MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU

Cartas COMEC
A089 (parcial) e A090
Escala 1:20.000

Curitiba
MARÇO/ 2016

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU

Cartas COMEC
A089 (parcial) e A090
Escala 1:20.000

CURITIBA
MARÇO/2016

Revisão e editoração

Clarissa Nunes

Catalogação e referências

Bibliotecária Marlene Mengarda Martelli

Catalogação na fonte

Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR
Mapeamento geológico-geotécnico para planejamento nos municípios de Rio Branco do Sul e Itaperuçu (PR). Curitiba : Mineropar, 2016.
52 p., anexos.

1. Mapeamento Geológico. 2. Mapeamento Geotécnico. 3. Riscos Geológicos. 4. Rio Branco do Sul (PR). 5. Itaperuçu (PR). I. Falcade, D. II. Felipe, R.S. III. Título.

CDU 624.13 (816.21I)

Direitos desta edição reservados à MINEROPAR – Serviço Geológico do Paraná

Rua Máximo João Kopp, 274 - Bloco 3

Santa Cândida – Curitiba – Paraná

CEP 80531-970 Fone: (41) 351 6900

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Alberto Richa
Governador

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Ricardo José Soavinski
Secretário

Serviço Geológico do Paraná – MINEROPAR

José Antonio Zem
Diretor Presidente

Marcos Vitor Fabro Dias
Diretor Técnico

Moacir Lazzarotto de Oliveira Filho
Diretor Administrativo Financeiro

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

GERÊNCIA DE GEOLOGIA-GEOTECNIA – GEGT

EQUIPE EXECUTORA

Gerente
Geólogo Edir Edemir Arioli

Execução e elaboração
Geólogo Diclécio Falcade
Geólogo Rogério da Silva Felipe

Apoio e colaboração
Miguel Ângelo Moretti
Técnico em Mineração/Geoprocessamento

Genésio Pinto Queiroz
Manoel de Cristo
Auxiliares de Campo

Eduardo Mayer Barbosa
Eduardo Luiz Menozzo da Rosa
Priscilla Cristina Soares Piccinelli
Estagiários

SELAB - Setor de Laboratório
Antônio Perdoná Alano
Jovelino Luis Strapasson
Técnicos

Amilton Teixeira de Lara
Antônio Mariano de Brito
Laboratoristas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 7
2. OBJETIVOS 7
2.1 Objetivo global 7
2.2 Objetivo específico 7
3. JUSTIFICATIVA 8
4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA 8
5. ENTIDADES ENVOLVIDAS 9
6. ATIVIDADES REALIZADAS 9
7. MAPAS E CARTAS GEOTÉCNICAS 12
7.1 Mapa base topográfico 12
7.2 Mapa de documentação 13
7.3 Mapa de declividades 13
7.4 Mapa geomorfológico 13
7.5 Mapa de substrato rochoso 18
7.6 Mapa de direitos minerários 19
7.7 Cartas de Unidades de Terreno 19
7.7.1 Definição 19
7.7.2 Metodologia de elaboração das cartas 19
7.7.3 Descrição das UTs 21
7.8 Carta de Adequabilidade para Loteamentos Residenciais, Industriais e Outros Usos 28
7.8.1 Objetivos 28
7.8.2 Classificação e avaliação das UTs 29
Decreto 6194 - 15 de Outubro de 2012 31
7.9 Carta de Aptidão à Ocupação Frente Aos Desastres Naturais 37
7.9.1 Movimentos gravitacionais de massa: conceitos 37
7.9.2 Movimentos gravitacionais de massa na área mapeada 38
7.9.3 Erosão: conceitos 45
7.9.4 - Erosão na área mapeada 45
7.9.5 Inundações e alagamentos: conceitos 45
7.9.6 Inundações e alagamentos na área mapeada 46
7.9.7 Afundamentos cársticos 47
7.9.8 Áreas com declividade maior do que 30% 49
7.9.9 Áreas com baixa suscetibilidade aos desastres naturais 50
8. REFERÊNCIAS 51

Anexo I – Laudos Técnicos
Anexo II – Tabelas de Direitos Minerários
Anexo III - Mapas

TÁBUA DE IDENTIFICAÇÃO DE ABREVIAÇÕES E RESPECTIVAS UNIDADES

Ag	Argila (partículas <0,002 mm)
Si	Silte (0,002 a 0,02 mm)
Ar	Areia (0,02 a 2,0 mm)
ρs	Massa específica dos sólidos - g/cm^3
ρdc	Massa específica seca de campo - g/cm^3
e_o	Índice de vazios natural
η	Porosidade - %
Sr	Grau de saturação - %
ρdmx	Massa específica seca máxima - g/cm^3
wot	Teor de umidade ótima do solo - %
S	Índice de adsorção 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/100 g
SE	Superfície específica - m^2/g
Vb	Valor de adsorção de azul de metileno do solo - g/100 g
Acb	Valor de adsorção de azul de metileno na fração argila - g/100 g
Ph	Potencial hidrogeniônico
UTM	Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator

SIGLAS DE INSTITUIÇÕES GOVERNAMENTAIS

APP	Área de Preservação Permanente
CIM	Centro de Informações Minerais da MINEROPAR
COMEC	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
SELAB	Serviços de Laboratório da MINEROPAR
UFPR	Universidade Federal do Paraná

1. INTRODUÇÃO

O mapeamento geológico-geotécnico aplicado ao planejamento do desenvolvimento urbano foi executado pela MINEROPAR, em Rio Branco do Sul e Itaperuçu, visando gerar subsídios à gestão do risco e ao planejamento do uso e ocupação do solo.

Situados no divisor entre as bacias hidrográficas dos rios Iguaçu e Ribeira, os municípios de Rio Branco do Sul e Itaperuçu têm as áreas urbanas parcialmente instaladas sobre rochas carbonáticas, calcíticas e dolomíticas, que apresentam um grande potencial econômico, ecológico e do patrimônio natural. Por outro lado, estas sedes municipais assentam-se sobre um relevo fortemente dissecado, com alta suscetibilidade a afundamentos cársticos, movimentos gravitacionais de massa (MGM), alagamentos e inundações e quedas de blocos.

A população de Rio Branco do Sul é de 30.650 habitantes e distribui-se em 812,288 km^2 e a de Itaperuçu é de aproximadamente 23.877 habitantes, distribuindo-se em 320,578 km^2 (IBGE, 2016). Apesar de serem municípios poucos populosos da RMC, Rio Branco do Sul e Itaperuçu apresentaram PIBs elevados, em 2005, gerados essencialmente pela maior fábrica de cimento da América Latina, a Companhia de Cimento Rio Branco.

A forte concentração demográfica nas áreas urbanas e as características do relevo, entalhado sobre rochas com elevada solubilidade por águas de infiltração superficial, baixa resistência mecânica e acelerada alteração intempérica, são responsáveis pela formação de espessas camadas de solo residual e rampas de colúvio. Estas características justificam a preocupação com a alta suscetibilidade à ocorrência de deslizamentos e queda de blocos nestes municípios. Por outro lado, as feições rebaixadas do relevo dificultam o escoamento das águas pluviais, favorecendo a ocorrência de alagamentos e inundações, principalmente nos perímetros urbanos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo global

Fornecer subsídios técnicos, referentes ao meio físico, para o planejamento do uso e ocupação do solo nas sedes municipais de Rio Branco do Sul e Itaperuçu.

2.2 Objetivo específico

a) Executar o mapeamento geológico-geotécnico, na escala 1:20.000, do perímetro urbano e na área rural de Rio Branco do Sul e Itaperuçu, dentro dos limites definidos pelas cartas 1:10.000 designadas 355 a 360. Neste relatório, a apresentação final é feita na escala 1:20.000, abrangendo as folhas A089 (parcial) e A090, de acordo com a articulação cartográfica da COMEC.
b) Produzir mapas básicos e temáticos, tais como os de declividade, substrato rochoso, materiais inconsolidados (definidos como unidades de terreno) e riscos geológicos

relacionados com movimentos gravitacionais de massa (deslizamentos e quedas de blocos), afundamentos cársticos, enchentes, inundações e alagamentos.

c) Produzir mapas de Unidades de Terreno, classificando-as quanto aos seguintes atributos:
   - **adequabilidade à execução de obras de engenharia:** loteamentos residenciais e industriais, disposição de resíduos, instalação de cemitérios e escavabilidade;
   - **riscos geológicos:** englobando problemas de inundações, enchentes, alagamentos, movimentos gravitacionais de massa (deslizamentos e quedas de blocos) e afundamentos cársticos;
   - **recursos naturais:** indicação de áreas potenciais para extração de materiais de construção, areia, brita, calcário calcítico e dolomítico.

d) Elaborar uma base de dados em meio digital com todas as informações relativas ao mapeamento, a ser disponibilizado aos gestores do Plano Diretor Municipal.

3. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista que o meio ambiente é a base do desenvolvimento sócio-econômico, o planejamento regional ou urbano deve orientar-se pelas limitações, potencialidades e adequabilidades do meio físico e biótico, para atingir o objetivo de racionalizar o ordenamento territorial. Neste sentido, o mapeamento geológico-geotécnico é a forma ambientalmente mais correta de planejar o uso e a ocupação do solo, controlando riscos, potencialidades e adequabilidades. Ele permite direcionar o crescimento urbano para as áreas mais adequadas, reduzindo os riscos de acidentes geológicos e os custos das obras de infraestrutura. Possibilita, ainda, identificar os recursos naturais e equacionar o aproveitamento com a ocupação urbana.

Portanto, o mapeamento geológico-geotécnico vem ao encontro do Estatuto das Cidades no que diz respeito aos Planos Diretores Municipais, pois orienta a adequação dos diversos usos e ocupações do território de acordo com o potencial ou a fragilidade do meio ambiente.

4. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

A área onde foi executado o mapeamento geológico-geotécnico na escala 1:20.000, do perímetro urbano e rural de Rio Branco do Sul e Itaperuçu, encontra-se dentro dos limites das cartas 1:10.000 designadas 355 a 360 (fig.1), nas folhas A089 e A090 da COMEC, totalizando 173,88 km^2.

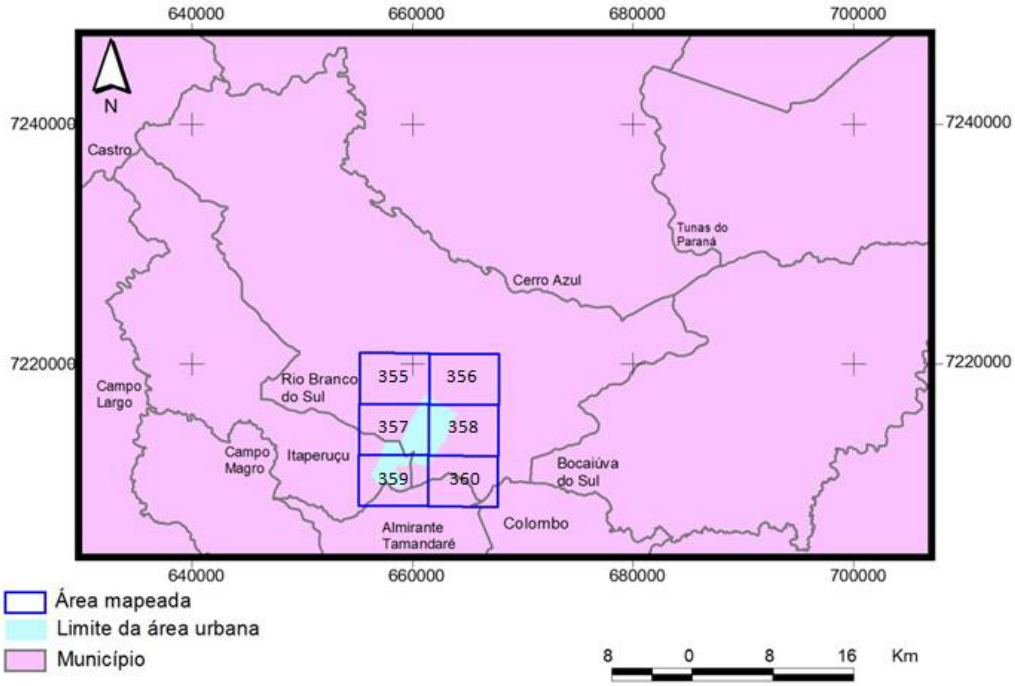


Figura 1. Área urbana de Rio Branco do Sul e Itaperuçu em folhas 1:10.000 que a recobrem.

5. ENTIDADES ENVOLVIDAS

O projeto foi desenvolvido pela MINEROPAR, com participação das Prefeituras Municipais de Rio Branco do Sul e de Itaperuçu, e da COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba, quando foi necessário o intercâmbio de documentos e informações.

6. ATIVIDADES REALIZADAS

No decorrer dos trabalhos foram realizadas as seguintes atividades:

a) revisão bibliográfica;
b) compilação de dados de trabalhos e projetos executados pela MINEROPAR e outras empresas ou instituições;
c) fotointerpretação com aerofotos 1:25.000 (1980);
d) levantamento de campo, incluindo perfilagens geológicas, descrição de afloramentos (materiais inconsolidados e rochas), totalizando 373 estações de observações campo (litologia e coordenadas);
e) amostragem geotécnica, totalizando 11 amostras indeformadas de materiais inconsolidados;
f) ensaios geotécnicos de laboratório nas 11 amostras coletadas, perfazendo um total de 99 ensaios;

g) confecção dos seguintes mapas básicos, auxiliares e fundamentais: documentação, declividade, geomorfologia e substrato rochoso;
h) confecção das seguintes cartas interpretativas ou derivadas: unidades de terreno, alagamento e inundação, movimentos gravitacionais de massa, erodibilidade, adequabilidade a loteamentos residenciais e industriais, síntese geotécnica de adequabilidade à ocupação frente aos desastres naturais.

- **Revisão bibliográfica e compilação de dados**

A literatura existente sobre a geologia da área mapeada foi compilada a partir do acervo do CIM (Centro de Informações Minerais) da MINEROPAR e complementada por obras consultadas na UFPR e outras instituições paranaenses, mencionadas nas referências bibliográficas. Relatórios e publicações fundamentais para o desenvolvimento do projeto foram obtidos com os respectivos autores, mediante contato pessoal ou troca de correspondência.

Esses dados foram utilizados nas atividades seguintes para complementar e dar maior consistência aos dados obtidos no mapeamento. O mapeamento geológico-geotécnico utiliza, portanto, dados de todos os projetos e estudos já executados em uma área, não se limitando aos dados gerados durante a execução do projeto.

Para cada documento compilado foi elaborada uma ficha remissiva com informações que permitem identificar: instituição responsável, autor, tipo de estudo ou projeto, escala de trabalho, área abrangida, métodos principais utilizados em campo e laboratório, tipos de dados geológicos, geotécnicos, hidrológicos e outros gerados. O objetivo desta ficha é agilizar a busca de fontes de dados relevantes para o projeto em execução.

- **Levantamentos de campo**

Os levantamentos de campo tiveram o objetivo de delimitar, descrever e caracterizar as propriedades geotécnicas, por meio de observações e testes de campo, dos materiais inconsolidados que ocorrem na área de mapeamento. Os levantamentos foram feitos com registro de dados e observações em pontos de controle, georreferenciados com uso de instrumento de posicionamento global (GPS), com margem de erro horizontal de até 5 m.

Os produtos mais importantes desta atividade são os perfis de materiais inconsolidados, descritos em taludes naturais e escavados (margens de cursos d'água e terraços aluviais, cortes de estradas, escavações em obras civis).

- **Coleta de amostras de material inconsolidado**

Foram coletadas na área mapeada pelo menos 3 (três) amostras completas em cada Unidade de Terreno. Entende-se como *tipo de material inconsolidado* cada um dos níveis

de desenvolvimento dos produtos de alteração, residuais e transportados, que recobrem o substrato rochoso.

Cada amostra consiste de duas porções: uma coletada com aro de PVC medindo 15 cm de diâmetro e 5 cm de altura e outra coletada com aro de PVC medindo 5 cm de diâmetro e 2 cm de altura. A primeira amostra serve à execução dos ensaios para determinação dos índices de campo e a de menor volume é utilizada para determinação do índice de erodibilidade.

Figura 2. Etapas da coleta de amostra indeformada de solo.

- **Execução de ensaios geotécnicos**

Para a caracterização geotécnica das unidades de terreno foram utilizados ensaios de laboratório para a obtenção de parâmetros relativos às propriedades químicas, físicas e mineralógicas das diversas amostras. A determinação destes atributos permite a avaliação do comportamento geotécnico dos materiais analisados.

Os ensaios geotécnicos foram realizados no laboratório SELAB da MINEROPAR. As amostras de maior volume foram preparadas por secagem em temperatura ambiente, peneiramento, pesagem, secagem para cálculo de umidade a 110°C e tratamento para dispersão dos grãos. Mediante quarteamento, uma alíquota de cada amostra foi arquivada para a execução de eventuais ensaios complementares. Assim preparadas, as amostras foram submetidas a ensaios geotécnicos para determinação dos seguintes parâmetros: granulometria por sedimentação, índices de campo, Proctor normal, limites de liquidez e plasticidade, capacidade de troca de cátions - CTC, potencial hidrogeniônico (pH), permeabilidade, erodibilidade e análise térmica diferencial - ATD.

Os teores de argila, silte e areia foram determinados por meio do método da sedimentação com densímetro. Os limites de consistência (liquidez e plasticidade) foram determinados de acordo com a norma NBR 7180/84. As amostras de menor volume foram utilizadas para a determinação do índice de erodibilidade pelo método da desagregação com imersão total.

7. MAPAS E CARTAS GEOTÉCNICAS

Segundo ZUQUETTE (1987), **mapa** é uma representação dos atributos do meio físico levantados, sem a realização de análise interpretativa e sempre para escalas menores do que 1:10.000. Exemplos: mapa geológico, mapa geomorfológico, mapa de declividades. O mesmo autor define **carta** como a representação dos resultados da interpretação dos atributos que estão num mapa. Exemplos: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, carta de escavabilidade, carta de aptidão a loteamentos.

Os produtos cartográficos gerados no mapeamento geológico-geotécnico para planejamento do uso e ocupação do solo têm a seguinte classificação:

a) Mapas básicos fundamentais
   - mapa base topográfico;
   - mapa de documentação;
   - mapa de declividades;
   - mapa do substrato rochoso;
   - mapa de unidades de terreno;
   - mapa de direitos minerários.

b) Cartas interpretativas derivadas
   - carta de suscetibilidade a alagamentos e inundações;
   - carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e afundamentos;
   - carta de aptidão a loteamentos residenciais, industriais e outros usos;
   - carta de aptidão à ocupação frente aos desastres naturais.

7.1 Mapa base topográfico

A base cartográfica da área do projeto foi preparada no formato *shapefile*, a partir das bases da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba, do Instituto das Águas do Paraná, na escala 1:10.000, com coordenadas UTM, referidas ao Datum Sad69. A base contempla os seguintes elementos: sistema viário e arruamento, rede hidrográfica (linhas e polígonos), altimetria (pontos e curvas), limites, uso do solo e toponímia. Adicionalmente, são analisadas imagens de satélite ou ortofotos digitais, ajustadas à mesma referência (Sad69), para complementação à base gerada. Este mapa não é apresentado como produto do projeto, tendo sido usada apenas para a elaboração dos demais.

7.2 Mapa de documentação

O mapa de documentação registra as informações relevantes obtidas na área do projeto, sendo registrados no mapa os pontos de campo onde foram descritos solo e/ou rocha, bem como amostras coletadas para ensaios geotécnicos. Foram utilizados símbolos cartográficos para discriminar os diferentes tipos de dados, indicando-se com sigla e número de ordem apenas os pontos gerados neste mapeamento, conforme consta na legenda do mapa de documentação.

RB - pontos de controle de campo ou de amostragem gerados neste mapeamento.

Pontos de campo do Projeto Calcário – Distrito Mineiro Capiru.

Pontos de campo do Mapa Geológico da Região de Rio Branco do Sul e Itaperuçu, escala 1:10.000, executado pela Sanepar.

Pontos do Projeto de Fortalecimento Tecnológico da APL de Cal e Calcário do Paraná.

Pontos de controle de vistorias em minas de calcário, executadas pela MINEROPAR em contrato com IAP.

Pontos obtidos pela Análise Estrutural do Núcleo Betara - Rio Branco do Sul, em dissertação de mestrado da UFPR, autoria de Eduardo Salamuni.

Pontos vistoriados pela CPRM em setorização de risco associado a MGMs.

7.3 Mapa de declividades

Este mapa básico tem como objetivo determinar a distribuição, na área estudada, de um dos atributos mais importantes para a avaliação dos terrenos, tendo em vista o planejamento do uso e ocupação do solo. Para obtenção do mesmo, são usados os dados de altimetria das bases referidas acima, além de outros elementos de interesse para a modelagem.

A declividade dos terrenos é obtida a partir de um modelo digital do terreno, gerado com resolução adequada à escala e posteriormente derivado o mapa de declividades nas classes 0-2,5%, 2,5-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30%, 30-45% e maior que 45%.

7.4 Mapa geomorfológico

A área mapeada está inserida em dois grandes compartimentos geomorfológicos, denominados unidades morfoestruturais: Bacia Sedimentar Cenozóica e Cinturão Orogênico do Atlântico, separados pela falha da Lancinha (OKA-FIORI *et al*., 2006). Esta zona de falha pode ser observada mais facilmente no Mapa de Substrato Rochoso, na escala 1:20.000. As unidades morfoestruturais consistem em compartimentos essencialmente geológicos, identificados por litologias de origens e idades semelhantes, grandes estruturas tectônicas, formas de relevo de expressão regional, entre outras.

Cada um desses compartimentos é representado, na escala deste mapeamento, por uma subunidade morfoescultural, respectivamente: Planalto Dissecado de Tunas do Paraná (1.2.6) e Planalto Dissecado de Rio Branco do Sul (1.2.7). As subunidades morfoesculturais

refletem mais propriamente os efeitos das condições climáticas sobre a paisagem natural, modelando formas de relevo que se repetem com persistência dentro das unidades morfoestruturais. Neste caso, as duas subunidades são planaltos dissecados, isto é, áreas elevadas e relativamente planas que foram esculpidas pela erosão hídrica.

As subunidades morfoesculturais seguem a mesma descrição e codificação adotada no Mapa Geomorfológico do Paraná. A Figura 3 mostra a situação da área mapeada no mapa geomorfológico do Paraná. Este mapa não é apresentado na escala 1:20.000 porque ilustra apenas o contexto geomorfológico regional, sem detalhes compatíveis com a escala de apresentação dos demais.

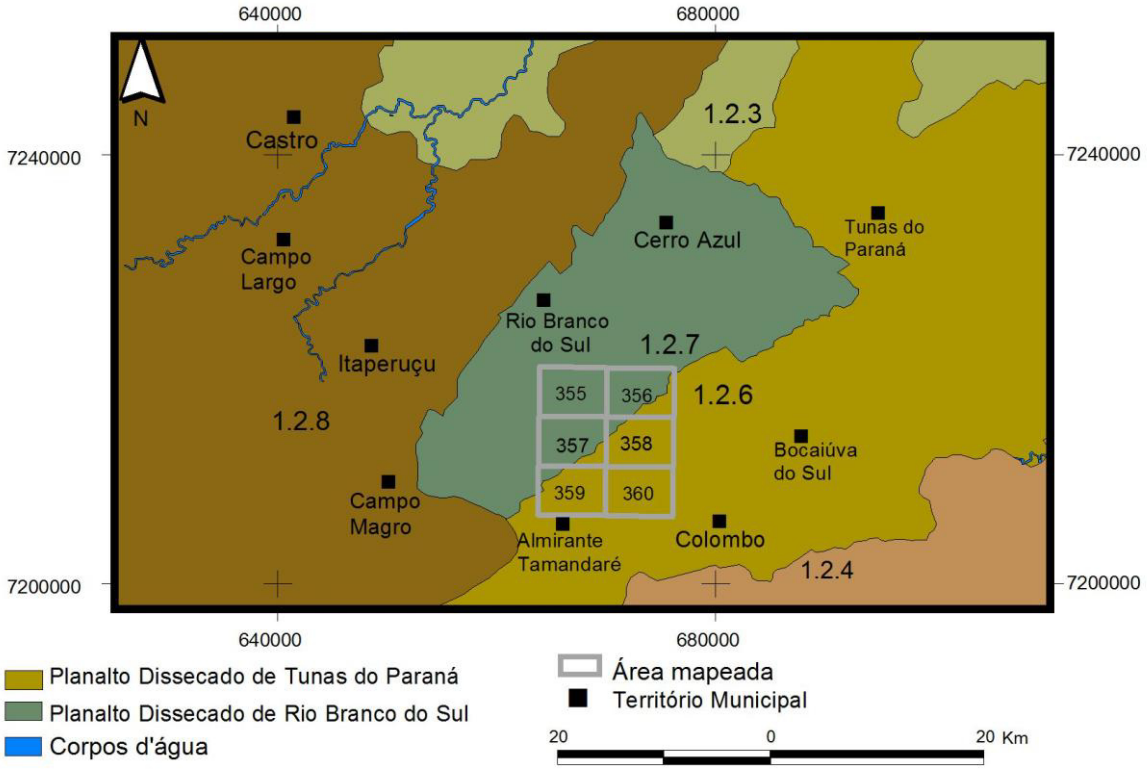


Figura 3. Mapa geomorfológico da região mapeada, segundo Oka-Fiori *et al*., 2006.

- **Planalto Dissecado de Tunas do Paraná - 1.2.6**

A unidade morfoescultural 1.2.6, denominada Planalto Dissecado de Tunas do Paraná, situa-se no Primeiro Planalto Paranaense, apresenta alta dissecação e ocupa uma área de 1.250,20 km^2, que corresponde a 7,58% da Folha de Curitiba SG.22-X-D na articulação 1:250.000 (Figura 3). As classes de declividade predominantes são menores que 6% em uma área de 548,66 km^2, e 12-30% em uma área de 437,58 km^2. Em relação ao relevo, apresenta gradiente de 760 m, com altitudes variando entre 640 m e 1.400 m. As formas predominantes são topos alongados e em cristas, vertentes retilíneas e vales em V

encaixado. A direção geral da geomorfologia varia entre NW-SE e NE-SW, modelada em rochas da Formação Capiru.

