidentais da Serra do Mar, constituídos de blocos angulares e subarredondados de diversos tamanhos, imersos em matriz síltica ou argilosa, sem estruturas sedimentares. Não temos esse tipo de depósito na área em estudo.

<u>Características</u>

Planícies aluvionares, sedimento aluvionar holocênico (Quaternário), declividade de 0- 2,5 %.

O principal aluvião encontra-se na entrada principal da cidade, logo aseguir um outro exemplo de aluviões (Figura- 13)

Figura 13- Exemplo de áreas aluvionares.

O perfil tipo compreende:

- Camada superficial orgânica, cor negra, hidromórfica, por vezes turfosa, permeabilidade média (10-4cm/s), plástica, muito mole a mole, permeabilidade baixa e com espessuras variando de 1,0 a 2,0 metros.
- Argila de cor cinza escura, caulinítica, plástica, muito mole a mole, permeabilidade baixa e com espessuras variando de 1,0 a 10,0 metros.

Essas argilas estão sobrepostas a um pavimento de areia fina a grossa com cascalhos e blocos de quartzo, fofa, por vezes compacta, porosa, permeabilidade média (10 -3 a 10 -4 cm/s), espessura variável de 1,0 a 2,0 metros. O nível freático varia de 0,2 a 1,0 metros.

Este pacote de sedimentos está depositado sobre saprólito dos granitos.

Avaliação

- Áreas de equilíbrio hidrológico.
- Áreas de preservação permanente.
- Áreas adequadas para construção de tanques.
- Áreas com grande potencial hidrogeológico.

- Áreas com potencial para extração de argila para cerâmica vermelha e areia.
- Áreas inadequadas (não recomendadas) para loteamentos residenciais e industriais devido ao nível freático raso ou aflorante, assoreamento dos canais de drenagem, material com baixa capacidade de carga, com possibilidade de recalques em fundações, solo plástico colapsível, necessidade de aterros com drenagem eficiente nas fundações, além de sistemas de escoamento de águas pluviais e servidas.
- Áreas inadequadas para infraestruturas enterradas, em função do nível freático raso de baixa declividade.
- Áreas inadequadas para disposição de resíduos.
- Áreas com suscetibilidade alta à média para inundações, enchentes e alagamentos.
- Áreas com baixa suscetibilidade para erosão.

6. ENCHENTES E ALAGAMENTOS

As principais situações de riscos verificadas neste trabalho em Piên/Trigolândia quanto a enchentes e alagamentos, seriam na porção central da área urbana, de Piên, pois ela está assentada sobre um vale de fundo chato em área com baixa declividade e segundo informações da própria prefeitura não ocorrem alagamentos nessa área. Em Trigolândia, a topografia é acidentada e os vales encaixados, portanto não há acumulo de águas pluviais.

7. MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA

Definições

De uma forma geral os processos de alteração do meio físico investigados em Piên não são capazes de gerar grandes situações de risco com consequentes acidentes geológicos, principalmente, aos movimentos gravitacionais de massa (MGM) ou escorregamentos de encosta. São raros os locais com declividades acima de 30%. Porém na área de Trigolândia foi verificada uma situação de corte/ aterro em alta declividade em que a prefeitura necessitou executar obras de contenção de encostas (Figura -14). De acordo com Oliveira (2010), os

escorregamentos são considerados os acidentes geológicos que mais têm provocado perda de vidas humanas em áreas urbanas. Caracterizam-se por movimentos rápidos, bruscos, com limites laterais e profundidades bem definidas. 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. A geometria dos principais tipos encontra-se na Figura 15.

Figura 14 – Detalhe de obra de contenção de encostas executadas para conter uma rua aberta em local de alta declividade.

