

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

PROJETO SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

**AVALIAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA PARA O PLANEJAMENTO
TERRITORIAL E URBANO DO MUNICÍPIO DE PITANGA**

Curitiba

2006

Revisão e editoração
Clarissa Nunes

CATALOGAÇÃO E REFERÊNCIAS

Bibliotecária Marlene Mengarda Martelli

Catálogo na fonte

MINERAIS DO PARANÁ S. A.

Avaliação Geológica e Geotécnica para o Planejamento Territorial e Urbano do Município de Pitanga. – Relatório final. Curitiba : MINEROPAR, 2006.

1 V.

1. Planejamento territorial urbano – Pitanga. 2. Avaliação geológica – Pitanga. 3. Caracterização do meio físico. I. Falcade, D. II. Título.

CDU 624.13 (816.211)

Direitos desta edição reservados à Minerais do Paraná S/A

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

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Roberto Requião

Governador

**Secretaria de Estado da Indústria, do Comércio e
Assuntos do Mercosul**

Virgilio Moreira Filho
Secretário

Minerais do Paraná S/A -MINEROPAR

Eduardo Salamuni

Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe

Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto

Diretor Administrativo Financeiro

**Prefeitura Municipal de Pitanga
ALEXANDRE CARLOS BUCHMANN
Prefeito**

PROJETO SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

Termo de cooperação técnica entre Mineropar e Prefeitura de Pitanga

Geólogo Diclécio Falcade
Gerente do Projeto

Equipe Executora

Geólogo Diclécio Falcade

Geólogo Cícero Antônio Carvalho

Geólogo Daniel Fabian Bettú

Geólogo Luís Gustavo de Castro

Estagiário de Geologia Carlos Henrique Silva Guillen

Prospector Clóvis Roberto da Fonseca

Prospector Genésio Pinto Queiroz

Equipe de Gestão da Informação

Geólogo Donaldo Cordeiro da Silva

Geóloga Maria Elizabeth Eastwood Vaine

Economista Carlos Alberto Pinheiro Guanabara

APRESENTAÇÃO

O Paraná vive hoje um processo de industrialização, com base nos seus recursos humanos, na infra-estrutura de transporte eficiente, na energia abundante e no grande potencial de seus recursos naturais.

No que diz respeito ao aproveitamento dos recursos minerais, as ações de apoio e parceria com os municípios paranaenses têm sido priorizadas pela MINEROPAR porque eles constituem a base de uma cadeia produtiva que complementa a da agroindústria.

Nos últimos anos, a MINEROPAR atendeu com avaliações de potencial mineral cerca de 120 municípios paranaenses, tendo contribuído para a geração de negócios de pequeno e médio porte em boa parte deles. Na quase totalidade dos casos, esses serviços foram executados por solicitação e em conjunto com as prefeituras municipais.

A equipe técnica da MINEROPAR realizou trabalhos de gestão territorial e do meio físico para a Prefeitura Municipal de Pitanga, bem como executou a avaliação da potencialidade mineral, com a finalidade de investigar reservas que justifiquem investimentos na indústria de transformação.

Eduardo Salamuni

Diretor Presidente

RESUMO

O município de Pitanga foi atendido pela Mineropar, através do Projeto Serviço Geológico nos Municípios, visando uma avaliação geológica e geotécnica para o Planejamento Territorial e Urbano como subsídio ao Plano Diretor, conforme o que determina a lei número 10.257 de 10-06-2001(Estatuto da Cidade).

Através das informações geológicas, geotécnicas e geomorfológicas foi permitido estabelecer o zoneamento do território rural e urbano, com classificação em unidades de terreno, onde foram indicadas as formas de uso e ocupação mais adequadas, como exemplo, expansão urbana, aterro sanitário, etc.

As informações oferecidas neste relatório, a respeito da gestão ambiental (poluição de recursos hídricos, lixo), visam alertar as autoridades municipais, não substituindo a intervenção do técnico legalmente habilitado junto ao CREA.

Em função da geologia do seu território, Pitanga apresenta potencial para as seguintes substâncias minerais: basalto para blocos, pedra brita, saibro, água subterrânea e argila a ser melhor caracterizada.

A MINEROPAR dispõe de informações adicionais que podem ser obtidas mediante acesso à página da internet www.pr.gov.br/mineropar ou diretamente na sede da Empresa.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| APRESENTAÇÃO | 3 |
| RESUMO | 4 |
| 1- INTRODUÇÃO | 5 |
| 2 - GEOGRAFIA | 5 |
| 2.1-LOCALIZAÇÃO | 5 |
| 2.2-FISIOGRAFIA | 7 |
| 2.3-HIDROGRAFIA | 7 |
| 2.4-CLIMA | 7 |
| 3 - METODOLOGIA DE TRABALHO | 8 |
| 3.1-LEVANTAMENTO DA DOCUMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA, CARTOGRÁFICA E LEGAL | 8 |
| 3.2-DIGITALIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA | 8 |
| 3.3-FOTOINTERPRETAÇÃO PRELIMINAR | 9 |
| 3.4-LEVANTAMENTO DE CAMPO | 9 |
| 3.5-ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS | 10 |
| 3.6-ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL | 10 |
| 3.7-ATIVIDADES E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO | 10 |
| 4 - MAPAS TEMÁTICOS | 11 |
| 3.8-a Cartografia básica e mapa de documentação | 11 |
| 3.8-b Mapa de declividades | 11 |
| 3.8-c Mapa geomorfológico | 11 |
| 3.8-d Mapa de coberturas inconsolidadas | 12 |
| 3.8-f Mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo) | 14 |
| 3.8- i Mapa geoambiental | 19 |
| 3.8-j Mapa geológico/substrato rochoso | 20 |
| 4 - GESTÃO TERRITORIAL | 21 |
| 5-GESTÃO AMBIENTAL | 24 |
| 5.1 - POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS | 24 |
| 5.2- LIXO | 25 |
| 5.3- LOCAIS PARA DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS | 29 |
| 5.4- GESTÃO DE ATERROS SANITÁRIOS | 30 |
| 5.5- SITUAÇÃO EM PITANGA | 33 |
| 6. RECURSOS MINERAIS | 36 |
| 6.1- ARGILA | 36 |
| 6.2- AREIA | 37 |
| 6.3- PEDRAS DE TALHE, CANTARIA E BRITA | 37 |
| 6.4 - SAIBRO | 38 |
| 6.5- ÁGUA SUBTERRÂNEA | 38 |
| 6.6- ÁGUA MINERAL | 40 |
| 7- DIREITOS MINERÁRIOS | 43 |
| 7.1 EMBASAMENTO LEGAL PARA O APROVEITAMENTO DE SUBSTÂNCIAS MINERAIS | 44 |
| 7.2 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS CFEM | 44 |
| 8- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 45 |
| 9.1 POTENCIAL MINERAL | 45 |
| 9.2 GESTÃO AMBIENTAL | 45 |
| 9.3 PLANEJAMENTO URBANO | 46 |

| | |
|---|-----------|
| <u>10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | 47 |
| <u>ANEXOS</u> | 48 |

1- INTRODUÇÃO

Objetivo global

O Projeto **SERVIÇOS GEOLÓGICOS E RIQUEZAS MINERAIS** foi executado pela MINEROPAR, no município de Pitanga com o objetivo de promover a geração de oportunidades de investimento em negócios relacionados com a indústria mineral, encaminhar soluções para os problemas relacionados com a análise e interpretação da Legislação Mineral e com a gestão ambiental e territorial.

A caracterização do meio físico do município foi desenvolvida com abordagem aos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, geotécnicos e geoambientais e apresentação de um diagnóstico sobre as condições para uso e ocupação do solo, de acordo com o Estatuto da Cidade.

Objetivos específicos

O objetivo global do projeto foi alcançado mediante a realização dos seguintes objetivos específicos:

A caracterização do meio físico do município com abordagem aos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos, com a apresentação de um diagnóstico sobre as condições para uso e ocupação do solo, de acordo com o Estatuto da Cidade.

Avaliação da potencialidade do território municipal de Pitanga em relação a recursos minerais de interesse estratégico para a Prefeitura e a coletividade.

Prestação de consultoria técnica à Prefeitura Municipal sobre problemas relacionados com o aproveitamento de jazidas para a execução de obras públicas e outros relacionados com a geologia e com a mineração.

Orientação à Prefeitura Municipal no que diz respeito ao controle das atividades licenciadas de mineração e à arrecadação dos tributos, taxas e emolumentos decorrentes.

2 - GEOGRAFIA

2.1-Localização

Segundo R. Maack, podem ser delineadas no Estado do Paraná, com base na configuração do relevo, quatro grandes paisagens naturais: o Litoral, o Primeiro Planalto ou de Curitiba, o Segundo Planalto ou de Ponta Grossa e o Terceiro Planalto ou de Guarapuava.

Pitanga situa-se na região central do Paraná, no domínio do Terceiro Planalto Paranaense, distante 341 km a oeste de Curitiba e a 427 km de Foz do Iguaçu, fazendo parte da AMOCENTRO (Associação dos Municípios do Centro do Paraná).

Pitanga faz divisa com os municípios de Nova Tebas e Manoel Ribas a norte, Cândido de Abreu a leste, Boa Ventura de São Roque e Santa Maria do Oeste a sul, e Mato Rico e Roncador a oeste (Figs. 1 e 2).

O município abrange uma superfície de 1720,707 km². A população de 35.841 habitantes, segundo o censo do IBGE realizado no ano de 2.005, com uma taxa de

crescimento anual de -0,78%. O aeroporto mais próximo está no município de Guarapuava a 89 km.

O mapa a seguir apresenta a localização geográfica do município dentro do Estado do Paraná.

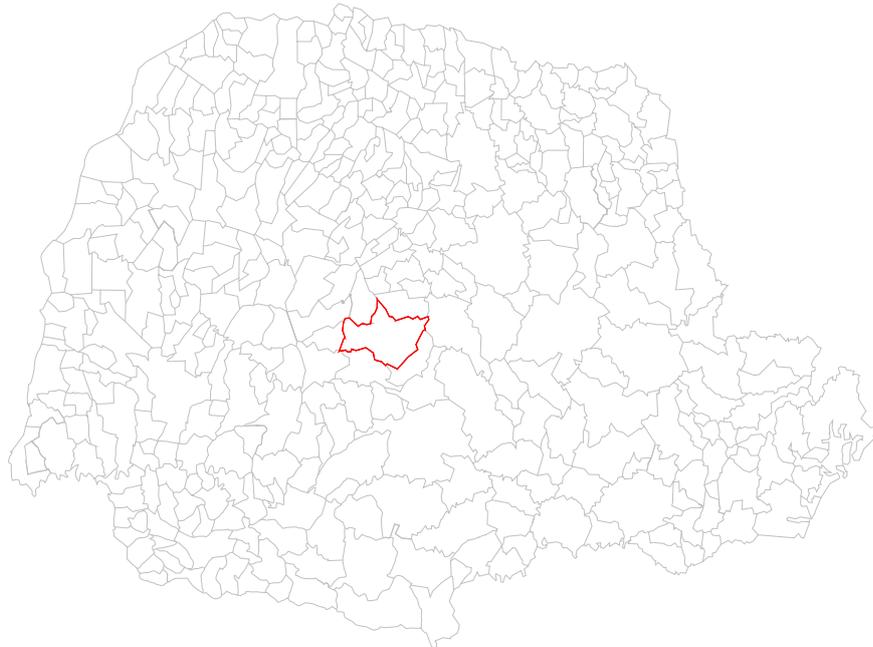


Fig. 1 - Localização município Pitanga no estado Paraná.

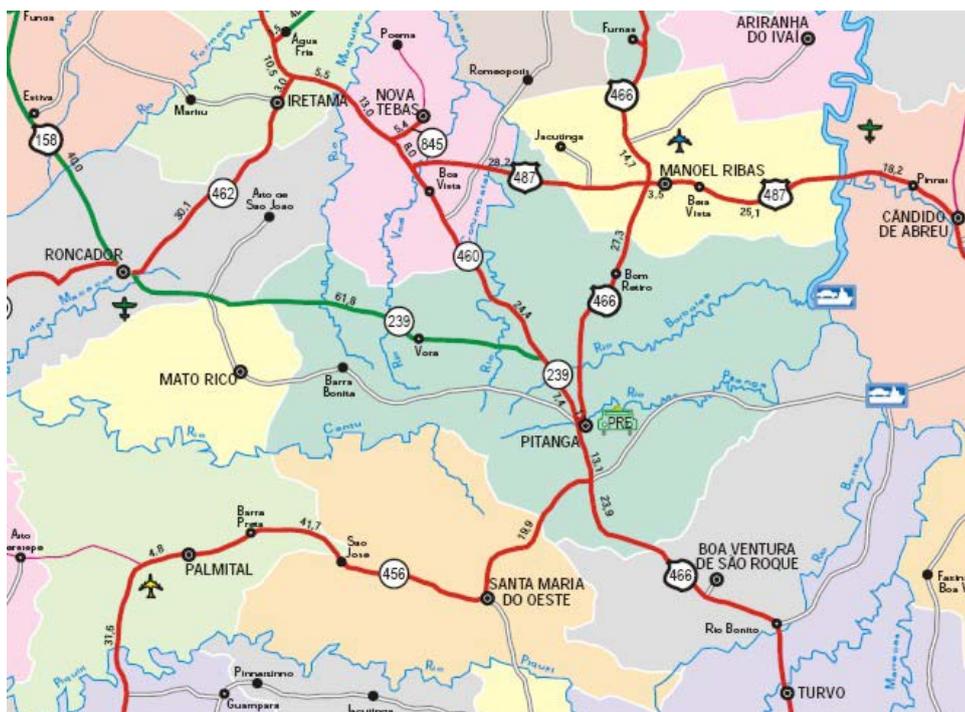


fig. 2 – Localização município Pitanga e municípios vizinhos.

2.2 Aspectos sócio-econômicos

Com um Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 50.936.191,80 e um PIB per capita de US\$ 1.147,13, o município ostenta uma economia baseada em serviços e comércio (71,61%), agropecuária (24,78%), e indústria (3,61%) (www.paranacidade.org.br). Os principais produtos agrosilvopastoris são milho safra normal, bovinos e soja safra normal.

O ensino público oferecido à população do município apresenta um total de 8.802 vagas, distribuídas entre 7.571 no ensino fundamental e 1.231 no ensino médio. (IPARDES ano 2000)

2.3- Fisiografia

Com altitude média de 836 m acima do nível do mar, o relevo de Pitanga tem máxima altitude em 1230 m, na região sul-sudoeste do município, no alto da serra que representa a divisa entre Pitanga e Santa Maria do Oeste. A menor altitude presente em Pitanga é de 425 m e fica localizada no extremo nordeste do município, no vale do rio Ivaí, na divisa com Cândido de Abreu.

A distribuição do relevo ao longo do território de Pitanga é representada por cerca de 24 % de áreas planas ou suavemente onduladas e 76% de áreas com média a alta declividade, com desníveis de mais de 200m ao longo dos vales.

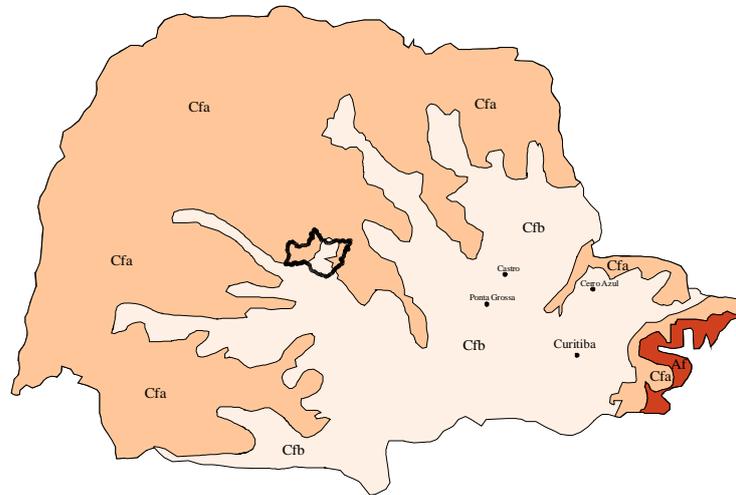
2.3-Hidrografia

O município de Pitanga tem parte de seu território inserido em duas grandes bacias hidrográficas do estado do Paraná, bacia do rio Ivaí a leste e bacia do rio Piquiri, a oeste. O município é banhado por uma extensa rede de drenagem com vergência semi-radial, cujo eixo coincide com a serra que representa a divisa municipal com Santa Maria do Oeste. Deste local os rios Borboleta e Pitanga seguem para leste, sentido ao rio Ivaí, os rios Corumbataí, Vorá e Muquidão seguem para norte em direção ao rio Ivaí e o rio Cantu segue para oeste, em direção ao rio Piquiri.

2.4-Clima

Pela sua posição geográfica Pitanga possui um clima temperado e agradável na maior parte do ano. No inverno as geadas são freqüentes e no verão a temperaturas são elevadas. De acordo com a classificação climática de Wladimir Koeppen (figura abaixo), trata-se de clima mesotérmico (Cfa), sempre úmido, com verões quentes (temperatura média superior a 22° C) e invernos com ocorrências de geadas severas (temperatura média inferior a 18° C), com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. As médias mensais de precipitação pluviométrica e de umidade relativa do ar são, respectivamente, 193,97 mm e 79,58%.

Tipos Climáticos do Estado do Paraná
(Fonte : EMBRAPA 1984)



| Símbolo de Köppen | TEMPERATURA MÉDIA | |
|-------------------|-------------------|---------------|
| | Mês mais quente | Mês mais frio |
| Af | > 22° C | >18° C |
| Cfa | > 22° C | <18° C |
| Cfb | < 22° C | <18° C |

3 - METODOLOGIA DE TRABALHO

Os trabalhos foram realizados mediante a aplicação de metodologia que envolveu as seguintes atividades:

3.1-Levantamento da documentação bibliográfica, cartográfica e legal

Foram executados levantamento de bibliografia, recuperação e organização dos mapas topográficos e geológicos, bem como aquisição das fotografias aéreas que cobrem a região do município. Foram também levantados os direitos minerários vigentes no município, existentes no SIGG - Sistema de Informações Geológicas e Geográficas da MINEROPAR, baseados nos dados oficiais do DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral.

3.2-Digitalização da base cartográfica

A base cartográfica do município foi digitalizada a partir das folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2), Pitanga (MI 2821-1), Manoel Ribas (2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (2821-3), Boa Ventura de São Roque (2821-4) editadas na escala 1:50.000, no ano de 1980, pelo Serviço Geográfico do Ministério do Exército com base na cobertura aerofotogramétrica de 1976. Estas folhas topográficas não contêm as divisas municipais, que foram obtidas de outros mapas, o que pode

prejudicar em alguns locais a correta demarcação dos limites, quando não coincidem com feições geográficas mapeáveis tais como: rios, escarpas, etc.

3.3-Fotointerpretação preliminar

Para a caracterização do meio físico do município de Pitanga, auxílio do mapeamento e definição do comportamento dos solos e recursos minerais existentes foi adotada uma metodologia baseada na fotointerpretação de determinadas fotografias aéreas, escala 1:25.000 (levantamento de 1980).

Os dados obtidos na fotointerpretação, em conjunto com a interpretação das feições de relevo nas cartas topográficas, onde foram demarcadas as principais zonas homólogas de relevo, resultaram em um mapa das principais feições geomorfológicas do município (*landforms*).

3.4-Levantamento de campo

Para o mapeamento geológico-geotécnico, foi realizada a descrição pontual dos solos da região, por meio da execução de perfis nas estradas, de modo a seccionar as zonas homólogas identificadas na fotointerpretação preliminar, com a observação da paisagem geomorfológica e descrição de afloramentos. Esta metodologia foi adaptada de Zuquette (1987) e Souza (1992).

Os procedimentos adotados compreendem a seleção de atributos, verificação das relações atributos *versus* tipos de ocupação e elaboração de documentos básicos interpretativos de prognósticos conclusivos. Os tipos de ocupação considerados de maior interesse são relacionados a seguir (Zuquette 1993).

Urbanas

Áreas residenciais; vias de acesso; parques industriais; áreas de extração de materiais para pavimentação (saibro, brita, etc.); loteamentos; áreas de inundação; resíduos sépticos; cemitérios; e áreas de ocorrência de eventos perigosos.

Regionais

Rodovias; linhas de transmissão; aterros sanitários; etc.

Rurais

Agroindústrias; pecuária; agricultura; etc.

Nesta fase foi feito o cadastramento de pontos com atividades potencialmente poluentes, tais como: granjas, depósitos de combustíveis, ferro-velho, chiqueiros, etc. Também pontos que merecem atenção especial e monitoramento, tais como: captação de água, lixão, aterro sanitário, etc. Por último, foram cadastradas as áreas de risco geológico, ou seja, áreas onde já ocorrem assoreamentos, erosões, ocupações irregulares, desmatamento, entre outros.

3.5-Análise e interpretação de dados

Os resultados do levantamento geológico e geotécnico foram interpretados, tendo em vista a avaliação de potencialidade dos diferentes materiais reconhecidos como possíveis para aproveitamento econômico, bem como a caracterização do meio físico do município de Pitanga.

3.6-Elaboração do Relatório Final

A redação e edição do Relatório Final envolveram a descrição da metodologia adotada, apresentação e discussão dos dados coletados em campo, conclusões e recomendações para os problemas relacionados com o meio físico e o aproveitamento das matérias-primas de interesse da Prefeitura Municipal.

3.7-Atividades e cronograma de execução

Em cumprimento ao Acordo de Cooperação Técnica, a Prefeitura Municipal, através da Secretaria de Planejamento, promoveu uma reunião, onde a equipe da MINEROPAR expôs os objetivos e a metodologia geral do trabalho. Nesta oportunidade foi colocada à disposição da equipe a estrutura da prefeitura, em cumprimento dos termos da cooperação técnica.

O Quadro abaixo apresenta a seqüência das atividades realizadas no município de Pitanga. Os trabalhos de campo desenvolveram durante os meses de setembro e outubro de 2005.

| ATIVIDADES | Meses | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 09/05 | 10/05 | 11/05 | 12/05 | 01/06 | 02/06 |
| Levantamento da documentação cartográfica | | | | | | |
| Fotointerpretação preliminar | | | | | | |
| Digitalização da base cartográfica | | | | | | |
| Levantamento de campo | | | | | | |
| Consultoria técnica | | | | | | |
| Análise e interpretação de dados | | | | | | |
| Relatório final | | | | | | |

Quadro 01. Cronograma físico de execução.

4 - Mapas temáticos

3.8-a Cartografia básica e mapa de documentação

A base planialtimétrica digital foi obtida por digitalização de mapas originais em escala 1:50.000, editadas pelo Serviço Geográfico do Exército. A base inclui rodovias, hidrografia, altimetria, toponímia, e malha de coordenadas. Esta base foi utilizada para a elaboração dos diversos mapas apresentados neste relatório. Neste mesmo mapa é exibido o registro da localização dos pontos geológicos, amostras com ensaios laboratoriais para argila, e pontos que merecem atenção especial e monitoramento, tais como: captação de água, lixão, aterro sanitário, granjas, depósitos de combustível, cemitérios etc. **Anexo 05.**

3.8-b Mapa de declividades

O mapa de declividades foi obtido por meio do software Arc View 3.2 módulo 3-D Analyst por triangulação, gerando-se modelo digital do terreno a partir de curvas de nível, a cada 20m, e pontos cotados (normalmente nos topos dos morros). Os dados planialtimétricos tem origem nas cartas 1:50.000 do Serviço Geográfico do Exército. Os intervalos de classe utilizados foram de 0-5%, 5-10%, 10-20%, 20-30% e >30%. **Anexo 07.**

3.8-c Mapa geomorfológico

O mapa geomorfológico foi obtido através de fotointerpretação em fotografias aéreas em escala 1:25.000, visando estabelecer critérios para a caracterização dos padrões de formas das vertentes e suas relações com os solos, rochas e vegetação. Associado a fotointerpretação foi realizada uma análise das cartas topográficas da região, onde foram atribuídas cores distintas para as diversas feições geomorfológicas (platôs, vertentes suaves e escarpas). Também foi estabelecida a classificação das formas de relevo quanto à sua gênese, tamanho (morfometria) e dinâmica atual. **Anexo 08.**

3.8-d Mapa de coberturas inconsolidadas.

Além dos solos no sentido pedológico, são materiais inconsolidados os sedimentos aluvionares.

O mapa de coberturas inconsolidadas (**Anexo 09**) consiste na síntese das informações do processo de origem dos materiais, a rocha original, a textura, além da cor espessura, presença de matacões e o perfil típico de alteração para cada unidade.

O mapeamento e a caracterização dos materiais inconsolidados envolveu várias fases:

- Fotointerpretação na escala 1:25.000, (onde foram separadas as unidades geomorfológicas e morfoestruturas descritas anteriormente).
- Reconhecimento de campo com descrição sistemática de litologias e dos perfis de alteração, com observações qualitativas e quantitativas para cada unidade geomorfológica.
- Fotointerpretação com base nos dados de campo.
- Elaboração do mapa de materiais inconsolidados.

Na área mapeada foram separados quatro principais tipos superficiais de coberturas inconsolidadas sobre os basaltos, a saber:

Solos residuais (maduro e jovem), solos coluviais (transportados), solos litólicos (saprolíticos) e solos aluvionares.

Para a descrição dos materiais inconsolidados adotou-se a seguinte classificação:

- Solo residual maduro: solo eluvial, ou seja, desenvolvido no local da própria alteração da rocha (*in situ*) evoluído pedogeneticamente (horizonte B, latossolo), eventualmente com laterização, concentração de sesquióxidos de ferro e alumínio, lixiviação de bases, por vezes formando crostas duras; normalmente com grande espessura.
- Solo residual jovem: solo desenvolvido no local da própria alteração da rocha (*in situ*), pouco evoluído, início do processo pedogenético, com estrutura incipiente da rocha original, eventualmente argilas expansivas; pouco espesso.
- Solo Transportado: (colúvio) solo ou fragmentos rochosos transportados ao longo de encostas de morros, devido à ação combinada da gravidade e da água. Possui características diferentes das rochas ou solos subjacentes, principalmente pela presença de leito de cascalho (linhas de seixos) na base da porção transportada.
- Solo saprolítico: primeiro nível de alteração do solo a partir da rocha, máximo grau de alteração da rocha, heterogêneo, estrutura original da rocha preservada, podendo ou não conter blocos e matacões de rocha alterada ou sã.

Características geotécnicas das coberturas inconsolidados

Solo residual maduro.

Solo homogêneo, textura argilosa, por vezes franco siltosa, conforme a profundidade que se coleta no solo, quanto mais superficial mais argilosa, poroso, cor marrom-avermelhado. Argilomineral predominante é a caolinita (1:1). A espessura excede geralmente 3,0 m, podendo passar de 10,0m em regiões de baixa declividade. A permeabilidade é baixa (10⁻⁴), resistência à penetração é média a baixa.

Comum a presença de limonitas (vermelhas e amarelas) e alumínio (gibbsite branca) por vezes as limonitas formam uma crosta com 1 a 2 cm de espessura. Nível d' água (N.A.) pode ultrapassar os 10,0 metros de profundidade.

Este pacote que apresenta variação de textura conforme a profundidade no perfil está assentado sobre solos residuais jovens conforme descritos anteriormente.