- **Planalto Dissecado de Rio Branco do Sul - 1.2.7**

A unidade morfoescultural 1.2.7, denominada Planalto Dissecado de Rio Branco do Sul, situada no Primeiro Planalto Paranaense, apresenta alta dissecação e ocupa uma área de 568,21 km^2 que corresponde a 3,44% da Folha de Curitiba SG.22-X-D na articulação 1:250.000 (Figura 3). As classes de declividade predominantes são menores que 6% em uma área 185,75 km^2, de 12-30% em uma área de 192,78 km^2e entre 30-47% em uma área de 142,66 km^2. Em relação ao relevo, apresenta gradiente de 680 m com altitudes variando entre 500 m e 1.180 m. As formas predominantes são os topos alongados, vertentes convexas e retilíneas e vales em V. A direção geral da geomorfologia é NW-SE, modelada em rochas da Formação Votuverava.

A geomorfologia cárstica que caracteriza a porção norte da RMC contém feições que merecem descrição, devido à sua importância para a avaliação do risco associado a colapsos e afundamentos do terreno, bem como pelo potencial como aquífero fraturado. São elas as planícies e as células cársticas.

- **Planícies cársticas**

O termo *carste*, de origem servo-croata e aportuguesado para carste, significa campo de pedras calcárias e foi inicialmente empregado para designar a morfologia das formações calcárias encontradas na região de Rjeka (Iugoslávia). Essas rochas ocorrem tanto na Formação Capiru, na unidade morfoescultural Planalto Dissecado de Tunas do Paraná, como na Formação Votuverava, unidade morfoescultural Planalto Dissecado de Rio Branco do Sul. Predomina nessas unidades um relevo cárstico formando uma paisagem com aspecto ruiniforme e escavado, onde são abundantes os fluxos de drenagens verticais, com a formação de rios subterrâneos (sumidouros e ressurgências), cavernas, dolinas, uvalas, poljés, lapiás e diversas estruturas típicas de áreas cársticas. Essas rochas carbonáticas são submetidas à dissolução provocada pela a ação do ácido carbônico (água da chuva acidificada pelo CO_2 da atmosfera) e ácidos da decomposição da matéria orgânica (húmicos, fúlvicos e tânicos). Em profundidade, as águas ácidas dissolvem as rochas carbonáticas ao longo de contatos geológicos, fendas, fissuras, falhas e fraturas, abrindo uma rede de condutos que podem formar grandes cavernas, cujos tetos desabam ocasionalmente, gerando os denominados afundamentos cársticos.

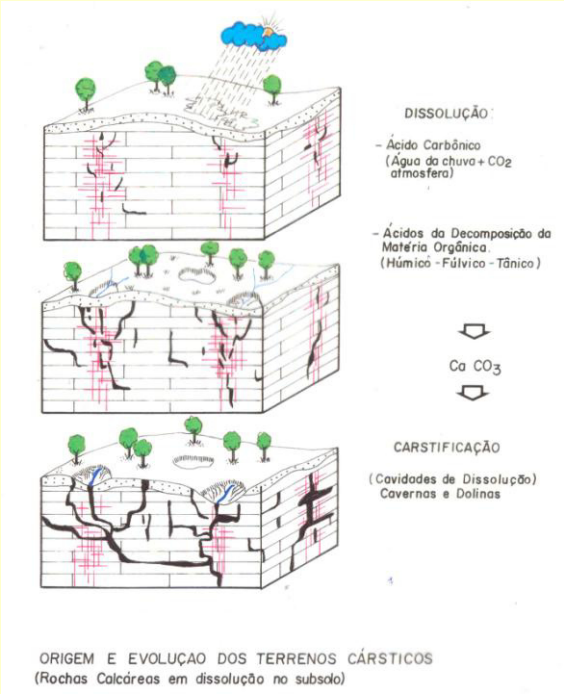


Figura 4. Origem e evolução dos terrenos cársticos, segundo Oliveira (1989).

- **Células do carste**

A morfologia típica do carste na área mapeada, descrita acima e ilustrada na Figura 4, reflete uma paisagem composta por cristas alinhadas predominantemente nas direções NE-SW, esculpidas sobre faixas de filito e quartzito e NW-SE formadas por diques de diabásio. A ação erosiva em rochas de diferentes resistências deu ao terreno uma conformação reticular, com núcleos rebaixados onde afloram rochas carbonáticas, limitados pelas linhas de crista dos quartzitos e diques de diabásio. Esta configuração fica bem evidente no Mapa de Declividades, principalmente na carta A090.

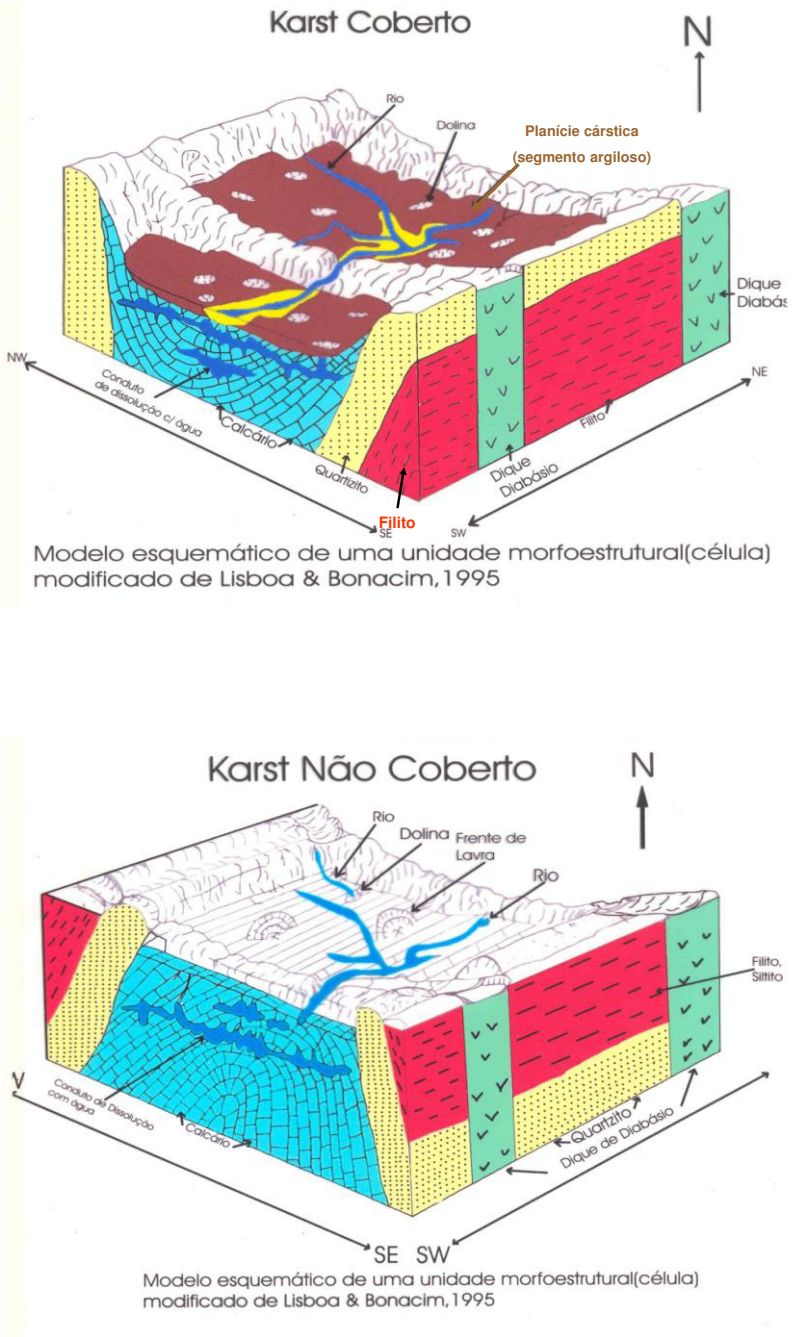


Figura 4. Modelos estruturais em bloco-diagrama das células do carste, modificado de Lisboa e Bonacim (1995).

- **Planícies fluviais**

As morfoesculturas Planícies Fluviais ocorrem em áreas restritas, associadas aos depósitos a montante de níveis de base locais e regionais. Correspondem às áreas essencialmente planas, geradas por deposição de origem fluvial, onde predominam os processos gradacionais. No Estado do Paraná, tais acumulações de sedimentos aparecem

em praticamente todas as unidades morfoesculturais do Cinturão Orogênico do Atlântico e da Bacia Sedimentar do Paraná (Oka-Fiori *et al.*, 2006).

7.5 Mapa de substrato rochoso

Utiliza-se o termo substrato rochoso para designar a rocha sã, cujo desmonte só é possível mediante o uso de explosivos. Por esse motivo, este mapa não contém os aluviões nem os sedimentos cenozóicos, que estão representados no Mapa de Unidades de Terreno, porque essas são constituídas pelos materiais inconsolidados que se associam a cada tipo de litologia. Neste tipo de mapa, a classificação estratigráfica tem importância secundária, sendo informações fundamentais a litologia e as estruturas de expressão regionais, tais como lineamentos, diques, direções de foliações principais e contatos litológicos. Para a elaboração do mapa, foram utilizadas informações existentes, em escalas de 1:50.000 ou menores, que se mostraram representativas da geologia da área.

A seguir são resumidas as características básicas das unidades mapeadas, que são descritas mais completamente na apresentação dos resultados do mapeamento:

- **Rochas metacarbonáticas dolomíticas.** Trata-se de um conjunto de mármores dolomíticos e dolomitos, com finas intercalações de quartzitos e metacherts, pertencentes à Formação Capiru. Todas essas rochas correspondem a antigos sedimentos químicos e arenosos, depositados em ambiente marinho raso, que foram submetidos a recristalizações mineralógicas sob a ação de altas temperaturas e pressões, transformando-se em rochas metamórficas. Estas litologias afloram no bloco situado a SE da falha da Lancinha, uma proeminente estrutura tectônica do Escudo paranaense.
- **Rochas metacarbonáticas calcíticas.** Pertencem à Formação Votuverava, na forma de mármores calcíticos com níveis oolíticos e pisolíticos, calcarenitos e brechas intraformacionais, mármores dolomíticos. As rochas metacarbonáticas intercalam-se a quartzitos localmente micáceos, metarenitos e metarcósios, com frequentes intercalações de metassiltitos e metarritmitos. A origem destas rochas é a mesma das metacarbonáticas calcíticas, diferindo apenas pela maior variedade litológica. Esta formação aflora no bloco situado a NW da falha da Lancinha.
- **Rochas metapelíticas.** Estas rochas, genericamente chamadas de filitos, intercalam-se às rochas metacarbonáticas dolomíticas da Formação Capiru e as calcíticas, na Formação Votuverava, onde formam cristas de orientação geral NE-SW.
- **Granito Rio Abaixo.** Rocha intrusiva com granulação média a fina, inequigranular, com predomínio de termos claros, em tons de cinza, cinza-rosado a róseo. Apresenta feições de deformação ao longo dos contatos, principalmente foliação cataclástica e brechas, além de efeitos de alteração hidrotermal, tais como carbonatação, cloritização, albitização, epidotização, silicificação e caulinização. A composição mineralógica é constituída por quartzo, feldspato potássico, albita-oligoclásio, biotita, anfibólio e

piroxênio. Os minerais acessórios são pirita, fluorita, molibdenita, calcopirita, hematita, apatita, zircão, rutilo, carbonato e turmalina.

- **Formação Serra Geral.** Diques básicos ocorrem preenchendo falhas e fraturas segundo a direção N40-70°W, bastante alongados e com espessuras variando de alguns metros a mais de 40 metros. São constituídos por diabásio de cor cinza-escuro a negro e se apresentam no terreno em forma de matacões envoltos por solo.

7.6 Mapa de direitos minerários

Neste mapa estão plotados os polígonos referentes aos processos, de acordo com a fase em que se encontrava cada um na data da consulta ao banco de dados do DNPM: requerimento de pesquisa, autorização de pesquisa, requerimento de lavra e concessão de lavra. Na tabela em anexo, constam o número e fase do processo, área, último evento, nome da empresa, substância e uso previsto. Esta informação é fornecida como referência inicial que permite a atualização dos direitos minerários vigentes em qualquer local de interesse, dentro das cartas abrangidas pelo mapeamento ora relatado.

7.7 Cartas de Unidades de Terreno

7.7.1 Definição

Unidades de Terreno (UTs) correspondem a setores, áreas homogêneas em termos de substrato rochoso, forma de relevo, declividades, comportamento geotécnico, entre outros elementos do meio físico. No presente trabalho, as UTs estão identificadas pelos materiais inconsolidados associados a determinadas litologias. Portanto, cada UT consiste na síntese dos materiais inconsolidados que foram formados e estão depositados sobre as rochas originais. No caso dos diques de diabásio e rochas metapelíticas, que formam cristas no terreno, rampas de colúvio estendem-se ao longo dos seus flancos, recobrindo parcialmente as rochas encaixantes.

7.7.2 Metodologia de elaboração das cartas

Para cada UT é descrito o perfil típico de alteração e a variação lateral do material inconsolidado ao longo do relevo local (topo, vale e encosta). Esta representação permite mostrar as diferentes espessuras, texturas, a rocha original e as intercalações, além da escolha dos locais para amostragem.

Segundo Souza (1992), a amostragem do material inconsolidado tem mais validade por níveis de alteração nos perfis do que a simples amostragem pontual e indiscriminadamente distribuída pela área, pois a amostra assim obtida permite uma caracterização mais representativa de cada UT. Este critério de amostragem exige menor volume de material amostrado e possui maior validade em relação à UT que representa. A consideração de perfis típicos por UTs de comportamento potencialmente homogêneo,

permite ainda grande economia de recursos e tempo de escavação nos trabalhos de campo, na interpretação dos resultados e na realização dos ensaios.

Os perfis de alteração caracterizam mais coerentemente e de forma mais completa as UTs. O mapeamento de superfície que considera somente os primeiros metros de profundidade não caracteriza por completo essas unidades, por não considerar o aspecto evolutivo do perfil de alteração do solo, indispensável a uma boa avaliação geotécnica. Além disso, não supre as necessidades de informações para as obras civis, que geralmente desprezam os dois primeiros metros para fins seja de fundações ou como material de empréstimo. A caracterização dos materiais do perfil de alteração pode ser aplicada a diversos estudos de implantação de estradas, barragens, loteamentos residenciais ou de distritos industriais, disposição de resíduos e obras de saneamento, servindo também para a definição de áreas suscetíveis a riscos geológicos, tais como escorregamentos, erosão, inundação e poluição.

No mapa, as UTs têm o perfil vertical diferenciadas através de cores e códigos, visando caracterizar as variações em profundidade. Foram representados os sucessivos níveis de alteração por código de haste, cujas linhas horizontais representam estes níveis. Estas linhas são divididas em quatro partes iguais, preenchidas por letras maiúsculas que representam as características geotécnicas de cada nível. A legenda está resumida a seguir:

A) ORIGEM
Residual (R), m (maduro), s (saprólito), a (argila)
Colúvio (C)
Aluvião (A), ao (argila orgânica), ac (argila cinza), ar (areia)
B) ROCHA ORIGINAL/SUBSTRATO ROCHOSO
a - metapelito
b - quartzito
c - metadolomito
d - metacalcário
e - xisto
f - diabásio
g - granito
C) TEXTURA
1- solo hidromórfico
2 - solo com matacões
3 - muito argilosa
4 - argilosa
5 - siltosa
6 - média
7- arenosa
D) ERODIBILIDADE
e - erodível
n - não-erodível

Para a descrição dos materiais inconsolidados foi adotada a seguinte classificação:

- **Solo hidromórfico** - compreende os solos mal drenados ou muito mal drenados, desenvolvidos sob influência da água em função do relevo e do material originário.
- **Solo residual maduro** - solo desenvolvido no local da própria alteração da rocha (*in situ*), evoluído pedogeneticamente, isto é, com horizonte B latossólico, produto de laterização que envolve concentração de sesquióxidos de Fe e Al e lixiviação de bases, podendo chegar à formação de crostas endurecidas.
- **Solo residual jovem** - solo desenvolvido no local da própria alteração da rocha (*in situ*), pouco evoluído, representativo do início do processo pedogenético, com estrutura incipiente da rocha original, eventualmente argilas expansivas.
- **Saprólito** - primeiro nível de alteração do solo a partir da rocha, normalmente heterogêneo e com a estrutura original da rocha preservada, podendo ou não conter blocos ou matacões de rocha alterada ou sã.

7.7.3 Descrição das UTs

A simbologia utilizada nesta seção está relacionada na página de rosto do presente relatório.

UT - I

Planícies de fundos de vales formadas por sedimentos aluvionares holocênicos (quaternários), com declividade de 0-0,5%.

O perfil típico compreende:

- Argila de cor cinza-escuro, orgânica, localmente turfosa, hidromórfica, plástica, mole a muito mole, porosa, de baixa permeabilidade, com 0,3 m de espessura, recobre camada de argila caulinítica de cor cinza-escuro. Espessura total varia de 1 m a 2 m, com resistência à penetração (SPT) muito baixa. A profundidade do nível freático é inferior a 1,0 m sendo essencialmente aflorante. Este pacote está depositado sobre rochas de metacalcários dolomíticos e calcíticos.

UT - II

Os sedimentos aluvionares holocênicos que constituem os terraços estão topograficamente situados pouco acima dos aluviões (UT-I), mas fazem parte da planície aluvionar. Apresentam declividades predominantes de 0-5% e subordinadamente 5-10%.

O perfil típico compreende:

- Abaixo de uma camada superficial de solo orgânico, ocorre argila de cor castanho-escuro a cinza-claro, caulinítica, mole a muito mole, permeabilidade média, 10^{-3} a 10^{-4} cm/s e espessura variando de 0,5 a 2 m. Estes terraços estão depositados sobre metacalcários e/ou metadolomitos.

UT - III

Esta unidade é constituída por solos coluvionares ou transportados sobre metadolomitos e metacalcários. Apresentam declividades predominantes de 5-10% e por vezes de 10-20%. Normalmente desenvolvem-se sobre as planícies cársticas.

O perfil típico compreende:

- Argilas de cores variegadas, com tons avermelhados, amarelados e castanho. Não raramente observa-se níveis de *stone lines*, formadas por seixos de quartzo ou metapelitos, e paleocanais de pequenas dimensões preenchidos por grãos de quartzo, indicando vários episódios de deposição. A espessura varia de 1 a mais de 30 m, como observados nos perfis dos poços tubulares da SANEPAR. O nível freático é encontrado à profundidade média de 5,7 m.

Estes solos possuem textura predominantemente argilosa, embora algumas variações possam ocorrer com textura siltosa e média. O argilo-mineral predominante é a caulinita (1:1). A resistência à penetração (SPT) é média à alta. O ensaio com azul de metileno indica valor de adsorção no solo (Vb) menor do 1,5 g/100 g prevendo-se um comportamento laterítico. O Acb médio de 2,80 g/100 g e SE= 68,42 m^2/g indica uma baixa reatividade dessa argila. A massa específica seca máxima do Proctor normal situa-se em torno de 1,65 g/cm^3 e a umidade ótima é de 31,4%. A massa específica seca de campo situa-se em torno de 1,67 g/cm^3. Os limites de liquidez e de plasticidade são de 57,4 e 39,9, respectivamente. O índice de erodibilidade apresenta valores de E > 1, indicando que a argila não é erodível.

UT - IV

Estes solos têm sua origem relacionada aos processos de decomposição dos diques de diabásio, cujo produto inicial é o saprólito (Figura 5), que desagregado e submetido a transporte por gravidade forma depósitos coluvionares. Estes depósitos flanqueiam cristas alongadas, de topo achatado, com vertentes íngremes e convexas, bem visíveis nas áreas rebaixadas de metacarbonatos quando ressaltam na topografia. Os colúvios de diabásio formam faixas de alguns quilômetros de comprimento por algumas dezenas de metros de largura, que chegam a atingir centenas de metros onde são associados a rampas de colúvio.

O perfil típico compreende:

- Solo transportado ou colúvio, possui cor amarronzada a castanho-avermelhado, matriz argilosa envolvendo blocos decimétricos a métricos de diabásio, dispostos paralelamente às cristas, nas denominadas rampas de colúvio.
- Solo residual maduro, argiloso de cor castanho-claro a avermelhado, com espessuras inferiores a 3 m. A porosidade (η) é alta (57,8%), permeabilidade média (10^{-3} cm/s), argilo-mineral predominante caulinita (1:1). O ensaio de azul de metileno indica valor

de adsorção do solo de 2,21 g/100g, ou seja um comportamento não-laterítico. O valor de adsorção de azul de metileno na fração argila Acb = 6,15 g/100g e a superfície específica SE = 54,1 a 150 m^2/g indicam que a reatividade destas argilas é baixa. O índice de erodibilidade E > 1 significa baixo potencial, indicando que a argila não é erodível.

- Saprólito com espessura de até 1 m, argiloso, porosidade média e baixa permeabilidade, argila caulinita (1:1), cor castanho-claro a avermelhado.
- Saprólito avermelhado, variegado, textura siltosa por vezes média, espessura superior a 5 m, às vezes com presença de matacões arredondados com vários diâmetros, podendo atingir até 3 m. O argilo-mineral predominante é a caulinita (1:1). A porosidade é alta (61%) e a permeabilidade é média (10^{-3} m/s).

O ensaio do azul de metileno indica um valor de Vb > 1,5 g/100g prevendo um comportamento não-laterítico. Os valores médios de Acb = 9,86/100g e SE variando de 69,5 a 445,4 m^2/g indicam que a reatividade desta argila varia de baixa à alta. A massa específica seca máxima do Proctor normal situa-se em torno de 1,4 g/cm^3, enquanto LL e LP apresentam, respectivamente, valores de 52,6 e 41,6. O teste de erodibilidade apresentou E < 1, indicando alto potencial erodível. A resistência à penetração (SPT) é média à alta.

Figura 5. Saprólito de diabásio, com esfoliação esferoidal em formação por meio de anéis de Liesegang, controlados pelas fraturas da rocha fresca.

UT - V

Sob esta denominação estão incluídos os solos residuais de filitos, metarenitos, metassiltitos e xistos, com pequenas inclusões de solo transportado. Em relação ao relevo, as formas predominantes são os topos alongados e descontínuos, vertentes convexas a retilíneas e vales encaixados em V. A orientação geral das elevações é NE-SW, moldadas em rochas das formações Capiru e Votuverava, acompanhando a direção predominante da foliação metamórfica. Apresentam declividade predominante de 10-20% e secundariamente 20-30%.

O perfil típico compreende:

- Solo residual maduro, de cor castanho-claro a avermelhado, espessura inferior a 1 m, localmente recoberto por solo transportado. Apresenta textura siltosa, porosidade média à alta (50%), permeabilidade baixa a muito baixa (10^{-3} e 10^{-8} cm/s), argilo-mineral predominante é a caulinita (1:1). O ensaio de azul de metileno indica um comportamento não-laterítico (Vb médio = 0,59g/100g). Os valores Acb de 3,72g/100g e SE médio de 91,1 m^2/g indicam uma baixa atividade desta argila. A erodibilidade é baixa, E > 1. A resistência à penetração (SPT) também é baixa.
- Saprólito de coloração vermelha a amarelada, apresentando pronunciada foliação e acamamento, com mergulho (inclinação) de 30 a 90°. A espessura é maior que 10 m. A textura é siltosa, embora em algumas amostras seja argilosa. O argilo-mineral predominante é a caulinita (1:1), porosidade média à alta (57,0%), permeabilidade média (10^{-3} cm/s), LL e LP de 50,7 e 31,7, respectivamente. Os ensaios de adsorção com azul de metileno indicam um valor médio de Vb = 0,66g/100g, prevendo um comportamento laterítico. O valor médio de Acb = 2,91g/100g e SE = 70,0 m^2/g indica uma reatividade baixa desta argila. A massa específica seca do Proctor normal situa-se em torno de 1,53 g/cm^3, com umidade ótima de 25,4%. A erodibilidade desse material é alta, com valor médio de 0,43% = E < 1. A resistência à penetração é média, aumentando com a profundidade, escavabilidade de primeira categoria.

Figura 6. Filito alterado com bolsões de saprólito.

Figura 7. Filito com foliação dobrada no topo por rastejo de solo.

UT - VI

Esta unidade apresenta solos pouco desenvolvidos, predominando rocha alterada em relação ao solo propriamente dito. Sua ocorrência está restrita à área de exposição dos quartzitos, normalmente formando as cristas dos morros. Estas cristas são alongadas, com centenas de metros de extensão e larguras de dezenas de metros. Nestas cristas são comuns matacões de diversos tamanhos e lajes de rocha fresca, por vezes friáveis. Apresentam granulação fina e cores esbranquiçadas a amareladas.

O perfil típico, limitado à desintegração física do substrato rochoso, apresenta as seguintes características:

- Blocos angulosos a subangulosos e placóides de quartzito, com diâmetros centimétricos a decimétricos, em matriz silte-arenosa, porosa, com permeabilidade média.
- Rocha sã de cor esbranquiçada, granulação fina a média, localmente friável e poroso, aflora em lajes e matacões.

UT - VII e UT - VIII

Sob estas denominações estão incluídos os solos residuais dos metadolomitos e metacalcários. O relevo é mais suave em relação aos metapelitos devido à dissolução dessas rochas carbonáticas. O metacalcário tem relevo mais enérgico do que o metadolomito. Ambos ocorrem dentro do domínio do carste não coberto, que apresenta solo residual pouco espesso e abundantes afloramentos de rocha sã. Em subsuperfície, as rochas metacarbonáticas apresentam cavidades de vários tipos, tais como cavernas e chaminés, cujo colapso produz depressões na superfície, na forma de dolinas, uvalas e poljés. A declividade predominante é de 10-20%.

Estes solos apresentam contato brusco com as rochas carbonáticas. Nas pedreiras existentes na área, são visíveis feições denominadas lapiás, reentrâncias irregulares no topo rochoso, no contato com o solo, produzidas pela dissolução do calcário. A profundidade média do nível freático, nos locais medidos dentro da área mapeada, é de 5,7 m.

O perfil típico de alteração desta UT compreende:

- Solo residual maduro ou jovem de cor vermelha, amarelada ou variegada, contendo concentrações de sílica (semelhante à areia fina, sacaróide, friável), proveniente da dissolução dos metacarbonatos (principalmente dos metadolomitos e secundariamente metacalcários). A espessura varia de poucos decímetros a mais de 20 m. A textura é argilosa a muito argilosa, o argilo-mineral predominante é caulinita (1:1), menos frequentemente gibsita e ilita (2:1). Apresenta alta porosidade (50,5%), permeabilidade baixa (10^{-4} cm/s). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio

Vb = 2,44g/100g indicando um comportamento não-laterítico. Os valores médios de Acb = 3,69 g/100g e SE = 90,5 g/100g indicam que a reatividade desta argila é baixa. A massa específica seca máxima do Proctor normal situa-se em torno de 1,5 g/cm^3 com umidade ótima em torno de 30,0%. O teste de erodibilidade acusa E > 1, indicando que a argila não é erodível. Não raramente em áreas de alta declividade, acima de 20%, se observa solo transportado ou coluvionar de baixa espessura e distribuição superficial pequena.