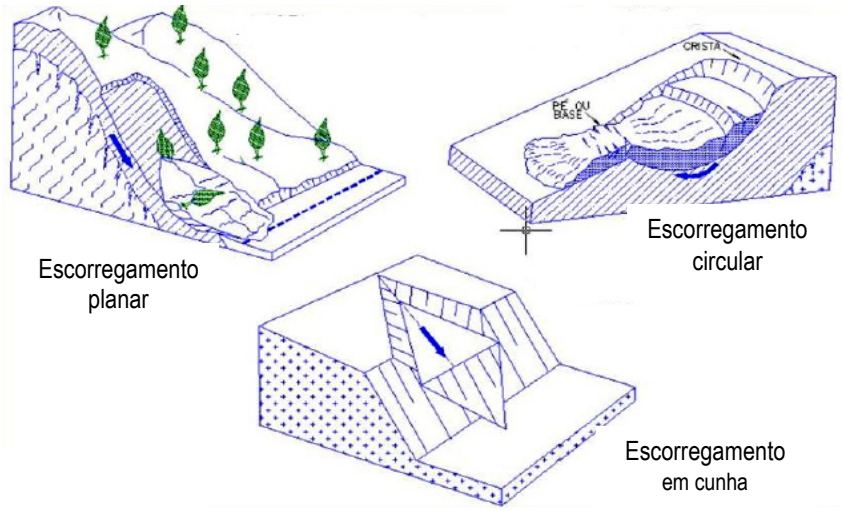


Figura 15 - Geometria dos principais tipos de escorregamentos em encostas (Oliveira, 2010).

O principal agente deflagrador do processo é a água das chuvas, muitas vezes associado a desmatamentos, erosão, variações de temperatura, oscilações do nível freático e fontes. As chuvas contribuem diretamente para instabilizar as encostas, por meio da infiltração e encharcamento do solo; formação de fendas, trincas e juntas, com a geração de superfícies de ruptura; atuação de pressões hidrostáticas; saturação do solo com aumento do peso específico; redução da resistência dos solos pela perda da coesão e escorregamento.

As principais interferências antrópicas que potencializam os escorregamentos (Figura 16) 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).

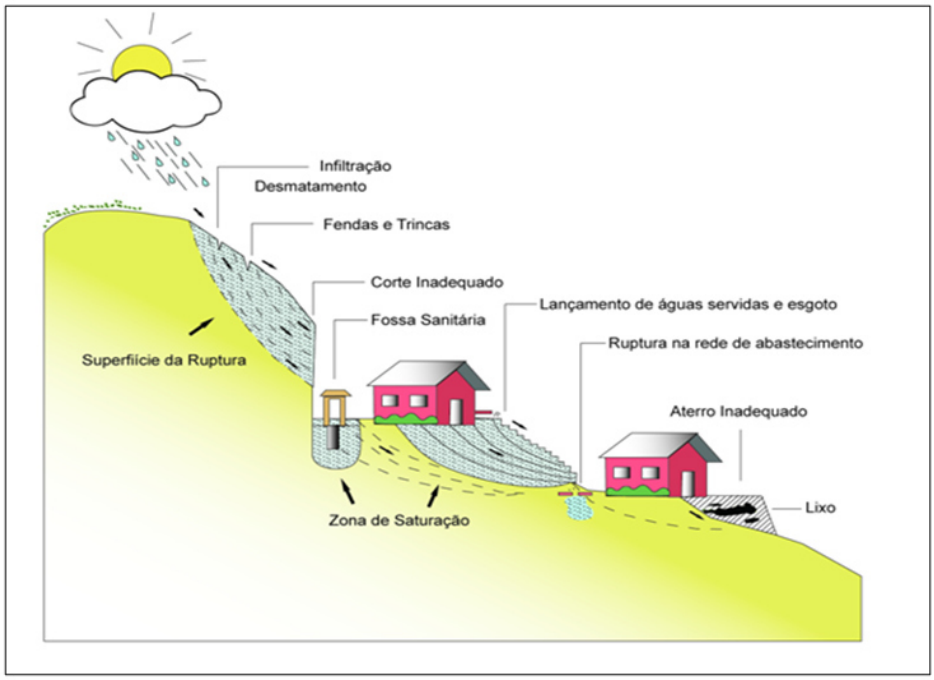


Figura 16 - Principais atividades antrópicas indutoras de escorregamentos de encostas (Oliveira, 2015).

8 - ÁREAS RESTRITIVAS

Áreas com declividade maior do que 30% são áreas restritivas ao uso e ocupação do solo conforme estas leis em vigor:

- Lei Federal nº 6766/79 (Lei Lehmann), proíbe o parcelamento do solo em áreas com declividade maior que 30%, salvo se atendidas as exigências específicas das autoridades competentes.

- Lei Federal nº 12.651/12 (Código Florestal), define como APP áreas com declividades superiores a 45º (equivalente a 100%), na linha de maior declive. - Resolução CONAMA 303/2.002 - art. 3º, define como APP as áreas situadas

em encostas ou parte destas, com declividade superior a 100% ou 45º na linha de maior declive.