O aproveitamento destes solos como base de calçamento com pedras irregulares, é recomendável para as vias de baixa circulação de áreas urbanas e rurais, requer cuidados especiais com a compactação, para se evitar deformações com o uso. A compactação deve ser uniforme, o que se consegue com o uso de equipamentos apropriados, como o pé de carneiro, numa operação conhecida tecnicamente como regularização do sub leito. Esta operação preserva o pavimento e o desgaste dos veículos.

Solo residual jovem.

Na área em questão, estes solos não passam de delgadas coberturas, raramente com mais de 1,0 m de profundidade, formadas por blocos e seixos de basalto com as estruturas e texturas da rocha original preservadas. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em zonas de relevo ondulado e montanhoso com declividades acima de 20%. A matriz que envolve os seixos é argilosa e contém porcentagens elevadas de argilas quimicamente ativas, devido à imaturidade do material (solo saprolítico). É comum a associação dos solos jovens aos denominados saprólitos, que pode atingir no máximo alguns metros de profundidade. A profundidade do N.A. fica em torno de 2 m.

A combinação de grãos, seixos, matriz argilosa e saprólitos confere a qualidade de excelentes materiais de empréstimos, do tipo saibro, para obras de conservação de rodovias. As zonas mais ricas em seixos resistentes fornecem materiais de alta resistência mecânica, enquanto as mais argilosas servem como material aglutinante.

Solo transportado (coluvial).

Este tipo de solo é comum na região, principalmente em zonas de relevo acidentado, com declividade acima de 20%. A matriz apresenta uma composição de grãos, seixos e blocos de diversos tamanhos e em vários graus de alteração, com leitos de cascalho na base. Estes depósitos tem forma de cunha e estão assentados

diretamente sobre as rochas basálticas. Apresentam espessuras que variam de metros à dezenas de metros.

3.8-f Mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo).

O mapa síntese de para o planejamento (uso e ocupação do solo), voltado para a implantação de loteamentos residenciais, áreas industriais, áreas para disposição de resíduos, foi obtido por meio do confronto de informações das feições geomorfológicas, tipos de materiais inconsolidados, e na declividade do terreno. Tem como objetivo facilitar e sintetizar informações para o planejador urbano, uma vez que os documentos gerados exigem uma avaliação técnica mais específica.

Para este fim foram caracterizadas sete unidades de terreno (UT). Cada unidade agrupa setores do município com características semelhantes em termos de material inconsolidado e possui declividades diferenciadas. O mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo) consta do **Anexo10**.

As unidades foram avaliadas quanto a adequabilidade para:

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

Quanto aos problemas de riscos geológicos, geotécnicos, e ambientais, quanto a susceptibilidade a:

- Erosão.
- Movimentos de massa.
- Poluição de aquíferos.

Quanto à potencialidade de recursos minerais, consideram-se:

- Recursos hídricos superficiais e subterrâneos.
- Recursos minerais relativos a materiais de construção e materiais para calçamento e recuperação de estradas.

Convém salientar que o objetivo do presente trabalho é prevenir, orientar e recomendar, considerando a escala utilizada (1:100.000). Portanto, qualquer projeto de ocupação local na área em questão deverá necessariamente buscar informações mais específicas, em trabalho de detalhamento (em escala compatível) para a complementação dos dados aqui apresentados. A seguir a avaliação das unidades de terreno.

Unidade de terreno - U.T.01

- Área – 5.368,37 ha.
- Litologia/substrato - Basalto
- Declividade - Abrange todas as classes de declividade avaliadas, predominando a de 0 a 10%.
- Geomorfologia - Predominam topos convexos, divisores amplos, seguindo-se de encostas suaves a intermediárias, vertentes retilíneas e raramente encostas íngremes.
- Materiais inconsolidados - Predominam solos residuais maduros, homogêneos, textura argilosa, poroso, cor marrom avermelhado, espessura média de solo em torno de 0,5 m, variando entre 0,5 a 2 m. São notados também os solos litólicos de até 1,5 metros de espessura, afloramentos de rocha e uma ocorrência de laterita nesta unidade.
- Geotecnia - solo laterítico, textura argilosa, baixa permeabilidade, reatividade baixa, SPT médio, com o impenetrável somente na passagem brusca do solo para a rocha.
- Avaliação - Áreas adequadas a expansão urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas adequadas a implantação de sistemas viários e infraestruturas enterradas. Áreas adequadas a disposição de resíduos sólidos, cemitérios e matadouros. Facilidade na obtenção de material de empréstimo para obras tanto superficiais quanto enterradas. Fácil escavabilidade (material homogêneo). Baixa a média necessidade de terraplenagem com compensação de cortes e aterros. Em declividades de 10-20% nestas unidades são de razoáveis a ruim para implantação de obras enterradas. Em declividades de 20 a 30% não se recomenda a terraplenagem porque é trabalhada com grandes volumes, também muito ruim para a instalação de obras enterradas. Estas áreas às vezes são adequadas, porém, com severas restrições à implantação de loteamentos residenciais e vias de circulação, evitando-se cortes transversais à encosta, são muito susceptíveis à erosão. As áreas com declividades acima de 30% são impróprias à ocupação humana, conforme legislação vigente, inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. São áreas indicadas à preservação permanente.
- Problemas esperados - Processos erosivos localizados com a retirada da vegetação, promovendo o assoreamento de drenagens. Em áreas com declividade alta é grande a susceptibilidade a movimentos de massa.

Unidade de terreno - U.T. 02

- Área – 68.244,56 ha.
- Litologia/substrato - Basalto.

- Declividade - Abrange todas as classes de declividades avaliadas, predominando as de 0 a 10% e maior que 30 %.
- Geomorfologia - Predominam encostas intermediárias, com vertentes retilíneas a irregulares.
- Materiais inconsolidados - Predominam os solos residuais caracterizados pela associação de matriz argilosa e poucos blocos. A espessura média do solo atinge em torno de 1,5 m variando entre 0,5 e 8 m. É notável uma ocorrência de laterita e de poucos afloramentos de rocha.
- Geotecnia - N.A. > 5m (no colúvio). Solos lateríticos, argilosos, baixa permeabilidade, consistência baixa a média, reatividade baixa.
- Avaliação Áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas com alta vulnerabilidade a contaminação do lençol freático. Áreas com dificuldade na implantação de infraestruturas e obras enterradas, em função da possível presença de blocos. Inadequada para disposição de resíduos sólidos e cemitérios. Áreas com declividade superior a 30% não são indicadas a ocupação urbana, conforme legislação vigente. São inadequadas a implantação de vias de circulação e obras enterradas. São áreas indicadas à preservação permanente e ao reflorestamento com espécies nativas apropriadas.
- Problemas esperados - Movimentos de massa, escorregamentos localizados, poluição de aquíferos, áreas de permo porosidade, susceptibilidade alta a erosão.

Unidade de terreno- U.T.03

- Área – 10.830,55 ha.
- Litologia/substrato - Basalto.
- Declividade - Abrange todas as declividades, predominando as de 0 a 10% e maior que 30%.
- Geomorfologia – Vales acentuados em forma de “V”, com incisão da drenagem. Encostas intermediárias e íngremes, com vertentes retilíneas a irregulares.
- Materiais inconsolidados - Predominam os solos residuais caracterizados pela homogeneidade e pela espessura que varia de 0,5 a 5 metros, com uma espessura média de 1,5 m. São encontrados ainda colúvios de 0,5 a 2,0 metros de espessura; regolito com espessura de 4 a 5 metros e uma ocorrência de laterita.
- Geotecnia - N.A. < 5 m (no colúvio). Solos argilosos, baixa permeabilidade, consistência baixa a média, reatividade baixa.
- Avaliação - Áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas com alta vulnerabilidade a contaminação do lençol freático. Áreas com dificuldade na implantação de infraestruturas e obras enterradas, em função da

possível presença de blocos. Inadequada para disposição de resíduos sólidos e cemitérios, pois o lençol freático está raso ou aflorante. São inadequadas a implantação de vias de circulação e obras enterradas. Áreas indicadas à preservação permanente e ao reflorestamento com espécies nativas apropriadas.

- Problemas esperados - Movimentos de massa, escorregamentos localizados, poluição de aquíferos, áreas de permo porosidade, susceptibilidade alta a erosão.

Unidade de terreno - U.T. 04

- Área – 11.282,92 ha.
- Litologia/substrato - basalto.
- Declividade - Esta classe abrange todas as classes de declividades, porém predomina a classe de 0 a 10%.
- Geomorfologia - Predominam topos planos (mesetas), estreitos e alongados, também ocorrem encostas suaves, intermediárias e íngremes (escarpadas), com vertentes irregulares.
- Materiais inconsolidados - Solo residual (maduro/jovem), homogêneo, textura argilosa, de cor marrom avermelhado. Espessura variando de 1,0 a 10,0 m. Também ocorrem solos litólicos e afloramentos de rocha.
- Geotecnia - Solos espessos, argilosos, com baixa permeabilidade. Topo de derrames.
- Avaliação – Devido à pequena espessura do solo estas áreas não recomendadas a ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Inadequadas à disposição de resíduos sólidos. Ruim para implantação de infraestrutura enterrada. Restrição ao uso de agrotóxicos. Incentivar a preservação e o reflorestamento com árvores nativas. Em áreas com declividade acima de 30% são impróprias para a ocupação urbana, conforme legislação vigente. Inadequadas para implantação de vias de circulação e obras enterradas. Indicadas à preservação permanente.
- Problemas esperados - Difícil escavabilidade (necessidade de uso de explosivos). Susceptibilidade e vulnerabilidade a poluição de aquíferos (área de alta porosidade decorrente das fraturas da rocha). Susceptibilidade a erosão e pré-disposição para movimentos de massa.

Unidade de terreno- U.T. 05

- Área – 43.911,98 ha.
- Litologia/substrato - Basalto.

- Declividade - Estas unidades abrangem todas as classes de declividades, porém a predominância fica acima de 30%.
- Geomorfologia - Vertentes intermediárias, encostas íngremes e escarpadas.
- Materiais inconsolidados – Predominam solos residuais rasos com espessura variando de 0,5 a 5 m. São encontrados regolitos espessos afloramentos de rocha, e em menor quantidade solos litólicos .
- Geotecnia - Solos rasos, argilosos, porosos, drenagem interna deficiente devido a pequena espessura do solo.
- Avaliação – Devido à pequena espessura do solo e alta declividade estas áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Inadequadas à disposição de resíduos sólidos. Ruim para implantação de infraestrutura enterrada. Restrição ao uso de agrotóxicos. Incentivar a preservação e o reflorestamento com árvores nativas. Em áreas com declividade acima de 30% são impróprias para a ocupação urbana, conforme legislação vigente. Inadequadas para implantação de vias de circulação e obras enterradas. Indicadas à preservação permanente.
- Problemas esperados - Difícil escavabilidade (necessidade de uso de explosivos). Susceptibilidade e vulnerabilidade a poluição de aquíferos (área de alta porosidade decorrente das fraturas da rocha). Susceptibilidade a erosão e pré-disposição para movimentos de massa.

Unidade de terreno- U.T. 06

- Área – 21.163,98 ha.
- Litologia/substrato - Basalto.
- Declividade - Nesta unidade foram identificadas principalmente declividades entre 0 e 30%, predominando 0-10 %.
- Geomorfologia - Planície aluvionar.
- Materiais inconsolidados – Solos aluvionares e em menor quantidade solos residuais variando de 0,2 a 5 m de espessura. Pacote de argila, cores variadas (cinza claro, avermelhado, etc.), com espessuras de 4,00 m. Presença de camada superficial orgânica (turfa). É possível encontrar poucos afloramentos, blocos e ocorrência de laterita.
- Geotecnia - N.A. raso, aflorante à 0,50 m. Argila hidromórfica, plástica, mole a muito mole.
- Avaliação - Áreas impróprias para a ocupação urbana. Área de equilíbrio hidrológico (recarga de aquíferos superficiais e subterrâneos). Áreas inadequadas à implantação de obras de infraestrutura e disposição de resíduos. Adequada à construção de tanques. Área sugerida para a preservação permanente.

- Problemas esperados - Nível freático raso a aflorante. Área susceptível a enchentes e inundações. Áreas com alta vulnerabilidade do lençol freático.

Unidade de terreno- U.T. 07

- Área – 7.545,93 ha.
- Litologia/substrato - Basalto.
- Declividade - Estas unidades abrangem todas as classes de declividades, com predomínio acima de 30%.
- Geomorfologia - Vertentes intermediárias, encostas intermediárias a suaves.
- Materiais inconsolidados – Predominantemente solos residuais e solos coluvionares com espessura variando de 0,5 a 3 m nos solos coluvionares e de 1,5 m nos solos residuais com matriz argilosa/síltica.
- Geotecnia - Solos de textura fina, homogêneo. Pedregosos com pequenos acúmulos de colúvio no pé das vertentes.
- Avaliação - Áreas adequadas para atividades de extração mineral, (extração de material de empréstimo para pavimentação e recuperação viária), com obrigatoriedade de apresentação de planos prévios de exploração e recuperação do terreno. Áreas adequadas para ocupação urbana, nas declividades mais suaves. Adequadas a implantação de vias de circulação e obras enterradas. Áreas indicadas a preservação permanente ou reintrodução de espécies nativas, em locais com maiores declividades.
- Problemas esperados - Movimentos de massa de pequena expressão, susceptibilidade moderada para erosão quando retirada a cobertura vegetal.

3.8- i Mapa geoambiental.

Neste mapa são apresentadas áreas com usos restritos, tais como aluviões (áreas sujeitas a alagamentos e inundações) e áreas vulneráveis à contaminação do lençol freático. Sugerem-se também áreas destinadas a preservação, devido à alta declividade (acima de 30 %). Também estão exibidas neste mapa as áreas que deveriam estar com as matas ciliares (preservação permanente), poços artesianos e minas de água (fornecidos pela SANEPAR). **Anexo 13.**

3.8-j Mapa geológico/substrato rochoso.

O município de Pitanga situa-se sobre terrenos da Bacia do Paraná, possuindo afloramentos das formações Botucatu (no fundo do vale do Rio Ivaí, no extremo nordeste do município) e Serra Geral, além de intrusões básicas (diques) e aluviões recentes.

Esta seqüência representa o intervalo de tempo que culminou com a completa desertificação da região (deposição da Formação Botucatu em ambiente eólico árido) sucedida pelo extravasamento dos basaltos da Formação Serra Geral.

O mapa da página seguinte apresenta o território de Pitanga em relação às unidades estratigráficas do estado do Paraná. O mapa geológico do **Anexo 14** apresenta as mesmas unidades com detalhamento da geologia estrutural (falhas e fraturas).

Formação Botucatu

Esta unidade é constituída predominantemente por arenitos regularmente a bem selecionados, de granulação fina a média, com pouca matriz e composto basicamente por quartzo. Na porção inferior podem ocorrer níveis de arenitos argilosos e também arenitos grossos a conglomeráticos. As principais estruturas sedimentares são cruzadas tangenciais de grande a médio porte, algumas alcançando até 15 metros de altura. Normalmente a rocha se apresenta friável, embora quando próxima ao contato com os basaltos da Formação Serra Geral esta se torne silicificada.

A faixa de afloramentos da Formação Botucatu exhibe espessura média de 50 m, raramente ultrapassando os 100 m. Em subsuperfície pode alcançar até 200 m de espessura.

Formação Serra Geral

Esta unidade é representada por um espesso pacote de lavas basálticas continentais, com variações químicas e texturais importantes, resultantes de um dos mais volumosos processos vulcânicos dos continentes. A Formação Serra Geral cobre mais de 1,2 milhão de km², correspondentes a 75% da extensão da Bacia do Paraná, com espessura de 350 m nas bordas a mais de 1.000 m no centro da bacia. Ocorrem variedades mais ricas em sílica, representadas por basaltos pórfiros, dacitos, riocitos e riolitos, reunidos sob a denominação de Membro Nova Prata. A Formação Serra Geral aflora em todo o território do município e é responsável pela conformação topográfica em mesetas e platôs elevados do seu relevo.

Cada corrida de lava vulcânica, ou derrame pode atingir 30 a 40 metros de espessura e compõem-se de três partes principais: base, zona central e topo. A base constitui a zona vítrea e vesicular, que se altera facilmente. A parte central é a mais espessa e formada por basalto maciço, porém recortado por numerosas juntas (ou fraturas) verticais a horizontais. A zona central é a mais espessa e maciça, porém recortada por juntas verticais, que formam um arranjo prismático que se assemelha a colunas de base hexagonais. O topo de um derrame típico apresenta os denominados olhos de sapo, resultantes da concentração dos gases abaixo da superfície da lava em resfriamento, formando bolhas que são posteriormente preenchidas (amígdalas) ou permanecem vazias (vesículas).

A combinação do denso fraturamento da zona central com as zonas vesiculares do topo dos derrames pode gerar canais alimentadores de aquíferos subterrâneos. Por isto, nas zonas em que o basalto aflora, é necessário impedir a descarga de efluentes

químicos, industriais e domésticos para se evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Ao se alterarem, as rochas basálticas formam blocos de rocha, que vão se escamando em característica alteração esferoidal, comuns nas encostas do Terceiro Planalto. Muitas vezes a erosão e decomposição seletivas fazem ressaltar na topografia as unidades de derrames, formando verdadeiras escarpas, representadas por áreas com declividades acima de 20%, delimitadas por quebras de relevo, aproximadamente coincidentes com os contatos entre os derrames.

Bolsões de brechas de implosão, nos topos dos derrames, dentro ou abaixo das zonas vesiculares, ocorrem ocasionalmente. As brechas são formadas por fragmentos angulosos de basalto, centimétricos a decimétricos e caoticamente distribuídos em matriz basáltica altamente vítrea. São abundantes dentro delas cristalizações de calcita, quartzo, zeólitas, massas e películas de clorita, celadonita, clorofeita e calcedônia.

No mapa geológico foram também traçados os principais lineamentos estruturais, visando orientar possíveis locações de poços artesianos, pois os mais produtivos estão junto as intersecções de fraturas norte/sul com fraturas noroeste.

4 - GESTÃO TERRITORIAL

Como a Prefeitura Municipal de Pitanga irá utilizar este trabalho para a elaboração do Plano Diretor, conseqüentemente, necessitará de áreas para a expansão urbana, implantação de loteamentos residenciais e áreas industriais. A título de orientação transcrevemos a seguir o texto integral de um capítulo do *Guia de Prevenção de Acidentes Geológicos Urbanos*, da MINEROPAR.

A ocupação urbana no Brasil tem ocorrido desordenadamente e sem o mínimo conhecimento sobre as características do meio físico, colocando a população freqüentemente em situações de risco que podem evoluir até a deflagração de acidentes geológicos propriamente ditos. Essa situação não se restringe apenas aos grandes núcleos urbanos, mas também afeta as comunidades urbanas de menor porte e mesmo em áreas rurais.

A prevenção de acidentes geológicos urbanos é possível a partir da identificação e análise das áreas de risco. Estas, por sua vez, são enfocadas em trabalhos prévios de análise do meio físico, comumente denominados mapeamentos geotécnicos.

O mapeamento geotécnico aplicado ao planejamento territorial e urbano utiliza bases do meio físico com a finalidade de orientar o uso da terra, a análise ambiental e as obras civis. A geotecnia classifica e analisa os recursos naturais do meio físico quanto às suas limitações e potencialidades, representando este processo cartograficamente por meio do mapeamento geotécnico. Além disto, avalia esses recursos quanto à adequabilidade segundo critérios que visem o equilíbrio e desenvolvimento para estudos de viabilidade, projeto, construção, manejo e monitoramento. Neste contexto é de fundamental importância a caracterização das áreas de riscos geológicos e a proposição de medidas de prevenção dos acidentes correlatos, com a indicação dos locais ameaçados, sua quantificação e prioridades, expressos em cartas de zoneamento de riscos geológicos.

Segundo Cerri e Amaral (1998), as medidas de prevenção de acidentes geológicos podem ser dirigidas para evitar a ocorrência ou reduzir a magnitude do(s) processo(s) geológico(s), para eliminar ou reduzir as conseqüências sociais e/ou econômicas decorrentes, ou para ambas, simultaneamente. Os autores consideram ainda que, além da possibilidade de remoção definitiva dos moradores das áreas sujeitas a riscos (procedimento raramente colocado em prática devido às dificuldades inerentes a esta ação), a prevenção de acidentes geológicos urbanos deve considerar os seguintes objetivos:

- Eliminar e/ou reduzir os riscos já instalados;
- Evitar a instalação de novas áreas de risco;
- Conviver com os riscos atuais.

Em razão das características de cada situação de risco em particular e com base nesses objetivos estabelecidos, Cerri e Amaral (1998) consideram que podem ser adotadas diferentes medidas de prevenção de acidentes geológicos, cada qual associada a uma ação técnica específica, conforme resumido no quadro a seguir:

| OBJETIVO | MEDIDA DE PREVENÇÃO | AÇÃO TÉCNICA |
|---|--|--|
| Eliminar e/ou reduzir os riscos já instalados | Recuperação das áreas de risco | Perenização da ocupação (quando possível), por meio de projetos de urbanização e da implantação de obras de engenharia, que se destinam a evitar a ocorrência dos processos geológicos e/ou reduzir a magnitude destes processos, com diminuição da área a ser atingida. A definição da concepção mais adequada de cada obra de engenharia depende, fundamentalmente, do entendimento dos processos geológicos considerados. |
| Evitar a instalação de novas áreas de risco | Controle da expansão e do adensamento da ocupação | Estabelecimento de diretrizes técnicas que permitam adequada ocupação do meio físico, expressas em cartas geotécnicas, que se constituem em instrumentos básicos, dado que reúnem informações do meio físico-geológico, indispensáveis ao planejamento de uma ocupação segura. |
| Conviver com os riscos naturais | Remoção preventiva e temporária da população instalada nas áreas de risco eminente | Elaboração e operação de Planos de Defesa Civil, visando reduzir a possibilidade de registro de perda de vidas humanas, após ser constatada a iminente possibilidade de ocorrência de acidentes geológicos. |

Quadro-02. Medidas de prevenção de riscos geológicos, segundo Cerri e Amaral (1998)

Recomenda-se que seja caracterizado o meio físico, o qual permite a identificação de suas limitações e potencialidades, ou seja, os processos atuantes, suas intensidades, suas condicionantes, etc.

A partir da análise dos aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e climáticos, por exemplo, pode-se concluir ao comportamento geotécnico dos diferentes solos e rochas que ocorrem na região e, com isso, prever as alterações produzidas pela ocupação neste comportamento.

Existem diversas Leis que regulamentam a liberação de loteamentos por parte das prefeituras. A principal delas é a Lei de Lehman, Lei Federal nº 6.766 de 19/12/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e se constitui num dos principais dispositivos legais deste assunto. Esta Lei, determina que não pode haver parcelamento do solo nas seguintes condições:

- em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente recuperados;
- em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento) salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;
- em terrenos onde as condições geológicas/geotécnicas não aconselham a edificação;
- em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis até a sua correção.

Estes cinco dispositivos constituem a base da lei, cuja aplicação, na prática, necessita de técnicos capacitados para, por exemplo, mapear os terrenos com declividade acima de 30% e elaborar recomendações aos loteamentos, tanto no âmbito do empreendedor como para o poder público, no caso a Prefeitura Municipal. As restrições, portanto, decorrem dos aspectos legais e das restrições do meio físico. As áreas passíveis de ocupação, em ambos os casos, devem ser objeto de ocupação criteriosa.

Embora a maior parte do município esteja localizada em declividades de terreno superiores a 30 % não foram observados problemas de gestão territorial relacionados à instabilidade de encostas.

As nascentes englobadas pelo perímetro urbano estão preservadas e as ocupações em áreas impróprias (encostas abruptas, várzeas, etc.), são poucas.

Na zona rural os principais problemas encontrados foram pocilgas situadas em áreas de várzea (Fig. 3) e antigas saibreiras desativadas, sem que tenha havido a devida recuperação do local. A localização das pocilgas em planícies de inundação é uma prática comum, não apenas no município de Pitanga, pela facilidade de limpeza do local porém os efluentes resultantes desta limpeza são importantes contaminantes dos rios.



Fig.3 – Pocilga localizada na planície de inundação de rio.

5-GESTÃO AMBIENTAL

O colapso do saneamento ambiental no Brasil chegou a níveis insuportáveis. A falta de água potável e de esgotamento sanitário é responsável, hoje, por 80% das doenças e 65% das internações hospitalares. Além disso, 90% dos esgotos domésticos e industriais são despejados sem qualquer tratamento nos mananciais de água. Os lixões, muitos deles situados às margens de rios e lagoas, são outro foco de problemas. O debate sobre o tratamento e a disposição de resíduos sólidos urbanos ainda é negligenciado pelo Poder Público (*Ecol News*, 2003).

5.1 - Poluição dos Recursos Hídricos

O conhecimento dos diferentes agentes que podem ocasionar a poluição dos recursos hídricos tem destacada importância no processo de prevenção. Estes agentes precisam ser detectados para que os seus impactos possam ser controlados. A grande diversidade de fontes poluidoras da água torna bastante difícil a síntese das mesmas. A classificação que segue procura mostrar as principais origens da poluição das águas superficiais e subterrâneas, que podem comprometer os mananciais.

- **Esgotos domésticos** – Provocam contaminação tanto bacteriológica, por meio dos dejetos humanos, como química, pela presença de produtos químicos de uso doméstico, entre eles os detergentes.
- **Esgotos hospitalares** – Produzem poluentes químicos e bacteriológicos, altamente tóxicos, capazes de provocar focos infecciosos e surtos de doenças epidêmicas. A exemplo da situação de despejo dos esgotos domésticos, estes também merecem especial atenção das autoridades municipais.

- **Esgotos industriais** – São poluentes essencialmente químicos, incluindo todos os tipos de águas residuais, efluentes de indústrias e postos de combustíveis (óleos, graxas, querosene, gasolina, etc).
- **Percolação de depósitos residuais sólidos** – Compreende as águas que antes de atingirem os corpos aquosos circulam depósitos de resíduos sólidos, domésticos ou industriais, como é o caso dos aterros sanitários. Enquanto nos resíduos domésticos predominam os poluentes bacteriológicos, nos resíduos industriais são mais comuns os químicos.
- **Produtos químicos agrícolas** – São os adubos, corretivos de solos, inseticidas e herbicidas, freqüentemente usados na lavoura e que as águas de escoamento podem carrear para os leitos dos rios, provocando a poluição química dos mesmos.
- **Produtos de atividades pecuárias e granjeiras** – Este é um tipo de poluição essencialmente orgânico e biológico. Os poluentes, muito semelhantes aos das atividades domésticas são levados pelas águas superficiais dos rios. As purinas das criações de porcos constituem os contaminantes mais expressivos, enquanto que os produtos de granjas avícolas, de um modo geral são menos poluentes.

As áreas potenciais à contaminação de aquíferos superficiais e subterrâneos são caracterizadas como situações de risco ambiental de caráter preventivo, pois requerem monitoramento intensivo da descarga de efluentes industriais, domésticos e de agentes poluentes, provenientes principalmente dos locais de deposição de resíduos sólidos (lixões, aterros controlados e aterros sanitários), postos de combustíveis, lavadores de automóveis, tanques de graxa e óleo, esgoto doméstico e industrial.