Figura 8. Solo residual, argiloso e espesso de calcário.

UT - IX

Sob esta denominação estão incluídos os solos residuais do Granito Rio Abaixo. Geomorfologicamente o granito caracteriza-se por colinas arredondadas e aplainadas, com vertentes convexas, declividade de 10-20% e secundariamente declividades superiores. Além dos solos residuais (maduro e saprólito), eventualmente apresenta inclusões de solos transportados (colúvio) não individualizados devido à falta de continuidade lateral. O solo transportado é facilmente diferenciado do residual, porque entre ambos existe um nível de cascalho (*stone line*), que é a base do solo coluvionar. A profundidade média do nível freático, nos locais medidos dentro da área mapeada, é de 8,3 m.

O perfil típico compreende:

- Solo transportado marcado pelos pavimentos milimétricos a métricos de seixos 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 dispersos numa matriz de textura argilosa, de coloração castanha, porosa, e espessura variando de 0,5 a 1 m.

- Solo residual maduro de textura argilosa por vezes siltosa, de cor castanho-claro, argilo-mineral é a caulinita. A espessura situa-se em torno de 2 m. A resistência à penetração é baixa e apresenta baixo potencial de erosão.
- Saprólito de cor castanho a creme. A textura é siltosa, apresentando a estrutura original da rocha. Apresenta suscetibilidade à erosão, sendo a resistência à penetração (SPT) média à alta em todo o perfil.

7.8 Carta de Adequabilidade para Loteamentos Residenciais, Industriais e Outros Usos

7.8.1 Objetivos

Esta carta tem por objetivo sintetizar as características do meio físico, agrupadas em UTs, apontando suas fragilidades e potencialidades quanto aos usos especificados. O objetivo central é dar ao planejador as informações técnicas necessárias para embasar as decisões de gestão territorial. Convém salientar que o objetivo deste estudo é prevenir, orientar e recomendar medidas de ordenamento territorial, considerando-se a escala de trabalho (1:20.000). Portanto, qualquer projeto de ocupação local na área em questão deverá necessariamente buscar informações mais específicas, em trabalho de detalhamento para complementação dos dados aqui apresentados.

Como elementos de informação para suporte técnico ao planejamento territorial, as UTs são avaliadas levando-se em conta a litologia, material inconsolidado (perfil típico, espessura e gênese), geomorfologia e geotecnia (textura, Proctor normal, índices de campo, LL e LP, permeabilidade, CTC, argilo-mineral, declividade e erodibilidade). Cada UT é avaliada em função de três critérios: aptidão ao uso, suscetibilidade a acidentes naturais e potencialidade de recursos naturais.

As UTs são avaliadas quanto à aptidão para:

- Loteamentos residenciais e industriais.
- Construção de estradas.
- Disposição de resíduos.
- Obras enterradas.

Quanto aos problemas de riscos naturais, geotécnicos e ambientais, as UTs têm a suscetibilidade avaliada para:

- Erosão.
- Deslizamentos de encostas.
- Enchentes e inundações.
- Afundamentos cársticos (colapso e subsidência de solo).
- Poluição de aquíferos.

Quanto à potencialidade de recursos minerais considerou-se:

- Recursos minerais para uso direto na construção civil, tais como areia e saibro.
- Outros materiais de uso como insumos industriais, tais como: rochas para a produção de brita e agregados finos, argila para a produção de cerâmica vermelha (tijolos, e telhas) e cerâmica branca (pisos e revestimentos), rochas carbonáticas para a produção de corretivo agrícola, cal e cimento e outros usos industriais.

7.8.2 Classificação e avaliação das UTs

UT- I

Classificação

Planície aluvionar (fundo de vale) com declividade predominante de 0,5-2,5%, cuja argila é hidromórfica plástica, mole a muito mole e com espessura variando de 1 a 2 m e nível freático (NA) à profundidade inferior a 1 m.

Avaliação

- Áreas inadequadas (não recomendadas) para:
  - loteamentos residenciais e industriais devido ao nível freático raso ou aflorante, necessidade de construções em aterros elevados com assoreamento de canais de drenagem, material com baixa capacidade de carga, com possibilidade de recalque em fundações, além de dificuldade de implantação de um sistema de escoamento de águas pluviais e servidas;
  - infraestruturas enterradas em função do nível freático raso e baixa declividade;
  - disposição de resíduos.
- Áreas formadas por solos plásticos e colapsíveis, com baixa capacidade de suporte de carga e suscetíveis a recalques em fundações.
- Áreas com suscetibilidade alta à média para inundações, enchentes e alagamentos.
- Áreas com alta suscetibilidade à poluição de aquíferos superficiais e subterrâneos.
- Áreas com alta suscetibilidade a assoreamento de canais de drenagem.
- Áreas com baixa suscetibilidade à erosão.
- Áreas de equilíbrio hidrológico.
- Áreas de preservação permanente.
- Áreas adequadas para construção de tanques.
- Áreas com potencial para extração de areia e argila para cerâmica vermelha.

UT- II

Classificação

Terraços aluvionares situados às margens dos aluviões e topograficamente mais altos que as planícies de fundo de vale. Possuem declividade predominante de 2,5 a 5,0%. Trata-se de um pacote de argila de cor cinza-claro, espessura variando de 0,5 a 2 m, mole a média, de baixa permeabilidade e nível freático em torno de 2,5 m.

Avaliação

- Áreas adequadas com restrições para:
  - loteamentos residenciais, exigindo construção de aterros e sistemas de drenagem adequados às fundações e ao escoamento de águas pluviais e servidas;
  - infraestrutura enterrada em função do nível freático raso e da declividade.
- Áreas inadequadas (não recomendadas) para:
  - loteamentos industriais, em função do nível freático raso, baixa declividade, solos colapsíveis com baixa à média capacidade de suporte, suscetíveis a recalques em fundações;
  - disposição de resíduos.
- Áreas com baixa suscetibilidade à erosão.
- Áreas com suscetibilidade média à alta para assoreamento de canais de drenagem.
- Áreas com suscetibilidade média à alta para inundações e alagamentos.
- Áreas adequadas para construção de tanques.
- Áreas com potencial para extração de argila para cerâmica vermelha.

UT- III

Classificação

Solos transportados, argilosos e arenosos, com espessuras de 0,5 a mais de 30 m, em média 20 m, formando as planícies cársticas. Este pacote de materiais inconsolidados recobre rochas metacarbonáticas, que por sua vez em função da dissolução do carbonato existente, apresentam cavidades na forma de dutos e cavernas. Estes vazios armazenam grande quantidade de água que classifica o carste como um grande aquífero. Portanto, este pacote de materiais inconsolidados funciona como um lacre impedindo a contaminação deste aquífero. Não raramente se observa dolinas que por alguns períodos do ano ficam cheias de água, formando pequenos lagos. O solo próximo a essas dolinas assemelha-se aos sedimentos aluvionares, hidromórficos e com muita matéria orgânica. As dolinas são as primeiras áreas de recarga do aquífero, pois possuem contato direto com a água subterrânea.

Avaliação

- Severas restrições para a implantação de loteamentos residenciais e industriais, com necessidade de:
  - critérios técnicos adequados e em consonância com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos);
  - estudos do subsolo através de sondagens geofísicas e rotativas, até a profundidade de 60 m, para execução de obras e loteamentos;
  - obras especiais de fundações (ancoragem, estaqueamentos e outros) e obturações (injeções de lama e argamassas em cavidades e vazios subterrâneos);
  - adequação do tamanho mínimo de lote e estudo detalhado para seleção de áreas de descarga de efluentes e resíduos em geral.

- Áreas inadequadas para a disposição de resíduos sólidos e instalações de indústrias geradoras de efluentes líquidos e contaminantes.
- Áreas suscetíveis a afundamentos cársticos (colapsos e subsidência de solo) naturais ou induzidos pela ação antrópica (extração de água subterrânea, atividades de mineração, ocupação desordenada, etc), com possibilidade de rupturas e avarias nas redes de água, esgoto, óleo, gás, etc.
- Áreas de carste coberto, vulneráveis à poluição de aquíferos com presença de dolinas, fontes e sumidouros, favorecendo a infiltração das águas no subsolo.
- Áreas adequadas à ocupação rural com uso de técnicas de manejo do solo e monitoramento dos níveis de agrotóxicos utilizados nos plantios e lavouras- plantações orgânicas.
- Áreas com alto potencial hidrogeológico.
- Recomenda-se consultar o Plano de Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo da Região do Carste na RMC (COMEC, 2002), assim como a legislação específica, da qual é reproduzido o Artigo IV do Decreto 6194, de 15/10/2012, que estabelece os limites do aquífero.

Decreto 6194 - 15 de Outubro de 2012

Publicado no Diário Oficial nº. 8818 de 15 de Outubro de 2012.

Súmula: Declara as Áreas de Interesse de Mananciais de Abastecimento Público para a Região Metropolitana de Curitiba e dá outras providências.

IV - No Aquífero Subterrâneo Carste

a) a área de abrangência do Aquífero Subterrâneo Carste corresponde ao perímetro delimitado no mapa anexo. O Aquífero Carste abrange áreas situadas nos municípios de Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Itaperuçu e Rio Branco do Sul.

Parágrafo único. As coordenadas relacionadas neste decreto estão referenciadas no Datum SAD69.

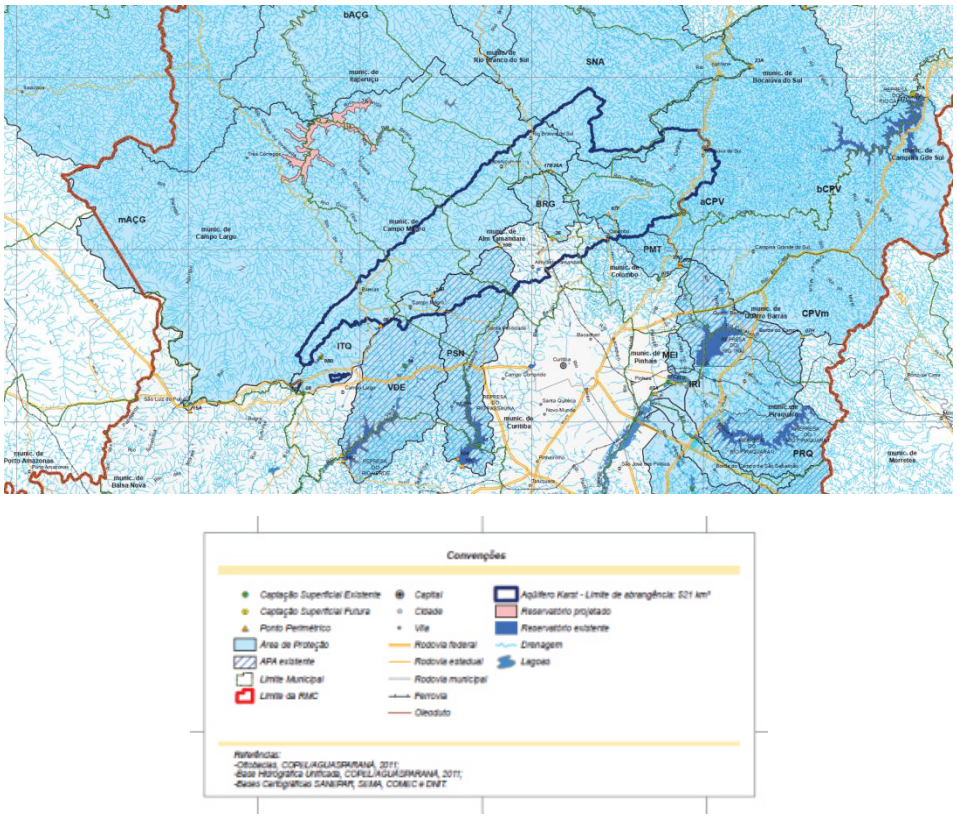


Figura 9. Mapa anexo ao Decreto Estadual 6194/2012.

UT - IV

Classificação

Solos residuais e transportados sobre diques de diabásio, com cristas alongadas de topo aplainado e vertentes íngremes convexas. A unidade exibe um perfil completo de alteração desde a rocha sã (diabásio) até saprólito e solo residual maduro. O solo transportado ou coluvionar forma rampas lateralmente ao dique. Escavabilidade de segunda categoria.

Avaliação

- Terrenos com declividade de 0 a 30%.
- Áreas adequadas com restrições para:
  - ocupação urbana e loteamentos residenciais e industriais;
  - implantação de infraestrutura enterrada devido a possível presença de matacões.
- Ao longo da crista de topo aplainado existe a possibilidade de implantação de sistemas lineares de loteamentos, com adequação do tamanho mínimo do lote.
- Apoio de fundações sobre blocos isolados pode causar recalques diferenciados.
- Áreas inadequadas à disposição de resíduos sólidos.
- Áreas inadequadas à disposição de resíduos sólidos.
- Áreas com suscetibilidade alta à erosão, deslizamentos, quedas e rolamento de blocos.

- Áreas com instabilidade em taludes escavados.
- Áreas adequadas à ocupação rural com técnicas de manejo do solo em áreas de alta declividade.
- Áreas com dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e abastecimento de água.
- Áreas inadequadas para disposição de resíduos sólidos.
- Áreas com potencial para extração de materiais de empréstimo a aterros residenciais e rocha para produção de brita e pedras de talhe.

UT- V

Classificação

Solos residuais e saprólitos de metasiltitos, metaritmitos e xistos. Localmente com solos transportados. Os solos transportados recobrem diretamente os saprólitos. Relevo forte de cristas que podem ser alongadas ou não. Apresentam forte foliação e bandamento com inclinações entre 30˚ e 90˚. Escavabilidade de primeira categoria.

Avaliação

- Áreas adequadas para:
  - implantação de loteamentos residenciais e industriais em declividades até 10%. Em declividades de 10 a 30%, ocupação com restrição, devendo haver adequação de taludes de corte e aterros com a habitação numa proporcionalidade de 1x1, ou seja, a construção deverá ficar distante do talude de corte ou do talude do aterro a mesma distância que as suas alturas, principalmente no sentido da inclinação da foliação ou bandamento;
  - disposição de resíduos sólidos, cemitérios e outros, desde que obedecidos critérios técnicos e as características do terreno (declividade, espessuras, permeabilidade, nível freático e outros).
- Necessidade de projetos de contenção e estabilização de cortes e aterros e proteção vegetal.
- Projetos de loteamentos e vias de circulação devem ser executados em conformidade com a topografia.
- Áreas com suscetibilidade alta à erosão.
- Áreas com suscetibilidade alta a deslizamentos em taludes naturais e de corte e aterro, principalmente onde a foliação das rochas mergulha para fora dos cortes.
- Áreas com dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada, devido à escavabilidade ruim e suscetibilidade à queda de blocos.
- Cortes e taludes devem respeitar altura limite de 3 m, principalmente no sentido do mergulho das camadas.
- Áreas com necessidade de projetos de contenção, estabilização e proteção vegetal de cortes e aterros.

UT- VI

Classificação

Rochas quartzíticas, aflorantes na forma de lajes e blocos de dimensões métricas, formando por vezes campos de matacões. Os quartzitos possuem cores esbranquiçadas a amareladas, de granulação fina a média, localmente friáveis, porosos, muitas vezes recristalizados e então com baixa porosidade.

Avaliação

- Terrenos com declividade de 0 a 30%.
- Áreas inadequadas para loteamentos residenciais e industriais em função da situação topográfica e altas declividades.
- Áreas com dificuldades na implantação de infraestruturas enterradas, devido à rocha aflorante, exigindo uso de explosivos nas obras de infraestrutura.
- Áreas com escavabilidade ruim, exigindo uso de explosivos.
- Áreas com suscetibilidade média à alta para queda de blocos.
- Em porções alteradas, fornecem ótimo material para utilização como saibro para conservação de estradas rurais.
- Áreas com alta suscetibilidade para queda e rolamento de blocos.

UT - VII e UT - VIII

Classificação

Solos residuais e transportados, maduros ou jovens de cor vermelha, amarela, por vezes variegada, contendo concentrações de sílica (semelhante à areia fina, sacaróide, friável), proveniente da dissolução de rocha carbonática, principalmente de metadolomitos. Os solos residuais são lateríticos, porosos, de baixa permeabilidade, com argilo-minerais caulinita (1:1), secundariamente esmectita (2:1) e gibsita (1:2). As espessuras variam de 0,5 a 20 m. Apresentam relevo na forma de morros com colinas arredondadas e vertentes convexas. A consistência é baixa à média, com resistência à penetração (SPT). A escavabilidade é de primeira categoria. O nível freático médio é de 5,7 m.

Avaliação

- Áreas inadequadas para a instalação de indústrias ou disposição de resíduos.
- Áreas inadequadas para disposição de resíduos sólidos ou instalação de indústrias que geram efluentes líquidos.
- Áreas com severas restrições à implantação de loteamentos residenciais, que se tornam viáveis desde que obedecidos critérios técnicos adequados, em consonância com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos.
- Áreas adequadas para ocupação rural com uso de práticas de manejo do solo e monitoramento dos níveis de agrotóxicos utilizados.

- Áreas com dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada nas proximidades do topo rochoso, podendo exigir uso de explosivos.
- Áreas com suscetibilidade ao recalque de fundações, devido a irregularidades da espessura de solo em zonas do topo rochoso irregular, formadas pela dissolução cárstica.
- Áreas com migração do solo em fendas de dissolução e ruptura de teto de cavernas.
- Áreas com ocorrência de substrato rochoso subaflorante, contendo cavidades, cavernas e condutos cársticos.
- Áreas propensas a conflitos com atividades de mineração de rochas carbonáticas.
- Áreas com necessidade de estudos preliminares de subsolo, até a profundidade aproximada de 60 m, que permitam delimitar o topo rochoso (pavimento cárstico) para a implantação de obras ou loteamentos.
- Áreas com necessidade de obras especiais de fundações (ancoragem, estaqueamentos e outros) e obturações, injeções de caldas e argamassas em cavidades e vazios subterrâneos.
- Áreas com necessidade de adequação para tamanho mínimo de lote e estudos detalhados para a seleção de áreas de descarga de efluentes, esgotos e resíduos em geral.
- Áreas vulneráveis à poluição de aquíferos (freático e cárstico), com presença de dolinas e sumidouros.
- Áreas com alto potencial para a mineração, principalmente em altas declividades quando são inadequadas para a ocupação.
- Áreas suscetíveis a afundamentos cársticos (colapsos de solo e subsidência), naturais ou induzidos pela ação antrópica.
- Áreas com suscetibilidade a deslizamentos naturais ou induzidos em encostas, rolamentos de blocos em encostas e quedas de blocos em taludes escavados.
- Apoio de fundações sobre blocos isolados pode causar recalques diferenciados.
- Áreas suscetíveis à contaminação do lençol freático.
- Áreas com necessidade de adotar critérios técnicos adequados, de acordo com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, próprios de áreas de carste.
- Áreas com necessidade de definição de tamanho mínimo de lotes e estudos detalhados do terreno para seleção de áreas de descarga de efluentes e resíduos em geral.
- Áreas com alto potencial hidrogeológico.

UT - IX

Classificação

Solos residuais e/ou transportados sobre o granito. Relevo em forma de mar de morros, com colinas arredondadas e vertentes convexas. O saprólito apresenta espessuras

maiores do que 10 m, possui textura siltosa, por vezes argilosa, poroso, com permeabilidade baixa, comportamento não laterítico, não erosivo, argila caulinítica. Solo residual maduro, argiloso, siltoso, comportamento laterítico, poroso, caulinítico, permeabilidade média. Espessura varia de 1 a mais de 5 m. A resistência à penetração no perfil como um todo aumenta com a profundidade, podendo chegar ao impenetrável a poucos metros de profundidade. Nível freático com profundidade média de 8 m.

Avaliação

Terrenos com declividade de 5-20%

- Áreas adequadas para:
  - loteamentos residenciais e industriais, vias de circulação;
  - obras enterradas em declividades de 5-10% e adequados com restrições para declividade de 10-20%;
  - disposição de resíduos sólidos;
  - extração de material de empréstimo em todo o perfil de alteração.
- Áreas adequadas com restrições para implantação de vias de circulação.
- Apresentam volumes moderados a serem trabalhados em terraplanagem com compensação entre cortes e aterros.
- Apresentam necessidade de proteção vegetal nos cortes (declividade 10-20%).
- Áreas com suscetibilidade baixa à média para erosão.
- Áreas estáveis para deslizamentos em talude natural.

Terrenos com declividades de 20-30%

- Adequados com restrições para:
  - loteamentos residenciais e industriais;
  - vias de circulação e infraestruturas enterradas.
- Áreas inadequadas para disposição de resíduos.
- Áreas com suscetibilidade média à erosão.
- Áreas com necessidade de proteção vegetal em cortes.
- Áreas com suscetibilidade média para erosão e deslizamentos em taludes naturais e alta em taludes de corte.
- Terrenos com declividade superior ou igual a 30%, considerar o que determina a legislação em vigor (citada anteriormente).

Terrenos com declividades acima de 30%

- Áreas impróprias para ocupação, conforme legislação vigente.
- Áreas indicadas para preservação permanente.
- Restrições aplicam-se a todas UTs com esta classe de declividade.

7.9 Carta de Aptidão à Ocupação Frente Aos Desastres Naturais

A Carta de Aptidão à Ocupação Frente aos Desastres Naturais é dirigida a técnicos com pouco conhecimento específico de geotecnia e visa, de forma bastante pragmática, instrumentar o fornecimento de diretrizes para novos parcelamentos do solo e para a implantação de obras de urbanização em áreas cuja urbanização ainda não é consolidada.

Esta carta é uma síntese de parte das avaliações feitas na carta de aptidão a loteamentos residenciais e industriais. Os desastres naturais avaliados, cadastrados e cartografados são: movimentos gravitacionais de massa (rastejos, quedas, tombamentos e rolamentos de blocos de rocha, deslizamentos de solo e/ou rocha, corridas de massa, subsidências e colapsos) erosão e inundações (delimitação de planícies aluvionares).

São também consideradas as áreas de alta declividade (acima de 30%) como restritivas à ocupação, conforme o que determina a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o *Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.*

7.9.1 Movimentos gravitacionais de massa: conceitos

Movimento gravitacional de massa é o movimento coletivo de material sólido encosta abaixo, como solos, rochas, vegetação, sob a influência da gravidade.

Estes movimentos podem ocorrer principalmente com elevados volumes de precipitação pluviométrica, degelo sazonal ou associado à atividade vulcânica ou terremotos. Tanto chuvas intensas de curta duração quanto de longa duração (chuvas contínuas e acumuladas, mesmo que de baixa intensidade) fornecem condições propícias para a redução da resistência do solo, atuando como um dos principais agentes deflagradores de movimentos gravitacionais de massa em ambientes tropicais úmidos.

Os movimentos gravitacionais de massa são classificados quanto à cinemática do movimento (velocidade e direção), do tipo do material (solo, rocha, detritos, etc), a geometria (tamanho e forma das massas), de acordo com CARSON e KIRKBY (1975), CROZIER (1986), SELBY (1993), FERNANDES e AMARAL (1996), *in* KOBAIYMA *et al*., 2006.

O **rastejo** (*creep*), afeta grandes áreas do terreno e atua tanto nos horizontes superficiais das encostas (solo superficial), quanto nos estratos mais profundos, deslocando e abrindo fendas no solo residual e na rocha. É um fenômeno bem lento (cm/ano) e a energia destrutiva, consequentemente, é menor que a dos demais tipos. Entretanto, podem ser facilmente identificados pela mudança na verticalidade das árvores, postes, muros, etc.

Movimentos **rotacionais** e **translacionais** são movimentos rápidos com velocidades médias a altas (m/h a m/s), de curta duração e de elevado poder destrutivo, em função do material transportado encosta abaixo (rocha, solo, arvores, etc), e com limites laterais e profundidades bem definidas. Por ser um fenômeno bastante comum em todo o

mundo, a sociedade busca entender a dinâmica do fenômeno (modelagem) e mapear as áreas de risco, com o propósito de evitar grandes danos e prejuízos.

Os **fluxos**, também denominados **corridas**, são movimentos rápidos (m/s), devido às características do material transportado que se comporta como fluido altamente viscoso. Apesar de serem mais raras de ocorrer, produzem estragos maiores que os deslizamentos. Entretanto, a incidência cada vez mais frequente de chuvas torrenciais tem aumentado a quantidade de corridas no Sul do Brasil, nos últimos anos. O fluxo destrói tudo em seu caminho, ou seja, no local da formação (encosta), durante o caminho (cursos d'água e fundos de vales) e na área de deposição (planícies). Dependendo da viscosidade e do tipo de material, podem receber outros nomes como, fluxos de terra (*earth flows*), fluxos de lama (*mud flows*) e fluxos de detritos (*debris flows*) (SELBY,1993; AUGUSTO FILHO, 1994; MARCELINO,2003a *in* KOBAIYAMA et. *al*., 2006).

As **quedas de blocos**, ou lascas de rocha, são movimentos rápidos do tipo queda livre (vários m/s), que se desprendem de escarpas rochosas (próximas a 90°), sendo potencializadas pelas variações térmicas (dilatação e contração da rocha), por descontinuidades (planos de fraqueza, tais como planos de acamamento e de fraturas), erosão ou ação das águas das chuvas que escavam as camadas de solo em volta dos blocos e matacões, liberando-os encosta abaixo. Neste fenômeno, a maior preocupação é com a trajetória dos blocos, ou seja, durante a queda e o rolamento.

Apesar dos danos causados pelos movimentos gravitacionais de massa, estes fenômenos são processos naturais e fazem parte da evolução da paisagem. Entretanto, o aumento da população nas áreas urbanas pode agravar esta situação devido à ocupação de áreas inadequadas. À medida que o homem se apropria de uma encosta, através dos desmatamentos, cortes e aterros, altera a sua estabilidade, aumentando a probabilidade de desencadear deslizamentos. Estatisticamente, vários especialistas da área chegaram à conclusão de que 20 a 50% dos deslizamentos estudados foram induzidos por cortes e aterros em encosta para a construção de casas e estradas. Outros fatores, tais como esgotos, fossas e tanques, entre outros, também podem contribuir para estes deslizamentos.