Na carta em questão, são as áreas de cor negra. Nestas declividades há também a possibilidade de deslizamentos, tanto em encostas naturais como em cortes, além da erosão.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1. De acordo com os trabalhos de campo, as áreas susceptíveis a enchentes e alagamentos seriam as áreas aluvionares (Unidade de terreno III). Sugestão especial quanto a manutenção e limpeza de galerias pluvial que passam pelo centro da área urbana.
2. As áreas potenciais a deslizamentos e/ou escorregamentos estariam situadas em declividades acima de 30% e em áreas de corte e aterro.
3. Em cada Unidade de terreno no item avaliação, faz-se um resumo do uso e ocupação.
4. Para qualquer implantação de obras enterradas ou superficiais, recomenda-se a realização de ensaios e acompanhamento de técnicos especializados em Geotecnia.

Curitiba, abril de 2019.

Geólogo Diclécio Falcade

Crea 5918-D

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

FUCK, R. et al. COMISSÃO DA CARTA GEOLÓGICA DO ESTADO DO PARANÁ- Mapa geológico de Tijucas do Sul esc 1:70.000 1969(a).

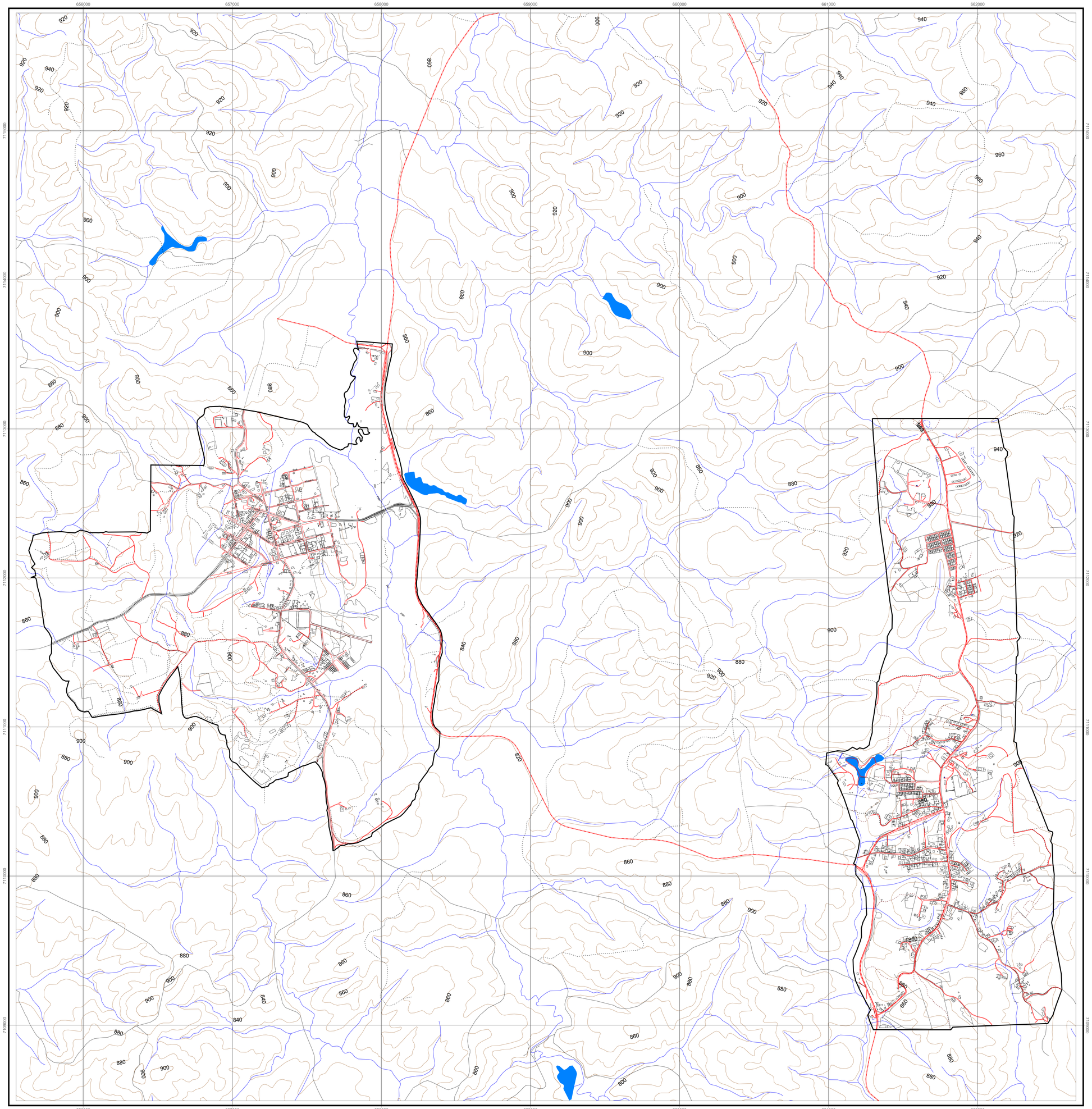
MINEROPAR. **Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná. Escala Base 1:250.000**. Curitiba: MINEROPAR/UFPR, 2007. 50p.