No propósito de esclarecer os administradores municipais quanto aos locais de deposição de resíduos sólidos, os principais aspectos foram sintetizados a seguir. Estas informações não substituem uma consultoria técnica, que deve ser contratada pela prefeitura para executar o projeto adequado. Acrescentamos também informações sobre reciclagem de materiais, que podem ter utilidade nas decisões que venham a ser tomadas pela prefeitura sobre o destino dos resíduos sólidos, tanto domésticos quanto industriais, de forma a melhorar a qualidade de vida da comunidade, com benefícios econômicos.

5.2- Lixo

Lixo é todo e qualquer resíduo sólido resultante das atividades diárias do homem em sociedade. Pode encontrar-se no estado sólido, líquido ou gasoso. Como exemplo de lixo temos as sobras de alimentos, embalagens, papéis, plásticos e outros.

A definição de **lixo** como material inservível e não aproveitável é, na atualidade, com o crescimento da indústria da reciclagem, considerada relativa, pois um resíduo poderá ser inútil para algumas pessoas e, ao mesmo tempo, considerado como aproveitável para outras.

Classificação

Segundo o critério de origem e produção, o lixo pode ser classificado da seguinte maneira:

- Doméstico: gerado basicamente em residências;
- Comercial: gerado pelo setor comercial e de serviços;
- Industrial: gerado por indústrias (classe I, II e III);
- Hospitalares: gerado por hospitais, farmácias, clínicas, etc.;
- Especial: podas de jardins, entulhos de construções e animais mortos.

De acordo com a composição química, o lixo pode ser classificado em duas categorias:

- Orgânico
- Inorgânico.

Destino do Lixo

Resíduo Descartado Sem Tratamento:

Caso o lixo não tenha um tratamento adequado, ele acarretará sérios danos ao meio ambiente:

- 1º. **Poluição do Solo:** alterando suas características físico-químicas, representará uma séria ameaça à saúde pública tornando-se ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças, além do visual degradante associado aos montes de lixo.
- 2º. **Poluição da Água:** alterando as características do ambiente aquático, através da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica presente no lixo, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos.
- 3º. **Poluição do Ar:** provocando formação de gases naturais na massa de lixo, pela decomposição dos resíduos com e sem a presença de oxigênio no meio, originando riscos de migração de gás, explosões e até de doenças respiratórias, se em contato direto com os mesmos.

Resíduo descartado com tratamento:

Isoladamente, a destinação final e o tratamento do lixo podem ser realizados através dos seguintes métodos:

- Aterros controlados e/ou sanitários (disposição no solo de resíduos domiciliares);
- Reciclagem energética (incineração ou queima de resíduos perigosos, com reaproveitamento e transformação da energia gerada);
- Reciclagem orgânica (compostagem da matéria orgânica);
- Reciclagem industrial (reaproveitamento e transformação dos materiais recicláveis);
- Esterilização a vapor e desinfecção por microondas (tratamento dos resíduos patogênicos, sépticos, hospitalares).

OBS.-Programas educativos ou processos industriais que tenham como objetivo a redução da quantidade de lixo produzido, também podem ser considerados como formas de tratamento.

Para que a gestão de resíduos seja feita com eficiência, isto é, economia de recursos, é preciso combinar pelo menos três tipos de medidas: (a) reduzir o volume do lixo produzido na cidade, (b) reaproveitar os materiais recicláveis e (c) construir aterros sanitários. Ou, como sugere algumas bibliografias, a aplicação da regra dos 3 Rs antes da disposição final dos resíduos: redução, reutilização e reciclagem.

A redução do volume do lixo requer uma política municipal de efeitos para longo prazo, que incentive a adoção de medidas para o melhor aproveitamento dos materiais recicláveis, ainda dentro das residências, nos estabelecimentos comerciais e nas indústrias. A separação do lixo na origem é o recurso mais utilizado para se chegar à redução seletiva de resíduos. Em média, o lixo urbano brasileiro contém, em peso, cerca de 50% de resíduos orgânicos, 35% de materiais recicláveis e 15% de outros materiais não aproveitáveis.

A reciclagem é uma medida indispensável, hoje em dia, não apenas pelos seus benefícios ambientais, mas principalmente pelo seu potencial econômico. Quando o volume de resíduos recicláveis não viabiliza a instalação de uma unidade de tratamento no município, a solução deve ser em nível de microrregião, combinando os interesses dos municípios vizinhos. São materiais preferenciais para a reciclagem os plásticos, papéis, vidro e alumínio, além de outros metais menos utilizados.

Somente depois de tomadas medidas de redução do volume inicial e da reciclagem é que se deve fazer o tratamento dos resíduos. Isto significa que, mesmo que atualmente seja inviável para a prefeitura promover uma redução efetiva e a reciclagem de resíduos, a administração municipal deve criar um programa de gestão ambiental que inicie estudos neste sentido, de preferência junto com prefeituras vizinhas. Estes estudos não precisam consumir grandes investimentos, porque podem ser desenvolvidos por estudantes e ambientalistas da região, em projetos de caráter voluntário. Eles subsidiarão as decisões da prefeitura com dados, informações e propostas de políticas, projetos comunitários e outras medidas de ordem prática.

Adotadas estas medidas, é possível a utilização de um aterro sanitário que receba volumes progressivamente menores de resíduos, estendendo a sua vida útil, gerando benefícios sociais e racionalizando a gestão ambiental. O aterro sanitário deve ser visto, portanto, exclusivamente como um depósito dos materiais que não podem ser reaproveitados.

Os resíduos orgânicos, tanto domésticos quanto os rejeitos da indústria petroquímica, podem ser misturados ao próprio solo, em áreas com lençol freático muito profundo. Revolidos periodicamente, estes resíduos são oxidados pelas bactérias do solo e são estabilizados depois de alguns meses.

Incineração

A incineração é uma forma de tratamento de resíduos onde os materiais são queimados em alta temperatura (acima de 900° C) em mistura com uma determinada

quantidade de ar e um período pré-determinado, com o objetivo de transformá-los em material inerte, diminuindo simultaneamente o seu peso e volume.

Reciclagem

É um processo através do qual os materiais que se tornariam lixo são desviados para serem utilizados como matéria prima na manufatura de bens feitos anteriormente com matéria-prima virgem. Um dos pressupostos básicos da reciclagem é a **Coleta Seletiva de Lixo**.

Benefícios da reciclagem:

- Preserva os recursos naturais;
- Diminui a poluição do ar e das águas;
- Diminui a quantidade de resíduos a serem aterrados;
- Gera emprego através da criação de usinas de reciclagem.

Compostagem

Trata-se de um método para decomposição do material orgânico existente no lixo, sob condições adequadas, de forma a se obter um composto orgânico para utilização na agricultura.

Entre as vantagens da compostagem podemos destacar:

- economia de espaço físico em aterro sanitário;
- reaproveitamento agrícola da matéria orgânica produzida;
- reciclagem dos nutrientes contidos no solo;
- eliminação de patógenos, tornando o resíduo ambientalmente seguro.

O processo de compostagem pode ocorrer de duas maneiras:

- a) Método natural onde a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em leiras. A aeração é feita por revolvimentos periódicos para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica, este processo tem um tempo estimado que pode variar de três a quatro meses;
- b) Método acelerado onde a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as leiras, ou em reatores dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. O ar é injetado sobre pressão, este processo pode variar de dois a três meses.

O grau de decomposição ou de degradação do material submetido ao processo de compostagem é acompanhado levando-se em consideração três fatores: cor, umidade e odor. A cor inicial tem um tom marrom e a final é preta. No início do processo a umidade é elevada e o odor é ocre passando para o de terra mofada no final do processo.

Existem alguns fatores que devem ser observados durante o processo de compostagem da fração orgânica:

- **Aeração:** é necessária para que a atividade biológica entre em ação, possibilitando a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida.
- **Temperatura:** o processo se inicia à temperatura ambiente, mas com passar do tempo e à medida que a ação microbiana se intensifica a temperatura se eleva, podendo atingir valores acima de 60° Celsius, esta fase do processo é chamada de termófila e é importante para a eliminação dos micróbios patogênicos e sementes de ervas daninhas. Depois que a temperatura atinge este pico, é iniciado um processo de abaixamento da temperatura chegando a temperaturas próximas de 30° Celsius é nesta fase em que ocorre a bioestabilização da matéria orgânica.
- **Umidade:** ou teor de umidade dos resíduos depende da granulometria da fração orgânica, bem como da porosidade e grau de compactação da mesma. Para que haja uma compostagem satisfatória a umidade não deve exceder o máximo de 50% em peso, durante o processo. Se houver um aumento da umidade a atividade biológica será reduzida, por outro lado se for muito elevada a geração biológica será prejudicada, ocorrendo anaerobiose. Sob estas condições forma-se o chorume, que é um líquido negro, de odor ocre. Se o local onde está sendo feita a compostagem for descoberto, o material estará sujeito às ações da chuva, o que aumentará em demasia a produção de chorume.
- **Granulometria:** é um fator que deve ser levado em consideração para que se inicie o processo de compostagem da fração orgânica. Para se obter homogeneidade no composto devem ser utilizadas peneiras.

Apesar de ser considerado um método de tratamento, a compostagem também pode ser entendida como um processo de destinação do material orgânico presente no lixo. Isto possibilita enorme redução da quantidade de material a ser disposto no aterro sanitário. Na técnica da compostagem também deve ser levado em conta o cuidado com o grau de impermeabilização do solo onde estarão as leiras, pois durante o processo pode haver infiltração no solo de compostos químicos que afetarão a qualidade das águas do lençol freático, bem como para onde escorre o chorume.

5.3- Locais para deposição de resíduos sólidos

Os aterros podem ser classificados de acordo com o tipo de disposição final utilizada, como segue:

Aterro comum ou lixão: é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc.), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume, comprometendo os recursos hídricos. Acrescenta-se a esta situação o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde e das indústrias.

Comumente ainda se associam aos lixões fatos altamente indesejáveis, como a criação e pastagem de animais e a existência de catadores (os quais muitas vezes, residem no próprio local).

Aterros controlados: esse método de disposição final de resíduos sólidos urbanos utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos, cobrindo-os com uma camada de material inerte ao final de cada jornada de trabalho.

Esta forma de disposição minimiza os impactos ambientais, pois não causa danos ou riscos à saúde pública.

Aterros sanitários: São aqueles que como vimos anteriormente, tem um projeto de engenharia, de controle e impacto ambiental e monitoramento. A concepção de aterro sanitário está relacionada ao tratamento dos resíduos sólidos. O lixo é acondicionado em solo compactado em camadas sucessivas e coberto por material inerte, também é realizada a drenagem de gases e percolados.

O processo de inertização dos resíduos é acelerado, minimizando e recuperando a área de deposição.

Em relação a disposição em aterros existem quatro linhas de tratamento para resíduos:

- Tratamento por digestão anaeróbica;
- Tratamento por digestão aeróbica
- Tratamento por digestão semi-aeróbica
- Tratamentos biológicos

Os aterros podem ainda ser classificados quanto ao tipo de técnica de operação:

Aterros de superfície: os resíduos são dispostos em uma área plana sendo que, são dispostos em trincheiras ou rampas.

Aterros de depressões: os resíduos são dispostos aproveitando as irregularidades geomorfológicas da região, como: depressões, lagoas, mangues e ou pedreiras extintas.

A metodologia aplicada nos aterros sanitários basicamente segue a seguinte ordem:

- 1º. **Escolha do terreno:** será levada em consideração a facilidade de acesso, a maioria da população aceite a instalação do projeto, siga as normas de zoneamento da região, o perigo de contaminação ambiental seja minimizado, possa ser utilizado por um longo espaço de tempo, etc.
- 2º. **Levantamento de dados:** onde serão verificados os índices pluviométricos da região, que resíduos serão depositados, densidade dos resíduos, peso específico dos resíduos, levantamento topográfico, levantamento geotécnico, recursos hídricos, tipo de vegetação, etc.

5.4- Gestão de aterros sanitários

A seleção do local para a instalação do aterro sanitário, que deve levar em conta uma série de fatores sócio-econômicos, embasados nas características do meio físico. De modo geral, os critérios adotados para definição dos terrenos mais adequados para disposição dos rejeitos sólidos, devem levar em conta:

- **Tipo de solo** – Solos residuais pouco espessos são considerados inaptos; solos permeáveis, com espessuras superiores a 3 metros facilitam a depuração de bactérias, chorume, compostos químicos, etc;
- **Nível freático** – Superior a 5 metros, evitando contaminação direta com águas de subsuperfície;
- **Declividade** – Áreas com baixa declividade para minimizar os escoamentos para a área do aterro. Em caso contrário deve ser implantado um sistema de drenagem para controle das águas superficiais;
- **Localização** – Distâncias superiores a 200 metros das cabeceiras de drenagem para evitar contaminação dos cursos d'água. Proximidade de solos de fácil escavabilidade e com boas características de material de aterro, para cobertura das células de lixo. Situação de no mínimo 3Km distante da área urbana e área de possível expansão.
- **Direção dos ventos** – Preferencialmente contrária à ocupação urbana

Informações gerais

Os aterros sanitários foram implantados no Brasil a partir de 1968 e são as formas de tratamento de resíduos sólidos mais utilizadas no país, superando largamente a incineração e a compostagem.

A Legislação Ambiental Brasileira é um conjunto bastante desconexo e até contraditório de leis, decretos e portarias geradas a nível federal e estadual, sem contar as eventuais regulamentações municipais. É impraticável resumir toda legislação existente, que pode ser localizada na obra *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*, editado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT e pelo Compromisso Empresarial Para Reciclagem - CEMPRE, em 2000. Comentamos a seguir apenas os aspectos mais importantes desta legislação.

Por força da Lei nº 6.938/81, as prefeituras brasileiras participam do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, com a atribuição de avaliar e estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos seus recursos, supletivamente ao Estado e à União. Esta atribuição desdobra-se em ações voltadas ao saneamento ambiental, o abastecimento de água, a drenagem pluvial, o tratamento de esgotos e resíduos sanitários. O Plano Diretor Municipal fornece a regulamentação básica para as ações da Prefeitura, definindo os critérios para a seleção de áreas destinadas aos resíduos domiciliares, industriais, hospitalares, perigosos e entulhos. Com base no Plano Diretor, a Lei de Uso e Ocupação do Solo estabelece zonas específicas para a deposição dos resíduos e entulhos, além de prever a elaboração de EIA/RIMA ou laudos técnicos para os empreendimentos de grande porte ou que venham a por em risco a qualidade do meio ambiente. O Código de Obras, por sua vez, pode exigir o uso de equipamentos para os tratamentos prévios de esgotos e efluentes, antes de serem lançados nos cursos d'água.

Finalmente, o Código de Posturas regulamenta a utilização dos espaços públicos ou de uso coletivo, disciplinando a disposição dos resíduos nas áreas previstas e podendo implantar a coleta seletiva do lixo urbano.

Das inúmeras leis, decretos e portarias vigentes no País para a gestão dos aterros sanitários, algumas estão relacionadas nos anexos.

Requisitos de engenharia de um aterro sanitário

O aterro sanitário distingue-se do lixão porque nele os resíduos são depositados de forma planejada sobre uma área previamente preparada, tendo em vista evitar a sua dispersão no ambiente, tanto dos resíduos quanto do chorume. Esta dispersão é evitada por meio de obras relativamente simples de engenharia sanitária, que impedem a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ecossistema como um todo.

A técnica mais simples de aterramento consiste em abrir valas cujo fundo esteja acima do lençol freático a uma distância de pelo menos 1,5 metro, em áreas onde o solo tenha espessura maior do que 3 metros. Este solo deve ser bastante argiloso, com permeabilidade inferior a 10-5 centímetros por segundo. Isto significa uma baixa permeabilidade, que retém a percolação do chorume e faz com que ele demore vários anos antes de chegar ao lençol freático. Estas características do terreno e das valas são as mais importantes do aterro, porque são elas que garantem a defesa do ambiente contra a contaminação.

O aterramento simples vale, entretanto, apenas para os resíduos domésticos e industriais comuns, sem materiais tóxicos, tais como resíduos hospitalares e embalagens de defensivos agrícolas. Os resíduos tóxicos exigem aterros totalmente impermeabilizados. A impermeabilização pode ser feita pela deposição de uma camada de argilas selecionadas na região, pelo uso de lonas plásticas, mantas de Bidin ou camadas de concreto.

São passíveis de serem depositados em aterros apenas os materiais que, por degradação ou retenção no solo, não apresentam a possibilidade de se infiltrar e contaminar o lençol freático. A degradação é produzida principalmente por bactérias e gera emissões de gás metano, que é inflamável e pode ser usado como combustível para a incineração do próprio lixo. Por isto, sempre existe o risco de incêndios e explosões sobre os lixões, que não têm qualquer espécie de controle. A infiltração no solo dá-se na forma de chorume, que é fortemente ácido e rico em metais pesados, entre outras substâncias. Devido a estas características, ele não pode entrar em contato direto com a água superficial ou subterrânea. Entretanto, a sua lenta percolação pelo solo permite que as argilas extraiam a maior parte dos metais e reduzam a acidez, anulando os seus efeitos nocivos sobre a água.

A preparação do terreno pode ser feita por meio de três modalidades: trincheira, rampa ou área aberta. A escolha de um destes modelos depende das condições locais do terreno, mas todos exigem a compactação do solo antes de se iniciar a deposição dos resíduos. Diariamente, um trator de esteira faz a compactação do lixo depositado, mantendo uma rampa lateral com inclinação de 1:3, isto é, a rampa sobe 1 metro a cada 3 metros de distância horizontal. Após a compactação, o lixo recebe uma fina camada de argila, que é também compactada de baixo para cima na rampa, com duas ou três

passadas do trator. Cada camada de resíduos é levantada até chegar a um máximo de 5 metros. A argila é usada para isolar cada camada e fazer com que se inicie imediatamente a digestão bacteriana dos resíduos.

Após um período que varia de 10 a 100 dias, completa-se a digestão aeróbica (com a presença de oxigênio) e começa a anaeróbica (sem oxigênio). Durante a segunda fase, eleva-se a temperatura e formam-se álcoois, ácidos, acetatos e gases, que devem permanecer dentro do aterro, tornando o ambiente fortemente ácido. Desta forma, há condições para a formação de outros microorganismos e gases, cujos produtos finais são o metano e o gás carbônico. Todo este processo de depuração leva de 8 a 10 anos após o aterramento.

Um projeto de implantação de aterro sanitário envolve normalmente os seguintes estudos:

- ✓ Identificação e caracterização dos condicionantes geológicos (rochas e estruturas), geotécnicos (propriedades mecânicas de solos e rochas), hidrogeológicos (drenagem superficial, permeabilidade do solo e subsolo, aquíferos) e geomorfológicos (declividade, formas de relevo, cobertura vegetal).
- ✓ Escolha do local de disposição dos resíduos e execução dos estudos geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos e geomorfológicos.
- ✓ Definição e execução do monitoramento pré-operacional.
- ✓ Definição dos dispositivos de contenção e coleta dos percolados e das plumas de contaminação.
- ✓ Definição dos tratamentos prévios dos resíduos, dos métodos e processos de disposição.
- ✓ Instalação e execução do monitoramento operacional e pós-operacional.

5.5- Situação em Pitanga

O aterro sanitário de Pitanga apresenta-se na área sul da cidade na zona rural, a aproximadamente 5 quilômetros do núcleo urbano. Situa-se sobre área de solo residual espesso, com baixa declividade a pouco menos de trezentos metros de uma cabeceira de drenagem.

Apesar das condições locais parecerem favoráveis vale ressaltar que as condições de disposição dos resíduos revelam uma série de deficiências. Dentre os problemas encontrados os principais são:

- Ausência de impermeabilização das células de estocagem, onde os resíduos são apenas cobertos por solo retirado da área do aterro. Esta situação permite a infiltração direta dos efluentes derivados da decomposição do lixo (chorume) nas águas do lençol freático, podendo alcançar o aquífero profundo;
- Ausência de poços de monitoramento das águas do lençol freático;
- Ausência de canais de escoamento do chorume, líquido decorrente da decomposição do material armazenado;

- Ausência de canais de disciplinamento de águas superficiais.

Outro fato que chama a atenção nas instalações do aterro sanitário é a falta de separação entre os materiais estocados. Resíduos recicláveis são dispostos em conjunto com o restante do lixo, uma vez que não existe coleta seletiva no município (Fig. 4). A prefeitura está em fase de implantação da coleta seletiva do lixo, visto que já existem nas dependências do aterro sanitário um galpão e uma prensa para armazenamento e compactação do material. Atualmente a separação dos materiais para reciclagem é feita por populares que atuam na área de disposição dos resíduos, antes do soterramento, revendendo o que conseguem retirar e que tem utilização na indústria de reciclagem (Fig. 5). A ausência de coleta seletiva aumenta também o volume final do material a ser armazenado no aterro, reduzindo sua vida útil.



Fig. 4 – Exemplo da composição dos resíduos encontrados no aterro sanitário: garrafas plásticas, pilhas, lixo orgânico, etc.



Fig. 5 – Material reciclável separado por populares.

É possível ainda notar resíduos que requerem uma destinação especial, como peças automotivas usadas e com restos de óleo (como filtros de óleo e estopas) misturadas ao lixo doméstico, agravando a contaminação do lençol freático.

O lixo hospitalar é separado do lixo doméstico, desde sua coleta, e não é classificado, contendo desde elementos perfuro cortantes até restos humanos. Atualmente estes resíduos são acondicionados em câmaras de concreto com tampa de metal até a incineração (Fig. 6), embora, na ocasião da visita realizada tenham sido encontrados restos de lixo hospitalar sendo queimados diretamente sobre o solo (Fig. 7).



Fig. 6 – Câmaras de concreto para disposição de resíduos hospitalares.



Fig. 7 – Queima de resíduos hospitalares.

Sobre a disposição dos rejeitos vale ressaltar que são dispostos em bancadas irregulares e coberto com terra somente (Fig. 8), sem a proteção de cobertura vegetal (gramíneas). Isto gera feições erosivas nas bancadas e transporte de sedimento além do transporte do próprio lixo para as drenagens mais próximas podendo causar assoreamento nos cursos de água.

Quando a prefeitura necessitar de outras áreas para disposição de resíduos sólidos deve consultar o **Anexo 10** (mapa síntese para o planejamento) e verificar a adequabilidade para este fim, procedendo os estudos necessários, conforme as legislação citada neste relatório.



Fig. 8 – Acondicionamento irregular do lixo.

6. RECURSOS MINERAIS

Em função da geologia do seu território, Pitanga apresenta bom potencial de argila para indústria cerâmica, areia e basalto para blocos, brita, saibro além de água subterrânea.

6.1- Argila

Verificou-se no município a existência de algumas ocorrências de argila com potencial para utilização na indústria cerâmica. Esta argila é oriunda do transporte e sedimentação de partículas argilosas pelos rios, ou simplesmente da alteração *in situ* de rochas basálticas. Algumas ocorrências já possuem requerimentos frente ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral.

As ocorrências de argila, apesar de seus resultados positivos, não foram cubadas, uma vez que não se trata do escopo principal deste trabalho. As áreas onde foram identificados os depósitos mais relevantes são mostradas no mapa de potencialidade mineral para argila industrial. Os trabalhos executados para a avaliação da potencialidade mineral para exploração de argila no município são descritos no capítulo Potencial mineral e as áreas onde foram realizados os trabalhos de avaliação são mostradas no Mapa de potencialidade mineral para argila industrial.

Generalidades

As argilas são silicatos hidratados de alumínio, constituídos por partículas tipicamente lamelares cujos diâmetros são inferiores a 0,002 mm, de cores variadas em função dos óxidos associados. O principal componente das argilas industriais, ou misturadas, é a caolinita, um silicato de alumínio hidratado que nunca é encontrado em estado quimicamente puro na natureza e que apresenta uma proporção de 47% de sílica, 39% de alumina e 14% de água.

Os materiais argilosos ocorrem de três modos: residuais, transportados e em latossolos. As argilas residuais ou primárias são aquelas que permanecem no local em que se formaram, devido a condições adequadas de formação (intemperismo), topografia e natureza da rocha matriz. Estes depósitos são pouco lavrados no Paraná, por falta de tradição e pela identificação geralmente difícil, que exige pesquisa geológica especializada. Os depósitos de argilas transportadas formam-se nas várzeas, concentradas pela ação dos rios e localizadas ao longo das margens de rios, lagos ou várzeas.

No campo, as argilas são reconhecidas pela textura terrosa e a granulometria muito fina, que geralmente adquire, ao ser umedecida com uma quantidade limitada de água, certo grau de plasticidade, suficiente para ser moldada. Esta plasticidade é perdida temporariamente pela secagem e permanentemente pela queima. O valor da argila como matéria-prima de vários produtos cerâmicos baseia-se nesta propriedade de permitir ser moldada em todas as formas, conservando-as permanentemente, mesmo após a secagem e queima.

As argilas mais plásticas são chamadas de gordas. As argilas arenosas e ásperas ao tato são chamadas de magras. As argilas para telhas e tijolos são gordas quando contém 80% de substâncias argilosas e magras quando contém 60% de areia.

As argilas empregadas na fabricação de produtos de cerâmica vermelha ou estrutural encontram-se distribuídas em quase todas as regiões do estado. As impurezas que podem conter são muito variáveis e modificam, relativamente, as suas propriedades. Isto significa que para a fabricação de produtos de cerâmica vermelha existe à disposição uma grande variedade de matérias-primas, o que representa, sem dúvida, uma vantagem para esta indústria.

6.2- Areia

A existência de areia nos depósitos aluvionares nos rios da região configura um bom potencial para sua utilização como agregado para a construção civil.

6.3- Pedras de talhe, cantaria e brita

A existência de rochas basálticas em toda a extensão do município de Pitanga possibilita a sua utilização como pavimento para as estradas da região, principalmente nas regiões onde a declividade torna-se alta, principalmente na área rural.

A MINEROPAR dispõe de um manual de orientação ao uso de paralelepípedos e pedras irregulares na pavimentação urbana e rural, que poderá ser utilizado pela

Prefeitura como guia para aperfeiçoar tecnicamente a execução destas obras. Comparado aos pavimentos asfálticos, o calçamento poliédrico apresenta duas vantagens importantes:

- Geração de emprego e renda durante a execução dos projetos, desde a fase de extração até a implantação e reposição dos pavimentos e calçadas.
- Redução dos custos de pavimentação e manutenção urbana e rural, em relação ao uso de pavimento asfáltico.

Em relação às vias não pavimentadas, entretanto, o calçamento poliédrico apresenta uma série mais diversificada de benefícios:

- Barateamento no custo dos transportes, com a conseqüente redução do custo de vida, em relação às vias não pavimentadas.
- Aumento da capacidade de transporte das vias públicas.
- Acesso fácil e garantido às propriedades públicas e particulares.
- Valorização dos imóveis atendidos pelas vias pavimentadas e calçadas.
- Melhoria das condições de habitabilidade das regiões atendidas.
- Aumento da arrecadação municipal pela valorização dos imóveis e aumento da produtividade.

6.4 - Saibro

Alguns tipos de materiais e rochas alteradas do município podem ser utilizados na pavimentação e conservação das estradas secundárias.

Em municípios do centro do Paraná como é o caso de Pitanga, as saibreiras, ou cascalheiras como são chamadas, são exploradas pelas prefeituras e pelos moradores, normalmente na posição de meia encosta. No caso de exploração pelo poder público as lavras são temporárias, abertas em acordo com os proprietários de terras ao longo das estradas, que cedem o material em troca do conforto em ter o acesso a suas terras melhorado.

No trabalho de campo executado pela MINEROPAR, estas frentes de lavra (são dezenas no município) foram cadastradas e estão registradas no mapa de documentação.

6.5- Água subterrânea

A água é o recurso mineral mais utilizado e, por isto mesmo, o mais ameaçado de exaustão no Brasil e no mundo inteiro. Apesar de três quartos da superfície terrestre serem cobertos por água, somente 1% presta-se ao consumo humano e grande parte desta pequena fração está congelada nos pólos e nas grandes altitudes das cadeias montanhosas. O mau uso (como lavar calçadas e automóveis com água tratada), o desperdício (as perdas médias de 40% nas redes de distribuição dos municípios brasileiros) e a falta de medidas protetoras dos mananciais (contaminação de mananciais pela instalação de lixões e vilas residenciais em locais impróprios) estão levando ao esgotamento não apenas das reservas superficiais, mas também das subterrâneas.

Embora a equipe da MINEROPAR não tenha efetuado vistorias de campo voltadas ao levantamento de informações sobre o potencial do município em relação aos mananciais de água subterrânea, apresentamos a seguir dados disponíveis na Empresa, que podem orientar as autoridades municipais quanto ao seu aproveitamento futuro. Na verdade, este não é o tipo de avaliação que se possa fazer sem a perfuração de poços e a execução de testes de vazão, entre outros recursos de pesquisa. As informações que apresentamos a seguir baseiam-se principalmente na obra do Dr. Reinhard Maack¹, pioneiro dos estudos hidrogeológicos no Paraná.

O abastecimento de água, principalmente dos centros urbanos, assume a cada dia aspectos de problema premente e de solução cada vez mais difícil, devido à concentração acelerada das populações nas regiões metropolitanas, à demanda que cresce acima da capacidade de expansão da infra-estrutura de abastecimento e à conseqüente ocupação das zonas de recarga dos mananciais. Estes três fatores, que se destacam dentro de um grande elenco de causas, geram de imediato a necessidade de se buscar fontes cada vez mais distantes dos pontos de abastecimento, o que encarece os investimentos necessários e os preços finais do consumo.

A origem da água subterrânea é sempre superficial, por precipitação das chuvas, concentração nas bacias de drenagem e infiltração nas zonas de recarga dos aquíferos. Apenas uma fração menor da água infiltrada no subsolo retorna diretamente à superfície, sem penetrar nas rochas e se incorporar às reservas do que se denomina propriamente água subterrânea.

Lençol ou nível freático é a superfície superior da zona do solo e das rochas que está saturada pela água subterrânea. A água que está acima do lençol freático é de infiltração, que ainda se movimenta pela força da gravidade em direção à zona de saturação. Este movimento de infiltração, também dito percolação, pode ser vertical ou sub-horizontal, dependendo da superfície do terreno, da estrutura e das variações de permeabilidade dos materiais percolados.

Quando captada em grande profundidade ou quando aflora em fontes naturais, por ascensão a partir das zonas profundas do subsolo, a água subterrânea atinge temperaturas que chegam a 40°C ou mais, dissolve sais das rochas encaixantes e adquire conteúdos de sais que a tornam merecedora de uma classificação especial. Ela se torna uma água mineral, cuja classificação varia essencialmente em função da temperatura de surgência, do pH² e dos conteúdos salinos.

Os melhores aquíferos são as rochas sedimentares de grão médio a grosseiro, como os arenitos e conglomerados, de altas porosidade e permeabilidade, que as permite armazenar grandes volumes de água e liberar grandes vazões. Ao contrário das rochas argilosas, os seus terrenos são geralmente secos, devido à facilidade de infiltração, mas em profundidade elas contêm excelentes reservas. É por isto que o arenito denominado Botucatu, que aflora imediatamente abaixo do basalto, ao longo das encostas inferiores do Terceiro Planalto, é o maior aquífero da América do Sul, com o nome de Aquífero Guarani.

¹ MAACK, R. - Notas preliminares sobre as águas do sub-solo da Bacia Paraná-Uruguai. Curitiba, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1970.

² pH: índice que mede o grau de acidez ou alcalinidade dos líquidos. Os valores de 0 a 6 indicam pH ácido, o valor 7 é neutro e os valores de 8 a 14 são alcalinos.

O mapa da página seguinte apresenta a localização dos poços tubulares de água, cadastrados na região de Pitanga, cujos dados indicam os valores esperados de produtividade em poços que venham a ser perfurados na região.

As medidas mais importantes para a proteção dos aquíferos, segundo R. Maack, consistem na proteção e reflorestamento das matas ciliares e de cabeceiras de drenagem, porque elas protegem, por sua vez, as zonas de recarga. Outras medidas que podem ser tomadas são a captação de água da chuva em canais de irrigação e a construção de açudes, para condução até as zonas de recarga, sobre sedimentos (principalmente aluviões) e rochas permeáveis. Os canais são construídos de forma a concentrarem por gravidade a água nos locais escolhidos, enquanto os açudes geralmente exigem o uso de bombas de grande capacidade. Considerando a boa produtividade dos aquíferos da região, a principal preocupação das autoridades municipais deve ser com a preservação dos mananciais de superfície, cujas medidas são as mesmas mencionadas acima.

6.6- Água mineral

Conforme definição do Código de Águas Minerais do Brasil (decreto-lei 7.841, de 08/08/45), em seu artigo 1º, águas minerais naturais *"são aquelas provenientes de fontes naturais ou de fontes artificialmente captadas que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa"*. Ainda de acordo com esse código (art. 35º), as águas minerais naturais brasileiras são classificadas mediante dois critérios: suas características permanentes e as características inerentes às fontes. As tabelas 2 e 3 apresentam as classificações feitas de acordo com os elementos predominantes e conteúdos em gases. Genericamente, toda água mineral natural traz benefícios à saúde e à beleza. Além de repor energias e favorecer o funcionamento adequado de músculos e nervos, tem efeitos benéficos especialmente para a pele, por hidratar e eliminar as toxinas resultantes da queima das células. Em função disso, há dermatologistas que indicam água mineral natural também para a higiene do rosto e do corpo, assim como para minimizar os efeitos de manchas e queimaduras provocadas pelo sol. A Tabela 4 indica os efeitos terapêuticos mais conhecidos das águas minerais brasileiras.

No Brasil, onde cerca de 250 marcas estão presentes no mercado, a maior produção e o maior consumo são de águas minerais naturais leves e macias, classificadas na fonte como radioativas, fracamente radioativas e hipotermiais, assim como as águas classificadas quimicamente como fluoretadas, carbogasosas e oligominerais, estas com vários sais em baixa concentração. Mas há diversas outras classificações, indicadas para diferentes finalidades, como demonstra a tabela a seguir, cujo texto foi revisado pelo Dr. Benedictus Mário Mourão, médico, diretor dos Serviços Termiais da Prefeitura de Poços de Caldas e titular da Comissão Permanente de Crenologia do DNPM.

| TIPOS | CARACTERÍSTICAS |
|------------------------------|--|
| I. Oligominerais | Contêm diversos tipos de sais, todos em baixa concentração. |
| II. Radíferas | Contêm substâncias radioativas dissolvidas que lhes atribuem radioatividade permanente. |
| III. Alcalino-bicarbonatadas | Contêm teores de compostos alcalinos equivalentes pelo menos a 0,200 g/l de NaHCO ₃ . |
| IV. Alcalino-terrosas | Contêm teores de alcalinos terrosos equivalentes a pelo menos 0,120 g/l de CaCO ₃ , podendo ser: a) Alcalino-terrosas cálcicas, que contêm pelo menos 0,048 g/l de Ca, na forma de CaHCO ₃ . b) Alcalino-terrosas magnesianas, que contêm pelo menos 0,030 g/l de Mg, na forma de MgHCO ₃ . |
| V. Sulfatadas | Contêm pelo menos 0,100 g/l do ânion SO ₄ , combinado aos cátions Na, K e Mg |
| VI. Sulfurosas | Contêm pelo menos 0,001 g/l do ânion S. |
| VII. Nitradas | Contêm pelo menos 0,100 g/l de ânion NO ₃ de origem mineral. |
| VIII. Cloretadas | Contêm pelo menos 0,500 g/l de NaCl. |
| IX. Ferruginosas | Contêm pelo menos 0,005 g/l de cátion Fe. |
| X. Radioativas | Contêm radônio em dissolução, nos seguintes limites: a) Fracamente radioativas, as que apresentarem, no mínimo, um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão. b) Radioativas, as que apresentarem um teor em radônio compreendido entre 10 e 50 unidades Mache por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão. c) Fortemente radioativas, as que possuírem um teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão. |
| XI. Toriativas | Contêm um teor em torônio em dissolução equivalente em unidades eletrostáticas, a 2 unidades Mache por litro, no mínimo. |
| XII. Carbogasosas | Contêm 200 ml/l de gás carbônico livre dissolvido, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão. |

Tabela 1. Classificação das águas minerais pelo DNPM, de acordo com o elemento dominante. (Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais – ABINAM)

| TIPOS | CARACTERÍSTICAS |
|-------------------------------|---|
| I. Fontes radioativas | a) Fracamente radioativas , as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto com um teor em radônio compreendido entre 5 e 10 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão; b) Radioativas , as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto, com um teor compreendido entre 10 e 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão; c) Fortemente radioativas , as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto, com teor em radônio superior a 50 unidades Mache, por litro de gás espontâneo, a 20°C e 760 mm de Hg de pressão. |
| II. Fontes toriativas | as que apresentarem, no mínimo, uma vazão gasosa de 1 litro por minuto, com um teor em torônio, na emergência, equivalente em unidades eletrostáticas a 2 unidades Mache por litro. |
| III. Fontes sulfurosas | as que possuírem na emergência desprendimento definido de gás sulfídrico. |

Tabela 2. Classificação das águas minerais segundo os conteúdos de gases. (Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais – ABINAM)

| CLASSIFICAÇÃO | INDICAÇÕES |
|---------------------------|--|
| Ferruginosas | Anemias, parasitoses, alergias e acne juvenil; estimulam o apetite. |
| Fluoretadas | Para a saúde de dentes e ossos. |
| Radioativas | Dissolvem cálculos renais e bilares; favorecem a digestão; são calmantes e laxantes; filtram excesso de gordura do sangue. |
| Carbogasosas | Diuréticas e digestivas, são ideais para acompanhar refeições; repõe energia e estimula o apetite; eficazes contra hipertensão arterial. |
| Sulfurosas | Para reumatismos, doenças da pele, artrites e inflamações em geral. |
| Brometadas | Sedativas e tranqüilizantes, combatem a insônia, nervosismo, desequilíbrios emocionais, epilepsia e histeria. |
| Sulfatadas sódicas | Para prisão de ventre, colites e problemas hepáticos. |
| Cálcicas | Para casos de raquitismo e colite; consolidam fraturas e têm ação diurética. Reduz a sensibilidade em casos de asma, bronquites, eczemas e dermatoses. |
| Iodetadas | Tratam adenóides, inflamações da faringe e insuficiência da tireóide. |
| Bicarbonatadas sódicas | Doenças estomacais, como gastrites e úlceras gastroduodenais, hepatite e diabetes. |
| Alcalinas | Diminuem a acidez estomacal e são boas hidratantes para a pele. |
| Ácidas | Regularizam o pH da pele. |
| Carbônicas | Hidratam a pele e reduzem o apetite. |
| Sulfatadas | Atuam como antiinflamatório e antitóxico. |
| Oligominerais radioativas | Higienizam a pele, diurese, intoxicações hepáticas, ácido úrico, inflamações das vias urinárias, alergias e estafa. |

Tabela 3. Efeitos terapêuticos das águas minerais naturais. (Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais - ABINAM)

No que diz respeito ao aproveitamento de fontes de água mineral natural, existem duas possibilidades: para distribuição e consumo como bebida envasada ou para exploração de estância hidromineral. As instruções para a regularização junto ao Ministério de Minas e Energia, em qualquer caso, são as mesmas oferecidas para o licenciamento, que se aplicam da mesma forma à água mineral. Entretanto, as peculiaridades deste bem mineral, que é tratado como substância de aplicações terapêuticas, demandam uma orientação específica do DNPM quanto aos procedimentos técnicos e legais cabíveis.

7- DIREITOS MINERÁRIOS

O Município de Pitanga apresenta 7 processos ativos referentes a títulos minerários concedidos pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, em fases de autorização de pesquisa para basalto, ouro e argila e requerimento de lavra para basalto.

As principais substâncias são: basalto para a transformação em brita, com uso na construção civil e fabricação de poliedros para aplicação em estradas municipais.

A Prefeitura de Pitanga não dispõe de nenhuma área de pedreira ou saibreira legalizada junto ao DNPM. Entretanto foram identificadas diversas áreas de extração em atividade e abandonadas com potencial e viabilidade técnica para utilização de cascalho e basalto para poliedro.

O regime de regularização destas áreas deve ser através de um Registro de Extração Mineral registrado junto ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral e Licenciamento Ambiental de Operação junto ao IAP – Instituto Ambiental do Paraná, visando a exploração racional e planejada dos recursos minerais do município.

O mapa de direitos minerários do município de Pitanga (Fig. 9) observa-se as poligonais das áreas dos processos registrados junto ao DNPM

Tab: Processos minerários registrados junto ao DNPM:

| Número | Ano | Requerente | Fase do Processo | Ativo | UF |
|------------------------|------|----------------------------------|-------------------------|-------|----|
| 826545 | 1993 | VERGÍLIO CASTAGNOLI S.A TERRAPLA | Requerimento de Lavra | S | PR |
| 826016 | 2000 | MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINERO | Autorização de Pesquisa | S | PR |
| 826183 | 2001 | COMPANHIA VALE DO RIO DOCE | Autorização de Pesquisa | S | PR |
| 826184 | 2001 | COMPANHIA VALE DO RIO DOCE | Autorização de Pesquisa | S | PR |
| 826508 | 2002 | MARTINS E PORTES LTDA | Autorização de Pesquisa | S | PR |
| 826492 | 2004 | ANTONIO MORO E CIA LTDA | Autorização de Pesquisa | S | PR |
| 826033 | 2005 | MARTINS E PORTES LTDA | Autorização de Pesquisa | S | PR |

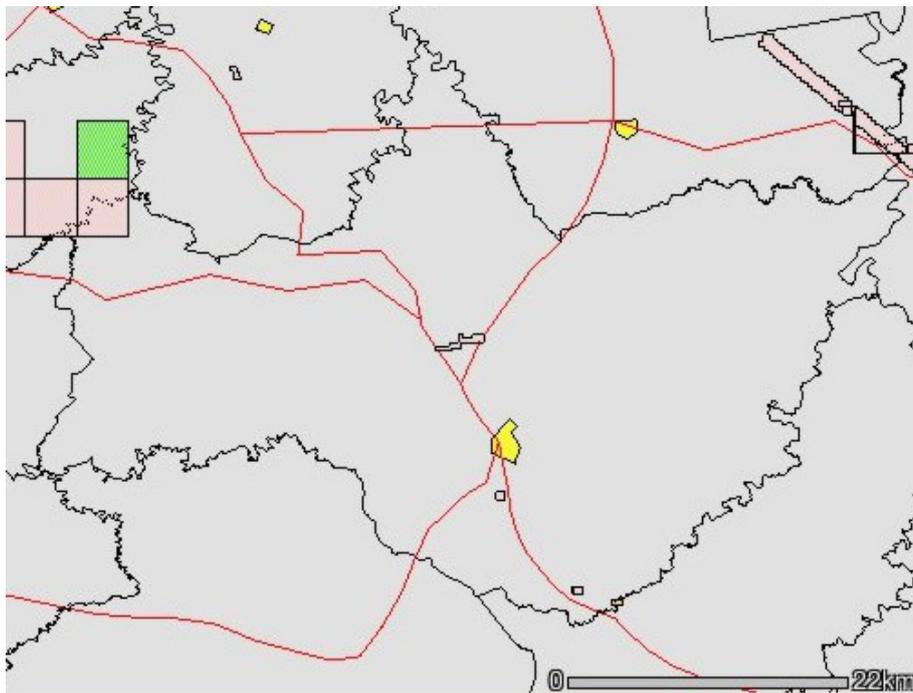


Fig. 9 – Títulos minerários Pitanga.

7.1 Embasamento legal para o aproveitamento de substâncias minerais.

A MINEROPAR disponibiliza para as prefeituras um Manual de Orientação com toda a legislação pertinente, incluindo os artigos principais das leis que regulamentam esta atividade: trechos da Legislação Mineral; da Legislação Ambiental, e modelo de Licença Municipal.

7.2 Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais CFEM

A CFEM, instituída pela Lei N° 7.990, de 28 de dezembro de 1989, é devida pelos detentores de direitos minerários, em decorrência da exploração dos recursos minerais para fins de aproveitamento econômico. Para os minérios regidos pelo sistema de licenciamento, é calculada sobre o valor de 2% do faturamento líquido, considerado como tal o valor de venda do produto mineral, deduzidos os impostos incidentes na comercialização, bem como as despesas com transporte e seguros. Quando não ocorre a venda, porque o produto mineral é consumido, transformado ou utilizado pelo próprio minerador, considera-se então como valor para efeito de cálculo da CFEM, a soma das despesas diretas e indiretas ocorridas até o momento da utilização do produto mineral.

Os recursos da CFEM são distribuídos da seguinte forma: 12% para a União, 23% para o Estado e 65% para o município produtor. Considera-se como município produtor

aquele no qual ocorre a extração da substância mineral. Caso a área licenciada abranja mais de um município, deverá ser preenchida uma guia de recolhimento para cada município, observada a proporcionalidade da produção efetivamente ocorrida em cada um deles.

O pagamento da Compensação Financeira deverá ser efetuado mensalmente até o último dia útil do segundo mês subsequente ao fato gerador, nas agências do Banco do Brasil, por meio da guia de recolhimento/CFEM.

8- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

9.1 Potencial mineral

Em função da geologia do seu território, Pitanga apresenta potencial para água subterrânea e basalto para blocos, brita e saibro. Foi favorável ainda a avaliação quanto potencialidade mineral para argila industrial no município.

Esta avaliação foi realizada mediante a campanha de amostragem em áreas previamente avaliadas e outros alvos escolhidos através de critérios de identificação de campo e foto interpretação.

A princípio foram selecionadas três áreas pesquisadas anteriormente para uma nova amostragem e realização de ensaios para definição da utilização do material pesquisado. Após as primeiras etapas de campo foi possível definir mais cinco áreas com potencial para argila segundo avaliação de campo.

Foram realizadas duas campanhas de amostragem, as quais consistiam na execução de furos a trado manual com disposição aleatória nas áreas selecionadas, para coleta de amostras e posterior avaliação das dimensões dos depósitos. As amostras serão encaminhadas para análise pela MINEROPAR, através das quais será possível indicar a melhor utilização destas argilas.

Na tabela a seguir é apresentado um quadro descrevendo os tipos de argila predominante, assim como a espessura média deste tipo por área, o número de furos, o número de amostras coletadas e a área em hectares dos possíveis depósitos em cada área.

| Identificação | Tipo de argila predominante | Espessura média (m) | Nº de furos | Nº de amostras | Área (Ha) |
|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------|----------------|-----------|
| Área 1 | Argila bege a cinza plástica | 2,2 | 14 | 10 | 52,715 |
| Área 2 | Argila bege a cinza plástica | 1,6 | 3 | 2 | 37,897 |
| Área 3 | Argila cinza clara plástica | 3,2 | 5 | 5 | 8,918 |
| Área 4 | Argila cinza clara plástica | 2,8 | 6 | 5 | 4,464 |
| Área 5 | Argila marrom clara plástica | 1,8 | 5 | 2 | 10,062 |
| Área do Rio Borboletinha | Argila cinza a marrom clara plástica | 2,15 | 16 | 10 | 124,923 |
| Área do Rio Borboletinha II | Argila cinza a marrom clara plástica | 1,3 | 3 | 2 | 186,939 |
| Área do Rio Quinze | Argila cinza clara plástica | 0,16 | 6 | 0 | 25,245 |

Tabela 4 . Áreas de argila com descrição dos tipos predominantes, espessura média número de furos, número amostras coletadas e área dos possíveis depósitos

As áreas depósitos mais relevantes, assim como a locação das sondagens realizadas podem ser visualizadas no Mapa de potencialidade mineral para argila industrial, anexo XX.

Para efeito de regulamentação das atividades de exploração mineral para o município de Pitanga recomenda-se a adoção das medidas contidas no Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).

9.2 Gestão ambiental

O local do lixão da prefeitura é apropriado. A distância do núcleo urbano é mais de 5 Km, o que viabiliza a expansão da cidade também naquela direção. Por estar posicionado em local de solos maduros, espessos, sem blocos e matações, é possível evitar que haja contaminação do lençol freático, desde que as células de acondicionamento sejam devidamente impermeabilizadas.

Foi constatado que no lixão há uma grande quantidade de material reciclável (incluindo plásticos e pneus) misturados aos resíduos domésticos. Também verificou-se que não há local próprio para a disposição de resíduos contaminados com derivados de petróleo, ainda que ocorram em pouca quantidade. Recomenda-se adotar campanhas de coleta seletiva e de reciclagem de lixo para o município.

Sugere-se a implantação de um sistema para drenagem e tratamento do chorume proveniente da degradação dos resíduos, para que não venha a se tornar mais uma fonte de contaminação.

O lixo hospitalar apresenta-se separado do comum em local devidamente isolado.

Recomenda-se a instalação de poços de monitoramento das condições do lençol freático, com a construção de pelo menos um poço à montante e três poços à jusante do local de disposição dos resíduos.

Nos postos e depósitos de combustíveis da sede municipal, recomenda-se o levantamento de passivo ambiental para diagnosticar possíveis danos aos aquíferos freático e subterrâneos causados por óleos, graxas, combustíveis, etc.

Recomenda-se adotar medidas de conscientização da população do município em relação aos processos de degradação ambiental e suas conseqüências, tais como: manipulação de agrotóxicos e descarte de embalagens, rejeitos sólidos e líquidos domésticos e industriais; reciclagem de resíduos sólidos urbanos, compostagem de resíduos orgânicos, etc.

As medidas a serem adotadas para a gestão ambiental do município devem ser orientadas pela legislação ambiental vigente, tendo como base legal a RESOLUÇÃO Nº 237, DE 19 DE dezembro DE 1997 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, que no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentadas pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno que considera basicamente os e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente.

9.3 Planejamento Urbano

A utilização do mapa síntese para o planejamento urbano é de extrema importância, uma vez que indica áreas com alto potencial de fragilidade ambiental, como aquelas onde as espessuras de solo são muito pequenas ou a declividade do terreno é muito alta (> 30%).

O conhecimento da fragilidade ambiental do território de Pitanga é necessário para minimizar o impacto de atividades necessárias ao desenvolvimento econômico e social do município, quantificando os riscos envolvidos na implantação de determinados empreendimentos, devendo ser utilizado como base de dados do meio físico para a determinação do zoneamento urbano.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CERRI, L.E.S. e AMARAL, C.P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A.M.S.; BRITO, S.N.A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310.

ECOL NEWS, **Resíduos Sólidos**, internet <http://www.ecolnews.com.br/lixo.htm>, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Londrina : SUDESUL / EMBRAPA / IAPAR, 1984. 2 v.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. Coordenação: Maria Luiza Otero D'Almeida, André Vilhena. 2ª edição. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000. Publicação IPT 2622.

LOYOLA, LUCIANO C. de. **Programa de treinamento para produtores de cerâmica vermelha do oeste paranaense**. Curitiba : SEBRAE/MINEROPAR, 1992. 40p.

MAAK, R. - **Notas preliminares sobre as águas do sub-solo da Bacia Paraná-Uruguaí**. Curitiba, Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1970.

MINEROPAR, Minerais do Paraná S/A. **Guia de prevenção de acidentes geológicos urbanos**. Curitiba: MINEROPAR, 1998, 52 páginas.

_____ **Nota explicativa do mapa geológico do Estado do Paraná**. Curitiba, 1999, 28 p.

_____ **Paralelepípedos e alvenaria poliédrica: manual de utilização**. Curitiba, 1983, 87 p.

_____ **Perfil do setor da água no Estado do Paraná**. Curitiba, 2000, 57 p., anexos.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PITANGA. **Aspectos demográficos**. Internet <http://www.Pitanga.pr.gov.br/aspdemo.php>.

ROSA FILHO, E. F. da; SALAMUNI, R. e BITTENCOURT, A. V. L. **Contribuição ao estudo das águas subterrâneas nos basaltos no Estado do Paraná**. Curitiba, UFPR, Boletim Paranaense de Geociências, nº 37, p. 22-52, 1987.

SANTOS, Pêrsio de Souza. **Ciência e tecnologia de argilas**. 2. Ed. Ver. São Paulo : Edgard Blücher, 1989. V.1., 408p.

ZUQUETTE, L.V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. São Carlos/SP, 1987. 3v. (Doutorado-EESC/USP).....

ANEXOS

ANEXOS

Lista de anexos

Anexo 1 - Gestão ambiental e gestão territorial

Anexo 2 – Cartografia básica e documentação

Anexo 3 - Mapa de declividades

Anexo 4 - Mapa geomorfológico

Anexo 5 - Mapa de coberturas inconsolidadas

Anexo 6 - Mapa geológico/substrato rochoso

Anexo 7 - Mapa síntese para o planejamento

Anexo 8 - Mapa geoambiental

Anexo 9 - Imagem geocover

Anexo 10 - Modelo digital do terreno de Pitanga

Anexo 11 – Mapa de situação das áreas com potencial mineral para argila

Anexo 12 – Mapa de detalhe das áreas com potencial mineral para argila

ANEXO 1

Gestão Ambiental e Gestão Territorial

1 GESTÃO AMBIENTAL

O colapso do saneamento ambiental no Brasil chegou a níveis insuportáveis. A falta de água potável e de esgotamento sanitário é responsável, hoje, por 80% das doenças e 65% das internações hospitalares. Além disso, 90% dos esgotos domésticos e industriais são despejados sem qualquer tratamento nos mananciais de água. Os lixões, muitos deles situados às margens de rios e lagoas, são outro foco de problemas. O debate sobre o tratamento e a disposição de resíduos sólidos urbanos ainda é negligenciado pelo Poder Público (Ecol News, 2003).

1.1 Poluição dos recursos hídricos

O conhecimento dos diferentes agentes que podem ocasionar a poluição dos recursos hídricos tem destacada importância no processo de prevenção. Estes agentes precisam ser detectados para que os seus impactos possam ser controlados. A grande diversidade de fontes poluidoras da água torna bastante difícil a síntese das mesmas. A classificação que segue procura mostrar as principais origens da poluição das águas superficiais e subterrâneas, que podem comprometer os mananciais.

- **Esgotos domésticos:** provocam contaminação tanto bacteriológica, por meio dos dejetos humanos, como química, pela presença de produtos químicos de uso doméstico, entre eles os detergentes.
- **Esgotos hospitalares:** produzem poluentes químicos e bacteriológicos, altamente tóxicos, capazes de provocar focos infecciosos e surtos de doenças epidêmicas. A exemplo da situação de despejo dos esgotos domésticos, estes também merecem especial atenção das autoridades municipais.

- **Esgotos industriais:** são poluentes essencialmente químicos, incluindo todos os tipos de águas residuais, efluentes de indústrias e postos de combustíveis (óleos, graxas, querosene, gasolina, etc).
- **Percolação de depósitos residuais sólidos:** compreende as águas que, antes de atingirem os corpos aquosos, circulam em depósitos de resíduos sólidos, domésticos ou industriais, como é o caso dos aterros sanitários. Enquanto nos resíduos domésticos predominam os poluentes bacteriológicos, nos resíduos industriais são mais comuns os químicos.
- **Produtos químicos agrícolas:** são os adubos, corretivos de solos, inseticidas e herbicidas, freqüentemente usados na lavoura e que as águas de escoamento podem carrear para os leitos dos rios, provocando a poluição química dos mesmos.
- **Produtos de atividades pecuárias e granjeiras:** é um tipo de poluição essencialmente orgânica e biológica, sendo os poluentes muito semelhantes aos das atividades domésticas e são levados pelas águas superficiais dos rios. As purinas das criações de porcos constituem os contaminantes mais expressivos, enquanto que os produtos de granjas avícolas, de um modo geral, são menos poluentes.

As áreas potenciais à contaminação de aquíferos superficiais e subterrâneos são caracterizadas como situações de risco ambiental de caráter preventivo, pois requerem monitoramento intensivo da descarga de efluentes industriais, domésticos e de agentes poluentes, provenientes principalmente dos locais de deposição de resíduos sólidos (lixões, aterros controlados e aterros sanitários), postos de combustíveis, lavadores de automóveis, tanques de graxa e óleo, esgoto doméstico e industrial.

No propósito de esclarecer os administradores municipais quanto aos locais de deposição de resíduos sólidos, os principais aspectos foram sintetizados a seguir. Estas informações não substituem uma consultoria técnica, que deve ser contratada pela prefeitura para executar o projeto adequado. Acrescentamos também informações sobre reciclagem de materiais, que podem ter utilidade nas decisões que venham a ser tomadas pela prefeitura sobre o destino dos resíduos

sólidos, tanto domésticos quanto industriais, de forma a melhorar a qualidade de vida da comunidade, com benefícios econômicos.

1.2 Lixo

Lixo é todo e qualquer resíduo sólido resultante das atividades diárias do homem em sociedade. Pode encontrar-se no estado sólido, líquido ou gasoso. Como exemplo de lixo temos as sobras de alimentos, embalagens, papéis, plásticos e outros.

A definição de lixo como material inservível e não aproveitável é, na atualidade, com o crescimento da indústria da reciclagem, considerada relativa, pois um resíduo poderá ser inútil para algumas pessoas e, ao mesmo tempo, considerado como aproveitável para outras.

1.2.1 Classificação

Segundo o critério de origem e produção, o lixo pode ser classificado da seguinte maneira:

- Doméstico: gerado basicamente em residências;
- Comercial: gerado pelo setor comercial e de serviços;
- Industrial: gerado por indústrias (classe I, II e III);
- Hospitalar: gerado por hospitais, farmácias, clínicas, etc;
- Especial: podas de jardins, entulhos de construções e animais mortos.

De acordo com a composição química, o lixo pode ser classificado como orgânico e inorgânico.

1.2.2 Resíduo descartado sem tratamento

Caso o lixo não tenha um tratamento adequado, ele acarretará sérios danos ao meio ambiente:

Poluição do solo: altera suas características físico-químicas, e representa uma séria ameaça à saúde pública, tornando o ambiente propício ao desenvolvimento de transmissores de doenças, além do visual degradante associado aos montes de lixo.

Poluição da água: modifica as características do ambiente aquático, por meio da percolação do líquido gerado pela decomposição da matéria orgânica presente no lixo, associado com as águas pluviais e nascentes existentes nos locais de descarga dos resíduos.

Poluição do ar: provoca a formação de gases naturais na massa de lixo, pela decomposição dos resíduos com e sem a presença de oxigênio no meio, originando riscos de migração de gás, explosões e até de doenças respiratórias.

1.2.3 Resíduo descartado com tratamento

Isoladamente, a destinação final e o tratamento do lixo podem ser realizados através dos seguintes métodos:

- Aterros controlados e/ou sanitários (disposição no solo de resíduos domiciliares);
- Reciclagem energética (incineração ou queima de resíduos perigosos, com reaproveitamento e transformação da energia gerada);
- Reciclagem orgânica (compostagem da matéria orgânica);
- Reciclagem industrial (reaproveitamento e transformação dos materiais recicláveis);

- Esterilização a vapor e desinfecção por microondas (tratamento dos resíduos patogênicos, sépticos, hospitalares).

Obs. - Programas educativos ou processos industriais que tenham como objetivo a redução da quantidade de lixo produzido também podem ser considerados como formas de tratamento.

Para que a gestão de resíduos seja feita com eficiência, isto é, economia de recursos, é preciso combinar pelo menos três tipos de medidas: reduzir o volume do lixo produzido na cidade; reaproveitar os materiais recicláveis e construir aterros sanitários. Como sugerem algumas bibliografias, deve-se aplicar a regra dos 3 Rs antes da disposição final dos resíduos, ou seja: redução, reutilização e reciclagem.

A redução do volume do lixo requer uma política municipal de efeitos a longo prazo, que incentive a adoção de medidas para o melhor aproveitamento dos materiais recicláveis, ainda dentro das residências, nos estabelecimentos comerciais e nas indústrias. A separação do lixo na origem é o recurso mais utilizado para se chegar à redução seletiva de resíduos. Em média, o lixo urbano brasileiro contém, em peso, cerca de 50% de resíduos orgânicos, 35% de materiais recicláveis e 15% de materiais não aproveitáveis.

A reciclagem é uma medida indispensável, hoje em dia, não apenas pelos seus benefícios ambientais, mas principalmente pelo seu potencial econômico. Quando o volume de resíduos recicláveis não viabiliza a instalação de uma unidade de tratamento no município, a solução deve ser em nível de microrregião, combinando os interesses dos municípios vizinhos. São materiais preferenciais para a reciclagem os plásticos, papéis, vidro e alumínio, além de outros metais menos utilizados.

Somente depois de tomadas medidas de redução do volume inicial e da reciclagem é que se deve fazer o tratamento dos resíduos. Isto significa que, mesmo que atualmente seja inviável para a prefeitura promover uma redução efetiva e a reciclagem de resíduos, a administração municipal deve criar um programa de gestão ambiental que inicie estudos neste sentido, de preferência junto às prefeituras vizinhas. Estes estudos não precisam consumir grandes investimentos, porque podem ser desenvolvidos por estudantes e ambientalistas da região, em

projetos de caráter voluntário. Eles subsidiarão as decisões da prefeitura com dados, informações e propostas de políticas, projetos comunitários e outras medidas de ordem prática.

Adotadas estas medidas, é possível a utilização de um aterro sanitário que receba volumes progressivamente menores de resíduos, estendendo a sua vida útil, gerando benefícios sociais e racionalizando a gestão ambiental. O aterro sanitário deve ser visto, portanto, exclusivamente como um depósito de materiais que não podem ser reaproveitados.

Os resíduos orgânicos, tanto domésticos quanto os rejeitos da indústria petroquímica, podem ser misturados ao próprio solo, em áreas com lençol freático muito profundo. Revolidos periodicamente, estes resíduos são oxidados pelas bactérias do solo e estabilizam-se depois de alguns meses.

1.2.4 Incineração

Esta é uma forma de tratamento de resíduos, onde os materiais são queimados em alta temperatura (acima de 900° C), numa mistura com determinada quantidade de ar em um período pré-estabelecido, tendo por objetivo transformá-la em material inerte, diminuindo simultaneamente o seu peso e volume.

1.2.5 Reciclagem

É um processo através do qual materiais que se tornariam lixo são desviados para utilização na manufatura de bens. Um dos pressupostos básicos da reciclagem é a coleta seletiva de lixo que tem como benefícios a preservação dos recursos naturais; a diminuição da poluição do ar e das águas; a redução da quantidade de resíduos e a geração de empregos.

1.2.6 Compostagem

Trata-se de um método para decomposição do material orgânico existente no lixo, sob condições adequadas, de forma a se obter um composto orgânico para utilização na agricultura.

Entre as vantagens da compostagem podemos destacar:

- economia de espaço físico em aterro sanitário;
- reaproveitamento agrícola da matéria orgânica produzida;
- reciclagem dos nutrientes contidos no solo;
- eliminação de patogênicos, tornando o resíduo ambientalmente seguro.

O processo de compostagem pode ocorrer de duas maneiras:

- a) Método natural: a fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em leiras. A aeração é feita por revolvimentos periódicos para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica, com um tempo estimado que pode variar de três a quatro meses;
- b) Método acelerado: a aeração é forçada por tubulações perfuradas, sobre as quais se colocam as leiras ou em reatores, dentro dos quais são colocados os resíduos, avançando no sentido contrário ao da corrente de ar. O ar é injetado sobre pressão e este processo pode variar de dois a três meses.

O grau de decomposição ou de degradação do material submetido ao processo de compostagem é acompanhado levando-se em consideração três fatores: cor, umidade e odor. A cor inicial tem um tom marrom e a final é preta. No início do processo a umidade é elevada e o odor é ocre passando para o de terra mofada no final do processo.

Existem alguns fatores que devem ser observados durante o processo de compostagem da fração orgânica:

- **Aeração:** é necessária para que a atividade biológica entre em ação, possibilitando a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida.
- **Temperatura:** o processo se inicia em temperatura ambiente, mas com passar do tempo e à medida que a ação microbiana se intensifica a temperatura se eleva, podendo atingir valores acima de 60° C. Esta fase do processo é chamada de termófila e é importante para a eliminação dos micróbios patogênicos e sementes de ervas daninhas. Depois que a temperatura atinge este pico, é iniciado um processo de resfriamento podendo alcançar 30° C. É nesta fase em que ocorre a bioestabilização da matéria orgânica.
- **Umidade:** depende da granulometria da fração orgânica, bem como da porosidade e grau de compactação da mesma. Para que haja uma compostagem satisfatória a umidade não deve exceder o máximo de 50% em peso, durante o processo. Se houver um aumento da umidade a atividade biológica será reduzida; por outro lado, se for muito elevada a geração biológica será prejudicada, ocorrendo anaerobiose. Sob estas condições forma-se o chorume, que é um líquido negro, de odor ocre. Se o local onde está sendo feita a compostagem for descoberto, o material estará sujeito às ações da chuva, o que aumentará em demasido a produção de chorume.
- **Granulometria:** é um fator que deve ser levado em consideração para que se inicie o processo de compostagem da fração orgânica. Para se obter homogeneidade no composto, devem ser utilizadas peneiras.

Apesar de ser considerado um método de tratamento, a compostagem também pode ser entendida como um processo de destinação do material orgânico presente no lixo. Isto possibilita enorme redução da quantidade de material a ser disposto no aterro sanitário. Na técnica de compostagem também deve ser levado em conta o cuidado com o grau de impermeabilização do solo onde estarão as leiras, pois durante o processo pode haver infiltração de compostos químicos que afetarão a qualidade das águas do lençol freático, bem como para onde escorre o chorume.

1.3 Locais para deposição de resíduos sólidos

Os aterros podem ser classificados de acordo com o tipo de disposição utilizada, como segue:

Aterro comum ou lixão: é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Os resíduos assim lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume, comprometendo os recursos hídricos. Acrescenta-se a esta situação o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde e das indústrias. Comumente ainda se associam aos lixões fatos altamente indesejáveis, como a criação e pastagem de animais e a existência de catadores (os quais muitas vezes, residem no próprio local).

Aterros controlados: esse método de disposição final de resíduos sólidos urbanos utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos, cobrindo-os com uma camada de material inerte ao final de cada jornada de trabalho. Esta forma de disposição minimiza os impactos ambientais, pois não causa danos ou riscos à saúde pública.

Aterros sanitários: São aqueles que como vimos anteriormente, tem um projeto de engenharia, de controle e impacto ambiental e monitoramento. A concepção de aterro sanitário está relacionada ao tratamento dos resíduos sólidos. O lixo é acondicionado em solo compactado em camadas sucessivas e coberto por material inerte, e também é realizada a drenagem dos gases e percolados. O processo de inertização dos resíduos é acelerado, minimizando e recuperando a área de deposição. Em relação a disposição em aterros existem quatro linhas, sendo : tratamento biológico, e, por digestão anaeróbica, aeróbica e semi-aeróbica.

Os aterros podem ainda ser classificados quanto ao tipo de técnica de operação:

Aterros de superfície: os resíduos são dispostos em áreas planas, trincheiras ou rampas.

Aterros de depressões: os resíduos são dispostos aproveitando as irregularidades geomorfológicas da região, como: depressões, lagoas, mangues e/ou pedreiras extintas.

A metodologia aplicada nos aterros sanitários basicamente segue a seguinte ordem:

Escolha do terreno: será levada em consideração, a facilidade de acesso, a concordância da população quanto à instalação do projeto, o respeito às normas de zoneamento e a diminuição da contaminação ambiental;

Levantamento de dados: serão verificados os índices pluviométricos da região, que resíduos serão depositados, densidade e peso específico dos resíduos, levantamento topográfico e geotécnico, recursos hídricos, tipo de vegetação, etc.

1.4 Gestão de aterros sanitários

A seleção do local para a instalação do aterro sanitário deve levar em conta uma série de fatores sócio-econômicos, embasados nas características do meio físico. De modo geral, os critérios adotados para definição dos terrenos mais adequados para disposição dos rejeitos sólidos devem levar em conta:

- **Tipo de solo:** solos residuais pouco espessos são considerados inaptos e solos permeáveis, com espessuras superiores a 3 m, facilitam a depuração de bactérias, chorume, compostos químicos, etc;
- **Nível freático:** superior a 5 m, evitando a contaminação direta com águas de subsuperfície;

- **Declividade:** áreas com baixa declividade para minimizar os escoamentos para a área do aterro. Em caso contrário deve ser implantado um sistema de drenagem para controle das águas superficiais;
- **Localização:** distâncias superiores a 200 m das cabeceiras de drenagem evitam a contaminação dos cursos d'água; proximidade de solos de fácil escavabilidade e com boas características de material de aterro, para cobertura das células de lixo; distancia de no mínimo 3 Km da área urbana e/ou área de possível expansão;
- **Direção dos ventos:** preferencialmente contrária à ocupação urbana.

1.4.1 Informações gerais

Os aterros sanitários foram implantados no Brasil a partir de 1968 e são as formas de tratamento de resíduos sólidos mais utilizadas no país, superando largamente a incineração e a compostagem.

A Legislação Ambiental Brasileira é um conjunto bastante desconexo e até contraditório (leis, decretos e portarias geradas a nível federal e estadual), sem contar as eventuais regulamentações municipais. É impraticável resumir toda legislação existente, que pode ser encontrada na obra “Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado”, editado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT e pelo Compromisso Empresarial Para Reciclagem - CEMPRE, em 2000. A seguir, alguns aspectos mais importantes desta legislação.

Por força da Lei nº 6.938/81, as prefeituras brasileiras participam do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, com a atribuição de avaliar e estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vistas ao uso racional dos seus recursos, supletivamente ao Estado e à União. Esta atribuição desdobra-se em ações voltadas ao saneamento ambiental, ao abastecimento de água, à drenagem pluvial e ao tratamento de esgotos e resíduos sanitários. O plano diretor municipal fornece a

regulamentação básica para as ações da prefeitura, definindo os critérios para a seleção de áreas destinadas aos resíduos domiciliares, industriais, hospitalares e entulhos. Com base no plano diretor, a Lei do uso e ocupação do solo estabelece zonas específicas para a deposição dos resíduos e entulhos, além de prever a elaboração de EIA/RIMA ou laudos técnicos para os empreendimentos de grande porte ou que venham a por em risco a qualidade do meio ambiente. O Código de Obras, por sua vez, pode exigir o uso de equipamentos para os tratamentos prévios de esgotos e efluentes, antes de serem lançados nos cursos d'água. Finalmente, o Código de Posturas regulamenta a utilização de áreas públicas ou de uso coletivo, disciplinando a disposição dos resíduos nas áreas previstas e implantação de coleta seletiva do lixo urbano.

Das inúmeras leis, decretos e portarias vigentes no País, para a gestão dos aterros sanitários, algumas estão relacionadas nos anexos.

1.4.2 Requisitos de engenharia de um aterro sanitário

O aterro sanitário distingue-se do lixão porque nele os resíduos são depositados de forma planejada sobre uma área previamente preparada, para evitar a sua dispersão no ambiente, tanto dos resíduos quanto do chorume. Esta dispersão é evitada por meio de obras relativamente simples de engenharia sanitária, que impedem a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, do solo e do ecossistema como um todo.

A técnica mais simples de aterramento consiste em abrir valas, cujo fundo esteja acima do lençol freático, a uma distância de pelo menos 1,5 m, em áreas onde o solo tenha espessura maior do que 3 m. Este solo deve ser bastante argiloso, com permeabilidade inferior a 10,5 cm por segundo. Isto significa uma baixa permeabilidade, que retém a percolação do chorume e retarda a chegada ao lençol freático. Estas características do terreno e das valas são as mais importantes do aterro, porque garantem a defesa do ambiente contra a contaminação.

O aterramento simples é válido, entretanto, apenas para os resíduos domésticos e industriais comuns, sem materiais tóxicos, tais como, resíduos hospitalares e embalagens de defensivos agrícolas. Já os resíduos tóxicos exigem total impermeabilização do aterro, que pode ser feita pela deposição de uma camada

de argila selecionada na região, pelo uso de lonas plásticas, mantas de bidin ou camadas de concreto.

São passíveis de serem depositados em aterros apenas os materiais que, por degradação ou retenção no solo, não apresentam a possibilidade de se infiltrar e contaminar o lençol freático. A degradação é produzida principalmente por bactérias e gera emissões de gás metano, que é inflamável e pode ser usado como combustível para a incineração do próprio lixo. Por isto, sempre existe o risco de incêndios e explosões sobre os lixões, que não têm qualquer espécie de controle. A infiltração no solo dá-se na forma de chorume, que é fortemente ácido e rico em metais pesados, entre outras substâncias. Devido a estas características, ele não pode entrar em contato direto com a água superficial ou subterrânea. Entretanto, a sua lenta percolação pelo solo permite que as argilas extraiam a maior parte dos metais e reduzam a acidez, anulando os seus efeitos nocivos sobre a água.

A preparação do terreno pode ser feita por meio de três modalidades: trincheira, rampa ou área aberta. A escolha de um destes modelos depende das condições locais do terreno, mas todos exigem a compactação do solo antes de se iniciar a deposição dos resíduos. Diariamente, um trator de esteira faz a compactação do lixo depositado, mantendo uma rampa lateral com inclinação de 1:3, isto é, a rampa sobe 1 m a cada 3 m de distância horizontal. Após a compactação, o lixo recebe uma fina camada de argila, que é também compactada de baixo para cima na rampa, com duas ou três passadas do trator. Cada camada de resíduos é levantada até chegar a um máximo de 5 m. A argila é usada para isolar cada camada e fazer com que se inicie imediatamente a digestão bacteriana dos resíduos.

Após um período que varia de 10 a 100 dias, completa-se a digestão aeróbica (com a presença de oxigênio) e começa a anaeróbica (sem oxigênio). Durante a segunda fase, eleva-se a temperatura e formam-se álcoois, ácidos, acetatos e gases, que devem permanecer dentro do aterro, tornando o ambiente fortemente ácido. Desta forma, há condições para a formação de outros microorganismos e gases, cujos produtos finais são o metano e o gás carbônico. Todo este processo de depuração leva de 8 a 10 anos após o aterramento.

Para a implantação de um projeto de aterro sanitário são necessários os seguintes procedimentos:

- Identificação e caracterização dos condicionantes geológicos (rochas e estruturas), geotécnicos (propriedades mecânicas de solos e rochas), hidrogeológicos (drenagem superficial, permeabilidade do solo e subsolo, aquíferos) e geomorfológicos (declividade, formas de relevo, cobertura vegetal).
- Escolha do local para disposição dos resíduos e execução dos estudos geológicos, geotécnicos, hidrogeológicos e geomorfológicos;
- Definição e execução do monitoramento pré-operacional;
- Indicação dos dispositivos de contenção e coleta dos percolados e das plumas de contaminação;
- Determinação dos tratamentos prévios dos resíduos, dos métodos e processos de disposição.
- Instalação e execução do monitoramento operacional e pós-operacional.

2 GESTÃO TERRITORIAL

Como a Prefeitura Municipal de Pato Branco irá utilizar este trabalho para a elaboração do Plano Diretor, conseqüentemente, necessitará de áreas para a expansão urbana, implantação de loteamentos residenciais e áreas industriais. A título de orientação, transcrevemos a seguir o texto integral de um capítulo do “Guia de Prevenção de Acidentes Geológicos Urbanos”, editado pela MINEROPAR.

A ocupação urbana no Brasil tem ocorrido desordenadamente e sem o mínimo conhecimento sobre as características do meio físico, colocando a população freqüentemente em situações de risco que podem evoluir até a deflagração de acidentes geológicos propriamente ditos. Essa situação não se restringe apenas aos grandes núcleos urbanos, mas também afeta as comunidades de menor porte e mesmo as áreas rurais.

A prevenção de acidentes geológicos urbanos é possível a partir da identificação e da análise das áreas de risco. Estas, por sua vez, são enfocadas em trabalhos prévios de análise do meio físico, comumente denominados mapeamentos geotécnicos.

O mapeamento geotécnico aplicado ao planejamento territorial e urbano utiliza bases do meio físico com a finalidade de orientar o uso da terra, a análise ambiental e as obras civis. A geotecnia classifica e analisa os recursos naturais do meio físico quanto às suas limitações e potencialidades, representando este processo cartograficamente por meio do mapeamento geotécnico. Além disso, avalia esses recursos quanto à adequabilidade, segundo critérios que visem o equilíbrio e o desenvolvimento para estudos de viabilidade, projeto, construção, manejo e monitoramento. Neste contexto, é de fundamental importância a caracterização das áreas de riscos geológicos e a proposição de medidas de prevenção dos acidentes correlatos, com a indicação dos locais ameaçados, sua quantificação e prioridades, expressos em cartas de zoneamento de riscos geológicos.

Segundo Cerri e Amaral (1998), as medidas de prevenção de acidentes geológicos podem ser dirigidas para evitar a ocorrência ou reduzir a magnitude do(s) processo(s) geológico(s), para eliminar ou reduzir as conseqüências sociais e/ou

econômicas decorrentes, ou para ambas, simultaneamente. Os autores consideram ainda que, além da possibilidade de remoção definitiva dos moradores das áreas sujeitas a risco (procedimento raramente colocado em prática devido às dificuldades inerentes a esta ação), a prevenção de acidentes geológicos urbanos deve considerar os seguintes objetivos:

- eliminar e/ou reduzir os riscos já instalados;
- evitar a instalação de novas áreas de risco;
- conviver com os riscos atuais.

Em razão das características de cada situação de risco em particular e com base nesses objetivos estabelecidos, Cerri e Amaral (1998) consideram que podem ser adotadas diferentes medidas de prevenção de acidentes geológicos, cada qual associada a uma ação técnica específica, conforme resumido no quadro a seguir:

Recomenda-se que seja caracterizado o meio físico, o qual permite a identificação de suas limitações e potencialidades, ou seja, os processos atuantes, suas intensidades, suas condicionantes, etc.

A partir da análise dos aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrológicos e climáticos, por exemplo, pode-se concluir o comportamento geotécnico dos diferentes solos e rochas que ocorrem na região e, com isso, prever as alterações produzidas pela ocupação neste comportamento.

Tabela 1 - Medidas de prevenção de riscos geológicos

| OBJETIVO | MEDIDA DE PREVENÇÃO | AÇÃO TÉCNICA |
|---|--|--|
| Eliminar e/ou reduzir os riscos já instalados | Recuperação das áreas de risco | Perenização da ocupação (quando possível), por meio de projetos de urbanização e da implantação de obras de engenharia, que se destinam a evitar a ocorrência dos processos geológicos e/ou reduzir a magnitude destes processos, com diminuição da área a ser atingida. A definição da concepção mais adequada de cada obra de engenharia depende, fundamentalmente, do entendimento dos processos geológicos considerados. |
| Evitar a instalação de novas áreas de risco | Controle da expansão e do adensamento da ocupação | Estabelecimento de diretrizes técnicas que permitam adequada ocupação do meio físico, expressas em cartas geotécnicas, que se constituem em instrumentos básicos, por reunirem informações do meio físico-geológico, indispensáveis ao planejamento de uma ocupação segura. |
| Conviver com os riscos naturais | Remoção preventiva e temporária da população instalada nas áreas de risco eminente | Elaboração e operação de Planos de Defesa Civil, visando reduzir a possibilidade de registro de perda de vidas humanas, após ser constatada a iminente possibilidade de ocorrência de acidentes geológicos. |

Fonte: Cerri e Amaral (1998)

Existem diversas leis que regulamentam a liberação de loteamentos por parte das prefeituras. A principal delas é a Lei de Lehman, Lei Federal nº 6.766 de 19/12/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e se constitui num dos principais dispositivos legais deste assunto. Esta Lei determina que não pode haver parcelamento do solo nas seguintes condições:

- em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;
- em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública.
- em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

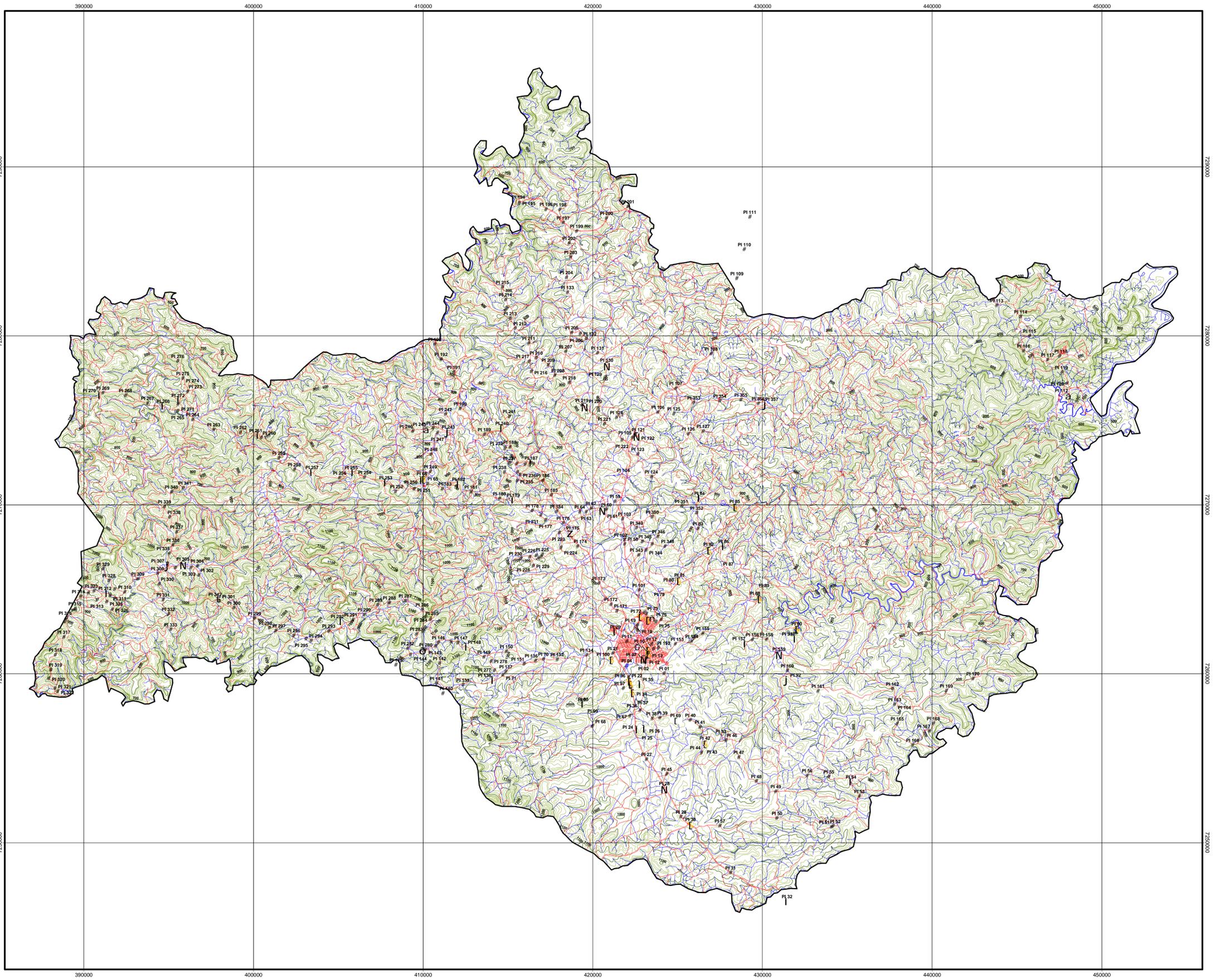
- em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;
- em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis até a sua correção.

Estes cinco dispositivos constituem a base da lei, cuja aplicação, na prática, necessita de técnicos capacitados para, por exemplo, mapear os terrenos com declividade acima de 30% e elaborar recomendações aos loteamentos, tanto no âmbito do empreendedor como para o poder público, no caso a Prefeitura Municipal. As restrições, portanto, decorrem dos aspectos legais e das restrições do meio físico. As áreas passíveis de ocupação, em ambos os casos, devem ser objeto de ocupação criteriosa.

Nos trabalhos de campo, observou-se que existem poucos problemas de gestão territorial em Pato Branco. As nascentes englobadas pelo perímetro urbano estão satisfatoriamente preservadas e as ocupações em áreas impróprias (encostas abruptas, várzeas, etc), são pouco expressivas, porém deve-se atentar para impedir a ocupação de áreas consideradas inadequadas, que podem ser observadas no mapa síntese para o planejamento urbano – Anexo 8.

ANEXO 2

Cartografia básica e documentação



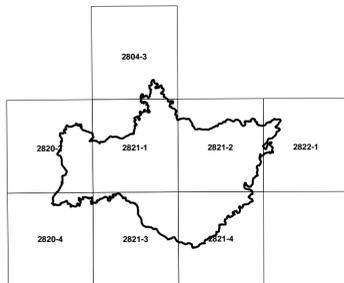
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA
- HIDROGRAFIA
- ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
- RODOVIAS E ARRUAMENTO MUNICIPAL

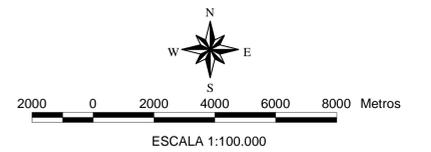
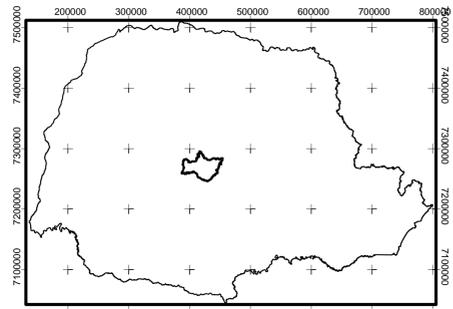
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- [] ATERRO SANITÁRIO
- ã CAIXA D'ÁGUA - SANEPAR
- # CAPTAÇÃO DE ÁGUA - SANEPAR
- Ñ CEMITÉRIO
- 0 DEPÓSITO TEMPORÁRIO LIXO HOSPITALAR
- GRANJAS / POCILGAS
- INDÚSTRIAS / FÁBRICAS
- J LOCALIDADES
- ñ PARQUE DE EXPOSIÇÕES
- l PEDREIRAS / SAIBREIRAS
- à PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA DO CRISTALINO
- Õ POÇO CACIMBA
- Ê POÇO DE PETRÓLEO - PETROBRÁS
- Z POÇO TUBULAR PROFUNDO
- # PONTO DESCRITO
- \ POSTO DE COMBUSTÍVEL

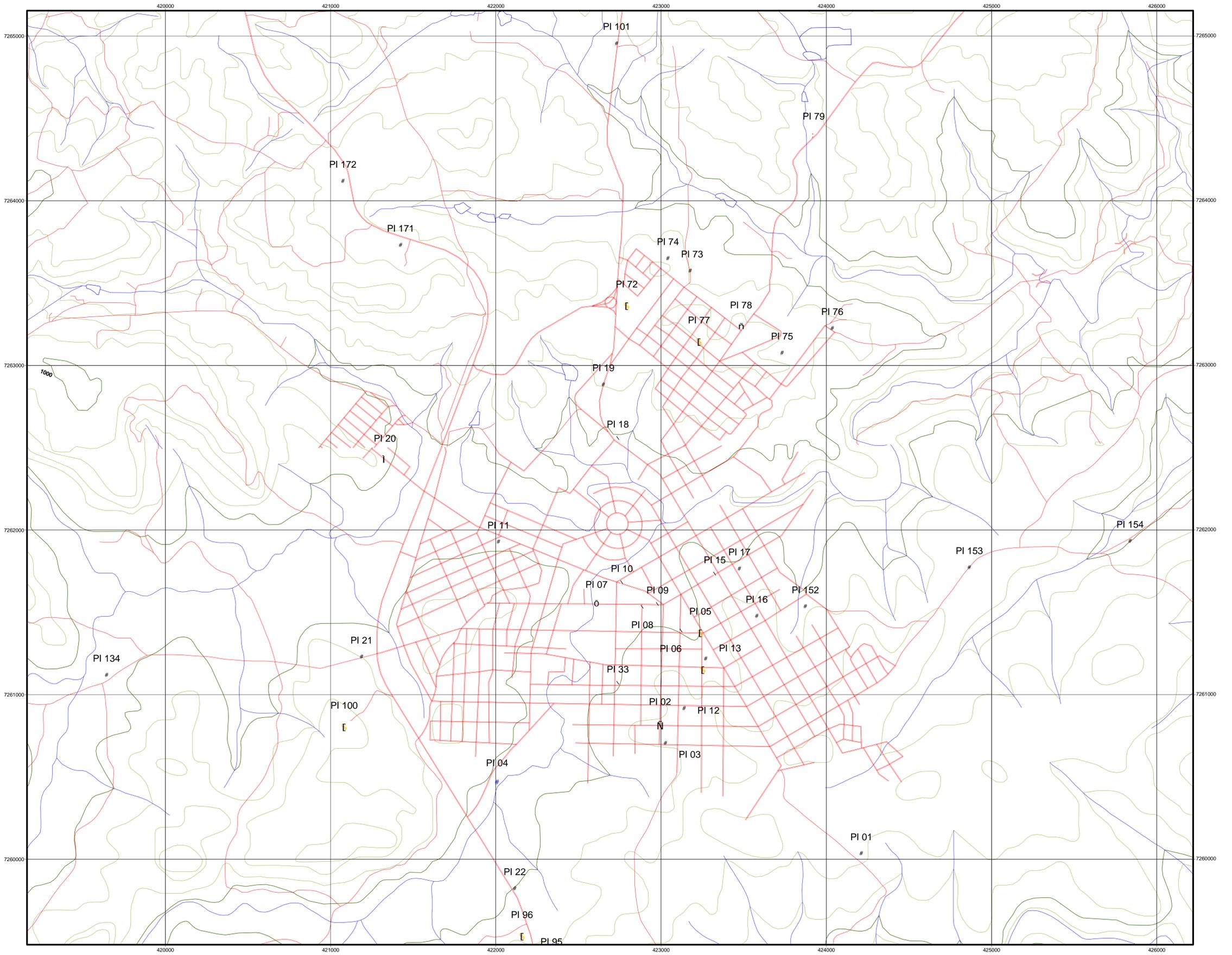
ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO



| | | |
|--|--|--------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 1 - CARTOGRAFIA BÁSICA E DOCUMENTAÇÃO | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2), Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980. | | |
| AUTORES: Cleo Andréo Carvalho Daniel Fabian Bello Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Dêcio Falcão | BLOCO |



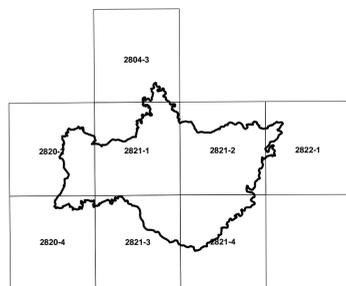
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA
- HIDROGRAFIA
- ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
- RODOVIAS E ARRUAJAMENTO MUNICIPAL

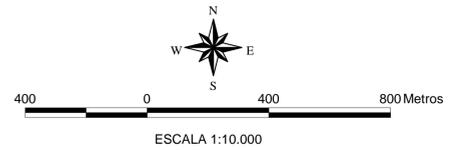
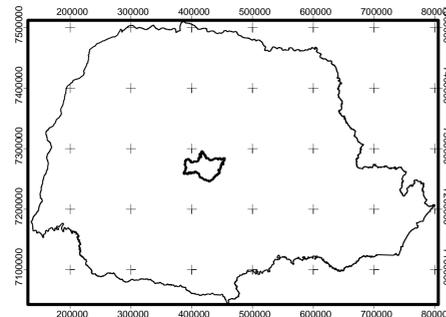
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- [] ATERRO SANITÁRIO
- ã CAIXA D'ÁGUA - SANEPAR
- # CAPTAÇÃO DE ÁGUA - SANEPAR
- Ñ CEMITÉRIO
- 0 DEPÓSITO TEMPORÁRIO LIXO HOSPITALAR
- GRANJAS / POCILGAS
- INDÚSTRIAS / FÁBRICAS
- J LOCALIDADES
- ñ PARQUE DE EXPOSIÇÕES
- l PEDREIRAS / SAIBREIRAS
- à PEQUENA CENTRAL HIDRELÉTRICA DO CRISTALINO
- Õ POÇO CACIMBA
- Ö POÇO DE PETRÓLEO - PETROBRÁS
- Z POÇO TUBULAR PROFUNDO
- # PONTO DESCRITO
- ^ POSTO DE COMBUSTÍVEL

ARTICULAÇÃO

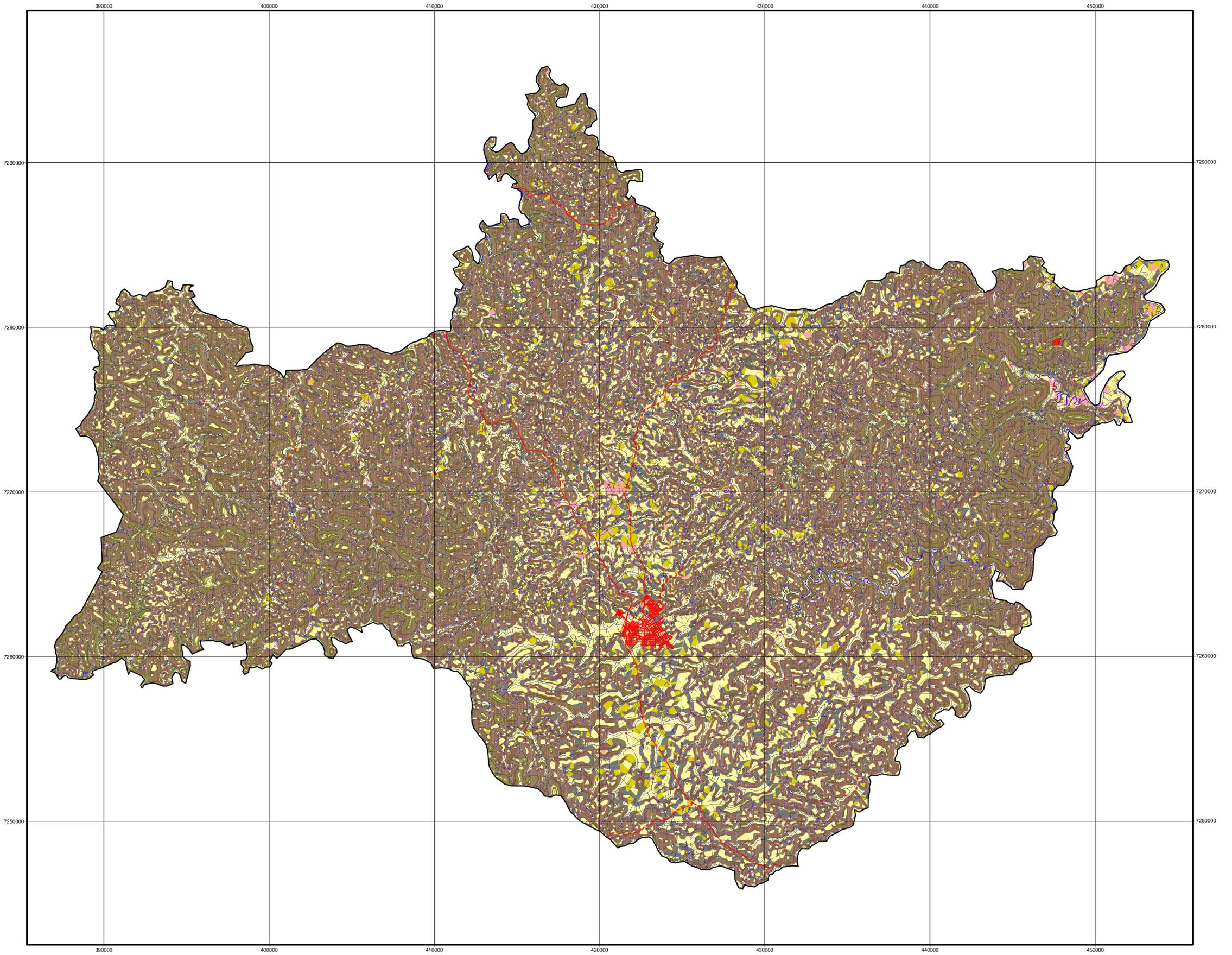


SITUAÇÃO



| | | |
|--|--|--------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | |
| ANEXO 1A - CARTOGRAFIA BÁSICA E DOCUMENTAÇÃO DA ÁREA URBANA AMPLIAÇÃO DA CARTA 1:100000 | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2), Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1990. | | |
| AUTORES: Cláudio Antônio Carvalho Daniel Fabian Belli Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Dióclio Falcão | BLOCO |

ANEXO 3
Mapa de declividades



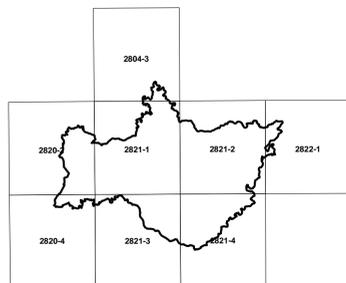
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA
- HIDROGRAFIA
- ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
- RODOVIAS E ARRUIAMENTO MUNICIPAL

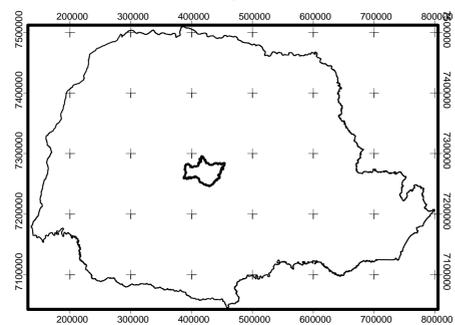
CLASSES DE DECLIVIDADE

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

ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO

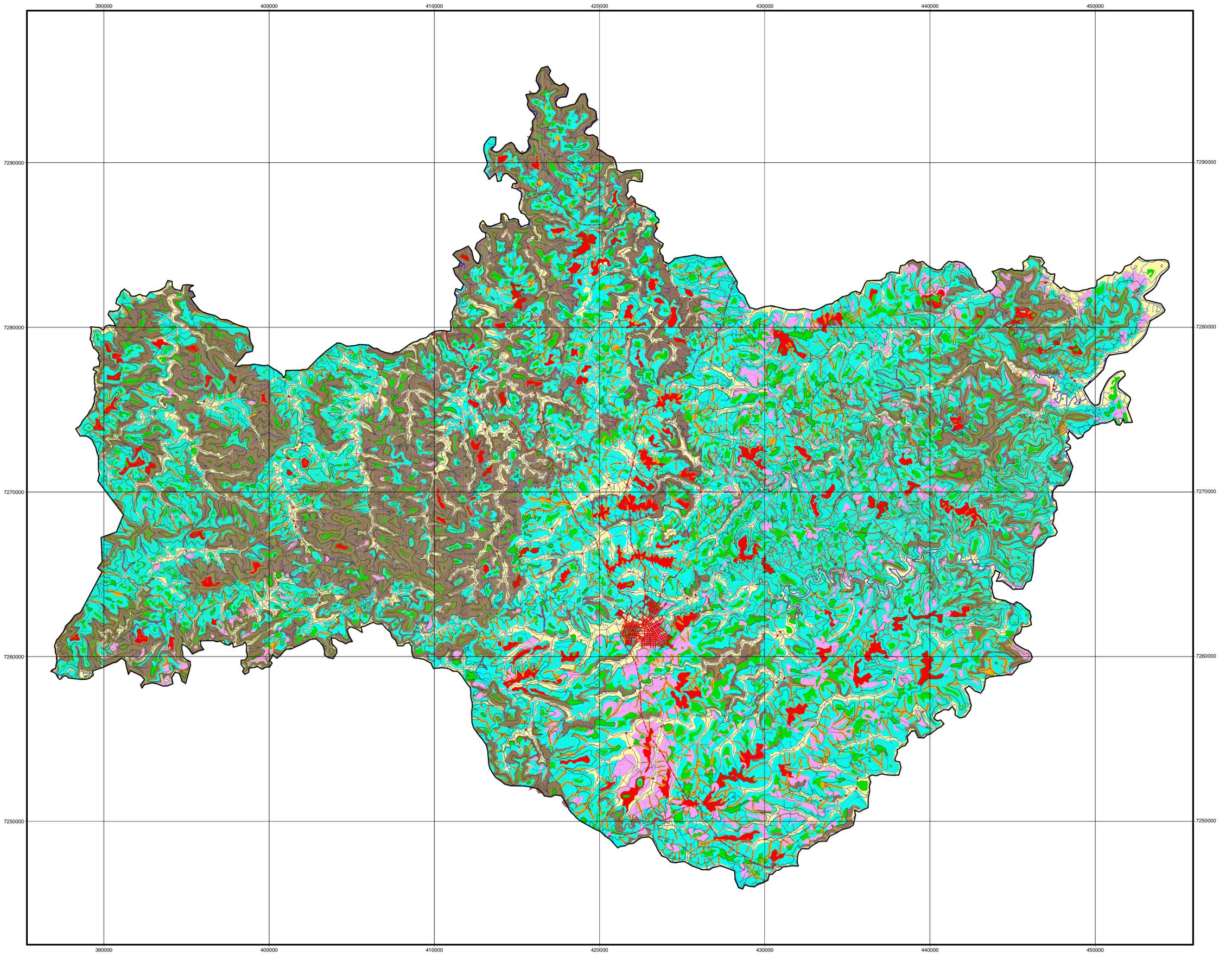


2000 0 2000 4000 6000 8000 Metros

ESCALA 1:100.000

| | | |
|---|--|--------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 2 - MAPA DE DECLIVIDADES | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2) Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmatiz (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980. | | |
| AUTORES: Cícero Antônio Carvalho Daniel Fabian Belli Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Dêcio Falcão | BLOCO |

ANEXO 4
Mapa geomorfológico



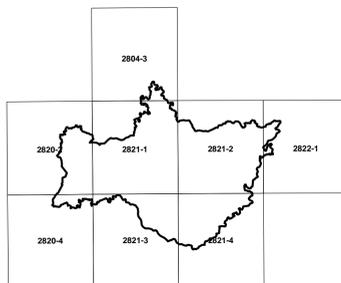
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA
- HIDROGRAFIA
- ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
- RODOVIAS E ARRUAAMENTO MUNICIPAL

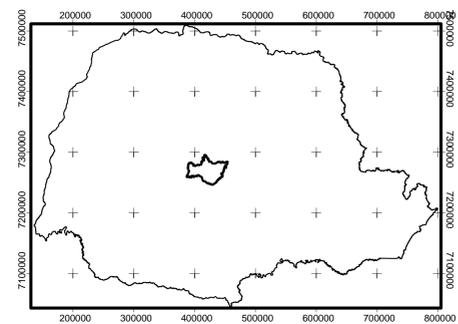
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

- Encostas íngremes, por vezes escarpadas.
- Encostas intermediárias, vertentes retilíneas.
- Fundo de vale em forma de "U", planícies aluvionares.
- Fundo de vale em forma de "V".
- Topos convexos, divisores de água medianos a amplos.
- Topos planos (mesetas) estreitos e alongados.
- Vertentes retilíneas com baixa declividade.

ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO



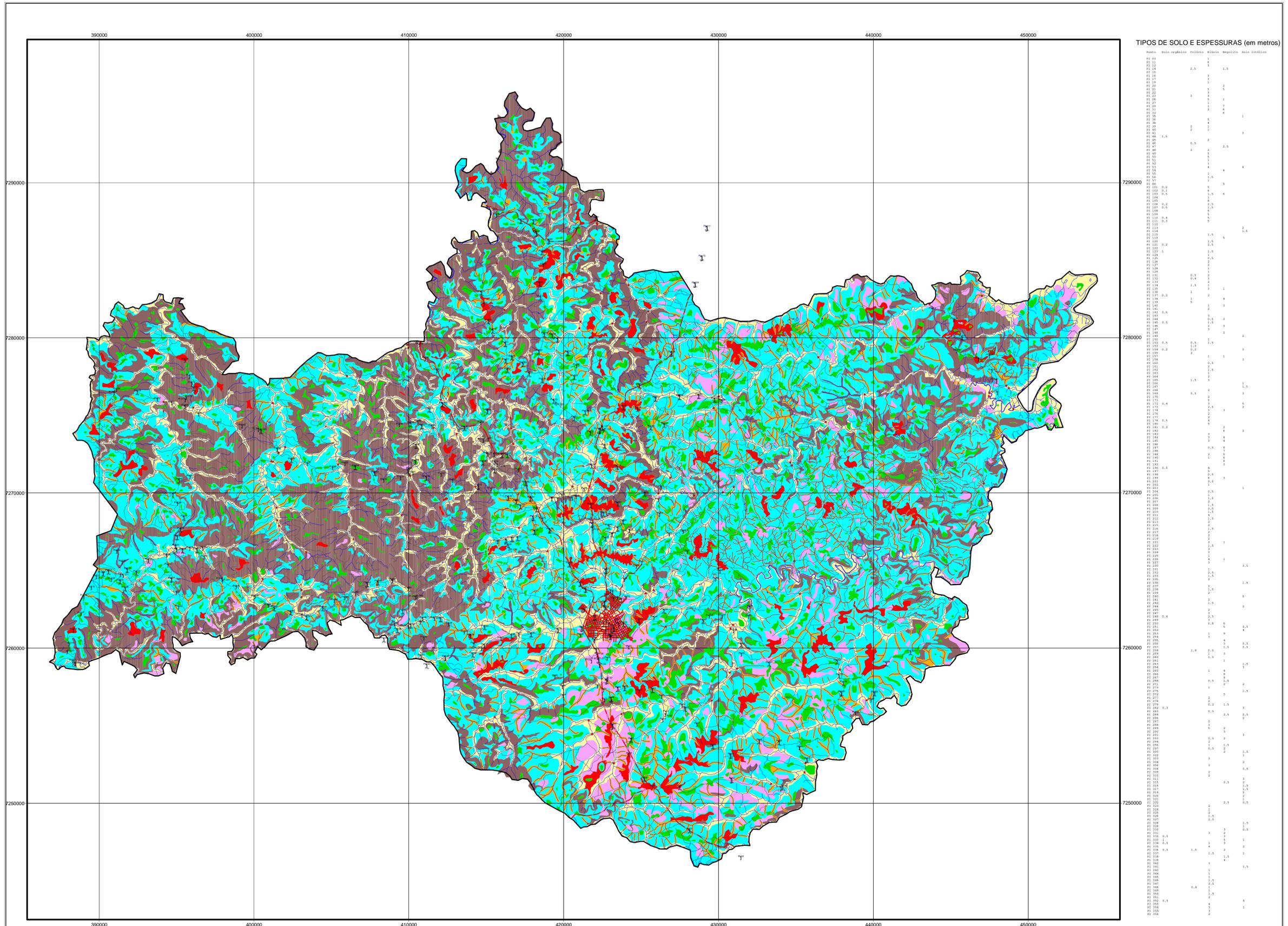
2000 0 2000 4000 6000 8000 Metros

ESCALA 1:100.000

| | | |
|---|--|--------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 3 - MAPA GEOMORFOLÓGICO | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2) Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmatiz (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980. | | |
| AUTORES: Cláudio Antônio Carvalho Daniel Fabian Belli Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Dircio Falcão | BLOCO |

ANEXO 5

Mapa de coberturas inconsolidadas



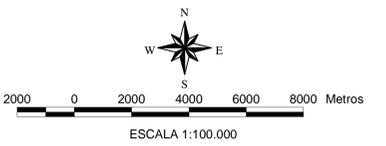
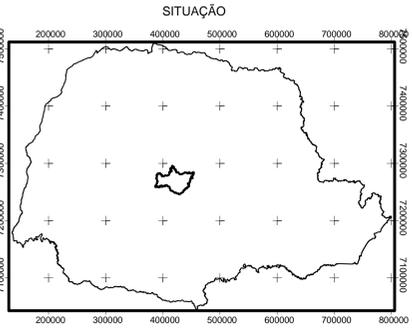
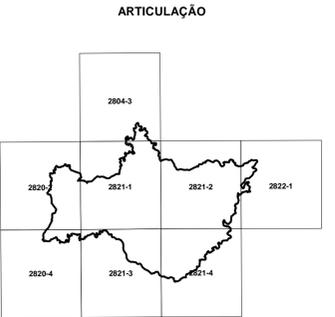
TIPOS DE SOLO E ESPESURAS (em metros)

| Posição | Soito | espessura | colúvico | alívio | espessura | soito lítico |
|---------|-------|-----------|----------|--------|-----------|--------------|
| PI 01 | | | | | | |
| PI 02 | | | | | | |
| PI 03 | | | | | | |
| PI 04 | | | | | | |
| PI 05 | | | | | | |
| PI 06 | | | | | | |
| PI 07 | | | | | | |
| PI 08 | | | | | | |
| PI 09 | | | | | | |
| PI 10 | | | | | | |
| PI 11 | | | | | | |
| PI 12 | | | | | | |
| PI 13 | | | | | | |
| PI 14 | | | | | | |
| PI 15 | | | | | | |
| PI 16 | | | | | | |
| PI 17 | | | | | | |
| PI 18 | | | | | | |
| PI 19 | | | | | | |
| PI 20 | | | | | | |
| PI 21 | | | | | | |
| PI 22 | | | | | | |
| PI 23 | | | | | | |
| PI 24 | | | | | | |
| PI 25 | | | | | | |
| PI 26 | | | | | | |
| PI 27 | | | | | | |
| PI 28 | | | | | | |
| PI 29 | | | | | | |
| PI 30 | | | | | | |
| PI 31 | | | | | | |
| PI 32 | | | | | | |
| PI 33 | | | | | | |
| PI 34 | | | | | | |
| PI 35 | | | | | | |
| PI 36 | | | | | | |
| PI 37 | | | | | | |
| PI 38 | | | | | | |
| PI 39 | | | | | | |
| PI 40 | | | | | | |
| PI 41 | | | | | | |
| PI 42 | | | | | | |
| PI 43 | | | | | | |
| PI 44 | | | | | | |
| PI 45 | | | | | | |
| PI 46 | | | | | | |
| PI 47 | | | | | | |
| PI 48 | | | | | | |
| PI 49 | | | | | | |
| PI 50 | | | | | | |
| PI 51 | | | | | | |
| PI 52 | | | | | | |
| PI 53 | | | | | | |
| PI 54 | | | | | | |
| PI 55 | | | | | | |
| PI 56 | | | | | | |
| PI 57 | | | | | | |
| PI 58 | | | | | | |
| PI 59 | | | | | | |
| PI 60 | | | | | | |
| PI 61 | | | | | | |
| PI 62 | | | | | | |
| PI 63 | | | | | | |
| PI 64 | | | | | | |
| PI 65 | | | | | | |
| PI 66 | | | | | | |
| PI 67 | | | | | | |
| PI 68 | | | | | | |
| PI 69 | | | | | | |
| PI 70 | | | | | | |
| PI 71 | | | | | | |
| PI 72 | | | | | | |
| PI 73 | | | | | | |
| PI 74 | | | | | | |
| PI 75 | | | | | | |
| PI 76 | | | | | | |
| PI 77 | | | | | | |
| PI 78 | | | | | | |
| PI 79 | | | | | | |
| PI 80 | | | | | | |
| PI 81 | | | | | | |
| PI 82 | | | | | | |
| PI 83 | | | | | | |
| PI 84 | | | | | | |
| PI 85 | | | | | | |
| PI 86 | | | | | | |
| PI 87 | | | | | | |
| PI 88 | | | | | | |
| PI 89 | | | | | | |
| PI 90 | | | | | | |
| PI 91 | | | | | | |
| PI 92 | | | | | | |
| PI 93 | | | | | | |
| PI 94 | | | | | | |
| PI 95 | | | | | | |
| PI 96 | | | | | | |
| PI 97 | | | | | | |
| PI 98 | | | | | | |
| PI 99 | | | | | | |
| PI 100 | | | | | | |

- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS**
- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
 - CURVA DE NÍVEL MESTRA
 - HIDROGRAFIA
 - ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
 - RODOVIAS E ARRUAAMENTO MUNICIPAL

- MATERIAL INCONSOLIDADO**
- Solo lítico / afloramento de rocha
 - Solo residual raso / solo coluvionar
 - Solo aluvionar
 - Solo residual raso / afloramento de rocha / solo coluvionar
 - Solo residual profundo
 - Solo residual raso
 - Solo residual com profundidade moderada

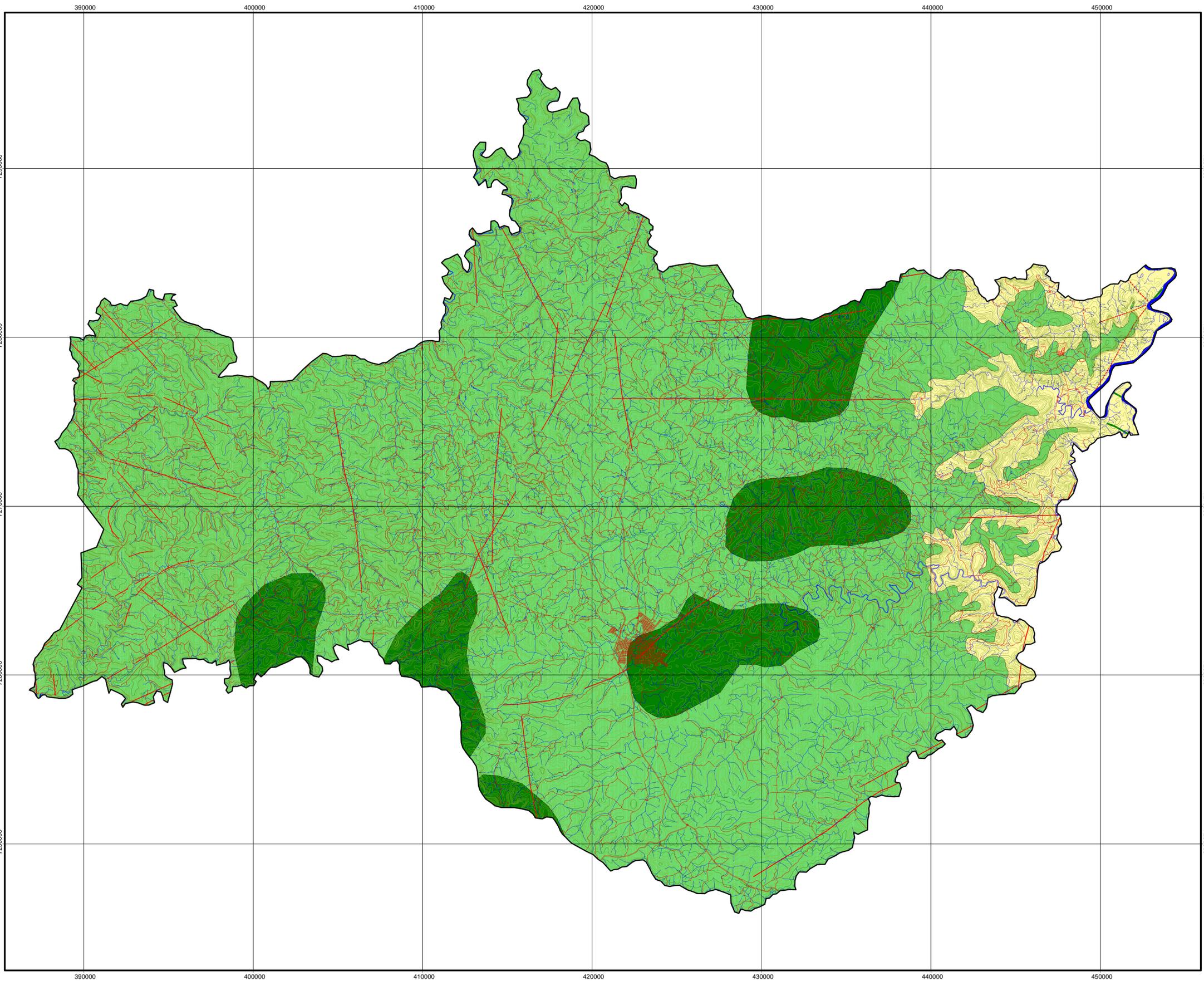
- ESPESSURA TOTAL DE SOLO**
- 1 0 m
 - 1 0,3 - 2 m
 - 1 3 - 4 m
 - 1 5 - 6 m
 - 1 7 - 10 m



| | | |
|--|--|--------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 5 - MAPA DE COBERTURA INCONSOLIDADA | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2), Pitanga-N (MI 2821-1), Mineiros Ribas (MI 2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1960. | | |
| AUTORES: Cicero Antônio Carvalho Daniel Fabian Betti Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Danilo Frazee | BLOCO |

ANEXO 6

Mapa geológico/substrato rochoso



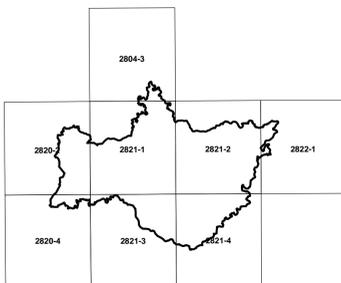
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA
- HIDROGRAFIA
- ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
- RODOVIAS E ARRUAMENTO MUNICIPAL

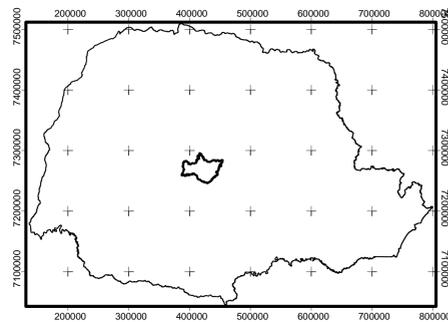
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- FORMAÇÃO BOTUCATU**
Arenitos, arenitos argilosos, arenitos grossos a conglomeráticos.
- GRUPO SÃO BENTO - FORMAÇÃO SERRA GERAL**
- MEMBRO NOVA PRATA**
- ROCHAS INDIFERENCIADAS**
Basaltos maciços, pórfiros, dacitos, riolitos.
- Dique
- Falha Aproximada
- Falha Definida
- Lineamento Fotogeológico

ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO



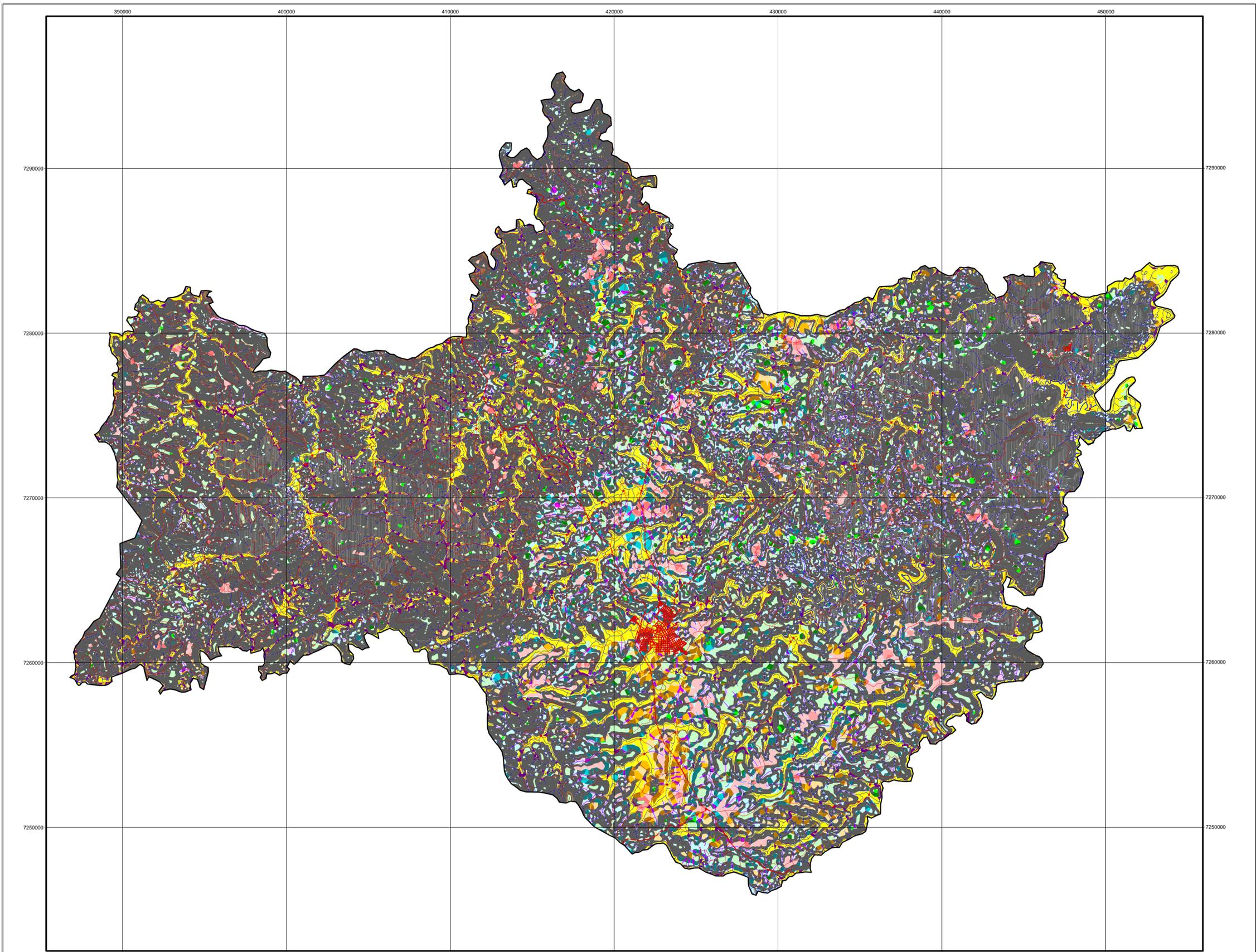
2000 0 2000 4000 6000 8000 Metros

ESCALA 1:100.000

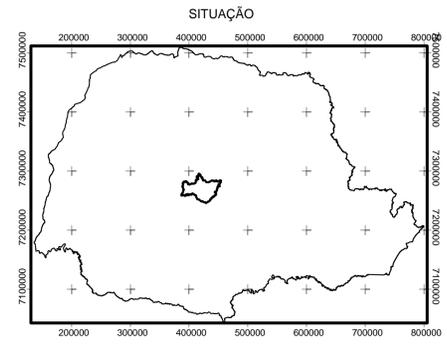
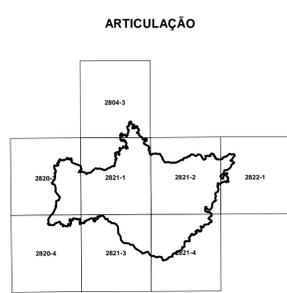
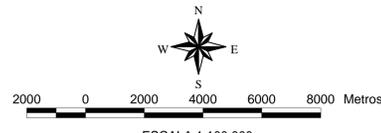
| | | |
|---|--|--------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 4 - MAPA GEOLÓGICO / SUBSTRATO ROCHOSO | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2), Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Paimatã (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980. | | |
| AUTORES: Cleopátrio Carvalho Daniel Fabian Bello Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Dêcio Falcão | BLOCO |

ANEXO 7

Mapa síntese para o planejamento



| UNIDADES DE TERRENO ÁREA TOTAL (ha) | LITOLOGIA SUBSTRATO | DECLIVIDADE (%) ÁREA (ha) | GEOMORFOLOGIA | MATERIAS INCONSOLIDADOS | GEOTECNIA | AVALIAÇÃO | PROBLEMAS ESPERADOS |
|--|------------------------|---|--|---|--|--|--|
| U.T. 01 (3.368,376 ha) | BASALTO | 0 - 10% (2.843,912 ha) 10 - 20% (147,799 ha) 20 - 30% (883,843 ha) > 30% (1.192,828 ha) | TOPOS CONVEXOS, DIVISORES MEDIANOS. ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. ENCOSTAS SUAVES A INTERMEDIÁRIA, VERTENTES RETILÍNEAS. | -SOLO RESIDUAL MADURO, HOMOGÊNEO, TEXTURA MUITO ARGILOSA, POROSO, COR MARROM, AFELHADO, ARGILO MINERAL (CALCINITA), ESPESURA DE 3,0 A MAIS DE 10,0 m. | - N.A. > 8 m - SOLOS LATÉRICOS ARGILOSOS, BAIXA PERMEABILIDADE, REATIVIDADE BAIXA - SPT MÉDIO A ALTO COM O IMPENETRÁVEL NA PASSAGEM BRUSCA PARA A ROCHA. | ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - PROCESSOS EROSIVOS LOCALIZADOS COM A RETRADA DA VEGETAÇÃO. |
| U.T. 02 (8.244,961 ha) | BASALTO | 0 - 10% (8.705,443 ha) 10 - 20% (802,253 ha) 20 - 30% (4.607,860 ha) > 30% (54.128,105 ha) | ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES IRREGULARES. ENCOSTAS SUAVES A INTERMEDIÁRIA, VERTENTES RETILÍNEAS. | -ÁREA CARACTERIZADA PELA ASSOCIAÇÃO DE MATRIZ ARGILOSA, MATERIAL PEREGRINO, BLOCOS E RAROS MATAÇOS DE ROCHA (COLÚVIO), MATERIAL BASTANTE POROSO. | - N.A. > 5 m (NO COLÚVIO) - SOLOS LATÉRICOS ARGILOSOS, BAIXA PERMEABILIDADE, CONSISTÊNCIA BAIXA A MÉDIA, REATIVIDADE BAIXA. | ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - SUSCEPTIBILIDADE ALTA A EROSIÃO CONCENTRADA E LAMINAR, PROVINDO DO ASSOREAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA, -PRE INSTÁVEIS A MOVIMENTOS DE MASSAS. |
| U.T. 03 (10.930,580 ha) | BASALTO | 0 - 10% (4.202,143 ha) 10 - 20% (114,452 ha) 20 - 30% (165,018 ha) > 30% (15.921,937 ha) | ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES IRREGULARES. ENCOSTAS SUAVES A INTERMEDIÁRIA, VERTENTES IRREGULARES. | -ÁREA CARACTERIZADA PELA ASSOCIAÇÃO DE MATRIZ ARGILOSA, MATERIAL PEREGRINO, BLOCOS E RAROS MATAÇOS DE ROCHA (COLÚVIO), MATERIAL BASTANTE POROSO. | - N.A. < 5 m (NO COLÚVIO) - SOLOS LATÉRICOS ARGILOSOS, PRESENÇA DE BLOCOS E MATAÇOS DE ROCHA, PERMEABILIDADE MÉDIA, REATIVIDADE BAIXA. | ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - MOVIMENTOS DE MASSA, - ESCORREGIMENTOS LOCALIZADOS, - POLUIÇÃO DE AQUIFEROS, - ÁREAS DE PERMO POROSIDADE, - SUSCEPTIBILIDADE ALTA A EROSIÃO LAMINAR, PROVINDO DO ASSOREAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA, -PRE INSTÁVEIS A MOVIMENTOS DE MASSAS. |
| U.T. 04 (11.262,953 ha) | BASALTO | 0 - 10% (8.289,058 ha) 10 - 20% (990,505 ha) 20 - 30% (1.349,210 ha) > 30% (2.995,180 ha) | TOPOS PLANOS (MESITAS) ESTREITOS E ALONGADOS. ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES IRREGULARES. ENCOSTAS INTERMÉDIA, VERTENTES IRREGULARES. | -SOLO RESIDUAL JOVEM BASTANTE DE EMBERSURAS ULTRAPASSAM A 8,00 m ARGILOSAS, EM CONTATO BRUSCO COM O SUBSTRATO. | - SOLOS RASOS, ARGILOSOS, POROSOS, TOPO DE SERRA, DRENAGEM INTERNA DEFICIENTE E RASA, ESPESURA DO RASA DE 10,0 m. | ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - DIFÍCIL ESCAVABILIDADE (NECESSÁRIO USO DE EXPLOSIVOS), - SUSCEPTIBILIDADE ALTA A EROSIÃO LAMINAR, PROVINDO DO ASSOREAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA, -PRE INSTÁVEIS A MOVIMENTOS DE MASSAS, - QUIDA DE BLOCOS. |
| U.T. 05 (43.911,980 ha) | BASALTO | 0 - 20% (4.407,816 ha) 20 - 30% (208,115 ha) > 30% (29.656,249 ha) | VERTENTES INTERMEDIÁRIAS. ENCOSTAS INCRÊMBLES. ENCOSTAS ESCARPADAS. | - SOLOS COLÚVIO - SOLOS LITÓLICOS - SOLOS LITÓLICOS - AFLORAMENTOS DE TALUS - AFLORAMENTOS DE ROCHA (FRENTE DE OBRANHEIROS). | - SOLOS LITÓLICOS - SOLOS LITÓLICOS COM PEQUENOS COLÚVIO NO PE DO AFLORAMENTO (DEPOSITO DE TALUS). | ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - MOVIMENTOS DE MASSA DE PEQUENA EXTENSÃO, - SUSCEPTIBILIDADE ALTA A EROSIÃO LAMINAR, PROVINDO DO ASSOREAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA, -PRE INSTÁVEIS A MOVIMENTOS DE MASSAS. |
| U.T. 06 (21.163,984 ha) | BASALTO | 0 - 30% (16.870,481 ha) 30 - 40% (1.770,548 ha) > 40% (1.884,484 ha) | PLANÍCIE ALUVIONAR. DEPÓSITO DE TALUS ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. | -FAZOTE DE ARGILA, CORES VARIADAS (CINZA, VERMELHO, ETC), -PRESENÇA DE CAMADA SUPERFICIAL DIGRANICA. ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. | - N.A. BAIXO - ARGILA HIDROMORFICA, PLÁSTICA, MUITO MOLE. - PRESENÇA DE BLOCOS / AFLORAMENTOS DE ROCHA | ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - NÍVEL PRÁTICO AFLORANTE - ÁREA SUCEITIVEL A ENCHENTES E INUNDAÇÕES, - SUSCEPTIBILIDADE ALTA A EROSIÃO LAMINAR, PROVINDO DO ASSOREAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA, -PRE INSTÁVEIS A MOVIMENTOS DE MASSAS. |
| U.T. 07 (7.545,959 ha) | BASALTO | 0 - 10% (1.884,484 ha) 10 - 20% (760,406 ha) 20 - 30% (1.770,548 ha) > 30% (1.130,521 ha) | ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. ENCOSTAS SUAVES, VERTENTES RETILÍNEAS. ENCOSTAS SUAVES A INTERMEDIÁRIA, VERTENTES RETILÍNEAS. | -SOLO RESIDUAL MADURO, HOMOGÊNEO, TEXTURA MUITO ARGILOSA, POROSO, COR MARROM, AFELHADO, ARGILO MINERAL (CALCINITA), ESPESURA DE 3,0 A MAIS DE 10,0 m. | - N.A. > 8 m - SOLOS LATÉRICOS ARGILOSOS, BAIXA PERMEABILIDADE, REATIVIDADE BAIXA - SPT MÉDIO A ALTO COM O IMPENETRÁVEL NA PASSAGEM BRUSCA PARA A ROCHA. | ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - PROCESSOS EROSIVOS LOCALIZADOS COM A RETRADA DA VEGETAÇÃO. |
| | | | | -SOLOS LITÓLICOS/ AFLORAMENTOS DE ROCHA. | | ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS NÃO RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS RESIDENCIAIS E DISTRITOS INDUSTRIAIS. ÁREAS ADICIONAIS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. ÁREAS RECOMENDADAS A OCUPAÇÃO URBANA: IMPLANTAÇÃO DE OBRAS SANO SUPERFÍCIES QUANTO ENTERRADAS. | - SUSCEPTIBILIDADE ALTA A EROSIÃO CONCENTRADA E LAMINAR, PROVINDO DO ASSOREAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA, -PRE INSTÁVEIS A MOVIMENTOS DE MASSAS. |



- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS**
- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
 - CURVA DE NÍVEL MESTRA
 - HIDROGRAFIA
 - ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
 - RODOVIAS E ARRUMAMENTO MUNICIPAL

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
MINERAS DO PARANÁ S/A

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA,
DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL

SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS
- PITANGA -

ANEXO 8 - MAPA SÍNTESE PARA O PLANEJAMENTO

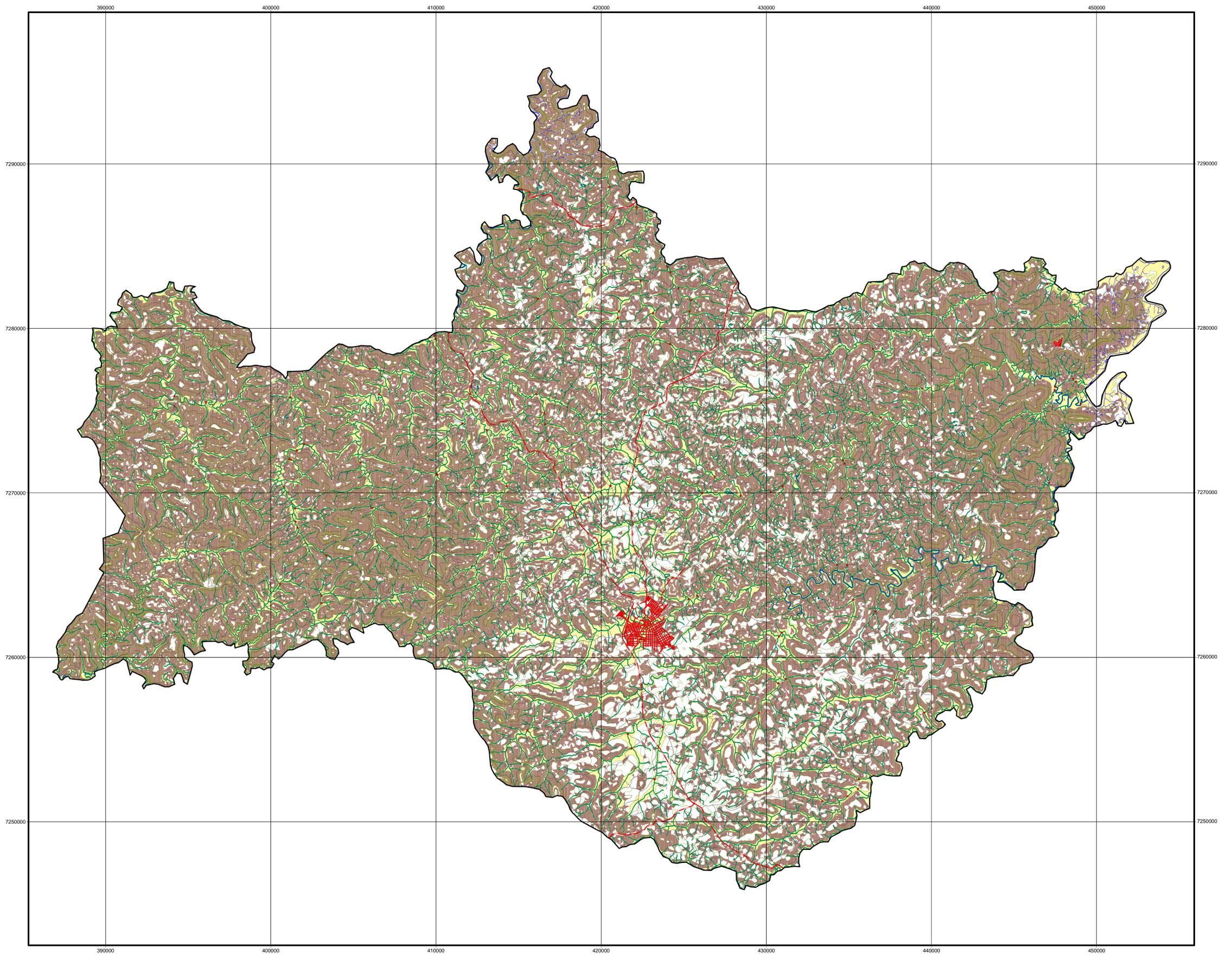
Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2) Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Paimtal (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.

AUTORES:
Cláudio Antônio Cavalho
Daniel Fabiani Betti
Luís Gustavo de Castro

COORDENAÇÃO:
Dilceio Facade

BLOCO

ANEXO 8
Mapa geoambiental



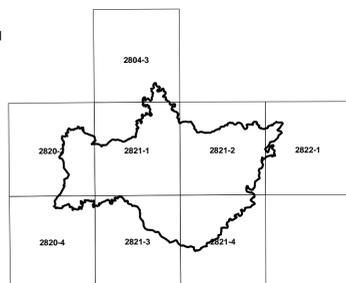
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
- CURVA DE NÍVEL MESTRA
- HIDROGRAFIA
- ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
- RODOVIAS E ARRUAAMENTO MUNICIPAL

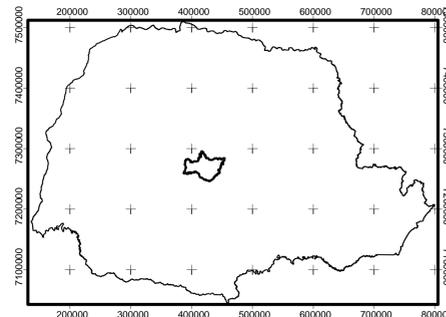
CONVENÇÕES

- APP - Áreas de Preservação Permanente.
- Planícies aluvionares - risco de contaminação do lençol freático e áreas suscetíveis à inundações.
- Declividade superior a 30 % - Proibido o parcelamento de solo, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes. Lei 6.766 de 19 de dezembro de 1979.
- Áreas sem impedimento legal para ocupação

ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO

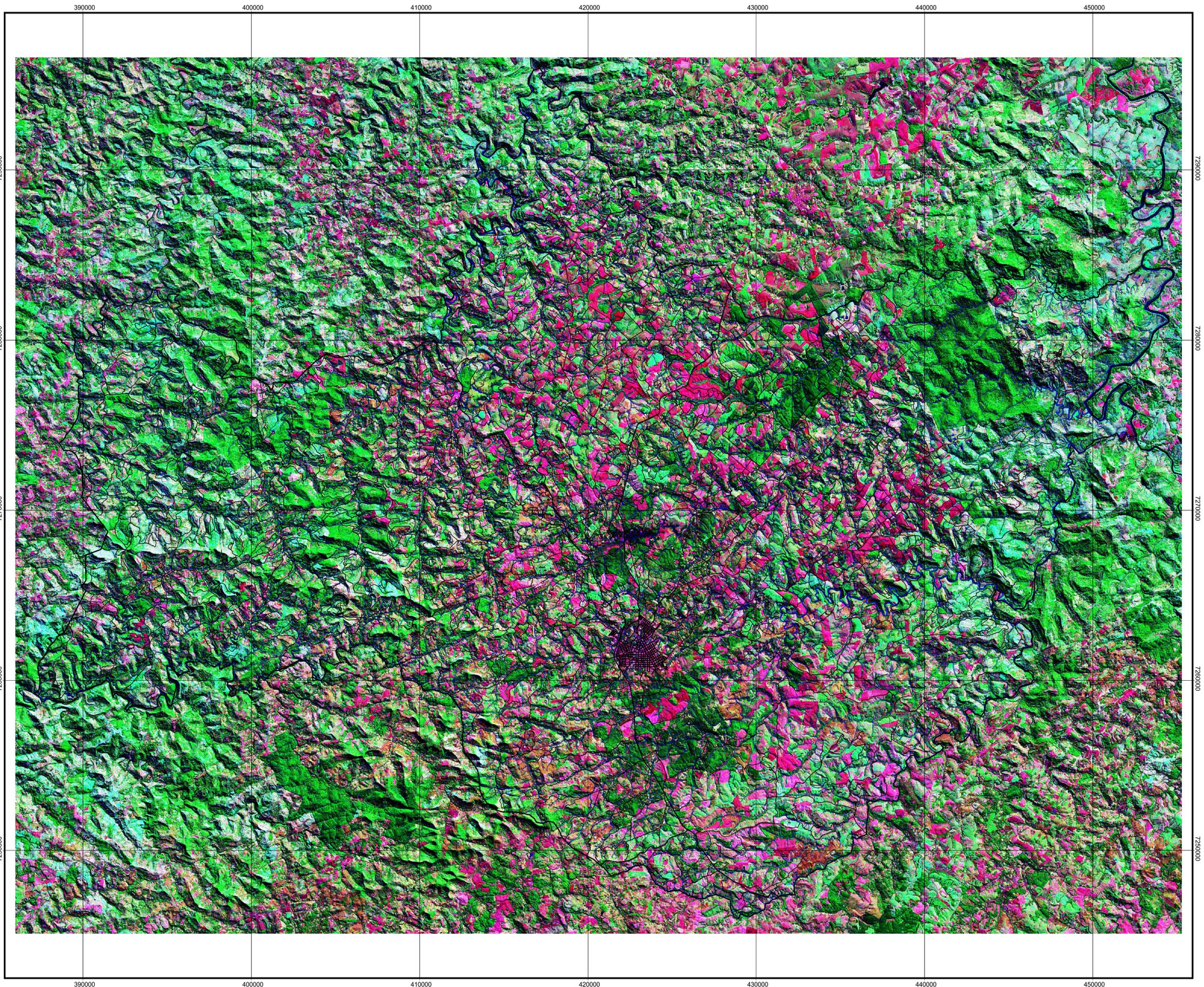


2000 0 2000 4000 6000 8000 Metros

ESCALA 1:100.000

| | | |
|---|---|--------------|
| | <p>GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A</p> <p>SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL</p> <p>SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA -</p> <p>ANEXO 7 - MAPA GEOAMBIENTAL</p> <p>Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2), Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.</p> | |
| <p>AUTORES: Cícero Antônio Carvalho Daniel Fabian Betu Luiz Gustavo de Castro</p> | <p>COORDENAÇÃO: Dionício Falcão</p> | <p>BLOCO</p> |

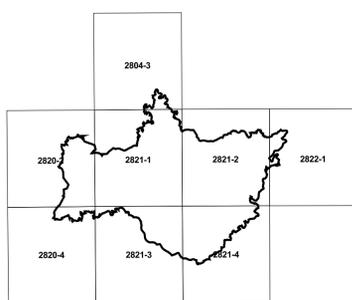
ANEXO 9
Imagem geocover



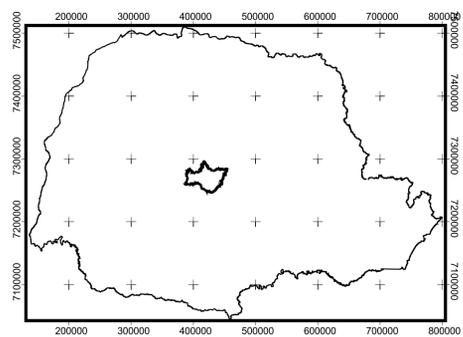
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

-  CURVA DE NÍVEL INTERMEDIÁRIA
-  CURVA DE NÍVEL MESTRA
-  HIDROGRAFIA
-  ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
-  RODOVIAS E ARRUIAMENTO MUNICIPAL

ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO



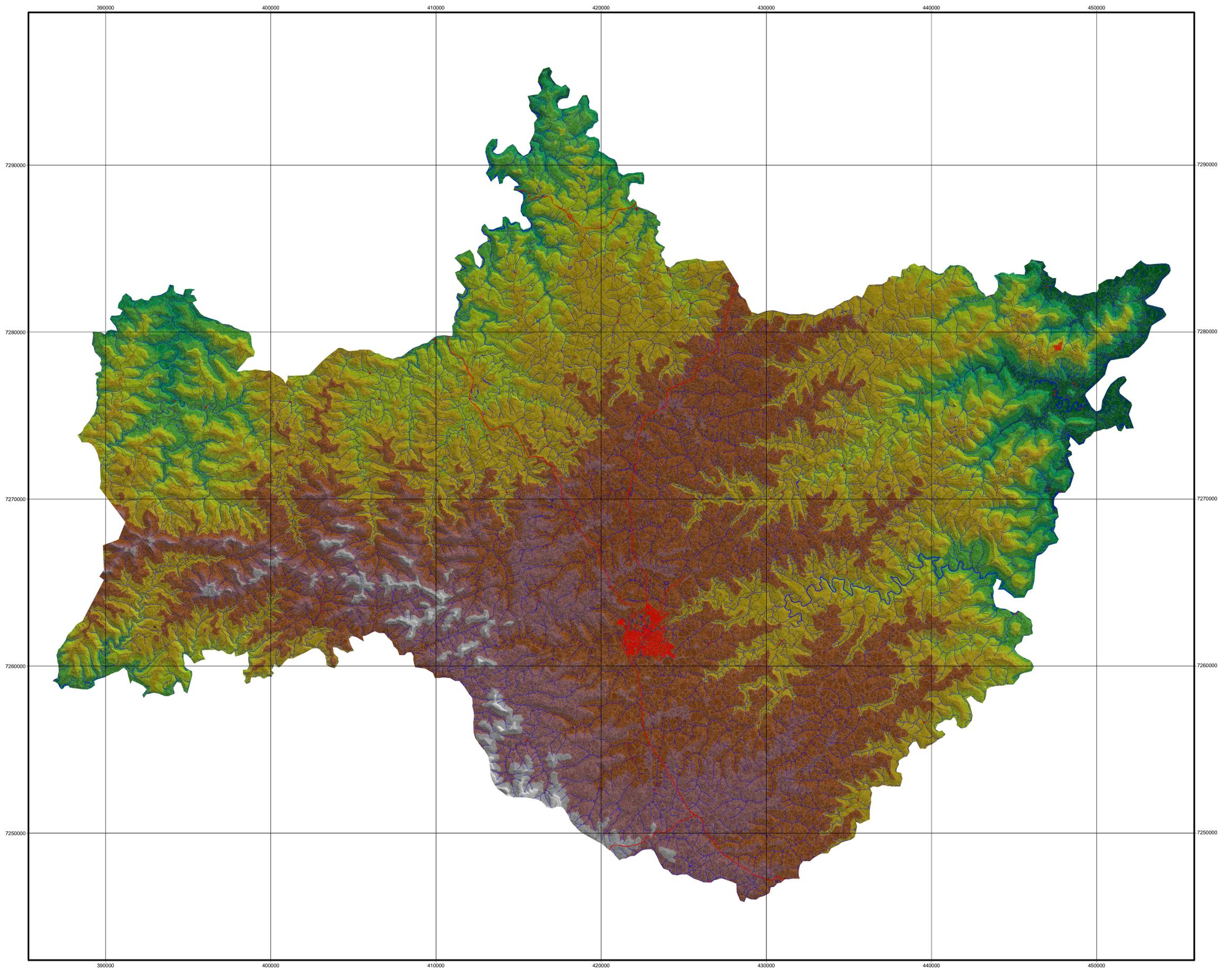
2000 0 2000 4000 6000 8000 Metros

ESCALA 1:100.000

| | | | |
|---|--|--|---|
|  | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |  |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | | |
| ANEXO 6 - IMAGEM GEOCOVER | | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2) Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1989. | | | |
| AUTORES: Cleora Antônio Carvalho Daniel Fabian Betti Luis Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Diógenes Falcão | | BLOCO |

ANEXO 10

Modelo digital do terreno de Pitanga



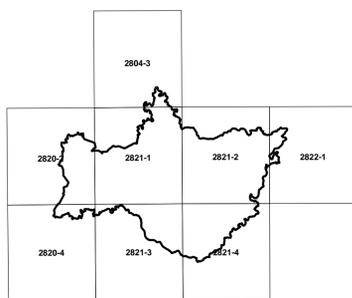
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

-  HIDROGRAFIA
-  ESTRADAS RURAIS, CAMINHOS E TRILHAS
-  RODOVIAS E ARRUEAMENTO MUNICIPAL

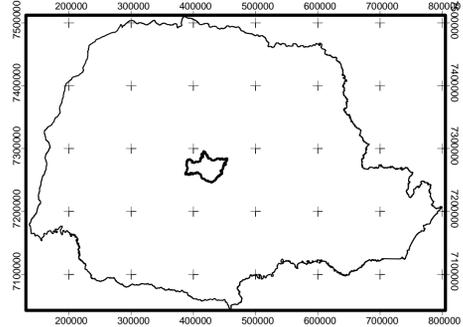
ALTITUDE

-  1140 - 1230 m
-  1050 - 1140 m
-  960 - 1050 m
-  870 - 960 m
-  780 - 870 m
-  690 - 780 m
-  600 - 690 m
-  510 - 600 m
-  420 - 510 m

ARTICULAÇÃO



SITUAÇÃO



2000 0 2000 4000 6000 8000 Metros

ESCALA 1:100.000

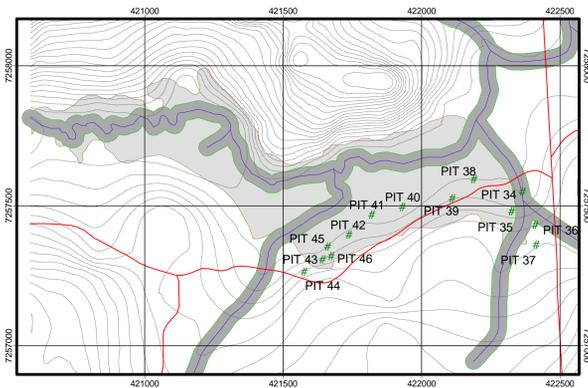
| | | | |
|---|--|--|---|
|  | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |  |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | | |
| ANEXO 9 - MODELO DIGITAL DE TERRENO | | | |
| Folhas topográficas de Nova Tebas (MI 2804-3), Barra Bonita (MI 2820-2) Pitanga-N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4) e Cândido de Abreu (MI 2822-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980. | | | |
| AUTORES: Cleber Antônio Cavalho Daniel Fabiano Saito Luís Gustavo de Castro | COORDENAÇÃO: Dioloco Falcão | | BLOCO |

ANEXO-11

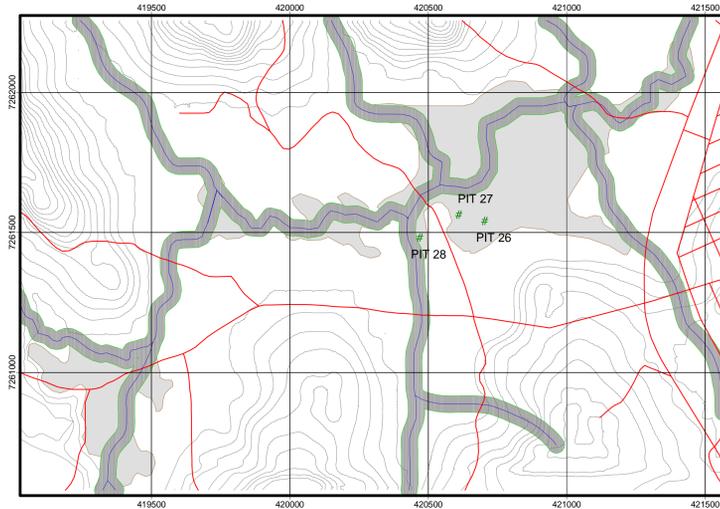
Mapa de situação das áreas com potencial mineral para argila

Áreas com potencial mineral para argila no Município de Pitanga - PR

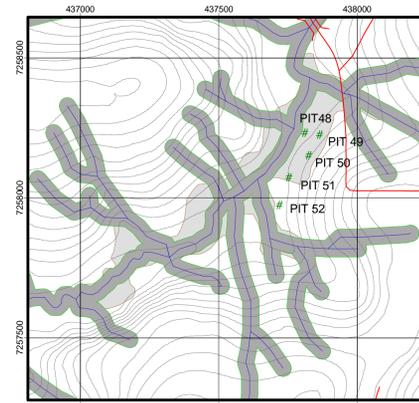
Área I
Área com potencial para argila (52,715 Ha)



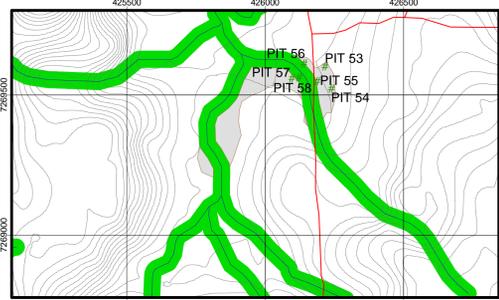
Área II
Área com potencial para argila (37,897 Ha)



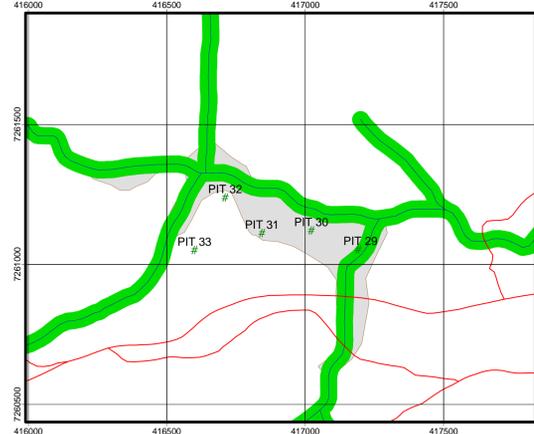
Área III
Área com potencial para argila (8,918 Ha)



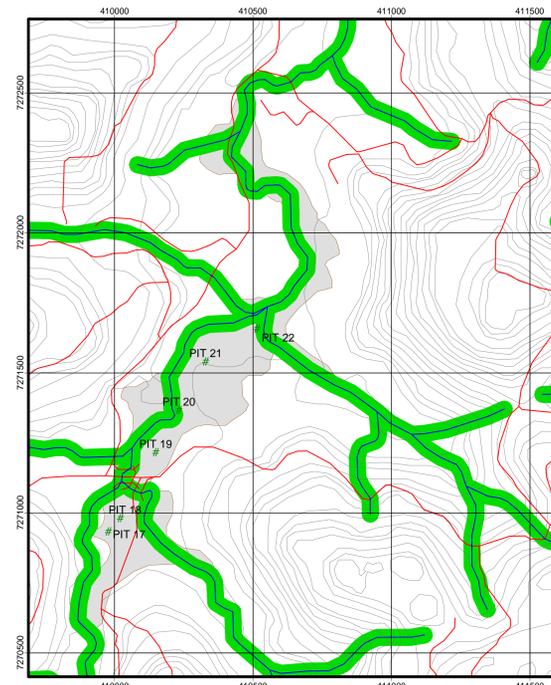
Área IV
Área com potencial para argila (4,464 Ha)



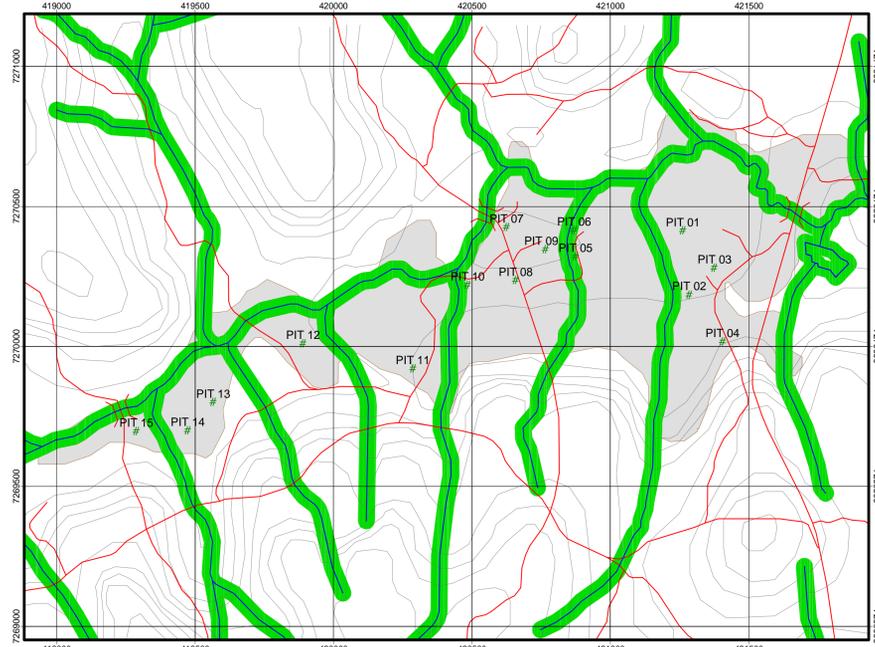
Área V
Área com potencial para argila (4,464 Ha)



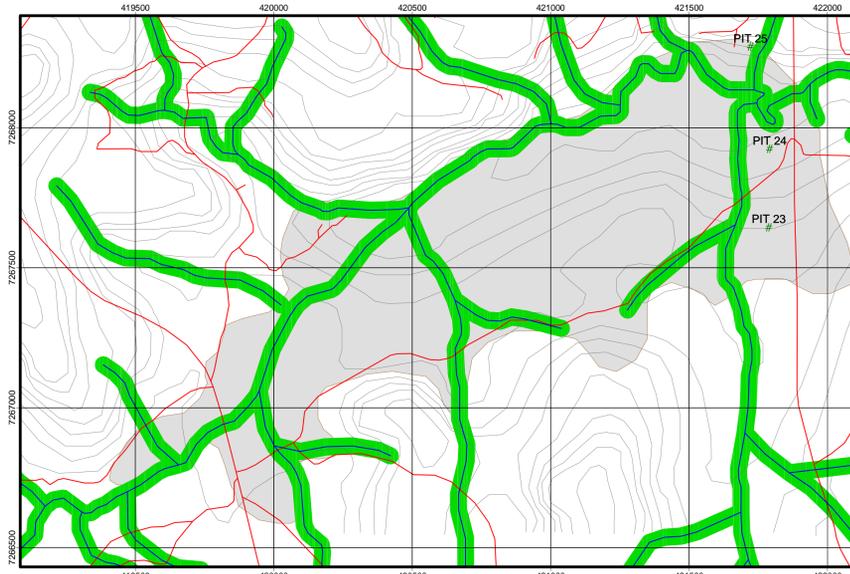
Área do Rio Quinze
Área com potencial para argila (124,923 Ha)



Área do Rio Borboletinha
Área com potencial para argila (124,923 Ha)



Área do Rio Borboletinha II
Área com potencial para argila (186,939 Ha)



- Estradas
- Hidrografia
- Curvas de nível (5 em 5 m)
- Sondagens
- Área com potencial para argila (52,715 Ha)
- Área de preservação permanente

Escala 1:10.000

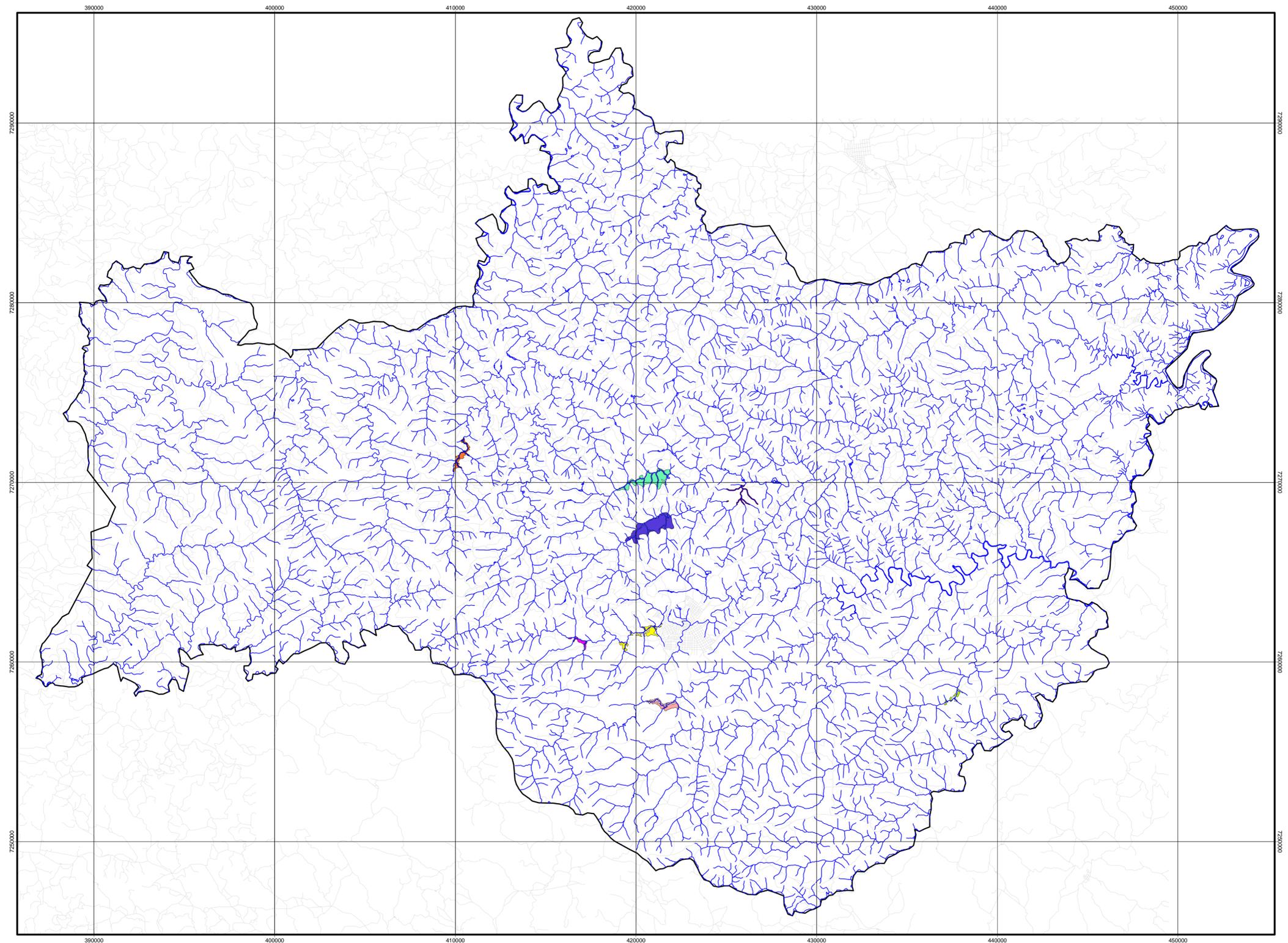


| | | |
|--|--|------------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 10 - MAPA DE DETALHE DAS ÁREAS COM POTENCIAL DE ARGILA | | |
| Folhas topográficas Barra Bonita (MI 2820-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4), escala 1:50.000, DSG, ano 1980. | | |
| Autores: Daniel Fabian Bettú Luís Gustavo de Castro | Geoprocessamento: Daniel Fabian Bettú Luís Gustavo de Castro | Escala: 1:10.000 |

ANEXO-12

Mapa de detalhe das áreas com potencial mineral para argila

Mapa de áreas com potencial mineral para argila Município de Pitanga - PR



Convenções Topográficas

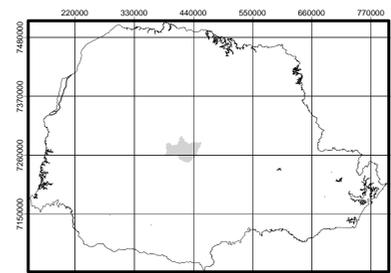
- Município de Pitanga
- Estradas
- Hidrografia

Legenda

- Área 1
- Área 2
- Área 3
- Área 4
- Área 5
- Área do rio Borboletinha
- Área Borboletinha II
- Área do rio Quinze



Escala 1:100:000



| | | |
|--|--|-------------------|
| | GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINERAIS DO PARANÁ S/A | |
| | SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL | |
| SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - PITANGA - | | |
| ANEXO 11 - SITUAÇÃO DAS ÁREAS COM POTENCIAL DE ARGILA | | |
| Folhas topográficas Barra Bonita (MI 2820-2), Palmital (MI 2820-4), Pitanga N (MI 2821-1), Manoel Ribas (MI 2821-2), Pitanga (MI 2821-3), Boa Ventura de São Roque (MI 2821-4), escala 1:50.000, DSG, ano 1980. | | |
| Autores: Daniel Fabian Bettú Luis Gustavo de Castro | Geoprocessamento: Daniel Fabian Bettú Luis Gustavo de Castro | Escala: 1:100.000 |