7.9.2 Movimentos gravitacionais de massa na área mapeada

As áreas com suscetibilidade a deslizamentos rotacionais, translacionais, rastejo, quedas de blocos e fluxos de lama e, apresentados na carta em questão, basearam-se na metodologia usada nos trabalhos IBAMA/MINEROPAR, 2005; e MINEROPAR, 2011.

O cruzamento de informações dos materiais inconsolidados, de aspectos geomorfológicos e da declividade, conforme usados nos trabalhos acima citados, possibilitou gerar um mapa de suscetibilidade aos MGM, tendo como indicador principal a declividade. As áreas com declividade de 0-20% (cor verde) representam a menor suscetibilidade, 20-45% (cor

amarela) representam a média suscetibilidade e as com declividade acima de 45% (cor laranja) são áreas de alta suscetibilidade. No que se refere aos fluxos de lama e detritos, deve-se considerar os locais possíveis de ocorrerem como de alta suscetibilidade. Isto quer dizer que todas as calhas dos rios e fundos de vales secos inseridos nos blocos soerguidos, independentemente deles cortarem as áreas de baixa, média ou alta suscetibilidade os MGM como de alta suscetibilidade aos fluxos de detritos.

As figuras a seguir ilustram os movimentos gravitacionais de massa identificados na área urbana de Rio Branco do Sul e Itaperuçu.

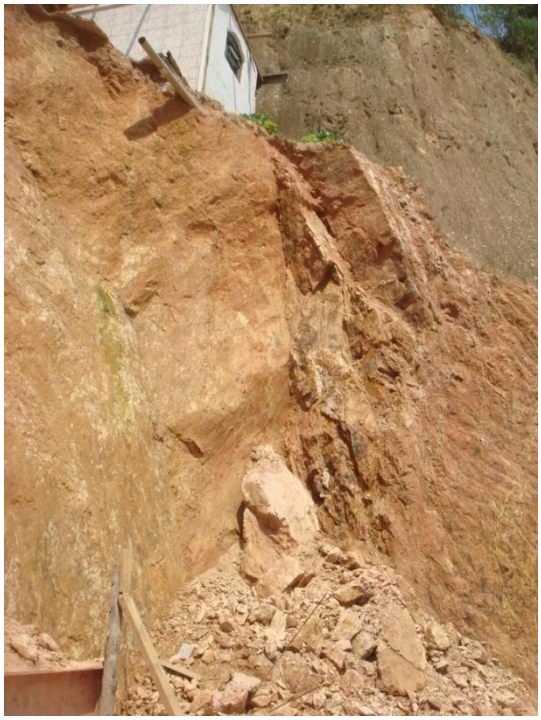


Figura 10. Corte para construção residencial em saprólito de filito com espelho de falha, registrando a falta de critérios de engenharia na ocupação das encostas de alta declividade. Área urbana de Rio Branco do Sul.

Figura 11. Encosta de alta declividade totalmente urbanizada em Itaperuçu.

Figura 12. Ocupação irregular iniciando sobre encosta de alta declividade, sem respeito a critérios de engenharia, na área urbana de Itaperuçu.

Figura 13. Perfil de alteração de filito com solo residual maduro e jovem, no topo do desaterro, sobre saprólito em primeiro plano. Área urbana de Itaperuçu.

Figura 14. Ocupação residencial avançando sobre encosta de alta declividade, em Itaperuçu.

Figura 15. Rachaduras generalizadas em edificação construída sobre terreno cárstico, na área urbana de Rio Branco do Sul.

Figura 16. Construção em andamento sobre blocos aflorantes de calcário, em terreno cárstico, na área urbana de Rio Branco do Sul.

Figura 17. Blocos aflorantes de calcário, registrando ocupação inadequada em encostas de alta declividade, em terreno cárstico, na área urbana de Rio Branco do Sul.

Figura 18. Ocupação imprópria em encosta com alta declividade, na cidade de Itaperuçu.

Figura 19. Casa em construção sobre aterro de corte aberto sobre encosta de alta declividade, em Itaperuçu.

Figura 20. Transporte de carga pesada sobre terreno cárstico, com encostas de alta declividade ocupadas ao fundo. Estrada de ligação entre Itaperuçu e Rio Branco do Sul.

7.9.3 Erosão: conceitos

O fenômeno da erosão consiste na ação combinada de um conjunto de fatores que provocam o destacamento e o transporte de materiais sobre a superfície terrestre. Os principais agentes são a água da chuva, rios, geleiras, mar e vento. Dentre estes, as águas pluviais têm grande importância, por propiciarem o escoamento superficial e o transporte do material inconsolidado. Pode-se classificar a erosão causada pelo escoamento superficial das águas da chuva em natural e antrópica, de acordo com OLIVEIRA *et. al.* (1987), DAGE (1990) *in* PEJON (1992).

A erosão é classificada como natural quando a atuação dos processos erosivos se faz em ambiente controlado pelos fatores naturais. Esta erosão pode sofrer modificações devido a mudanças climáticas ou geológicas, alterando a velocidade e a intensidade do processo. A remoção do material inconsolidado (solo) pode se tornar mais rápida do que a sua geração a partir dos processos de intemperismo das rochas, o que caracteriza o fenômeno como de erosão acelerada.

Outro tipo de erosão está relacionado à ação do homem, que provoca desequilíbrio pela sua interferência no ambiente natural, recebendo o nome de erosão antrópica e caracterizando-se por uma aceleração dos fenômenos erosivos, num processo mais rápido do que a erosão acelerada natural, podendo evoluir em poucos anos e atingir áreas extensas.

7.9.4 - Erosão na área mapeada

Os processos erosivos são pouco desenvolvidos na área objeto deste relatório, exceto nos locais desmatados e com remoção da cobertura de solo sobre rochas carbonáticas. Estes locais são pouco extensos e não justificam sua representação em um mapa específico.

7.9.5 Inundações e alagamentos: conceitos

Alagamentos são acúmulos de água formados por enxurradas (escoamento superficial), por efeito de chuvas intensas e em áreas total ou parcialmente impermeabilizadas. Bueiros e rede coletoras de águas pluviais mal dimensionadas ou obstruídas não suportam o volume d'água e extravasam, alagando ruas adjacentes. Neste caso, não há participação de nenhum curso de água na geração do alagamento, funcionando apenas como receptor dos volumes escoados dos alagamentos (VALENTE, 2009).

Alagamentos ocorrem em áreas distantes dos canais de rios, em terrenos com ocupação antrópica e baixo coeficiente de escoamento superficial, onde ocorrem fluxos de baixa velocidade (SOUZA, 2004). Segundo outra definição, alagamento é água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistema de drenagem deficiente (Defesa Civil de Angra dos Reis - Plano de Contingência). Inundações são fenômenos que fazem parte da dinâmica fluvial, atingindo periodicamente as várzeas, também chamadas de planícies de inundação. Este processo

constitui um problema quando afeta os terrenos ocupados junto às drenagens. Em termos de problemas associados a riscos naturais, são as inundações que oferecem as maiores dificuldades no seu controle e prevenção. Os problemas decorrentes das cheias são variados e, via de regra, derivados da utilização inadequada das áreas suscetíveis a inundações, em especial pela população de baixa renda.

A ocupação desordenada dos baixios, além de causar o desequilíbrio ambiental de uma região, traz consigo vários problemas de natureza sócio-econômica, principalmente no setor de saúde pública e infraestrutura. As obras necessárias para promover a proteção das comunidades assentadas em aluviões (planícies aluvionares) são muito onerosas se comparadas aos baixos custos de ações para viabilizar o uso e ocupação destes solos.

Podemos distinguir áreas de suscetibilidade a enchentes e inundações conforme os seguintes conceitos:

- **Cheia** - elevação do nível da água de um rio ou córrego, sem transbordamento para fora da calha. Este tipo de fenômeno não interessa ao mapeamento de áreas de risco porque não se configura como ameaça à ocupação, sendo apresentado o conceito apenas para fins de comparação com os demais.
- **Inundação** - nível em que as águas atingem quando ultrapassam o canal normal do rio, alcançando os limites da planície de inundação, várzea ou aluvião. Esta, por sua vez, funciona como um regulador do equilíbrio hidrológico, absorvendo o excesso de água nas situações de cheias, e também ao contrário, fornecendo água ao rio em épocas de secas.
- **Enchente** - nível que as águas atingem quando escoam fora do canal do rio, além dos limites da planície de inundação, sendo causadas por fenômenos sazonais de alta pluviosidade ou pela interferência do homem no meio físico (construções de aterros, diques, loteamentos, assoreamento da calha, etc).

7.9.6 Inundações e alagamentos na área mapeada

Como citado anteriormente, as inundações ocorrem nas planícies fluviais, várzeas e aluviões. Só por este motivo estas áreas deveriam ser consideradas como áreas inadequadas à implantação de loteamentos residenciais e industriais. Somando-se às inundações, os materiais inconsolidados que constituem estas planícies apresentam um péssimo comportamento mecânico, sendo considerados problemáticos para a engenharia e também merecem, por esta razão, atenção especial no processo de uso e ocupação do solo.

Os materiais inconsolidados dessas planícies constituem-se de solos compressíveis, moles, com baixos valores de coesão e baixa capacidade de suporte de carga, o que inviabiliza tecnicamente obras de engenharia, tais como fundações, construções, aterros diretos, obras enterradas e outros. Como a sua ocorrência está intimamente relacionada

às áreas de inundações, a forma mais racional de encaminhar soluções no processo de planejamento urbano ou uso e ocupação do solo é restringir, ou evitar, loteamentos e construções nestes locais, optando por usos voltados à preservação destas áreas, tais como construções de tanques, parques e outros.

As áreas de alagamento possuem declividade menor do que 5%, lençol freático raso e permeabilidade baixa. São áreas de grandes extensões e necessitam de planejamento adequado de obras e medidas para garantir o escoamento superficial, a captação das águas pluviais e servidas, o funcionamento eficiente dos bueiros, diâmetros suficientes das manilhas da rede de captação pluvial, coleta periódica de lixo, entre outros.

7.9.7 Afundamentos cársticos

A presença de cobertura de materiais inconsolidados (aluviões, colúvios e solos de alteração) sobre rochas carbonáticas em dissolução tende a aumentar o significado geotécnico dos afundamentos cársticos, quer pela ampliação física da área em afundamento, quer pelo recobrimento do substrato carbonático, produzindo terrenos de topografia mais suave em relação ao entorno, que podem atrair usos mais intensos. Os afundamentos manifestam-se na forma de colapsos de solo e subsidências de terreno e podem se desenvolver de maneira natural, podendo ser acelerados ou deflagrados por intervenções de uso do solo, principalmente aquelas que resultam em mudanças na dinâmica e nas características de circulação da água subterrânea.

Os colapsos de solo caracterizam-se por desabamentos bruscos, circulares em forma de cratera, com seção lateral de tronco invertido. Podem ocorrer mesmo sem sinais prévios denunciadores e são apontados como os principais causadores de acidentes graves em áreas de carste.

As subsidências de terreno caracterizam-se por processos de adensamento ou rebaixamento de solo, consistindo de movimentos mais lentos em relação aos colapsos, e que podem provocar recalques nas fundações, sendo responsáveis pela ruína total ou parcial de edificações, nas quais produzem trincas, rachaduras e desabamentos. Segundo PRANDINI *et al*. (1987), nos países onde são observados há muito tempo fenômenos de colapsos e subsidências, considera-se extremamente difícil prever o local, as dimensões e o momento da ocorrência desses fenômenos.

Nas áreas cársticas cobertas por materiais inconsolidados observa-se uma tendência natural dos materiais de recobrimento em preencherem as cavidades do substrato rochoso. Esse preenchimento, segundo NAKAZAWA *et al.* (1987), faz-se tanto pela migração dos materiais para o interior das cavidades, como pelo desabamento do teto das cavernas. Os efeitos em superfície desses mecanismos, que são desenvolvidos em subsuperfície, podem ser detectados através de afundamentos do terreno, que podem ser agravados pela sobrecarga de estruturas urbanas.

Os principais agentes de deflagração e evolução desses mecanismos estão relacionados às oscilações ou mudanças bruscas do nível hidrostático. Portanto, relacionam-se às variações de pressão, direção e velocidade do fluxo da água no interior do substrato carbonático, e as forças resultantes da ação da gravidade. Essas oscilações do nível hidrostático podem ser provocadas pelas próprias variações sazonais, ou pelas operações de bombeamento em poços tubulares, que produzem oscilações rápidas e cíclicas (PRANDINI *et al*., 1987).

As vibrações induzidas por explosões em pedreiras também podem contribuir para a desestruturação dos materiais de cobertura, favorecendo a sua migração para o interior das cavidades ou provocando o desabamento das porções superiores destas cavidades.

As condições geológicas existentes nas faixas carbonáticas das folhas estudadas, principalmente naquelas recobertas por solos transportados, com espessuras superiores a 30 m, mostram grande potencialidade para o desenvolvimento de afundamentos do terreno, com casos já relatados de colapsos e subsidências em Colombo, Fervida, Tranqueira e Almirante Tamandaré.

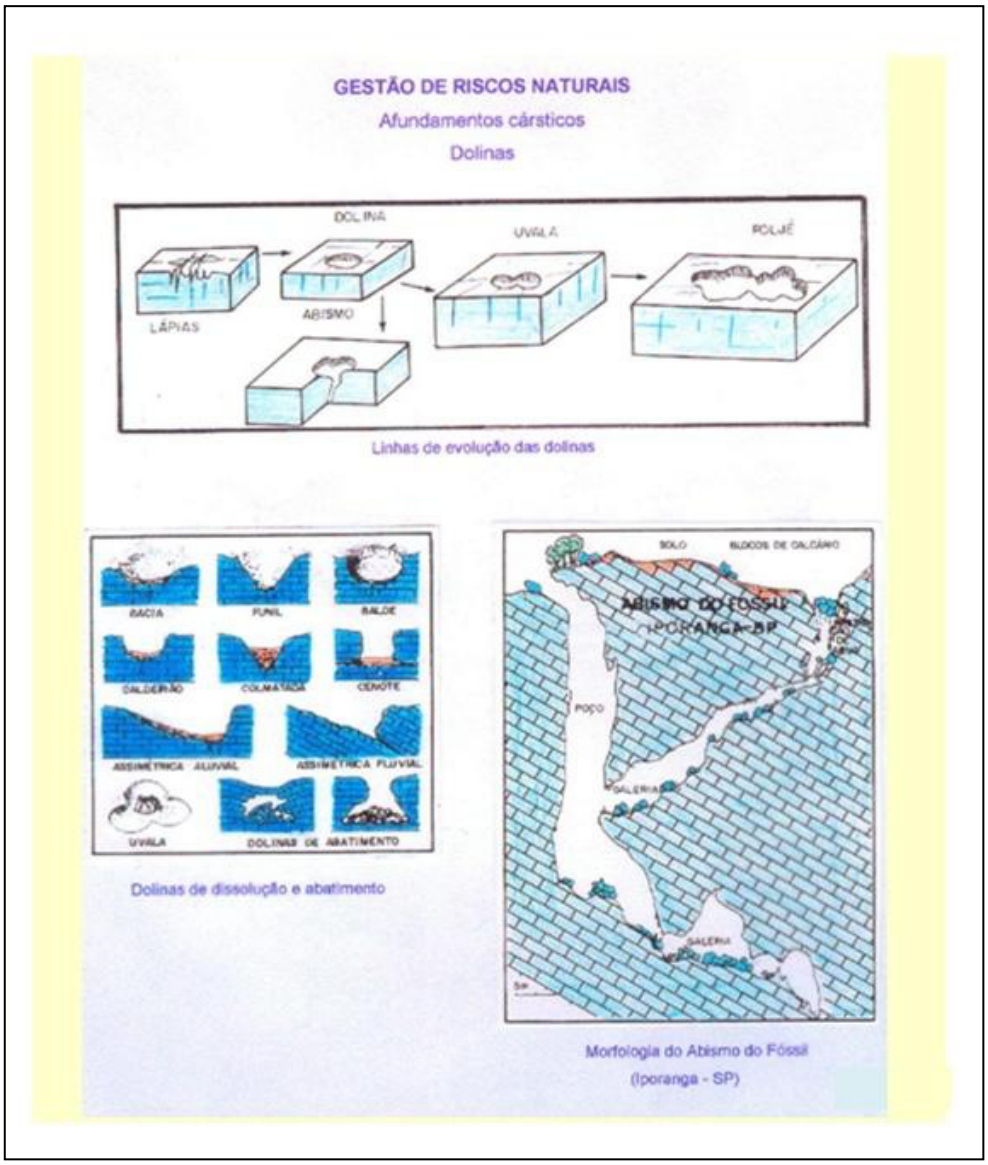


Figura 21. Blocos-diagrama ilustrando a evolução dos terrenos em áreas de rochas carbonáticas e a origem de afundamentos cársticos. Fonte: TRAJANO, *apud* BIGARELLA (1956).

7.9.8 Áreas com declividade maior do que 30%

São áreas restritivas ao uso e ocupação do solo conforme leis em vigor:

- Lei Federal nº 6766/79 (Lei Lehmann) - proíbe o parcelamento do solo em áreas com declividade maior do que 30%.
- 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 303/2002, cujo Artigo 3º define como APP as áreas situadas em encostas ou parte destas com declividade superior a 100% ou 45º na linha de maior declive.

Nestas declividades há também a possibilidade de deslizamentos, tanto em encostas naturais como em cortes, além da erosão.

7.9.9 Áreas com baixa suscetibilidade aos desastres naturais

São áreas adequadas para loteamentos residenciais e industriais, parcelamentos e assentamentos. A ocupação demanda apenas os cuidados usuais com relação aos estudos para fundações e leis ambientais.

8. REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J. J. **Contribuição ao Estudo dos Calcários do Estado do Paraná** Tese (Concurso para a cátedra de Mineralogia e Geologia Econômica) - Escola de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1956.

FELIPE, R. S. et al. **Mapeamento geológico-geotécnico na Região do Alto Iguaçu. Area 1**. Curitiba: MINEROPAR : COMEC, 1994. 2 v , A1. Convênio MINEROPAR/COMEC.

GEOAMBIENTE SENSORIAMENTO REMOTO S/C LTDA. **Suporte natural geologia, geotecnia e uso do solo da Bacia do Alto Iguaçu**. Curitiba: Suderhsa, 2002. 149 p.

IBGE. **Cidades**. Disponível em:<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=412220>. Acesso em: 12 /10/2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Mapeamento dos atributos do meio físico como subsidio a gestão de áreas protegidas**: área piloto do Parque Nacional Saint Hilaire/Lange - Litoral do Paraná. Curitiba: MINEROPAR, 2006. 2 v.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos. F**lorianópolis Ed. Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/mudancasclimaticas/proclima. Acesso em: 16.09.2013.

OKA FIORI, C. (Coord.). **Atlas geomorfológico do Estado do Paraná, escala base 1:250.000 modelos reduzidos 1:500.000**. Curitiba: MINEROPAR, 2007. 59 p. Convênio MINEROPAR/UFPR.

OLIVEIRA, L. M. et al. **Mapeamento geológico-geotécnico nas folhas COMEC A100, A103, A093 (Parcial) Área 3**. Curitiba: MINEROPAR : COMEC, 1997. 3 v , A3. Convênio COMEC/MINEROPAR.

PEJON, O. J. **Mapeamento geotécnico regional da folha de Piracicaba-SP (escala 1:100.000) estudo de aspectos metodológicos, de caracterização e de apresentação de atributos.** 2 v. Tese (Doutorado em geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

SALAZAR JR., O. et al. **Plano diretor de mineração para a região metropolitana de Curitiba.** Curitiba : MINEROPAR : DNPM, 2004. 2 v. Conteúdo: v.1.Texto - v.2. Mapas. Convenio DNPM/MINEROPAR.

SALAZAR JR., O. et al. **Mapeamento geológico-geotécnico nas folhas COMEC A137, A138, A139 e A140 Area 2.** Curitiba: MINEROPAR : COMEC, 1996. v. 1. Convênio COMEC/MINEROPAR.

SALAZAR JR., O. et al. **Mapeamento geológico-geotécnico nas folhas Comec A060, A098, A099, A101, A133 e A134. Area 4.** Curitiba: MINEROPAR : COMEC, 1999. 3 v. , A4. Convênio COMEC/MINEROPAR.

SOUZA, C. R. G. Risco e inundações, enchentes e alagamentos em regiões costeiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 231-247. CD-ROOM.

SOUZA, N. C. D. C. **Mapeamento geotécnico regional da folha de Aguai: com base na compartimentarão por formas de relevo e perfis tipicos de alteração**. 2. v. Dissertação (Mestrado em geotecnia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

VALENTE, O. F. **Refflexões hidrogógicas sobre inundações e alagamentos urbanos. Revista Minha Cidade**. Disponível em:< http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade>. Acesso em: 16.09.2013.

ZUQUETTE, L. V. **Análise e proposta metodológica sobre cartografia geotécnica para condições brasileiras**. 3 v. Tese (Doutorado em geotecnia) - Escola Estadual de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1987.

ANEXO I

LAUDOS TÉCNICOS

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

CERTIFICADO OFICIAL DE ANÁLISE Nº 313 / 15

SELAB - Serviço de Laboratório

Interessado : Mapeamento Geológico-Geotecnico da Região de Rio Branco do Sul - PR

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Número da Amostra / Número Laboratório	UTMs	Sedimento			Classe Textural *	Teor Umid da Coleta (%)	Índice de campo					Proctor Normal		LL	LP	Absorção de Azul de Metíleno						pH do solo			Permea-bilidade cm/s K	Erodibilidade			Argilo Mineral **	Cor ***
																CTC MEQ / 100g		SE m^2/g		Vb	Acb	em água	em KCL	A pH		S	P %	E		
		Ag %	Si %	Ar %			δs g/cm3	δdc g/cm3	eo	n %	Sr %	δdmx g/cm3	wot %			solo	argila	solo	argila											
RB 335	668.300 E				Muito																				1×10^{-4}					2,5YR 4/4
ZAG 397	7.210.710 N	67	19	14	Argilosa	30,0	2,914	1,43	1,04	51,0	84,9	1,438	29,9	70,0	46,6	8,13	12,13	63,6	94,9	2,60	3,88	5,6	4,4	-1,2	0,000100cm/s	0,41	1,09	15,04	N.A	Marrom Averm.
RB 336	668.325 E																								5×10^{-4}					2,5Y 6/6
ZAG 398	7.210.470 N	35	48	17	Siltosa	52,1	3,166	1,00	2,18	68,6	75,6	1,604	22	39,8	33,1	1,34	3,72	10,5	29,1	0,43	1,19	6,8	5,9	-0,9	0,000572cm/s	0,42	33,62	0,50	N.A	Amarelo Oliva
RB 337	668.880 E																								2×10^{-3}					5YR 6/6
ZAG 399	7.209.500 N	56	33	11	Argilosa	30,3	2,881	1,40	1,05	51,3	82,7	1,536	22,2	54,8	36,2	7,32	13,08	57,3	102,3	2,34	4,18	5,2	4,2	-1,0	0,002639cm/s	0,37	5,69	2,60	N.A	Amarelo Averm.
RB 338	666.424 E																								1×10^{-2}					2,5YR 5/4
ZAG 400	7.210.129 N	45	45	10	Argilosa	39,3	3,019	1,21	1,50	60,0	79,0	1,392	32,6	58,9	42,3	3,16	7,02	24,7	54,9	1,01	2,24	5,8	4,5	-1,3	0,015621cm/s	0,37	37,99	0,39	N.A	Marrom Averm.
RB 339	666.424 E																								3×10^{-2}					2,5Y 7/4
ZAG 401	7.210.129	20	59	21	Siltosa	28,8	2,890	1,41	1,05	51,2	79,2	1,564	23,5	40,7	32,1	1,61	8,04	12,6	62,9	0,51	2,57	5,2	4,2	-1,0	0,039299cm/s	0,26	34,68	0,30	N.A	Amarelo Claro
RB 340	667.085 E																								4×10^{-3}					5YR 6/4
ZAG 402	7.210.964 N	47	29	24	Argilosa	47,0	3,167	1,23	1,56	61,0	95,1	1,368	34,8	58,4	45,7	6,52	13,88	51,1	108,6	2,09	4,44	5,4	4,4	-1,0	0,004208cm/s	0,74	59,73	0,49	N.A	Marrom Averm.

Ag - argila
Si - silte
Ar - areia
δs - massa específica dos sólidos
δdc - massa específica seca de campo
eo - índice de vazios
n - porosidade
Sr - grau de saturação
δdmx - massa específica aparente seca
wot - massa específica aparente úmida

LL - limite de liquidez
LP - limite de plasticidade
CTC - capacidade de troca de cátions
SE - superfície específica
Vb - quantidade de azul de metileno gasto em 100 g de solo
Acb - quantidade de azul de metileno gasto em 100 g de argila
S - índice de adsorção
P - perda por imersão
E - índice de erodibilidade

Percentual de Areia Quartizoza

RB 335	13,0	%
RB 336	16,0	%
RB 337	11,0	%
RB 338	2,0	%
RB 339	19,0	%
RB 340	12,0	%

K - Permeabilidade **1** - Elevada, Superior a 10^{-4}, **2** - Média 10^{-4} a 10^{-5}, **3** - Baixa 10^{-5} a 10^{-7}, **4** - Muito Baixa 10^{-7} a 10^{-9}, **5** - Praticamente Impermeável > 10^{-9}.

* - Triângulo empregado para determinação das classes texturais simplificadas: USDA
** - Argilo Mineral determinado via análise térmico-diferencial -ATD
*** - Manual comparativo de cores: MUNSELL SOIL COLOR CHARTS

Antônio Perdoná Alano
Chefe do Selab CREA 8726-2 / SC CREA 250075743-9 Nac

Marcos Vitor Fabro Dias
Geólogo CREA 8220-D / PR CREA 170171850-2 Nac

DATA: 19/11/2015

Obs: O presente laudo tem seu valor restrito somente a amostra em questão, respondendo o SELAB, apenas pela veracidade desta via.

Rua Máximo João Kopp, 274, bloco 3/M, Santa Cândida - Curitiba - PR, CEP 82630 - 900 Fone: 3351 - 6900 / 3267-3472

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

CERTIFICADO OFICIAL DE ANÁLISE Nº 314 / 15

SELAB - Serviço de Laboratório

Interessado : Mapeamento Geológico-Geotecnico da Região de Rio Branco do Sul - PR

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Número da Amostra / Número Laboratório	UTMs	Sedimento			Classe Textural *	Teor Umid da Coleta (%)	Índice de campo					Proctor Normal		LL	LP	Absorção de Azul de Metíleno						pH do solo			Permea-bilidade cm/s	Erodibilidade			Argilo Mineral **	Cor ***
																CTC MEQ / 100g		SE m^2/g		Vb	Acb	em água	em KCL	A pH	K	S	P %	E		
		Ag %	Si %	Ar %			δs g/cm3	δdc g/cm3	eo	n %	Sr %	δdmx g/cm3	wot %			solo	argila	solo	argila											
RB 341	665.184 E				Muito																				4×10^{-4}					5YR 4/6
ZAG 403	7.208.930 N	68	17	15	Argilosa	28,0	2,784	1,39	1,00	50,0	77,8	1,402	30,1	56,9	41,5	10,27	15,10	80,4	118,2	3,29	4,83	4,7	3,8	-0,9	0,000440cm/s	0,62	0,34	72,94	N.A	Vermelho
RB 342	669.600 E																								5×10^{-3}					5YR 6/6
ZAG 404	7.214.665 N	48	31	21	Argilosa	34,7	2,936	1,24	1,36	57,7	74,8	1,464	27,7	58,7	37,4	5,87	12,23	46,0	95,7	1,88	3,91	6,2	5,3	-0,9	0,005314cm/s	0,45	39,47	0,46	N.A	Amarelo Averm.
RB 343	670.010 E																								4×10^{-3}					7,5YR 6/6
ZAG 405	7.214.685 N	36	51	13	Argilosa	32,0	2,980	1,26	1,37	57,8	69,5	1,462	28,7	50,7	39,6	6,92	19,21	54,1	150,4	2,21	6,15	5,4	4,4	-1,0	0,004810cm/s	0,18	0,62	11,61	N.A	Amarelo Averm.
RB 344	670.910 E				Muito																				1×10^{-4}					2,5YR 4/6
ZAG 406	7.210.298 N	67	18	15	Argilosa	35,8	2,939	1,25	1,35	57,4	78,3	1,390	33,5	51,0	40,2	4,48	6,69	35,1	52,4	1,43	2,14	5,6	4,7	-0,9	0,000110cm/s	0,56	1,48	15,13	N.A	Vermelho
RB 345	671.400 E																								1×10^{-4}					5YR 6/4
ZAG 407	7.212.120	11	64	25	Siltosa	25,2	2,904	1,44	1,02	50,4	71,9	1,590	23,6	40,2	33,6	1,94	17,64	15,2	138,1	0,62	5,64	5,2	4,3	-0,9	0,000119cm/s	0,22	20,61	0,42	N.A	Marrom Averm.

Ag - argila
Si - silte
Ar - areia
δs - massa específica dos sólidos
δdc - massa específica seca de campo
eo - índice de vazios
n - porosidade
Sr - grau de saturação
δdmx - massa específica aparente seca
wot - massa específica aparente úmida

LL - limite de liquidez
LP - limite de plasticidade
CTC - capacidade de troca de cátions
SE - superfície específica
Vb - quantidade de azul de metileno gasto em 100 g de solo
Acb - quantidade de azul de metileno gasto em 100 g de argila
S - índice de adsorção
P - perda por imersão
E - índice de erodibilidade

Percentual de Areia Quartzoza

RB 341	15,0	%
RB 342	19,0	%
RB 343	12,0	%
RB 344	15,0	%
RB 345	25,0	%
		%

K - Permeabilidade **1** - Elevada, Superior a 10^{-1}, **2** - Média 10^{-2} a 10^{-3}, **3** - Baixa 10^{-3} a 10^{-5}, **4** - Muito Baixa 10^{-5} a 10^{-7}, **5** - Praticamente Impermeável > 10^{-10}.

* - Triângulo empregado para determinação das classes texturais simplificadas: USDA
** - Argilo Mineral determinado via análise térmico-diferencial -ATD
*** - Manual comparativo de cores: MUNSELL SOIL COLOR CHARTS

Antônio Perdoná Alano
Chefe do Selab CREA 8726-2 / SC CREA 250075743-9 Nac

Marcos Vitor Fabro Dias
Geólogo CREA 8220-D / PR CREA 170171850-2 Nac

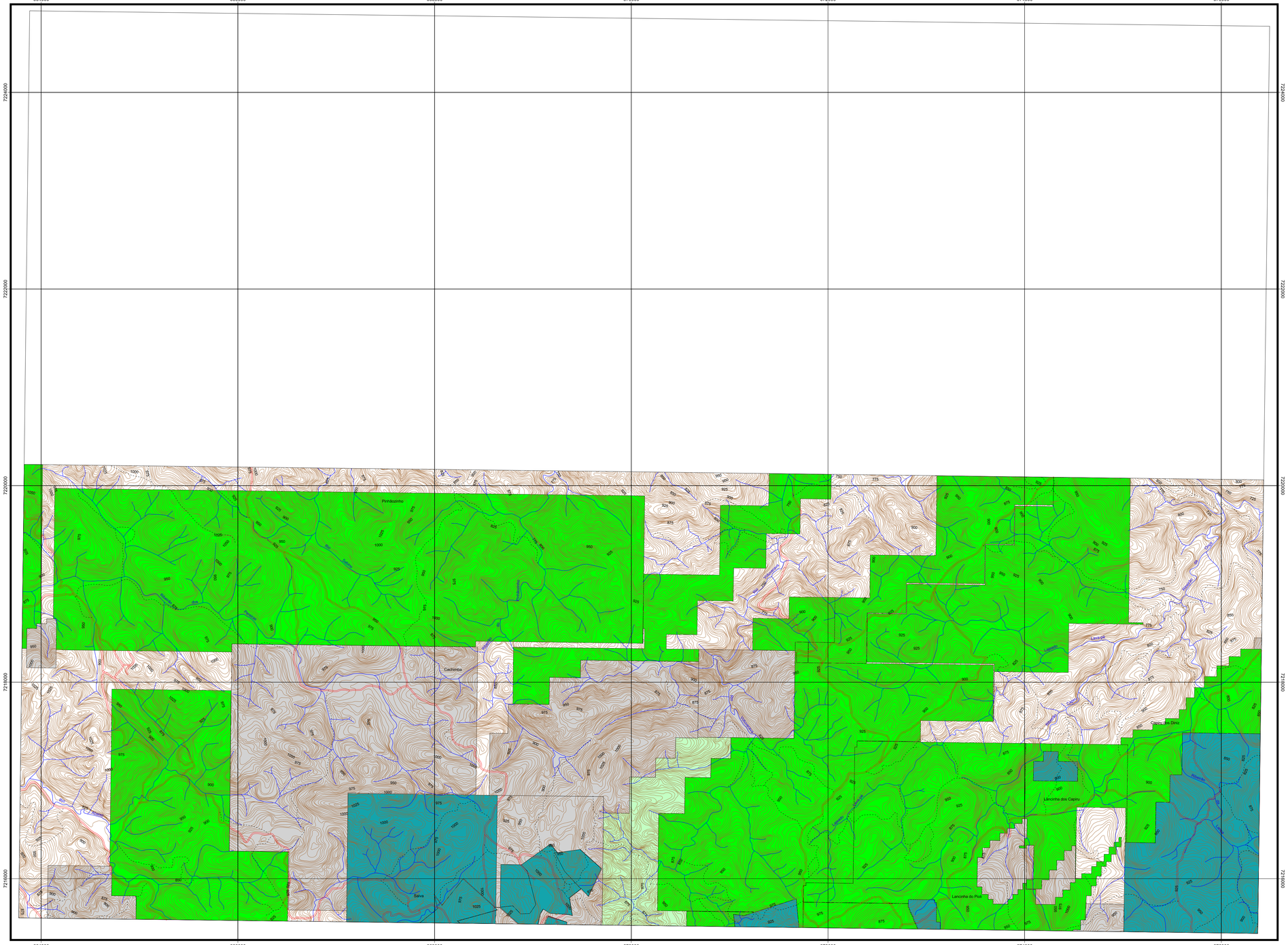
DATA: 19/11/2015

Obs: O presente laudo tem seu valor restrito somente a amostra em questão, respondendo o SELAB, apenas pela veracidade desta via.

Rua Máximo João Kopp, 274, bloco 3/M, Santa Cândida - Curitiba - PR, CEP 82630 - 900 Fone: 3351 - 6900 / 3267-3472

ANEXO II

TABELAS DE DIREITOS MINERÁRIOS



Convenções

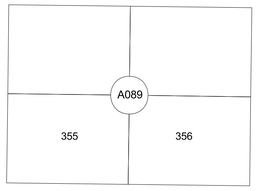
Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Curso de rio

Banco de Dados DNPM - Março / 2016

- Requerimento de lavra
- Autorização de pesquisa
- Requerimento de lavra
- Concessão de lavra

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA DE DIREITOS MINERÁRIOS- A089**

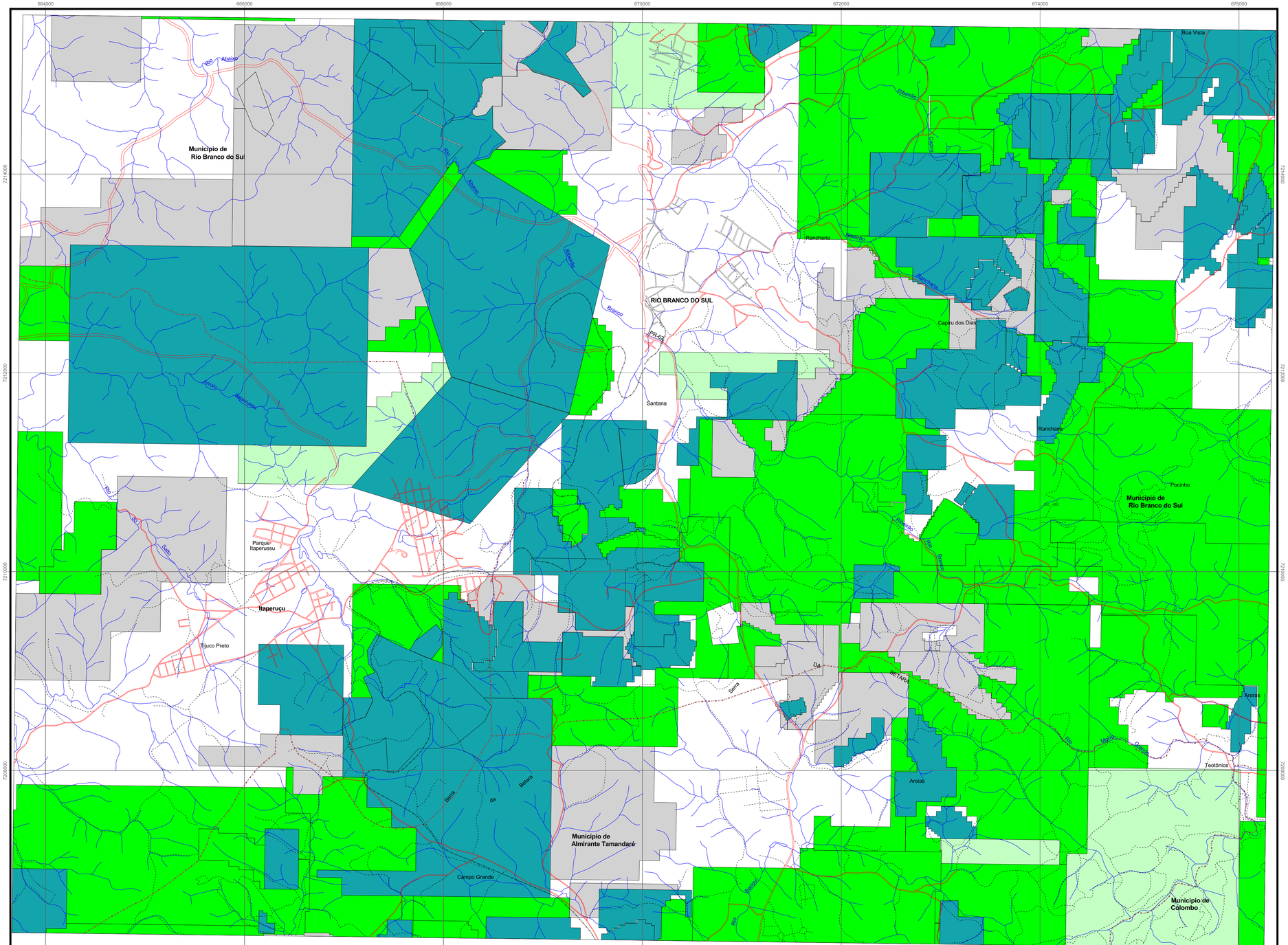
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

Banco de Dados DNPM - Março / 2016

- Requerimento de pesquisa
- Autorização de pesquisa
- Requerimento de lavra
- Concessão de lavra

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000

357	358
A090	
359	360

Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

N
W E
S

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA DE DIREITOS MINERÁRIOS- A090**

GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

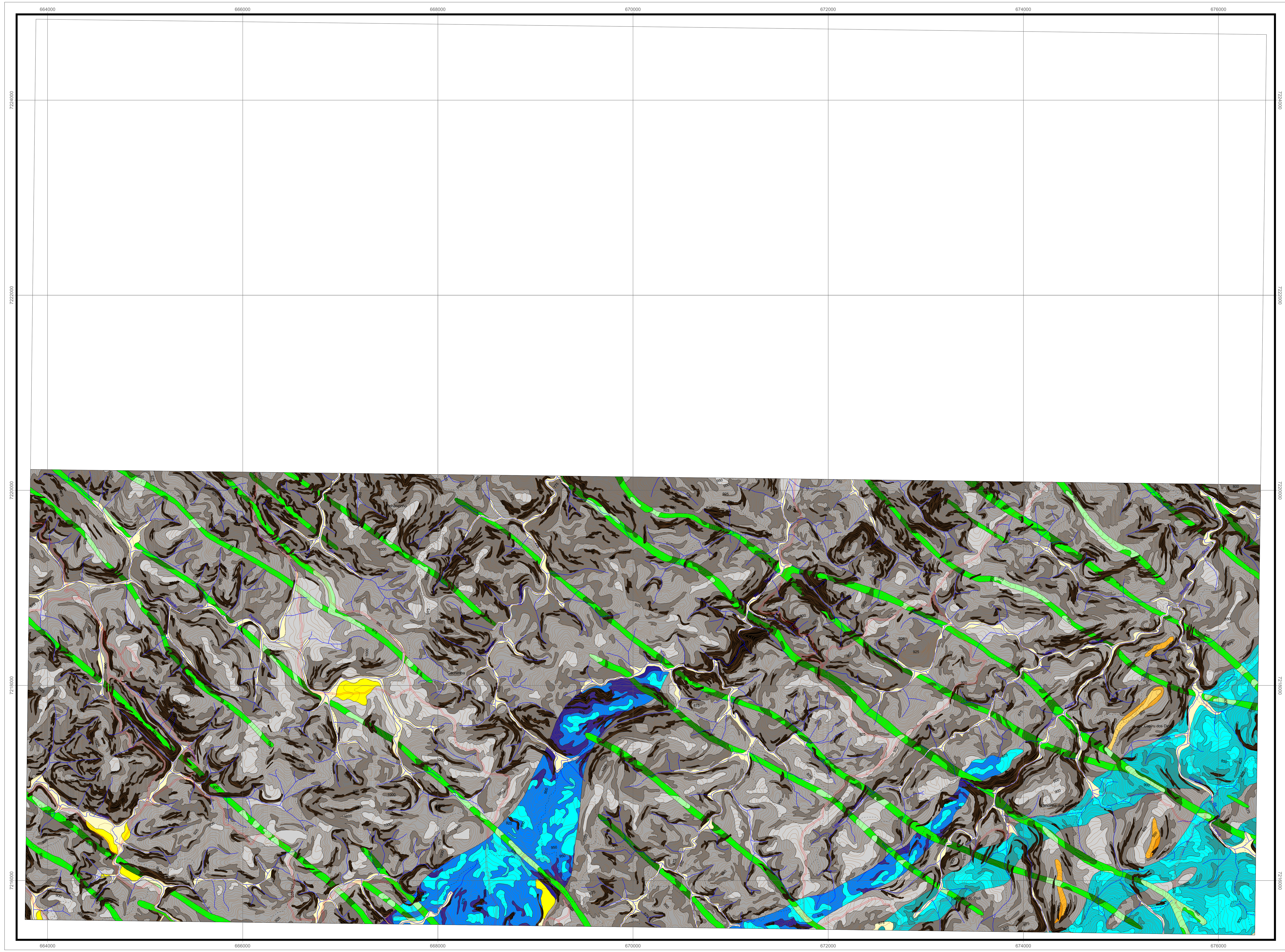
Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti

ANEXO III

MAPAS



CARTA DE APTIDÃO PARA LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E INDUSTRIAIS

LEGENDA

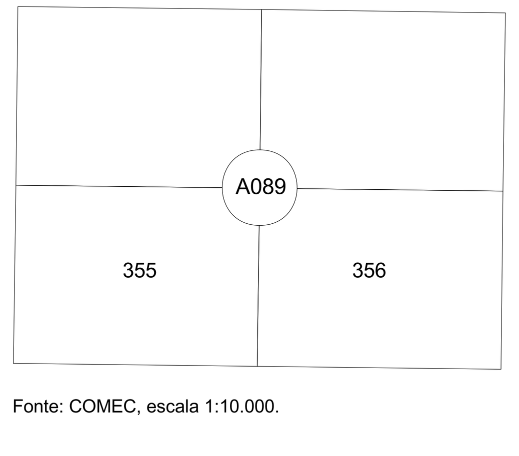
Subunidade Morfoescultural	Unidade Geológica	Litologia	Unidade de Terreno	Material inconsolidado (Perfil típico)	Geomorfologia	Geotecnia	Problemas Esperados	Declividade	Avaliação
3.5.2 - Planícies fluviais	Sedimentos recentes	Sedimentos aluvionares	UT-I	- Camada superficial orgânica, de cor negra, recobre argila intermediária caulinítica de cor cinza-escuro.	Planícies de fundos de vales.	- Nível freático inferior a 1 m de profundidade. - Camada superficial orgânica localmente turfosa, hidromórfica, plástica, mole a muito mole, espessura de 0,3 m. - Argila plástica, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de 1 a 2 m.	- Nível freático aflorante. - Alta suscetibilidade a inundações e alagamentos. - Poluição dos aquíferos superficiais e subterrâneos - Assoreamento de canais de canais de drenagem. - Solos plásticos colapsíveis. - Materiais com baixa capacidade de suporte de carga com possibilidade de recalques em fundações.	0-2,5%	- Áreas de equilíbrio hidrológico. - Áreas de preservação permanente. - Adequadas para construção de tanques. - Inadequadas para implantação de infraestrutura enterrada. - Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, que exigem construção de aterros, rede de drenagem eficiente nas fundações e sistemas de escoamento de águas pluviais e servidas. - Inadequadas para disposição de resíduos. - Potencial para extração de areia e argila para cerâmica vermelha. - Suscetibilidade alta a média para inundações, enchentes e alagamentos.
		Sedimentos aluvionares em terraços	UT-II	- Camada superficial orgânica recobrindo argila cinza-escuro.	Terrenos planos formando terraços acima das planícies de fundos de vale.	- Nível freático a 2,5 m de profundidade. - Argila castanho-escuro, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de até 2 m.	- Nível freático aflorante ou raso. - Média a alta suscetibilidade a inundações e alagamentos. - Assoreamento de canais de canais de drenagem. - Solos plásticos colapsíveis. - Materiais com baixa capacidade de suporte de carga com possibilidade de recalques em fundações.	2,5-5%	- Adequadas para construção de tanques. - Adequadas com restrições para implantação de infraestrutura enterrada. - Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais, que exigem construção de aterros, rede de drenagem eficiente nas fundações e sistemas de escoamento de águas pluviais e servidas. - Inadequadas para disposição de resíduos. - Suscetibilidade baixa à erosão. - Potencial para extração de areia e argila para cerâmica vermelha
		Solos transportados sobre rochas calcária	UT-III	- Solos transportados de cores variegadas (vermelho, amarelo, marrom), imaturos. - Ocorrem linhas de seixos de quartzo. - Paleocanais de pequenas dimensões, preenchidos por grãos de quartzo.	Planícies cársticas de dissolução de rochas metacarbonáticas	- Nível freático a 5,7 m em média. - Solo transportado, textura predominante argilosa, laterítico, porosidade elevada, permeabilidade baixa. - Espessuras variáveis de 1 m a mais de 30 m. - Argila predominante caulinita (1:1), resistência à penetração (SPT) baixa a média, atingindo impenetrável no contato com a rocha fresca. - Substrato rochoso com cavidades preenchidas por água (dutos, cavernas).	- Afundamentos cársticos: colapso e subsidência de solo. - Contaminação do lençol freático. - Possibilidade de rupturas e avarias nas redes coletoras e de distribuição de água, esgoto, óleo, gás, etc	5-10%	- SEVERAS RESTRIÇÕES para implantação de loteamentos residenciais. - Necessário adotar critérios técnicos adequados de acordo com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, próprios de áreas de carste - Necessidade de estudos do subsolo (geofísica, sondagens) até profundidades de cerca de 60 m para implantação de obras e loteamentos. - Necessidade de obras especiais em fundações (ancoragem, estaqueamento e outros) e obturações, injeções de caldas e argamassa em cavidades e vazios subterrâneos. - Necessidade de definição de tamanho mínimo de lotes e estudos detalhados do terreno para seleção de áreas de descarga de efluentes e resíduos em geral. - Inadequadas para disposição de resíduos sólidos ou instalação de indústrias que geram efluentes líquidos. - Adequadas para ocupação rural com uso de práticas de manejo do solo e monitoramento dos níveis de agrotóxicos utilizados. - Áreas com alto potencial hidrogeológico.
1.2.6 - Planalto dissecado de Tunas do Paraná	Grupo Serra Geral	Diabásio	UT-IV	- Solo residual maduro ou jovem, de cor castanho-avermelhado. - Saprólito de cor avermelhada a castanho, por vezes recoberto por colúvio. - Lateralmente à crista formada pelo dique, ocorrem rampas de colúvio com matacões de diversos tamanhos em matriz argilosa	Cristas alongadas com topos planos e vertentes convexas e íngremes, de direção NW	- Saprólito com espessura de até 1 m, argiloso, porosidade média e baixa permeabilidade, argila caulinita (1:1), cor castanho-claro a avermelhado. - Saprólito castanho-avermelhado, de textura siltosa, laterítico, medianamente poroso, baixa permeabilidade. Espessuras superiores a 5 m, presença de matacões arredondados com decomposição esferoidal. - Resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, passando a impenetrável no contato com a rocha sã. - Solo coluvionar castanho-avermelhado, matriz argilosa envolvendo blocos e matacões	- Deslizamentos naturais ou induzidos em encostas - Instabilidade de taludes escavados. - Apoio de fundações sobre blocos isolados, podendo causar recalques diferenciados.	5-10% 10-20% 20-30%	- Adequadas com restrições para ocupação urbana. - Adequadas com restrições para implantação de sistemas lineares de loteamentos, com lotes ao longo das cristas com topos aplainados. - Adequadas à ocupação rural com técnicas de manejo de solo em terrenos de alta declividade. - Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e abastecimento de água. - Inadequadas para disposição de resíduos sólidos. - Potencial para extração de materiais de empréstimo a aterros residenciais e rocha para produção de brita e pedras de talhe.
	Formações Capiru e Votuverava Grupo Setuva	Rochas metapelíticas: filitos e quartzitos / rochas xistosas	UT-V	- Solo residual maduro ou jovem castanho-claro a avermelhado, localmente recoberto por solo transportado, muito raso e imaturo. - Saprólito de cor amarelada a avermelhada com pronunciada foliação e bandamento.	Relevo forte com cristas alongadas e descontínuas, de vertentes abruptas, retilíneas e convexas	- Solo residual não-laterítico, espessura < 1 m, porosidade e permeabilidade média, siltoso, erodibilidade baixa, argilo-mineral caulinita (1:1). - Saprólito laterítico, textura siltosa, baixa permeabilidade e alta porosidade, espessura > 10 m, argilo-mineral caulinita (1:1), erodibilidade alta - Pronunciada foliação ou acamamento, inclinações de 30°a 90°, resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, escavabilidade de primeira categoria	- Possibilidade de deslizamentos em encostas naturais com alta declividade e taludes escavados, principalmente onde os planos de foliação mergulham para fora dos cortes.	5-10% 10-20% 20-30%	- Adequadas até 10% de declividade, com restrições acima deste limite, para implantação de loteamentos e vias de circulação. - Projetos de loteamentos e vias de circulação devem respeitar a topografia. - Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada, escavabilidade ruim e suscetibilidade à queda de blocos. - Cortes e taludes devem respeitar altura limite de 3 m, principalmente no sentido do mergulho das camadas. - Necessidade de projetos de contenção, estabilização e proteção vegetal de cortes e aterros. - Alta suscetibilidade à erosão. - Adequadas para disposição de resíduos sólidos, cemitérios e outros, desde que obedecidos critérios técnicos e as características locais do terreno (declividade, espessura e tipo de cobertura, nível freático e outros).
		Quartzitos	UT-VI	- Rocha sã de cor esbranquiçada, granulação fina a média, localmente friável, aflora em lajes e matacões. - Blocos angulosos a subangulosos e placóides de quartzito, com diâmetros centimétricos a decimétricos, em matriz silte-arenosa, porosa, com permeabilidade média.	Cristas alongadas com vertentes íngremes, formando altos topográficos.	- Predominam afloramentos na forma de lajes e blocos de rocha fresca com dimensões métricas, formando campos de matacões em alguns locais. - Localmente o quartzito é friável e poroso.	- Possibilidade de queda e rolamento de blocos.	5-10% 10-20% 20-30%	- Inadequados para implantação de loteamentos residenciais e industriais. - Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada devido a rocha aflorante. - Escavabilidade ruim, exigindo uso de explosivos. - Suscetibilidade média a alta à queda de blocos.
	Formações Capiru e Votuverava	Metadolomito	UT-VII	- Solos residuais maduros ou jovens, argilosos a muito argilosos de cor avermelhada, porosos, medianamente permeáveis, com concentrações de sílica semelhantes a quartzito fino e sacaróide, formadas pela dissolução do Metadolomito.	Morros com colinas arredondadas e vertentes convexas nos metadolomitos e relevo mais forte nos metacalcários. Dissolução das rochas carbonáticas forma cavidades subterrâneas (cavernas, chaminés) e depressões na superfície (dolinas, uvalas e poljés).	- Espessuras muito variáveis e com variações extremas a curtas distâncias. - Solo residual laterítico, permeabilidade baixa, textura argilosa a muito argilosa, espessura de 0,5 a mais de 20 m, dependendo da dissolução do substrato rochoso. - Escavabilidade de primeira categoria e resistência à penetração (SPT) baixa a média, homogênea ao longo do perfil, atingindo impenetrável no contato com rocha fresca. - Argilo-minerais caulinita (1:1) e secundariamente gibbsita e ilita (2:1). - Nível freático médio de 5,7 m.	- Possibilidade de colapsos de solo e subsidência do terreno sobre cavernas e outras cavidades cársticas.	10-20% 20-30%	- SEVERAS RESTRIÇÕES para implantação de loteamentos residenciais. - Necessário adotar critérios técnicos adequados de acordo com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, próprios de áreas de carste. - Necessidade de estudos do subsolo (geofísica, sondagens) até profundidades de cerca de 60 m para implantação de obras e loteamentos. - Necessidade de obras especiais em fundações ancoragem, estaqueamento e outros) e obturações, injeções de caldas e argamassa em cavidades e vazios subterrâneos. - Necessidade de definição de tamanho mínimo de lotes e estudos detalhados do terreno para seleção de áreas de descarga de efluentes e resíduos em geral. - Inadequadas para disposição de resíduos sólidos ou instalação de indústrias que geram efluentes líquidos. - Adequadas para ocupação rural com uso de práticas de manejo do solo e monitoramento dos níveis de agrotóxicos utilizados. - Áreas com alto potencial hidrogeológico.
		Metacalcário	UT-VIII	- Espessura do solo varia de alguns decímetros até 10 m, com muitos afloramentos de rocha sã e contato brusco do solo com a rocha fresca.				10-20% 20-30%	
Todas as unidades, exceto UT-I, UT-II E UT-III								>30%	- Áreas impróprias para ocupação, conforme legislação vigente. - Áreas indicadas para preservação permanente. - Restrições aplicam-se a todas UT com esta classe de declividade.

Convenções

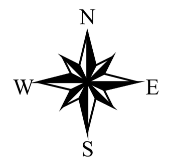
Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Curso de rio

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.



500 m 0 500 m

1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA DE APTIDÃO PARA LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS, INDUSTRIAIS E OUTROS USOS - A089**

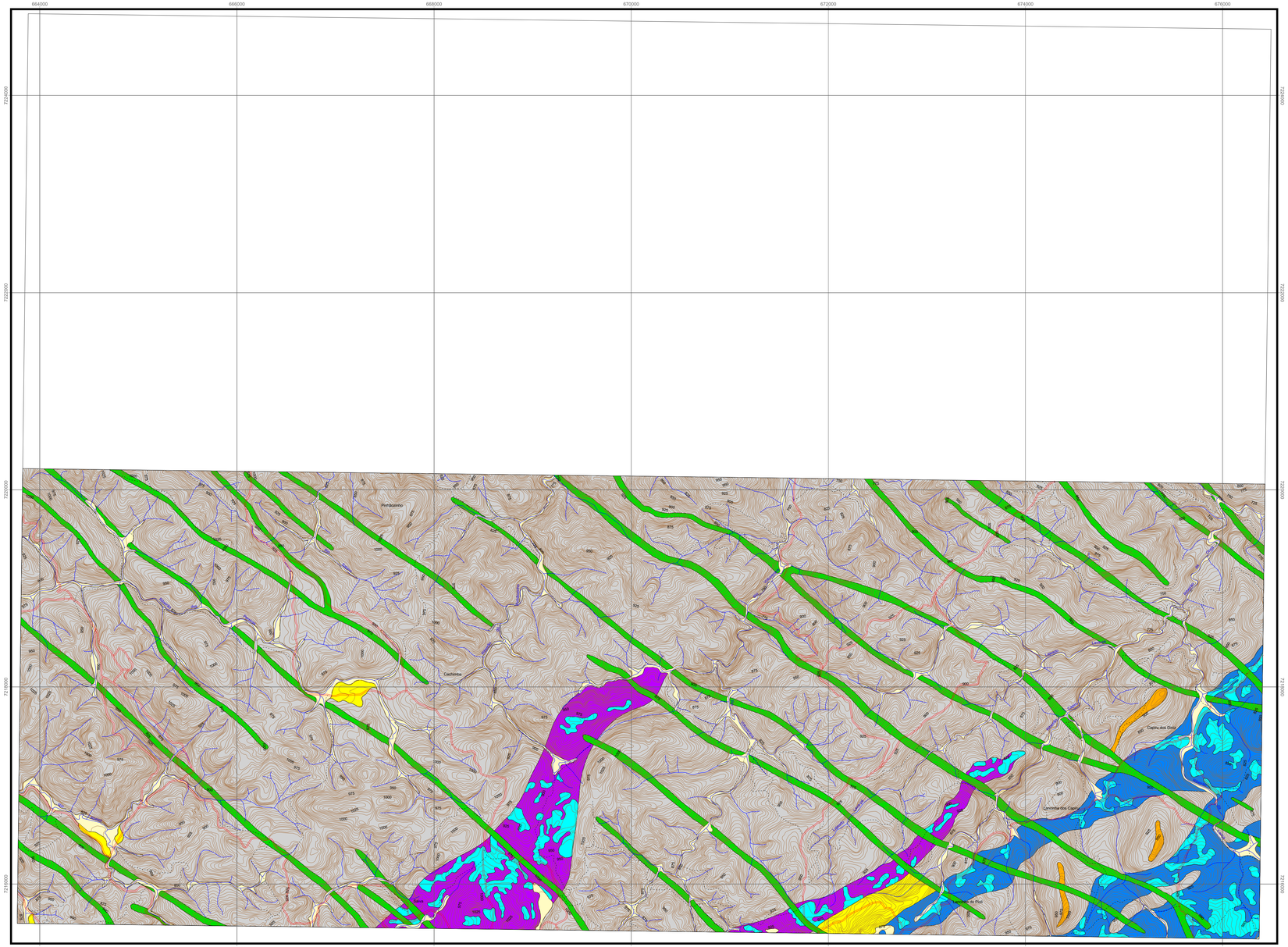
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



UNIDADES DE TERRENO

LEGENDA

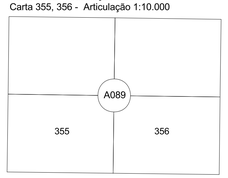
Subunidade Morfoestrutural	Unidade Geológica	Unidade Litoestratigráfica	Unidade de Terreno	Material inconsolidado (Perfil típico)	Geomorfologia	Geotecnia
3.5.2 - Planícies fluviais	Sedimentos recentes	Sedimentos aluvionares	UT-I	- Camada superficial orgânica, de cor negra, recobre argila intermediária caulinítica de cor cinza-escuro.	Planícies de fundos de vales.	- Nível freático inferior a 1 m de profundidade. - Camada superficial orgânica localmente turfosa, hidromórfica, plástica, mole a muito mole, espessura de 0,3 m. - Argila plástica, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de 1 a 2 m.
		Sedimentos aluvionares em terraços	UT-II	- Camada superficial orgânica recobrindo argila cinza-escuro.	Terrenos planos formando terraços acima das planícies de fundos de vale.	- Nível freático a 2,5 m de profundidade. - Argila castanho-escuro, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de até 2 m.
1.2.6 - Planalto dissecado de Turvo do Paraná	Grupo Serra Geral	Solos transportados sobre rochas calcárias	UT-III	- Solos transportados de cores variegadas (vermelho, amarelo, marrom), imaturos. - Ocorrem linhas de seixos de quartzo. - Paleocanais de pequenas dimensões, preenchidos por grãos de quartzo.	Planícies cársticas de dissolução de rochas metacarbonáticas	- Nível freático a 5,7 m em média. - Solo transportado, textura predominante argilosa, laterítico, porosidade elevada, permeabilidade baixa. - Espessuras variáveis de 1 m a mais de 30 m. - Argila predominante caulinita (1:1), resistência à penetração (SPT) baixa a média, atingindo impenetrável no contato com a rocha fresca. - Substrato rochoso com cavidades preenchidas por água (dutos, cavernas).
		Diabásio	UTV/	- Solo residual maduro ou jovem, de cor castanho-avermelhado. - Saprólito de cor avermelhada a castanho, por vezes recoberto por colúvio. - Lateralmente a crista formada pelo dique, ocorrem rampas de colúvio com matacões de diversos tamanhos em matriz argilosa	Cristas alongadas com topos planos e vertentes convexas e ingremes, de direção NW	- Saprólito com espessura de até 1 m, argiloso, porosidade média e baixa permeabilidade, argila caulinita (1:1), cor castanho-claro a avermelhado. - Saprólito castanho-avermelhado, de textura siltosa, laterítico, medianamente poroso, baixa permeabilidade. Espessuras superiores a 5 m, presença de matacões arredondados com decomposição esferoidal. - Resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, passando a impenetrável no contato com a rocha sã. - Solo coluvionar castanho-avermelhado, matriz argilosa envolvendo blocos e matacões
	Formações Capiru e Votuverava Grupo Setuva	Rochas metapelíticas: filitos e quartzitos / rochas ultrabásicas	UTV/	- Solo residual maduro ou jovem castanho-claro a avermelhado, localmente recoberto por solo transportado, muito raso e imaturo. - Saprólito de cor amarelada a avermelhada com pronunciada foliação e bandamento.	Relevo forte com cristas alongadas e descontínuas, de vertentes abruptas, retilíneas e convexas	- Solo residual não-laterítico, espessura < 1 m, porosidade e permeabilidade média, siltoso, erodibilidade baixa, argilo-mineral caulinita (1:1). - Saprólito laterítico, textura siltosa, baixa permeabilidade e alta porosidade, espessura > 10 m, argilo-mineral caulinita (1:1), erodibilidade alta - Pronunciada foliação ou acamamento, inclinações de 30o a 90o, resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, escavabilidade de primeira categoria
		Quartzitos	UTQ/II	- Rocha sã de cor esbranquiçada, granulação fina a média, localmente friável, aflora em lajes e matacões. - Blocos angulosos a subangulosos e placóides de quartzito, com diâmetros centimétricos a decimétricos, em matriz silte-arenosa, porosa, com permeabilidade média.	Cristas alongadas com vertentes ingremes, formando altos topográficos.	- Predominam afloramentos na forma de lajes e blocos de rocha fresca com dimensões métricas, formando campos de matacões em alguns locais. - Localmente o quartzito é friável e poroso.
1.2.6 - Planalto dissecado de Turvo do Paraná	Formações Capiru e Votuverava	Metadolomito	UT-IV		Morros com colinas amedondadas e vertentes convexas nos metadolomitos e relevo mais forte nos metacalcários. Dissolução das rochas carbonáticas forma cavidades subterrâneas (cavernas, chaminés) e depressões na superfície (dolinas, uvalas e poljés).	- Espessuras muito variáveis e com variações extremas a curtas distâncias.
		Metacalcário	UT-IV	- Solos residuais maduros ou jovens, argilosos a muito argilosos de cor avermelhada, porosos, medianamente permeáveis, com concentrações de sílica semelhantes a quartzito fino e sacaroide, formadas pela dissolução do dolomito. - Espessura do solo varia de alguns decímetros até 10 m, com muitos afloramentos de rocha sã e contato brusco do solo com a rocha fresca.		- Solo residual laterítico, permeabilidade baixa, textura argilosa a muito argilosa, espessura de 0,5 a mais de 20 m, dependendo da dissolução do substrato rochoso. - Escavabilidade de primeira categoria e resistência à penetração (SPT) baixa a média, homogênea ao longo do perfil, atingindo impenetrável no contato com rocha fresca. - Argilo-minerais caulinita (1:1) e secundariamente gibbsita e ilita (2:1). - Nível freático médio de 5,7 m.

Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Curso de rio

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA DE UNIDADES DE TERRENO - A089**

GEGT **Gerência de Geologia e Geotecnia**		Executores: **Geólogos - Diclécio Falcade** **Rogério da Silva Felipe**
Data: **Março / 2016**	Escala: **1:20.000**	Geoprocessamento: **Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti**

Convenções

CARTA GEOTÉCNICA SÍNTESE DE ADEQUABILIDADE A OCUPAÇÃO FRENTE A DESASTRES NATURAIS

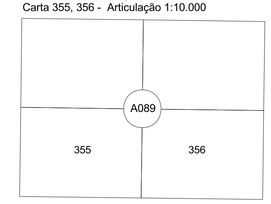
LEGENDA

Áreas	Suscetibilidade	Geomorfologia	Adequabilidade/recomendações	Outros problemas
Aluviões	Inundações e alagamentos.	Planícies aluviais.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, e industriais, parcelamentos e assentamentos. - Área de preservação ambiental.	- Contaminação de aquíferos. - Pequenas erosões.
Aluviões (muito alto)	Afundamentos Cársticos	Planícies aluviais.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, e industriais, parcelamentos e assentamentos. - Área de preservação ambiental.	- Contaminação de aquíferos. - Inundações. - Pequenas erosões.
Terraços (médio)		Terraços aluvionares.	-Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais.	- Alagamentos. - Pequenas erosões.
Calcário (muito alto)			- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, assentamentos e parcelamentos.	- Poluição de aquíferos.
Contato Dique/calcário (médio)		Meia encosta, contato entre calcareos e dique de diabásio.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, assentamentos e parcelamentos.	- Colapso de solo - Queda de blocos.
Metacalcário dolomítico (médio)		Planalto dissecado de Tunas do Paraná - Paisagem kárstica.	- Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais, parcelamentos e assentamentos. - Obrigatoriedade do uso de ferramentas para obtenção de dados indiretos sobre a existência de cavidades em profundidade. Ex. geofísica e sondagens rotativa.	- Colapso de solo - Poluição de aquíferos.
Metacalcário calcítico (baixo)		Planalto dissecado de Rio Branco do Sul.	- Adequadas com restrições para loteamentos residenciais, industriais e parcelamentos. - A ocupação demanda apenas com os cuidados usuais em relação aos estudos para fundações e leis ambientais.	- Colapso de solo - Poluição de aquíferos.
Lentes de filito em metassedimentos (médio)		Planalto dissecado de Tunas do Paraná. (Encostas abruptas verticais de um lado e suave do outro (concavo/retilinea).	- Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais, parcelamentos e assentamentos em camadas ou niveis de metassedimentos englobados / envoltos por calcário com espessura inferior a 400m.	- Poluição de aquíferos.
Diabásio (médio)	Erosão.	Cristas alongadas.	- Adequadas com restrições a implantação de loteamentos residenciais e industriais, obedecendo sistemas lineares ao longo das cristas.	- Deslizamentos em taludes naturais/induzidos.
Metassedimentos (médio)		Cristas alongadas. vertentes abruptas.	- Adequadas para implantação de loteamentos residenciais e industriais em declividades até 10%, em declividades maiores, com restrições.	- Deslizamentos em taludes naturais e em cortes e aterro.
Metassedimentos (alta)	Movimento gravitacional de massa (MGM).	Cristas alongadas, vertentes abruptas, retilíneas convexas.	- Deslizamento em taludes naturais em corte a aterro em declividades acima de 20%.	- Queda e rolamento de blocos. - Erosão.
		Declividades >30%	- Áreas impróprias para ocupação urbana conforme legislação vigente. - Áreas indicadas à preservação permanente.	- Erosão. - Queda/rolamento de blocos.

★ Caverna cadastrada

Dolina

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Curso de rio

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA GEOTÉCNICA SÍNTESE DE ADEQUABILIDADE A OCUPAÇÃO FRENTE A DESASTRES NATURAIS - A089**

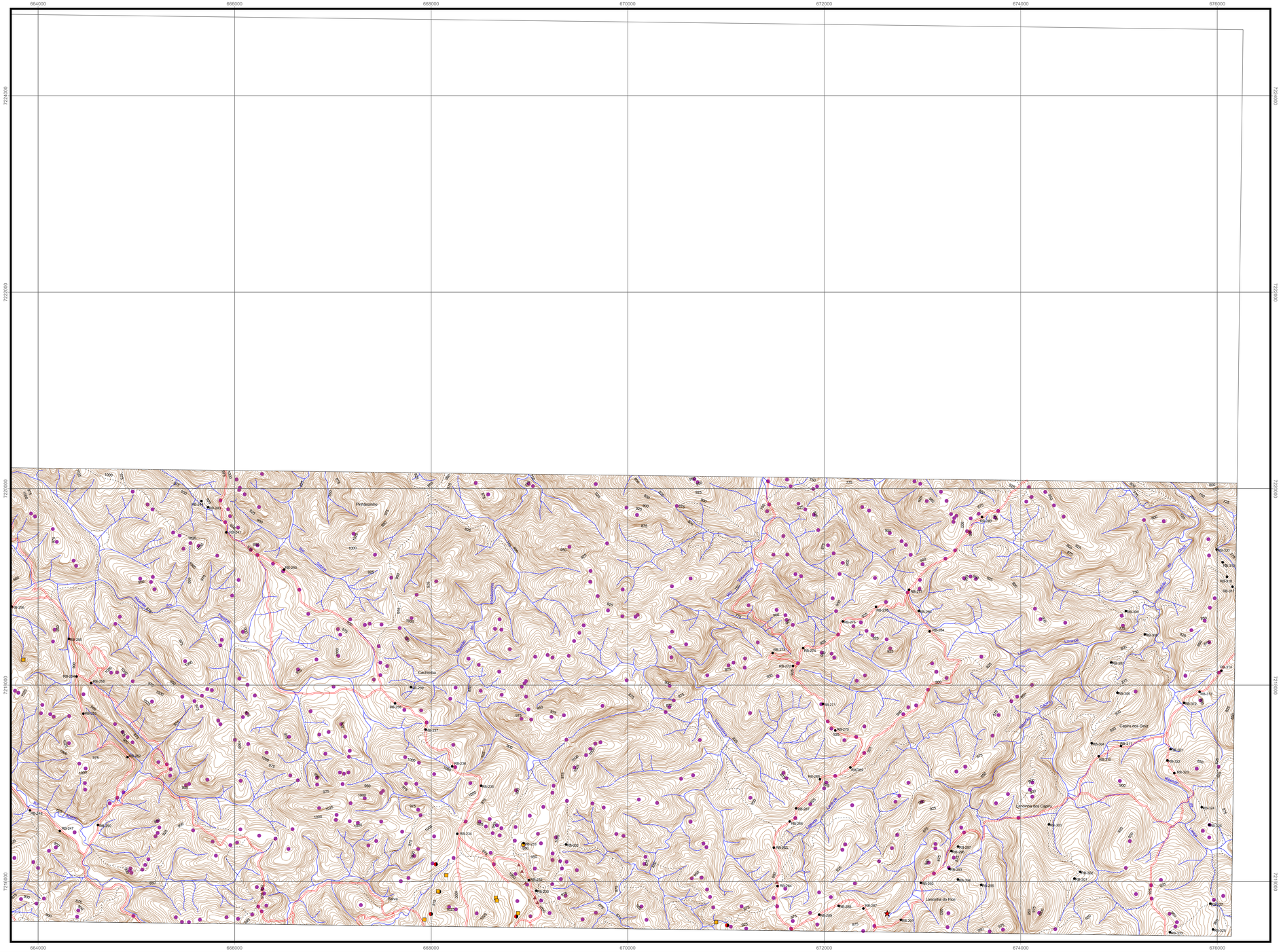
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

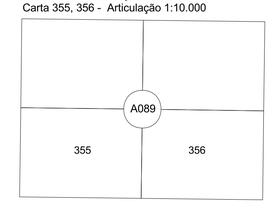
Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curso de rio

Dados:

- (RB-267) Pontos com descrição de campo, MINEROPAR
- Pontos Geológicos SANEPAR (Mapa geológico da região de Rio Branco do Sul e Itaperuçu escala, 1:10.000)
- Pontos de Vistoria em minas de calcário (Fonte: Mineropar, contrato IAP)
- Pontos do Projeto de fortalecimento tecnológico do APL de cal e calcário do Paraná
- Caverna

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **MAPA AUXILIAR DE DOCUMENTAÇÃO - A089**

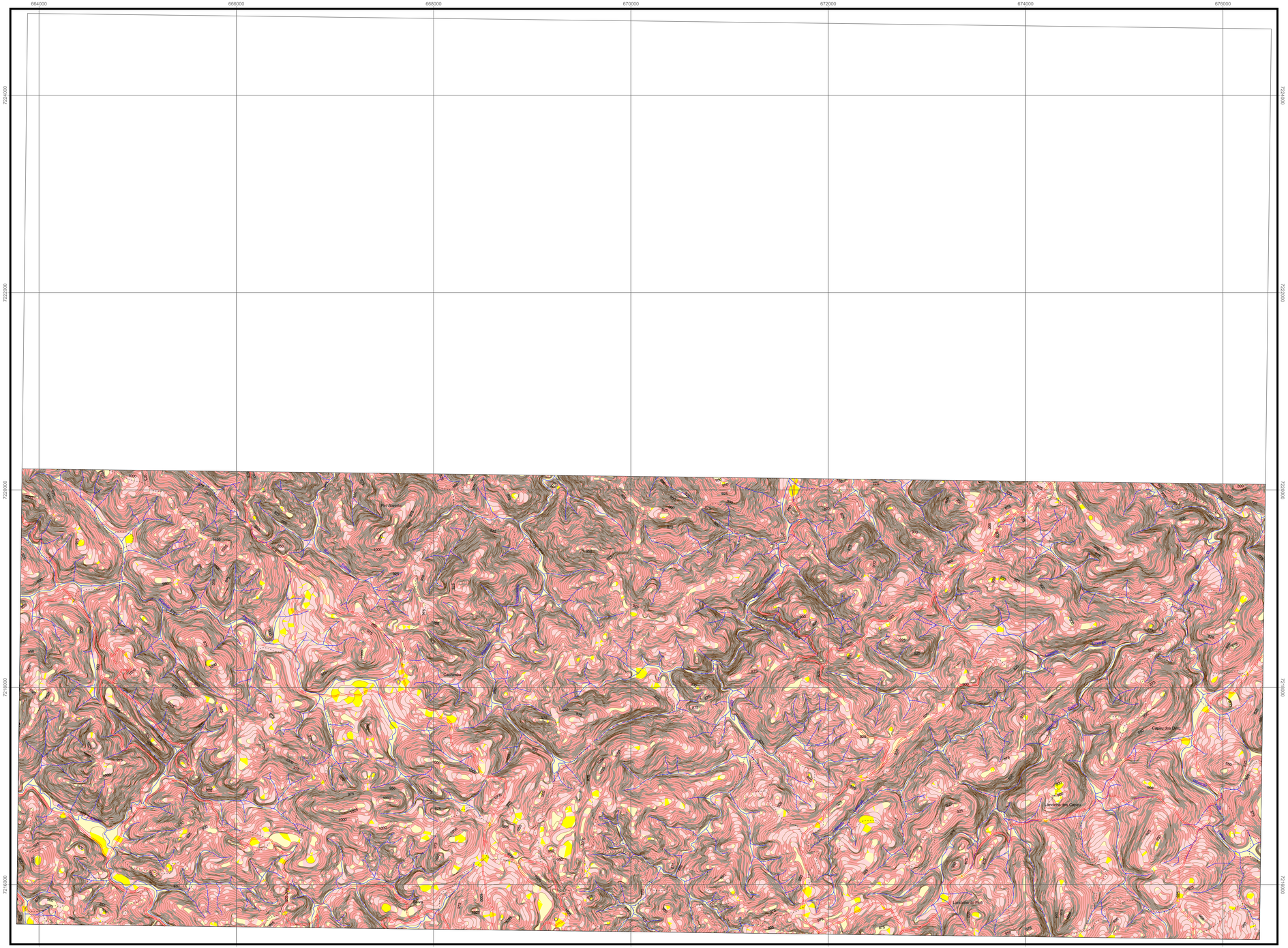
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

Topográficas

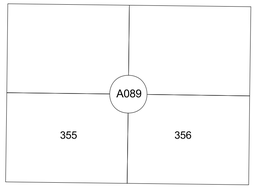
- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Curso de rio

Classes de Declividades (%)

- 0 - 2.5%
- 2.5 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 20%
- 20 - 30%
- 30 - 45%
- > 45%

Obs. Classes de declividades obtidas por meio de Modelo Digital do Terreno gerado no módulo 3D Analyst do ArcView 3.2a (Modelo de dados TIN).

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **MAPA DE DECLIVIDADES - A089**

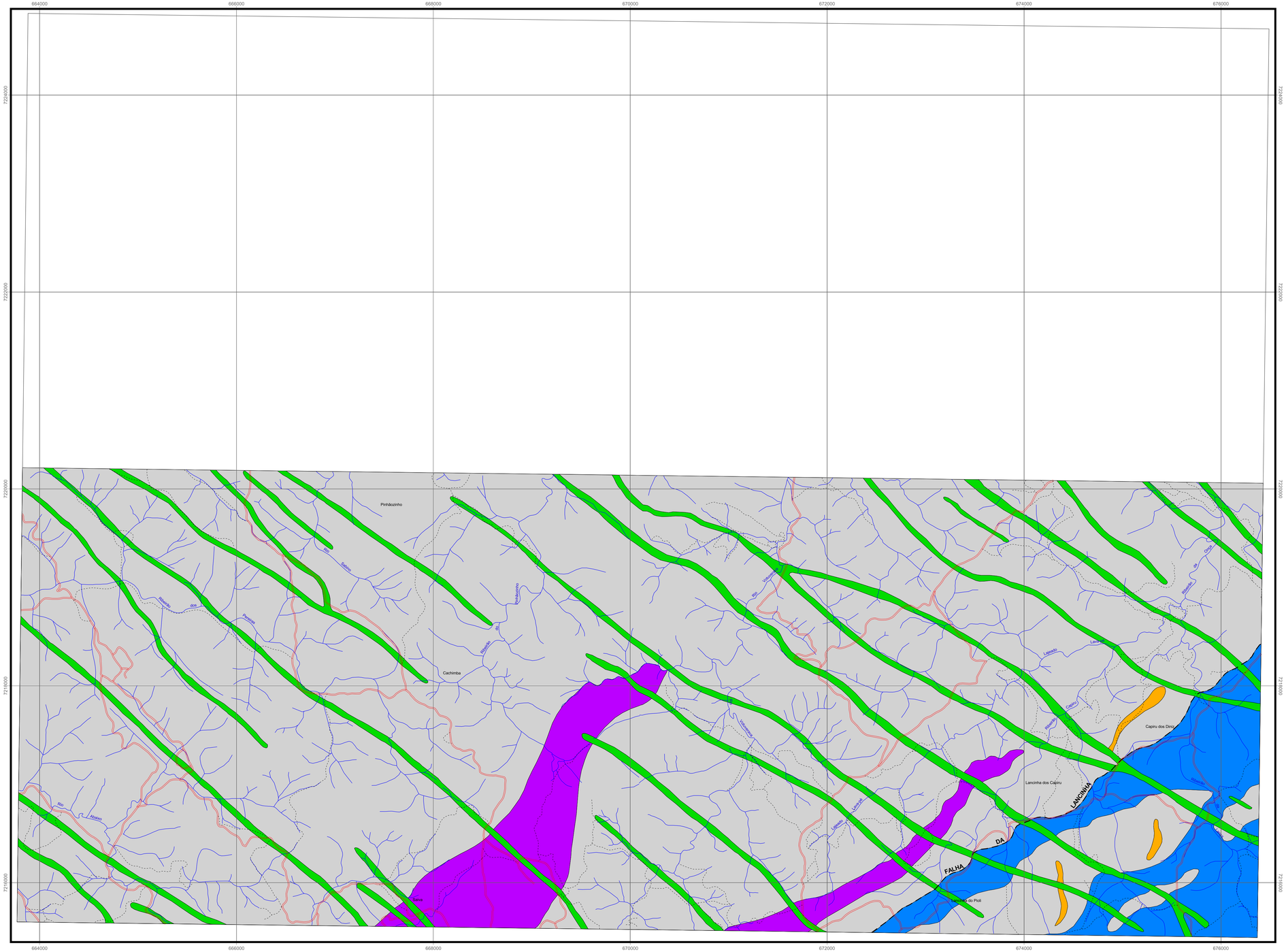
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Caminho
- Curso de rio

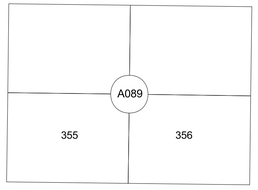
Geológicas

- Diques de diabásios - Formação Serra Geral
- Rochas metapelíticas - Quartzo-xistos - Formação Capiru, Formação Votuverava e Grupo Setuva
- Rochas metacarbonáticas calcíticas - Formação Votuverava
- Rochas metacarbonáticas dolomíticas - Formação Capiru
- Rochas metapelíticas - Quartzo-xistos - Formação Capiru, Formação Votuverava e Grupo Setuva

Falha / Lineação

- Falha da lancinha.shp

Carta A089 - Articulação 1:20.000
Carta 355, 356 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

500 m 0 500 m
1:20.000

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

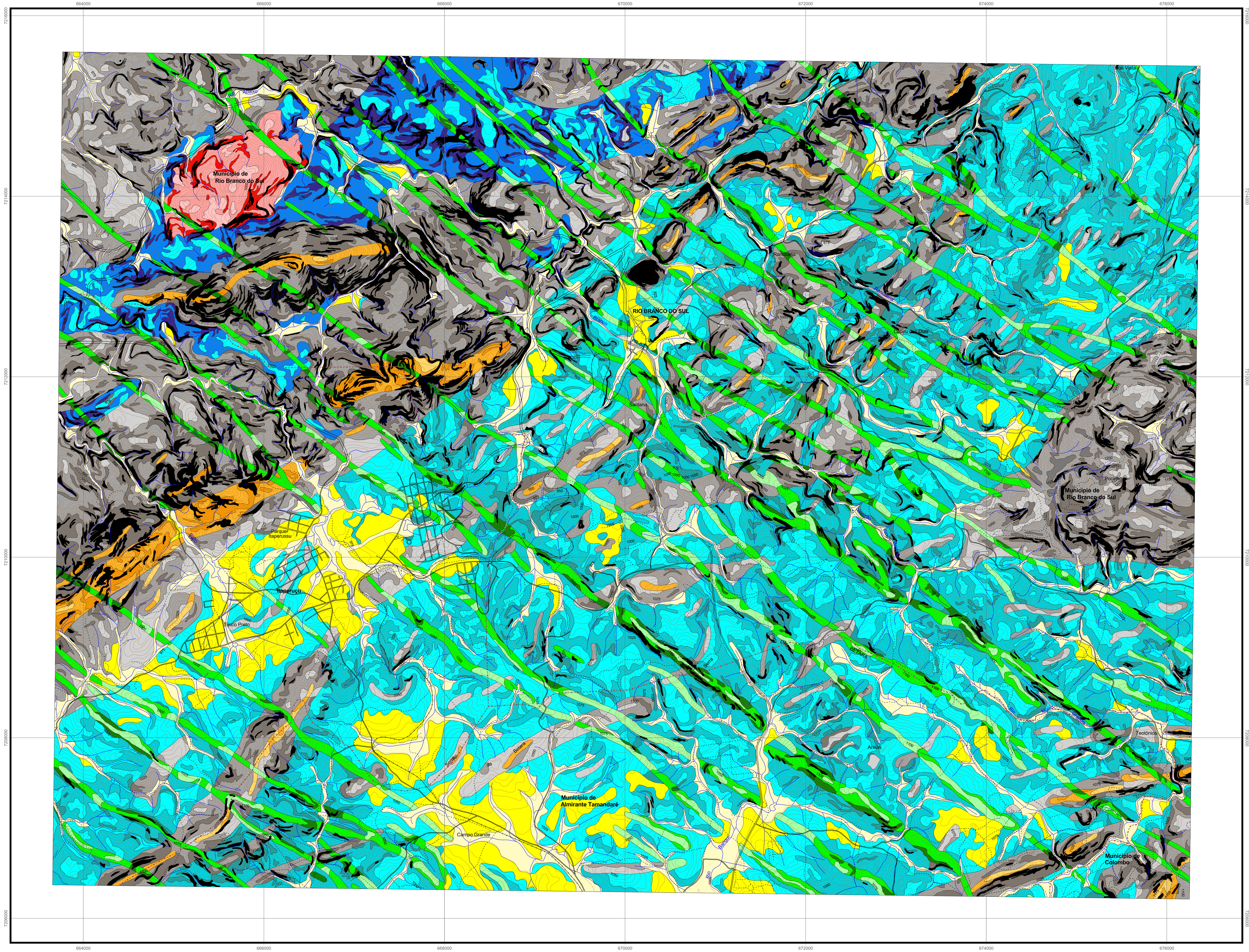
MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO - A089**

GEGT **Gerência de Geologia e Geotecnia**		Executores: **Geólogos - Diclécio Falcade** **Rogério da Silva Felipe**
Data: **Março / 2016**	Escala: **1:20.000**	Geoprocessamento: **Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti**



CARTA DE APTIDÃO PARA LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E INDUSTRIAIS

LEGENDA

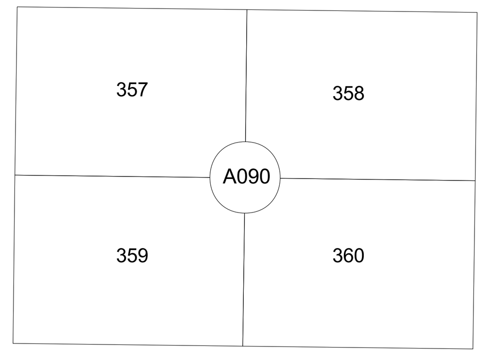
Subunidade Morfoescultural	Unidade Geológica	Litologia	Unidade de Terreno	Material inconsolidado (Perfil típico)	Geomorfologia	Geotecnia	Problemas Esperados	Declividade	Avaliação
3.5.2 - Planícies fluviais	Sedimentos recentes	Sedimentos aluvionares	UT-I	- Camada superficial orgânica, de cor negra, recobre argila intermediária caulinítica de cor cinza-escuro.	Planícies de fundos de vales.	- Nível freático inferior a 1 m de profundidade. - Camada superficial orgânica localmente turfosa, hidromórfica, plástica, mole a muito mole, espessura de 0,3 m. - Argila plástica, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de 1 a 2 m.	- Nível freático aflorante. - Alta suscetibilidade a inundações e alagamentos. - Poluição dos aquíferos superficiais e subterrâneos - Assoreamento de canais de canais de drenagem. - Solos plásticos colapsíveis. - Materiais com baixa capacidade de suporte de carga com possibilidade de recalques em fundações.	0-2,5%	- Áreas de equilíbrio hidrológico. - Áreas de preservação permanente. - Adequadas para construção de tanques. - Inadequadas para implantação de infraestrutura enterrada. - Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, que exigem construção de aterros, rede de drenagem eficiente nas fundações e sistemas de escoamento de águas pluviais e servidas. - Inadequadas para disposição de resíduos. - Potencial para extração de areia e argila para cerâmica vermelha. - Suscetibilidade alta a média para inundações, enchentes e alagamentos.
		Sedimentos aluvionares em terraços	UT-II	- Camada superficial orgânica recobrindo argila cinza-escuro.	Terrenos planos formando terraços acima das planícies de fundos de vale.	- Nível freático a 2,5 m de profundidade. - Argila castanho-escuro, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de até 2 m.	- Nível freático aflorante ou raso. - Média a alta suscetibilidade a inundações e alagamentos. - Assoreamento de canais de canais de drenagem. - Solos plásticos colapsíveis. - Materiais com baixa capacidade de suporte de carga com possibilidade de recalques em fundações.	2,5-5%	- Adequadas para construção de tanques. - Adequadas com restrições para implantação de infraestrutura enterrada. - Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais, que exigem construção de aterros, rede de drenagem eficiente nas fundações e sistemas de escoamento de águas pluviais e servidas. - Inadequadas para disposição de resíduos. - Suscetibilidade baixa à erosão. - Potencial para extração de areia e argila para cerâmica vermelha
		Solos transportados sobre rochas calcária	UT-III	- Solos transportados de cores variegadas (vermelho, amarelo, marrom), imaturos. - Ocorrem linhas de seixos de quartzo. - Paleocanais de pequenas dimensões, preenchidos por grãos de quartzo.	Planícies cársticas de dissolução de rochas metacarbonáticas	- Nível freático a 5,7 m em média. - Solo transportado, textura predominante argilosa, laterítico, porosidade elevada, permeabilidade baixa. - Espessuras variáveis de 1 m a mais de 30 m. - Argila predominante caulinita (1:1), resistência à penetração (SPT) baixa a média, atingindo impenetrável no contato com a rocha fresca. - Substrato rochoso com cavidades preenchidas por água (dutos, cavernas).	- Afundamentos cársticos: colapso e subsidência de solo. - Contaminação do lençol freático. - Possibilidade de rupturas e avarias nas redes coletoras e de distribuição de água, esgoto, óleo, gás, etc	5-10%	- SEVERAS RESTRIÇÕES para implantação de loteamentos residenciais. - Necessário adotar critérios técnicos adequados de acordo com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, próprios de áreas de carste - Necessidade de estudos do subsolo (geofísica, sondagens) até profundidades de cerca de 60 m para implantação de obras e loteamentos. - Necessidade de obras especiais em fundações (ancoragem, estaqueamento e outros) e obturações, injeções de caldas e argamassa em cavidades e vazios subterrâneos. - Necessidade de definição de tamanho mínimo de lotes e estudos detalhados do terreno para seleção de áreas de descarga de efluentes e resíduos em geral. - Inadequadas para disposição de resíduos sólidos ou instalação de indústrias que geram efluentes líquidos. - Adequadas para ocupação rural com uso de práticas de manejo do solo e monitoramento dos níveis de agrotóxicos utilizados. - Áreas com alto potencial hidrogeológico.
	Grupo Serra Geral	Diabásio	UT-IV	- Solo residual maduro ou jovem, de cor castanho-avermelhado. - Saprólito de cor avermelhada a castanho, por vezes recoberto por colúvio. - Lateralmente à crista formada pelo dique, ocorrem rampas de colúvio com matacões de diversos tamanhos em matriz argilosa	Cristas alongadas com topos planos e vertentes convexas e íngremes, de direção NW	- Saprólito com espessura de até 1 m, argiloso, porosidade média e baixa permeabilidade, argila caulinita (1:1), cor castanho-claro a avermelhado. - Saprólito castanho-avermelhado, de textura siltosa, laterítico, medianamente poroso, baixa permeabilidade. Espessuras superiores a 5 m, presença de matacões arredondados com decomposição esferoidal. - Resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, passando a impenetrável no contato com a rocha sã. - Solo coluvionar castanho-avermelhado, matriz argilosa envolvendo blocos e matacões	- Deslizamentos naturais ou induzidos em encostas - Instabilidade de taludes escavados. - Apoio de fundações sobre blocos isolados, podendo causar recalques diferenciados.	5-10% 10-20% 20-30%	- Adequadas com restrições para ocupação urbana. - Adequadas com restrições para implantação de sistemas lineares de loteamentos, com lotes ao longo das cristas com topos aplainados. - Adequadas à ocupação rural com técnicas de manejo de solo em terrenos de alta declividade. - Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada e abastecimento de água. - Inadequadas para disposição de resíduos sólidos. - Potencial para extração de materiais de empréstimo a aterros residenciais e rocha para produção de brita e pedras de talhe.
1.2.6 - Planalto dissecado de Tunas do Paraná	Formações Capiru e Votuverava Grupo Setuva	Rochas metapelíticas: filitos e quartzitos / rochas xistosas	UT-V	- Solo residual maduro ou jovem castanho-claro a avermelhado, localmente recoberto por solo transportado, muito raso e imaturo. - Saprólito de cor amarelada a avermelhada com pronunciada foliação e bandamento.	Relevo forte com cristas alongadas e descontínuas, de vertentes abruptas, retilíneas e convexas	- Solo residual não-laterítico, espessura < 1 m, porosidade e permeabilidade média, siltoso, erodibilidade baixa, argilo-mineral caulinita (1:1). - Saprólito laterítico, textura siltosa, baixa permeabilidade e alta porosidade, espessura > 10 m, argilo-mineral caulinita (1:1), erodibilidade alta - Pronunciada foliação ou acamamento, inclinações de 30°a 90°, resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, escavabilidade de primeira categoria	- Possibilidade de deslizamentos em encostas naturais com alta declividade e taludes escavados, principalmente onde os planos de foliação mergulham para fora dos cortes.	5-10% 10-20% 20-30%	- Adequadas até 10% de declividade, com restrições acima deste limite, para implantação de loteamentos e vias de circulação. - Projetos de loteamentos e vias de circulação devem respeitar a topografia. - Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada, escavabilidade ruim e suscetibilidade à queda de blocos. - Cortes e taludes devem respeitar altura limite de 3 m, principalmente no sentido do mergulho das camadas. - Necessidade de projetos de contenção, estabilização e proteção vegetal de cortes e aterros. - Alta suscetibilidade à erosão. - Adequadas para disposição de resíduos sólidos, cemitérios e outros, desde que obedecidos critérios técnicos e as características locais do terreno (declividade, espessura e tipo de cobertura, nível freático e outros).
		Quartzitos	UT-VI	- Rocha sã de cor esbranquiçada, granulação fina a média, localmente friável, aflora em lajes e matacões. - Blocos angulosos a subangulosos e placóides de quartzito, com diâmetros centimétricos a decimétricos, em matriz silte-arenosa, porosa, com permeabilidade média.	Cristas alongadas com vertentes íngremes, formando altos topográficos.	- Predominam afloramentos na forma de lajes e blocos de rocha fresca com dimensões métricas, formando campos de matacões em alguns locais. - Localmente o quartzito é friável e poroso.	- Possibilidade de queda e rolamento de blocos.	5-10% 10-20% 20-30%	- Inadequados para implantação de loteamentos residenciais e industriais. - Dificuldades na implantação de infraestrutura enterrada devido a rocha aflorante. - Escavabilidade ruim, exigindo uso de explosivos. - Suscetibilidade média a alta à queda de blocos.
	Formações Capiru e Votuverava	Metadolomito	UT-VII	- Solos residuais maduros ou jovens, argilosos a muito argilosos de cor avermelhada, porosos, medianamente permeáveis, com concentrações de sílica semelhantes a quartzito fino e sacaróide, formadas pela dissolução do Metadolomito.	Morros com colinas arredondadas e vertentes convexas nos metadolomitos e relevo mais forte nos metacalcários. Dissolução das rochas carbonáticas forma cavidades subterrâneas (cavernas, chaminés) e depressões na superfície (dolinas, uvalas e poljés).	- Espessuras muito variáveis e com variações extremas a curtas distâncias. - Solo residual laterítico, permeabilidade baixa, textura argilosa a muito argilosa, espessura de 0,5 a mais de 20 m, dependendo da dissolução do substrato rochoso. - Escavabilidade de primeira categoria e resistência à penetração (SPT) baixa a média, homogênea ao longo do perfil, atingindo impenetrável no contato com rocha fresca. - Argilo-minerais caulinita (1:1) e secundariamente gibbsita e ilita (2:1). - Nível freático médio de 5,7 m.	- Possibilidade de colapsos de solo e subsidência do terreno sobre cavernas e outras cavidades cársticas.	10-20% 20-30%	- SEVERAS RESTRIÇÕES para implantação de loteamentos residenciais. - Necessário adotar critérios técnicos adequados de acordo com planos de mineração e aproveitamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, próprios de áreas de carste. - Necessidade de estudos do subsolo (geofísica, sondagens) até profundidades de cerca de 60 m para implantação de obras e loteamentos. - Necessidade de obras especiais em fundações ancoragem, estaqueamento e outros) e obturações, injeções de caldas e argamassa em cavidades e vazios subterrâneos. - Necessidade de definição de tamanho mínimo de lotes e estudos detalhados do terreno para seleção de áreas de descarga de efluentes e resíduos em geral. - Inadequadas para disposição de resíduos sólidos ou instalação de indústrias que geram efluentes líquidos. - Adequadas para ocupação rural com uso de práticas de manejo do solo e monitoramento dos níveis de agrotóxicos utilizados. - Áreas com alto potencial hidrogeológico.
		Metacalcário	UT-VIII	- Espessura do solo varia de alguns decímetros até 10 m, com muitos afloramentos de rocha sã e contato brusco do solo com a rocha fresca.				10-20% 20-30%	
1.2.7 - Planalto dissecado de Rio Branco do Sul	Granito Rio Abaixo	Granito	UT-IX	- Solo residual maduro, argiloso a silte-arenoso, de cor castanho-claro. - Saprólito de cor castanho, com textura e estrutura reliquiar da rocha.	Colinas arredondadas com vertentes convexas	- Nível freático médio a 8,3 m de profundidade. - Solo residual argiloso a siltoso, comportamento laterítico. - Saprólito de comportamento não-laterítico, com baixa porosidade e baixa permeabilidade. - Resistência à penetração (SPT) média a alta em todo perfil.	Deslizamentos e erosão em taludes naturais com declividade igual ou maior do que 30%.	5-10% 10-20%	- Adequadas para implantação de loteamentos residenciais e industriais. - Adequadas para implantação de vias de circulação principais e secundárias. - Adequadas para implantação de obras enterradas. - Adequadas para disposição de resíduos. - Suscetibilidade baixa a média à erosão e estáveis para movimentos gravitacionais de massa. - Necessidade de proteção vegetal em taludes escavados.
								20-30%	- Adequadas com restrições para implantação de loteamentos residenciais e industriais. - Adequadas com restrições para implantação de vias de circulação principais e secundárias. - Adequadas para implantação de obras enterradas. - Inadequadas para disposição de resíduos. - Suscetibilidade média à erosão. - Suscetibilidade média a movimentos gravitacionais de massa em taludes naturais e alta em taludes escavados.
Todas as unidades de terreno, exceto o UT-I, UT-II, e UT-III								>30%	- Áreas impróprias para ocupação, conforme legislação vigente. - Áreas indicadas para preservação permanente. - Restrições aplicam-se a todas UT com esta classe de declividade.

Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR – SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA DE APTIDÃO PARA LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS, INDUSTRIAIS E OUTROS USOS - A090**

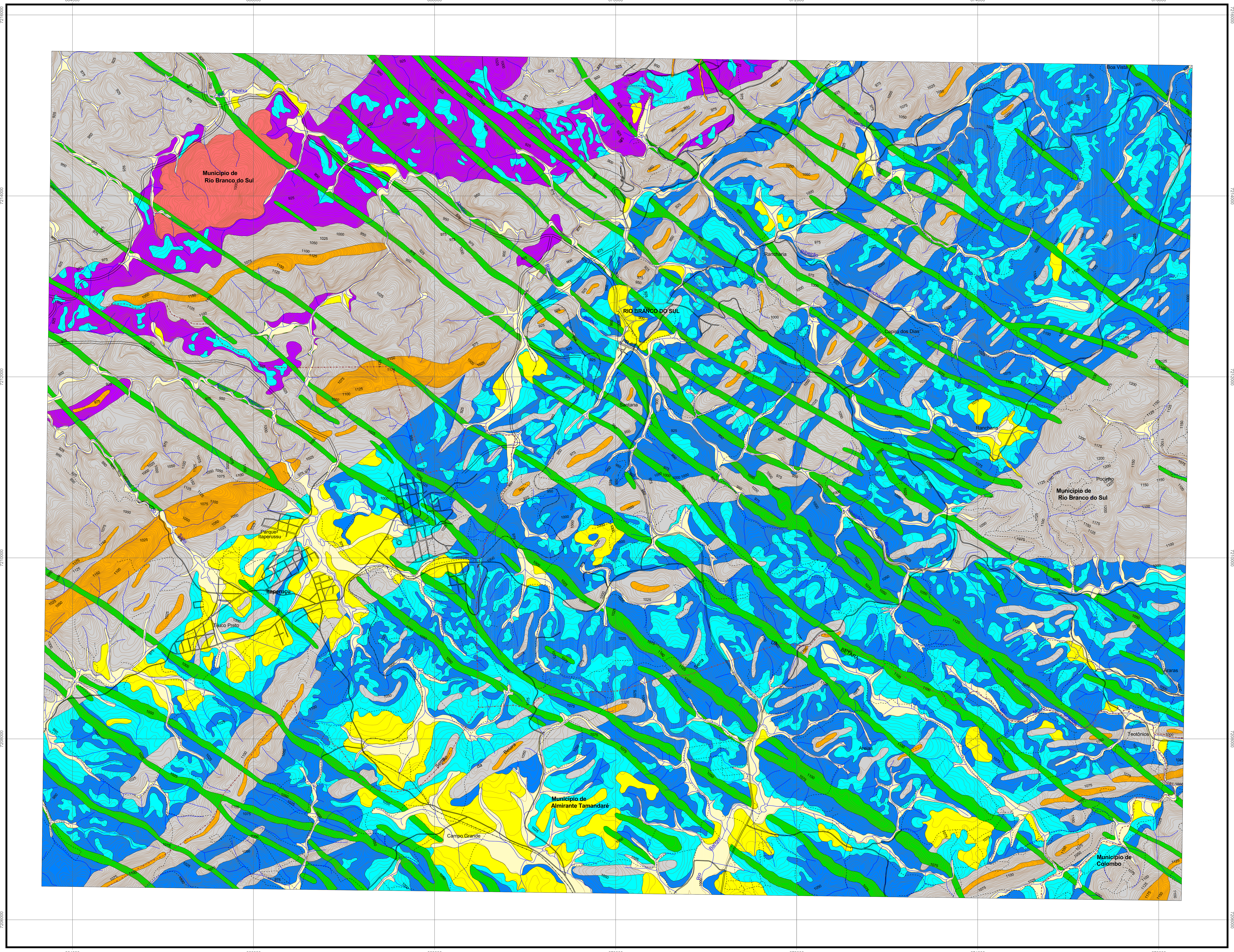
GEGT – Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores: **Geólogos - Diclécio Falcade, Rogério da Silva Felipe**

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

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



UNIDADES DE TERRENO

LEGENDA

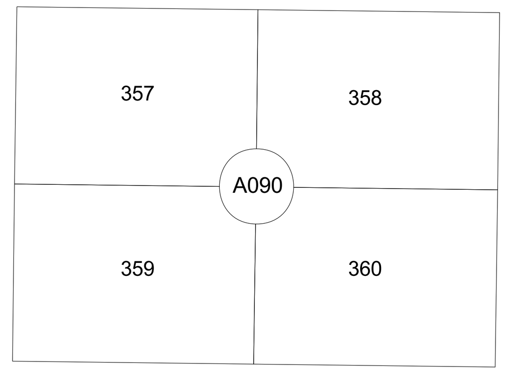
Subunidade Morfoescultural	Unidade Geológica	Litologia	Unidade de Terreno	Material inconsolidado (Perfil típico)	Geomorfologia	Geotecnia
3.5.2 - Planícies fluviais	Sedimentos recentes	Sedimentos aluvionares	UT-I	- Camada superficial orgânica, de cor negra, recobre argila intermediária caulinítica de cor cinza-escuro.	Planícies de fundos de vales.	- Nível freático inferior a 1 m de profundidade. - Camada superficial orgânica localmente turfosa, hidromórfica, plástica, mole a muito mole, espessura de 0,3 m. - Argila plástica, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de 1 a 2 m.
		Sedimentos aluvionares em terraços	UT-II	- Camada superficial orgânica recobrindo argila cinza-escuro.	Terrenos planos formando terraços acima das planícies de fundos de vale.	- Nível freático a 2,5 m de profundidade. - Argila castanho-escuro, mole a muito mole, com baixa permeabilidade e espessura de até 2 m.
		Solos transportados sobre rochas calcária	UT-III	- Solos transportados de cores variegadas (vermelho, amarelo, marrom), imaturos. - Ocorrem linhas de seixos de quartzo. - Paleocanais de pequenas dimensões, preenchidos por grãos de quartzo.	Planícies cársticas de dissolução de rochas metacarbonáticas	- Nível freático a 5,7 m em média. - Solo transportado, textura predominante argilosa, laterítico, porosidade elevada, permeabilidade baixa. - Espessuras variáveis de 1 m a mais de 30 m. - Argila predominante caulinita (1:1), resistência à penetração (SPT) baixa a média, atingindo impenetrável no contato com a rocha fresca. - Substrato rochoso com cavidades preenchidas por água (dutos, cavernas).
	Grupo Serra Geral	Diabásio	UT-IV	- Solo residual maduro ou jovem, de cor castanho-avermelhado. - Saprólito de cor avermelhada a castanho, por vezes recoberto por colúvio. - Lateralmente à crista formada pelo dique, ocorrem rampas de colúvio com matacões de diversos tamanhos em matriz argilosa	Cristas alongadas com topos planos e vertentes convexas e íngremes, de direção NW	- Saprólito com espessura de até 1 m, argiloso, porosidade média e baixa permeabilidade, argila caulinita (1:1), cor castanho-claro a avermelhado. - Saprólito castanho-avermelhado, de textura siltosa, laterítico, medianamente poroso, baixa permeabilidade. Espessuras superiores a 5 m, presença de matacões arredondados com decomposição esferoidal. - Resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, passando a impenetrável no contato com a rocha sã. - Solo coluvionar castanho-avermelhado, matriz argilosa envolvendo blocos e matacões
1.2.6 - Planalto dissecado de Tunas do Paraná	Formações Capiru e Votuverava Grupo Setuva	Rochas metapelíticas: filitos e quartzitos / rochas xistosas	UT-V	- Solo residual maduro ou jovem castanho-claro a avermelhado, localmente recoberto por solo transportado, muito raso e imaturo. - Saprólito de cor amarelada a avermelhada com pronunciada foliação e bandamento.	Relevo forte com cristas alongadas e descontínuas, de vertentes abruptas, retilíneas e convexas	- Solo residual não-laterítico, espessura < 1 m, porosidade e permeabilidade média, siltoso, erodibilidade baixa, argilo-mineral caulinita (1:1). - Saprólito laterítico, textura siltosa, baixa permeabilidade e alta porosidade, espessura > 10 m, argilo-mineral caulinita (1:1), erodibilidade alta - Pronunciada foliação ou acamamento, inclinações de 30o a 90o, resistência à penetração (SPT) aumenta com a profundidade, escavabilidade de primeira categoria
		Quartzitos	UT-VI	- Rocha sã de cor esbranquiçada, granulação fina a média, localmente friável, aflora em lajes e matacões. - Blocos angulosos a subangulosos e placóides de quartzito, com diâmetros centimétricos a decimétricos, em matriz silte-arenosa, porosa, com permeabilidade média.	Cristas alongadas com vertentes íngremes, formando altos topográficos.	- Predominam afloramentos na forma de lajes e blocos de rocha fresca com dimensões métricas, formando campos de matacões em alguns locais. - Localmente o quartzito é friável e poroso.
1.2.6 - Planalto dissecado de Tunas do Paraná	Formações Capiru e Votuverava	Metadolomito	UT-VII	- Solos residuais maduros ou jovens, argilosos a muito argilosos de cor avermelhada, porosos, medianamente permeáveis, com concentrações de sílica semelhantes a quartzito fino e sacaróide, formadas pela dissolução do dolomito. - Espessura do solo varia de alguns decímetros até 10 m, com muitos afloramentos de rocha sã e contato brusco do solo com a rocha fresca.	Morros com colinas arredondadas e vertentes convexas nos metadolomitos e relevo mais forte nos metacalcários. Dissolução das rochas carbonáticas forma cavidades subterrâneas (cavernas, chaminés) e depressões na superfície (dolinas, uvalas e poljés).	- Espessuras muito variáveis e com variações extremas a curtas distâncias.
		Metacalcário	UT-VIII			- Solo residual laterítico, permeabilidade baixa, textura argilosa a muito argilosa, espessura de 0,5 a mais de 20 m, dependendo da dissolução do substrato rochoso. - Escavabilidade de primeira categoria e resistência à penetração (SPT) baixa a média, homogênea ao longo do perfil, atingindo impenetrável no contato com rocha fresca. - Argilo-minerais caulinita (1:1) e secundariamente gibbsita e ilita (2:1). - Nível freático médio de 5,7 m.
1.2.7 - Planalto dissecado de Rio Branco do Sul	Granito Rio Abaixo	Granito	UT-IX	- Solo residual maduro, argiloso a silte-arenoso, de cor castanho-claro. - Saprólito de cor castanho, com textura e estrutura reliquiar da rocha.	Colinas arredondadas com vertentes convexas	- Nível freático médio a 8,3 m de profundidade. - Solo residual argiloso a siltoso, comportamento laterítico. - Saprólito de comportamento não-laterítico, com baixa porosidade e baixa permeabilidade. - Resistência à penetração (SPT) média a alta em todo perfil.

Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000



Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

N
W E
S

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

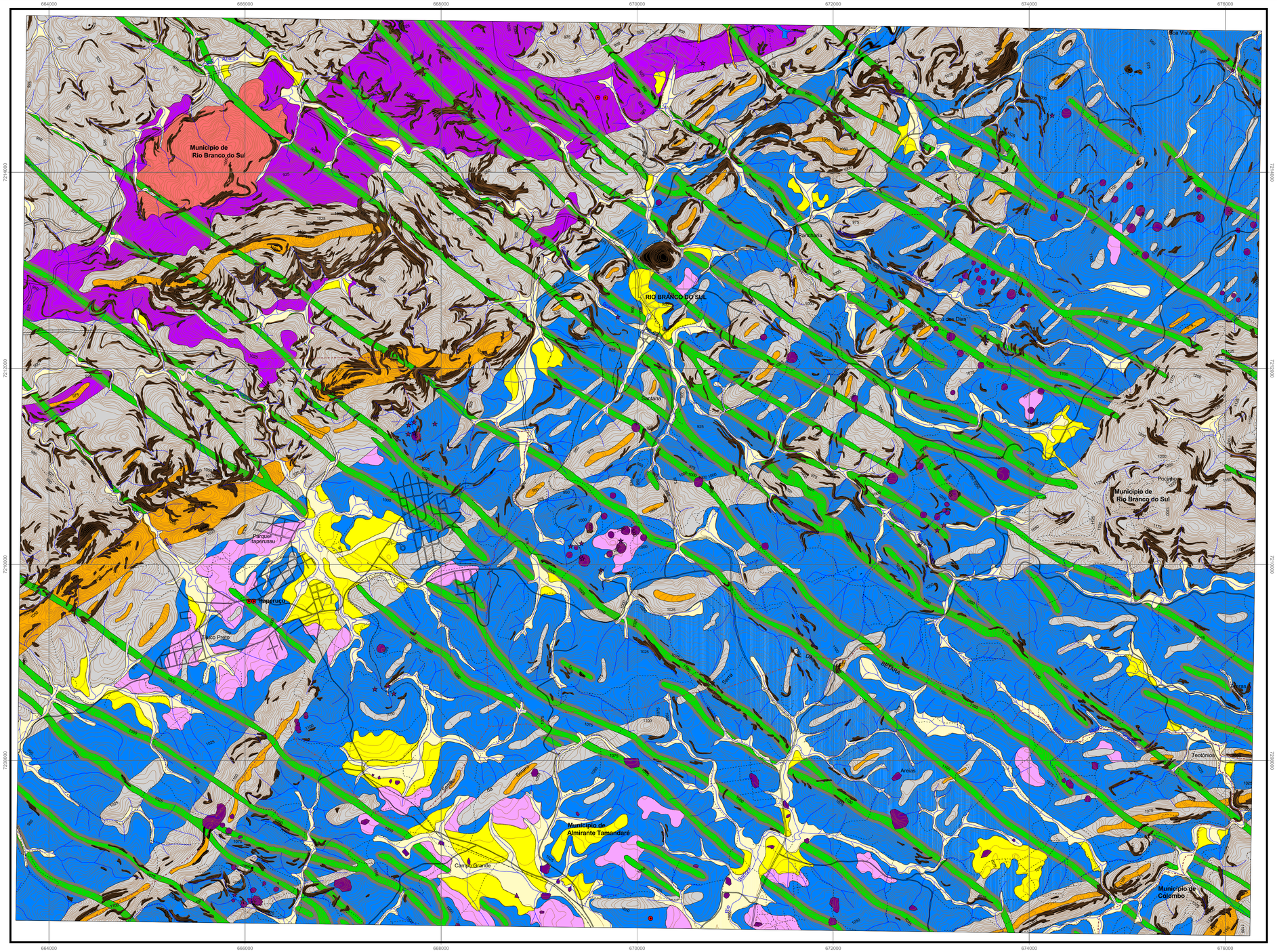
Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA DE UNIDADES DE TERRENO - A090**

GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**
Escala: **1:20.000**
Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

CARTA GEOTÉCNICA SÍNTESE DE ADEQUABILIDADE A OCUPAÇÃO FRENTE A DESASTRES NATURAIS

LEGENDA

Áreas	Suscetibilidade	Geomorfologia	Adequabilidade/recomendações	Outros problemas
Aluviões	Inundações e alagamentos.	Planícies aluviais.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, e industriais, parcelamentos e assentamentos. - Área de preservação ambiental.	- Contaminação de aquíferos. - Pequenas erosões.
Aluviões (muito alto)	Afundamentos Cársticos	Planícies aluviais.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, e industriais, parcelamentos e assentamentos. - Área de preservação ambiental.	- Contaminação de aquíferos. - Inundações. - Pequenas erosões.
Terraços (médio)		Terraços aluvionares.	-Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais.	- Alagamentos. - Pequenas erosões.
Calcário (muito alto)		Planícies kársticas.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, assentamentos e parcelamentos. - Área de recarga hídrica..	- Colapso de solo - Poluição de aquíferos.
Calcário (muito alto)		Dolinas, polges, etc.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, assentamentos e parcelamentos.	- Poluição de aquíferos.
Contato Dique/calcário (médio)		Meia encosta, contato entre calcários e dique de diabásio.	- Inadequadas para loteamentos residenciais e industriais, assentamentos e parcelamentos.	- Colapso de solo - Queda de blocos.
Metacalcário dolomítico (médio)		Planalto dissecado de Tunas do Paraná - Paisagem kárstica.	- Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais, parcelamentos e assentamentos. - Obrigatoriedade do uso de ferramentas para obtenção de dados indiretos sobre a existência de cavidades em profundidade. Ex. geofísica e sondagens rotativa.	- Colapso de solo - Poluição de aquíferos.
Metacalcário calcítico (baixo)		Planalto dissecado de Rio Branco do Sul.	- Adequadas com restrições para loteamentos residenciais, industriais e parcelamentos. - A ocupação demanda apenas com os cuidados usuais em relação aos estudos para fundações e leis ambientais.	- Colapso de solo - Poluição de aquíferos.
Lentes de filito em metassedimentos (médio)		Planalto dissecado de Tunas do Paraná. (Encostas abruptas verticais de um lado e suave do outro (concavo/retilinea).	- Adequadas com restrições para loteamentos residenciais e industriais, parcelamentos e assentamentos em camadas ou níveis de metassedimentos englobados / envoltos por calcário com espessura inferior a 400m.	- Poluição de aquíferos.
Diabásio (médio)	Erosão.	Cristas alongadas.	- Adequadas com restrições a implantação de loteamentos residenciais e industriais, obedecendo sistemas lineares ao longo das cristas.	- Deslizamentos em taludes naturais/induzidos.
Metassedimentos (médio)		Cristas alongadas. vertentes abruptas.	- Adequadas para implantação de loteamentos residenciais e industriais em declividades até 10%, em declividades maiores, com restrições.	- Deslizamentos em taludes naturais e em cortes e aterro.
Granito (baixo a médio)		Colinas amedondadas com vertentes convexas.	- Deslizamento em taludes naturais em corte a aterro em declividades acima de 20%.	- Queda de blocos.
Metassedimentos (alta)	Movimento gravitacional de massa (MGM).	Cristas alongadas, vertentes abruptas, retilíneas convexas.	- Deslizamento em taludes naturais em corte a aterro em declividades acima de 20%.	- Queda e rolamento de blocos. - Erosão.
		Declividades >30%	- Áreas impróprias para ocupação urbana conforme legislação vigente. - Áreas indicadas à preservação permanente.	- Erosão. - Queda/rolamento de blocos.

- Afundamento Kárstico
- Caverna cadastrada
- Dolina

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000

357	358
A090	
359	360

Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

N W E S

500 m 0 500 m
1:20.000

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

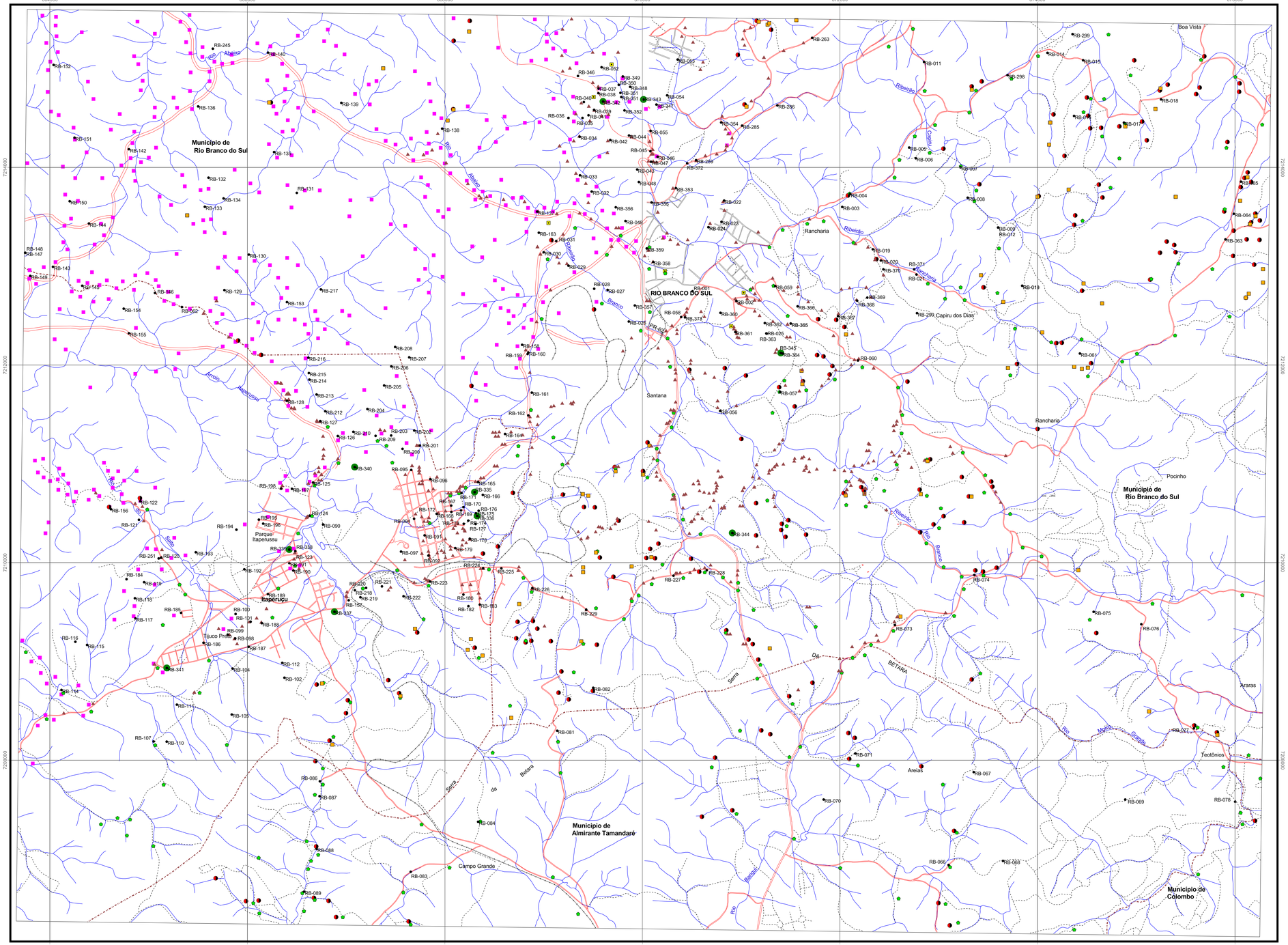
MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **CARTA GEOTÉCNICA SÍNTESE DE ADEQUABILIDADE A OCUPAÇÃO FRENTE A DESASTRES NATURAIS - A090**

GEGT **Gerência de Geologia e Geotecnia**		Executores: **Geólogos - Diclécio Falcade** **Rogério da Silva Felipe**
Data: **Março / 2016**	Escala: **1:20.000**	Geoprocessamento: **Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti**



Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

Dados:

- (RB-063) Pontos com descrição de campo, MINEROPAR
- Pontos Geológicos SANEPAR (Mapa geológico da região de Rio Branco do Sul e Itaperuçu escala, 1:10.000)
- Pontos de Vistoria em minas de calcário (Fonte: Mineropar, contrato IAP)
- Pontos Distrito Capiru (Projeto calcário - Distrito Mineiro do Capiru)
- Pontos do Projeto de fortalecimento tecnológico do APL de cal e calcário do Paraná
- Pontos vistoriados pela CPRM (Setor 1)
- Pontos obtidos na análise estrutural do núcleo Betara - Rio Branco Do Sul - Dissertação de mestrado Eduardo Salamuni
- Caverna
- Ponto de coleta amostra indeformada

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000

357	358
A090	
359	360

Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

N W E S

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **MAPA AUXILIAR DE DOCUMENTAÇÃO - A090**

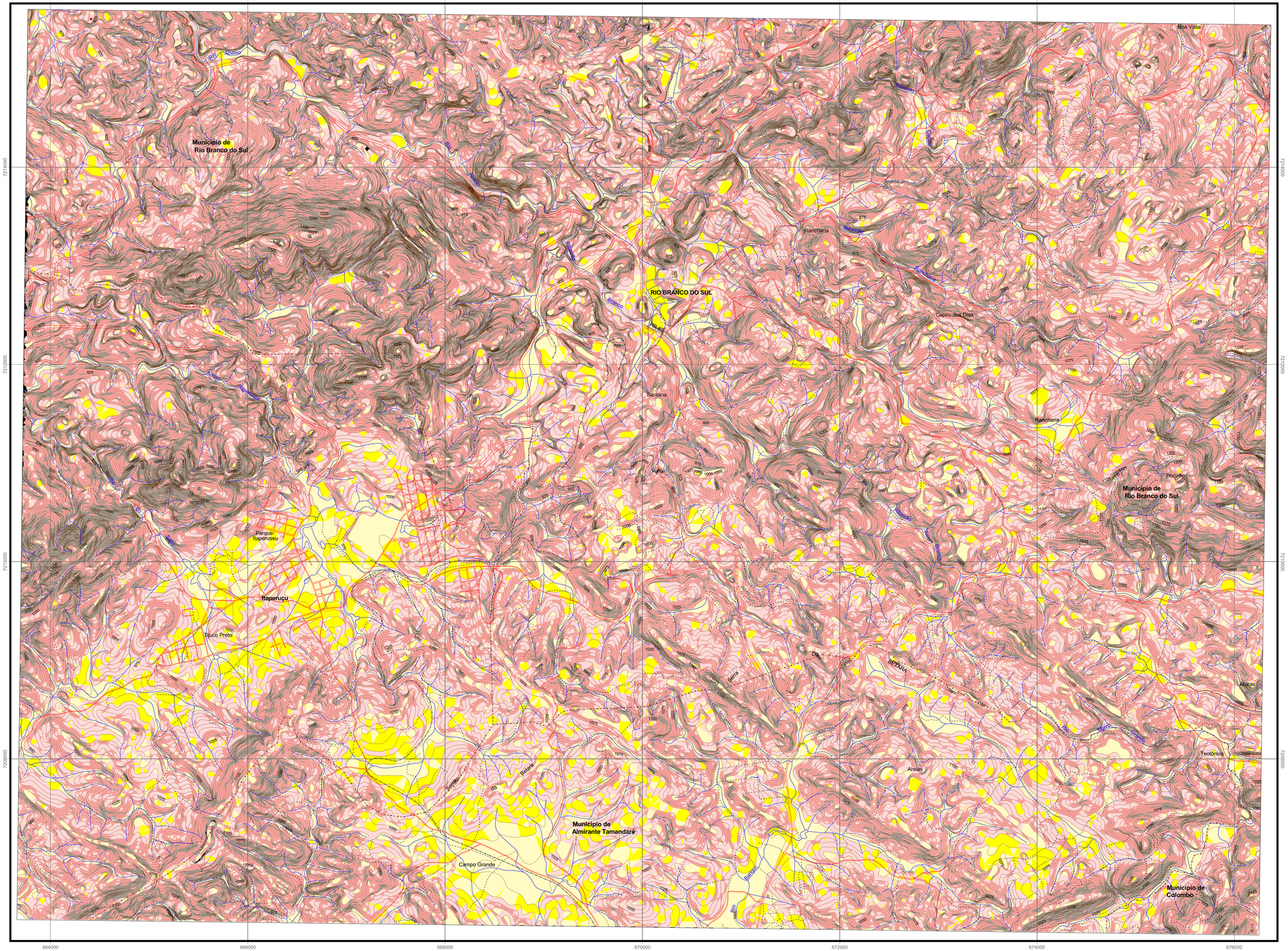
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Curva de nível mestra
- Curva de nível intermediária - equid. 5 metros
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

Classes de Declividades (%)

- 0 - 2.5%
- 2.5 - 5%
- 5 - 10%
- 10 - 20%
- 20 - 30%
- 30 - 45%
- > 45%

Obs. Classes de declividades obtidas por meio de Modelo Digital do Terreno gerado no módulo 3D Analyst do ArcView 3.2a (Modelo de dados TIN).

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000

357	358
A090	
359	360

Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

N
W E
S

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **MAPA DE DECLIVIDADES - A090**

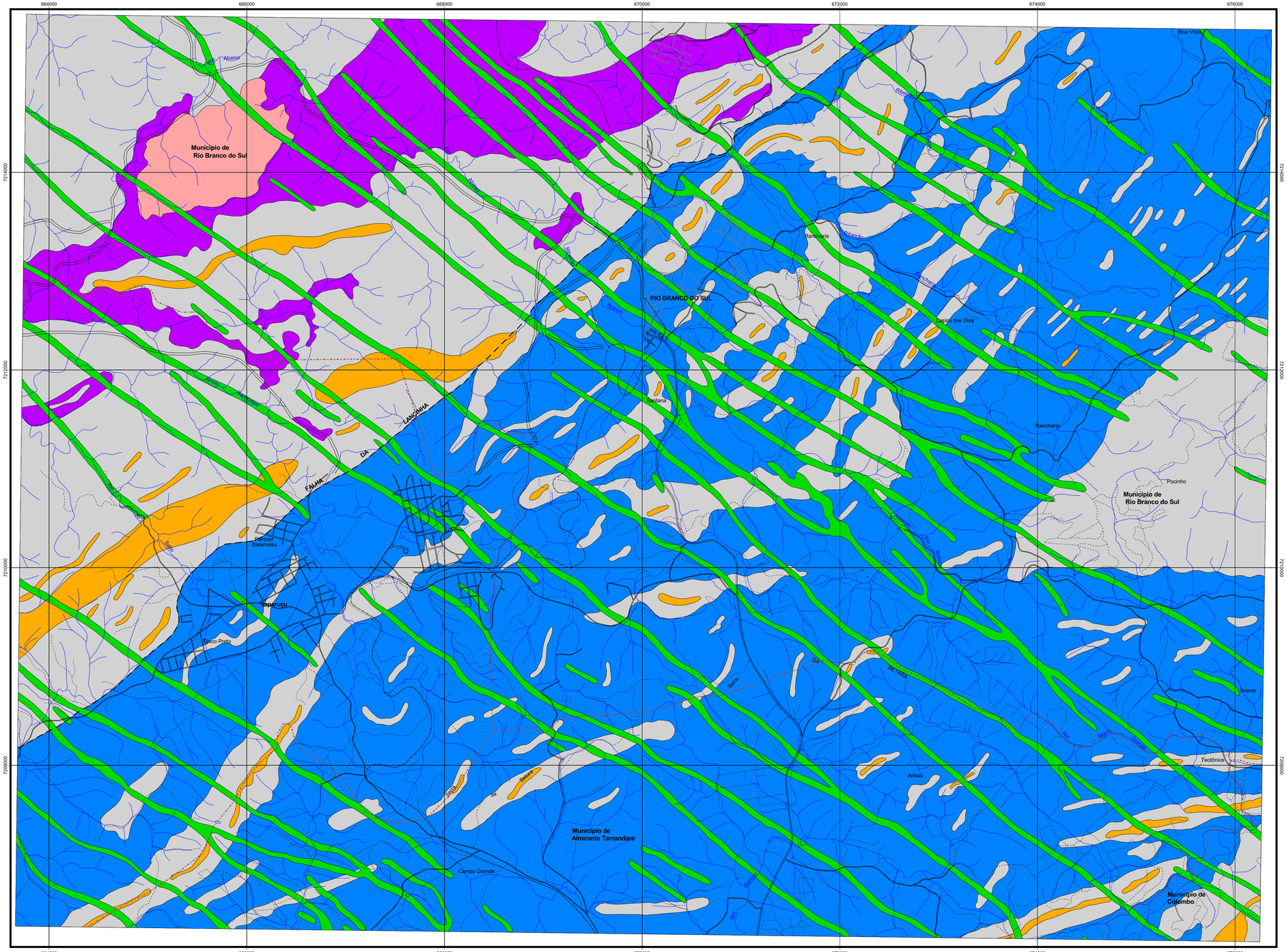
GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti



Convenções

Topográficas

- Estrada, via de acesso
- Arruamento
- Caminho
- Ferrovia
- Curso de rio
- Limite intermunicipal

Geológicas

- Diques de diabásios - Formação Serra Geral
- Rochas Graníticas - Granito Rio Abaixo
- Rochas metapelíticas - Quartzo-xistos - Formação Capiru, Formação Votuverava e Grupo Setuva
- Rochas metacarbonáticas calcíticas - Formação Votuverava
- Rochas metacarbonáticas dolomíticas - Formação Capiru
- Rochas metapelíticas - Quartzitos - Formação Capiru, Formação Votuverava e Grupo Setuva

Falha / Lineação

- Falha da lancinha.shp

Carta A090 - Articulação 1:20.000
Carta 357, 358, 359 e 360 - Articulação 1:10.000

357	358
A090	
359	360

Fonte: COMEC, escala 1:10.000.

N
W E
S

500 m 0 500 m
1:20.000

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

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO DO PARANÁ

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Projeto: **MAPEAMENTO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA PLANEJAMENTO NOS MUNICÍPIOS DE RIO BRANCO DO SUL E ITAPERUÇU**

Tema: **MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO - A090**

GEGT
Gerência de Geologia e Geotecnia

Executores:
Geólogos - Diclécio Falcade
Rogério da Silva Felipe

Data: **Março / 2016**

Escala: **1:20.000**

Geoprocessamento:
Téc. Mineração - Miguel Ângelo Moretti

MINEROPAR
Serviço Geológico do Paraná
www.pr.gov.br/mineropar