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

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

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

A N E X O S



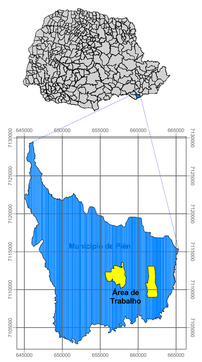
CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia Federal
- Estrada municipal
- Arruamento
- Caminho, trilha
- 820 Curva de nível mestra
- 821 Curva de nível intermediária - equid. 1,0 metro
- Curso de rio
- Edificação
- Massa d'água

Mapa de Localização

Estado do Paraná

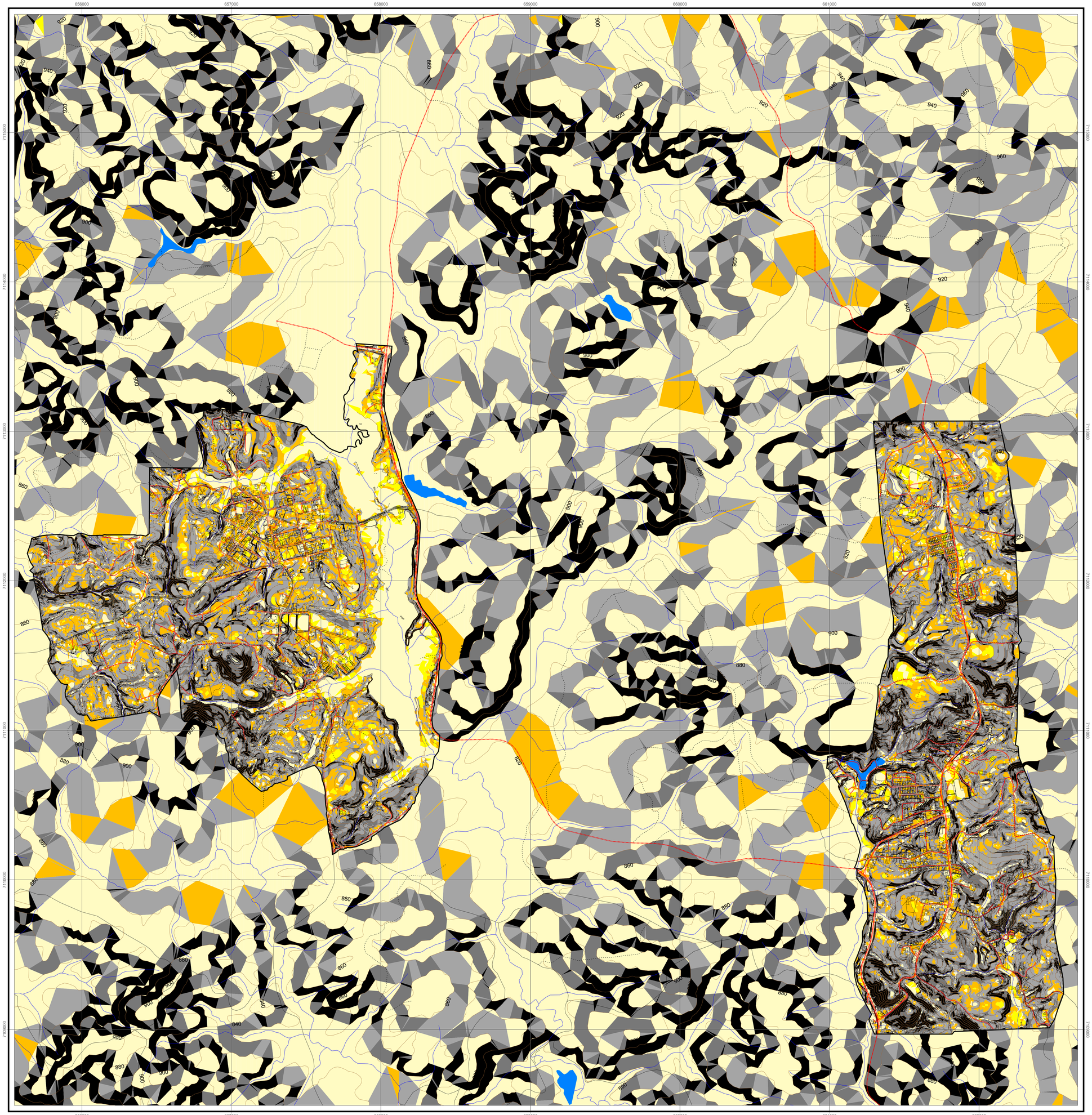


N
W E
S

200 m 0 200 m
1:10.000

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

ITCG — SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DO TURISMO - SEDEST		
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO E COM INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: PIÊN / TRIGOLÂNDIA - PR		
Tema: MAPA PLANIALTIMÉTRICO		ANEXO 1
DIGEOL Diretoria de Geologia		Executor: Geólogo - Diclécio Falcade
Data: Maio / 2019	Escala: 1:10.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

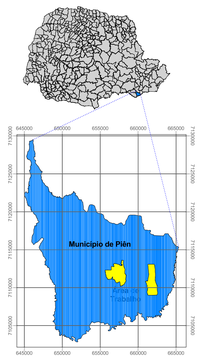
- Rodovia Federal
- Estrada municipal
- Arruamento
- Caminho, trilha
- 820 Curva de nível mestra
- 821 Curva de nível intermediária - equid. 1,0 metro
- Curso de rio
- Edificação
- Massa d'água

Classes de declividades (%)

- 0-2.5%
- 2.5-5%
- 5-10%
- 10-20%
- 20-30%
- >30%

Mapa de Localização

Estado do Paraná



N
W E
S

200 m 0 200 m
1:10.000

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

Fonte base planialtimétrica, COMEC

ITCG

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DO TURISMO - SEDEST

Projeto:	CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO E COM INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS
Município:	PIÊN / TRIGOLÂNDIA - PR
Tema:	MAPA DE DECLIVIDADES — ANEXO 2
DIGEOL Diretoria de Geologia	Executor: Geólogo - Diclécio Falcade
Data: Maio / 2019 — Escala: 1:10.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti

CONVENÇÕES

Convenções Topográficas

- Rodovia Federal
- Estrada municipal
- Arruamento
- Caminho, trilha
- 900 Curva de nível mestra
- 820 Curva de nível intermediária - equid. 20,0 metros
- Curso de rio
- Edificação
- Massa d'água

Direito Minerário

- Número do processo

Dados de Campo

- Pi-01 / Pontos descritos no campo

Geologia / estratigrafia

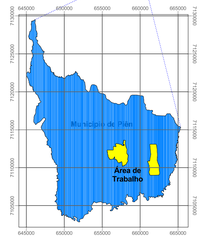
- UT II - Quaternário (aluviões / coluviões / depósito de talus
- UT I - Suite alcali-granitos (Granito Agudos)
- UT III - Complexo Máfico ultramáfico de Piên

Zoneamento Urbano

- AEIMin
- AFU
- ZC
- ZCh
- ZCOA 01
- ZCOA 1
- ZCOA 2
- ZDE
- ZEIS
- ZEIS 1
- ZEIS 2
- ZEIS 3
- ZUM
- ZUR
- ZURC
- ZUS

Mapa de Localização

Estado do Paraná



N
W E
S

200 m 0 200 m
1:10.000

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

Fonte base planialtimétrica, COMEC

ITCG — SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E DO TURISMO - SEDEST		
Projeto: CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO PARA FINS DE PLANEJAMENTO URBANO E COM INDICAÇÃO DE ÁREAS DE RISCOS GEOLÓGICOS		
Município: PIÊN / TRIGOLÂNDIA - PR		
Tema: MAPA GEOLÓGICO / UNIDADE DE TERRENO		ANEXO 3
DIGEOL Diretoria de Geologia		Executor: Geólogo - Diclécio Falcade
Data: Maio / 2019	Escala: 1:10.000	Geoprocessamento: Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti