

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

MINERAIS DO PARANÁ S.A. - MINEROPAR

PROJETO - SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

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

**TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ENTRE MINEROPAR E PREFEITURA DE IRATI
Nº 03.04.126 em 30/04/2004**

RELATÓRIO FINAL

**Curitiba
Dezembro de 2004**

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Roberto Requião de Mello e Silva
Governador

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

Luís Mussi
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 IRATI

Antonio Toti Colaço Vaz
Prefeito

EQUIPE EXECUTORA

Diclécio Falcade
Cícero Antonio Carvalho
Daniel Fabian Bettú
Luís Gustavo de Castro
Geólogos

Pollyana Santos
Rafael Zarath
Estagiários em Geografia

Genésio Pinto Queiroz
Prospector

EQUIPE DE GESTÃO DA INFORMAÇÃO

Donaldo Cordeiro da Silva
Maria Elizabeth Eastwood Vaine
Geólogos

Carlos Alberto Pinheiro Guanabara
Economista

APRESENTAÇÃO.....	5
RESUMO.....	6
1- INTRODUÇÃO.....	7
2 - GEOGRAFIA	7
2.1-LOCALIZAÇÃO E DEMOGRAFIA.....	7
2.2-ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS.....	9
2.3-FISIOGRAFIA.....	9
2.4-HIDROGRAFIA.....	9
2.5-CLIMA	10
3 - METODOLOGIA DE TRABALHO.....	10
3.1- LEVANTAMENTO DA DOCUMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA, CARTOGRÁFICA E LEGAL ...	11
3.2 - DIGITALIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA	11
3.3 - FOTOINTERPRETAÇÃO PRELIMINAR	11
3.4 - LEVANTAMENTO DE CAMPO.....	11
3.5 - ENSAIOS TECNOLÓGICOS.....	12
3.5 - <i>a Granulometria/sedimentação</i>	12
3.5 - <i>b Índices de campo</i>	13
3.5 - <i>c Proctor normal</i>	13
3.5 - <i>d Limites de liquidez e plasticidade</i>	13
3.5 - <i>e Capacidade de troca de cátions-CTC</i>	14
3.5 - <i>f Potencial hidrogeniônico (pH)</i>	14
3.5 - <i>g Permeabilidade</i>	14
3.5 - <i>h Erodibilidade</i>	15
3.6 - ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS.....	15
3.7 - ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL.....	15
3.8 - ATIVIDADES E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	15
4.1- MAPAS TEMÁTICOS.....	16
4.1- <i>a Cartografia básica e mapa de documentação</i>	16
4.1- <i>b Mapa de declividades</i>	16
4.1- <i>c Mapa geomorfológico</i>	16
4.1- <i>d Mapa geológico/substrato rochoso.</i>	17
4.1- <i>e Mapa de coberturas inconsolidadas.</i>	21
4.1- <i>f Imagem geocover.</i>	29
4.1- <i>g Mapa geoambiental.</i>	29
4.1- <i>h Mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo).</i>	29
5. RECURSOS MINERAIS.....	39
5.1- ARGILA	40
5.2- AREIA.....	41
5.3- PEDRAS DE TALHE, CANTARIA E BRITA	41
5.4 - SAIBRO.....	42
5.5- ÁGUA SUPERFICIAL	42
5.6- ÁGUA SUBTERRÂNEA	42

6- PRODUÇÃO MINERAL	47
7- DIREITOS MINERÁRIOS	47
8- GESTÃO AMBIENTAL	48
9- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	52
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS	55

APRESENTAÇÃO

O Paraná vive hoje um processo de industrialização acelerada, com base nos seus recursos humanos excepcionais, na infra-estrutura de transportes eficiente, na energia abundante e no invejável potencial de seus recursos naturais. No que diz respeito ao aproveitamento dos recursos minerais, a ação a nível de município tem sido priorizada 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 a pedido das prefeituras municipais. Em Irati, cônica da importância da indústria mineral para a economia do município, a Prefeitura buscou esta parceria, cujos frutos contribuirão para o seu crescimento e progresso.

A avaliação do potencial mineral de Irati foi executada, portanto, com o objetivo de investigar se existem reservas potenciais de bens minerais que atendam as necessidades das obras públicas ou justifiquem investimentos na indústria de transformação. Ao mesmo tempo, a equipe técnica da Empresa prestou assistência à Prefeitura Municipal no que diz respeito a questões de gestão territorial e do meio físico. Para a realização deste objetivo, a equipe da MINEROPAR utilizou os métodos e as técnicas mais eficientes disponíveis, chegando a resultados que nos permitiram encontrar as respostas procuradas. São estes resultados que apresentamos neste relatório.

Esperamos, com este trabalho, estar contribuindo de forma efetiva para o fortalecimento da indústria mineral em e no Paraná, com benefícios que se propaguem para a população do município e do Estado.

Eduardo Salamuni

Diretor Presidente

RESUMO

O município de Irati foi atendido com serviços de prospecção mineral e consultoria técnica, pelo Projeto **SERVIÇOS GEOLÓGICOS NOS MUNICÍPIOS**, visando promover a geração de oportunidades de investimento em negócios relacionados com a indústria mineral e encaminhar soluções para os problemas relacionados com a análise e interpretação da Legislação Mineral. O presente relatório também registra os resultados das avaliações geológica, geotécnica e geomorfológica para repassar ao município informações úteis a execução do Plano Diretor de todo a sua extensão geográfica.

Em função da geologia do seu território, Irati apresenta potencial para os seguintes tipos de substâncias minerais: basalto para blocos, pedra-brita e saibro; caulim, folhelho e água subterrânea. A argila para indústria da cerâmica vermelha tem bom potencial no município, devido à presença de níveis de alteração de rocha (saprólito) principalmente nas Formações Palermo, Serra Alta e Rio do Rasto. Nestas unidades ocorrem depósitos de médio a grande porte. Estes recursos são utilizados pelas olarias da região na fabricação de telhas, tijolos e manilhas. Também ocorrem depósitos, em menor escala, em algumas planícies aluvionares dos rios da região.

Com o propósito de orientar a Prefeitura nas providências necessárias à obtenção da autorização do DNPM para a produção de bens minerais utilizáveis em obras públicas, pelo regime de extração, transcrevemos as instruções fornecidas por este órgão do Ministério de Minas e Energia. As informações oferecidas neste relatório a respeito da gestão ambiental visam apenas esclarecer as autoridades municipais, não substituindo a intervenção do técnico legalmente habilitado junto ao CREA. A MINEROPAR dispõe de informações adicionais, que podem ser obtidas pela Prefeitura mediante acesso à página da Internet ou por solicitação à Diretoria Executiva da Empresa.

Atendendo solicitação da Prefeitura, durante os trabalhos de campo realizados, foi dada ênfase especial às questões relativas a caracterização do meio físico do município, a ser utilizada na elaboração do Plano Diretor, conforme o que determina a Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2.001, para municípios com mais de 20.000 habitantes, mais conhecida como Estatuto da Cidade.

1- INTRODUÇÃO

Objetivo global

O Projeto **SERVIÇOS GEOLÓGICOS E RIQUEZAS MINERAIS** foi executado pela MINEROPAR, no município de Irati 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 problemas relacionados com a gestão ambiental e territorial.

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 Irati 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 e demografia

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.

Irati situa-se na região Centro-sudeste do Paraná, no domínio do Segundo Planalto Paranaense, distante 156 km a oeste de Curitiba e a 510 Km de Foz do Iguaçu, fazendo parte da AMCESPAR-Associação dos Municípios do Centro Sul do Paraná.

Até o ano de 1997 o Aeroporto Municipal Alfredo Leite permitia o acesso de aeronaves ao município. Atualmente estuda-se a localização e viabilização de nova área para futura instalação de um novo aeródromo.

Irati faz divisa com os municípios de Prudentópolis e Imbituva a norte, Fernandes Pinheiro a leste, Rio Azul e Rebouças a sul e Inácio Martins a oeste.

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

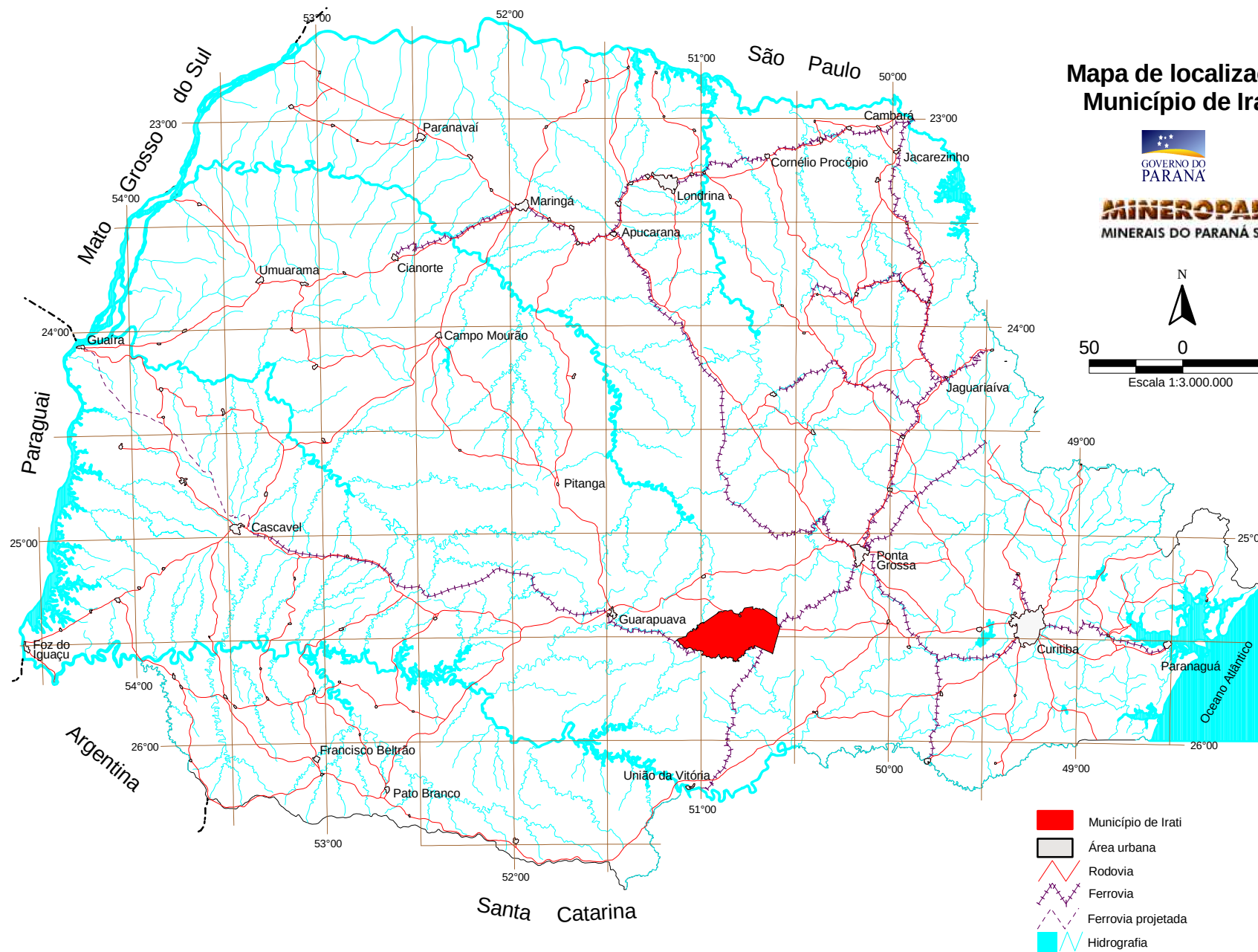
Mapa de localização Município de Irati



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



50 0 50 km
Escala 1:3.000.000



O município abrange uma área superficial de 998,30 Km². A população de 52.318 habitantes divide-se entre 39.290 residentes na zona urbana (75,1%), e 13.028 na zona rural (24,9%), segundo o senso do IBGE realizado no ano de 2.000, com uma taxa de crescimento anual de 0,66%. Em 2.003 a população foi estimada em um total de 53.420 habitantes.

2.2-Aspectos sócio-econômicos

Com um Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 100.230.977,42 e um PIB *per capita* de US\$ 2.037,75, o município ostenta uma economia baseada em serviços (57,89%), agropecuária (15,93%), e indústria (26,18%). Os principais produtos agrosilvopastoris são o milho safra normal, milho safrinha, feijão das águas, soja, fumo e madeira em tora, além de criações de aves de corte, suínos e bovinos.

O ensino público oferecido à população do município apresenta um total de 11.851 vagas, distribuídas entre 5.250 vagas no ensino infantil da pré-escola a 4ª série, 4.160 vagas no ensino básico de 5ª a 8ª série e 2.269 no ensino médio. Existe ainda na cidade o Campus Universitário de Irati / Unicentro e Faculdade de Educação, Ciências e Letras de Irati - Universidade Estadual do Centro-Oeste. (Fonte: Página da Prefeitura Municipal de Irati na internet - www.irati.pr.gov.br)

2.3-Fisiografia

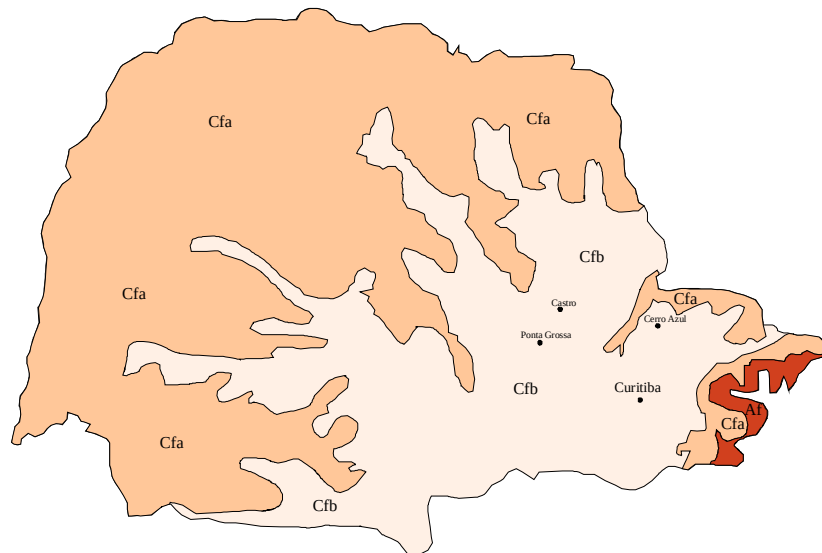
Com altitude média de 812 m acima do nível do mar, o relevo de Irati tem sua cota máxima de 1280 m, localizada no extremo oeste do município, no topo da serra que corta todo o sudoeste da região. A cota mais baixa do município possui altitude em torno de 760 m, localizada em diversos pontos, preferencialmente no entorno dos rios que formam a divisa entre Irati, Imbituva e Prudentópolis.

A distribuição do relevo ao longo do território de Irati é representado por cerca de 46% de áreas planas ou suavemente onduladas e 54% de áreas com média a alta declividade, com desníveis de mais de 100m ao longo dos vales.

2.4-Hidrografia

O Município de Irati é banhado por uma extensa rede de drenagem com vergência dominante para sudoeste, sentido ao rio Iguaçu, dentro da qual existem os rios Preto, Riozinho, Mato Queimado, Imbituvinha, Taquari, Guamirim, Corrente, Campinas, Cachoeira e Caçador. Com vergência para norte, fazendo parte da bacia do rio Ivaí existem os rios Valeiros, Linha B, Guabiroba, dos Patos, dos Coxas, dos Antonios, do Couro, Canhadão, das Antas, da Prata, do Cobre, da Areia, Caratua, Bonito e Barreiro.

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

2.5-Clima

Pela sua posição geográfica Irati possui um clima temperado e saudável na maior parte do ano, sendo que no inverno as geadas são freqüentes e no verão a temperaturas elevadas. De acordo com a classificação climática de Wladimir Köppen (vide figura abaixo), trata-se de clima subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com verões frescos (temperatura média inferior 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%.

3 - METODOLOGIA DE TRABALHO

Os trabalhos foram realizados mediante a aplicação de metodologia que envolveu as atividades abaixo relacionadas.

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 Itapará (MI 2838-4), Gonçalves Junior (MI 2839-3), Irati (MI 2839-4), Inácio Martins (MI 2853-2), Rio Azul (MI 2854-1), Rebouças (MI 2854-2), 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 Irati, auxílio do mapeamento e definição do comportamento dos solos e materiais existentes foi adotada uma metodologia baseada na fotointerpretação de fotografias aéreas, escala 1:25.000 (levantamento de 1980).

Os dados obtidos neste trabalho resultaram em um mapa fotointerpretativo, onde foram demarcadas as principais zonas homólogas (landform), correspondentes as principais feições geomorfológicas.

3.4 - Levantamento de campo

Para o mapeamento geológico-geotécnico, foram executados perfis, principalmente em estradas, de modo a seccionar as zonas homólogas identificadas na fotointerpretação preliminar, com a observação da paisagem geomorfológica e descrição de afloramentos, metodologia esta, adaptada de Zuquette (1987) e Souza (1992).

Os procedimentos adotados compreendem na 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; enfim áreas de ocorrência de eventos perigosos.

Regionais

Rodovias; linhas de transmissão; aterros sanitários; etc.

Rurais

Agroindústrias; pecuária; agricultura; etc.

Nesta etapa ocorreram as coletas de amostras de solo para ensaios geotécnicos laboratoriais.

Também nesta fase foi feito o cadastramento de pontos com atividades potencialmente poluentes, tais como: granjas, depósitos de combustíveis, ferro-velho, 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 - Ensaios tecnológicos

Foram coletadas amostras de solos para a realização dos respectivos ensaios laboratoriais.

Para permitir a caracterização das unidades geotécnicas, (solos) foram utilizados ensaios de laboratório (Dilab-Mineropar), que forneceram parâmetros relativos às propriedades químicas, físicas, e mineralógicas das amostras coletadas. A determinação destes atributos permite a avaliação do comportamento geotécnico dos materiais analisados. Os resultados obtidos são apresentados no **Anexo-01**.

Foram coletadas 9 amostras para a realização dos ensaios de:

3.5 - a Granulometria/sedimentação

Este ensaio expressa a classe textural da amostra em função da distribuição percentual das partículas presentes. O método utilizado é a desagregação mecânica da amostra, dispersão e avaliação da proporção relativa das partículas via sedimentação em meio aquoso, método do densímetro calibrado, norma técnica NBR7181/84(ABNT).

3.5 - b Índices de campo

Os índices de campo são índices físicos do solo, expressos por parâmetros representativos do seu estado na época da amostragem. Determinam-se diretamente três índices: teor de umidade, massa específica de campo e massa específica dos sólidos. Os outros índices, relativos à porosidade, índice de vazios e grau de saturação, são calculados através de fórmulas de correlação. Para a massa específica dos sólidos adotou-se a norma técnica da ABNT-NBR 6508/84. Todas as amostras ensaiadas foram submetidas à fervura em picnômetro, para expulsar os gases intersticiais, conforme rotina desenvolvida pelo DER-Pr. A massa específica seca de campo foi determinada pelo método do anel, proposto por Zuquette (1987). Com auxílio de um cilindro de PVC rígido retira-se do terreno uma amostra indeformada, de volume conhecido. O cálculo é feito após determinado o peso do solo seco.

Os parâmetros decorrentes da correlação são os seguintes:

- Índices de vazios: é apresentado como um número puro e pressupõe o conhecimento do valor da massa específica dos sólidos e da massa específica de campo.
- Porosidade : é apresentada em porcentagem.
- Grau de saturação (em relação à água):os valores estão compreendidos no intervalo de 0-100%.

3.5 - c Proctor normal

Este ensaio consiste na compactação de solo em laboratório determinando-se a curva de variação da massa específica seca em função do teor de umidade, para uma dada energia de compactação. Além desta curva, o ensaio fornece também a variação do grau de saturação em função do teor de umidade. Como resultado final obtém-se o valor da massa específica seca máxima e o teor de umidade ótima, que têm aplicações em obras de terra compactada, indicando as condições ideais de compactação máxima. Na execução, para diferentes teores definidos de umidade, aplica-se ao corpo de prova um número específico de golpes, seguido da pesagem do mesmo.

3.5 - d Limites de liquidez e plasticidade

Estes indicadores são definidos pelos teores de umidade que separam dois estados de consistência de um solo. O limite de liquidez é definido como o teor de água, expresso em porcentagem de argila seca a 110°C, acima do qual a massa flui como líquido. O limite de plasticidade é definido como o teor de água expresso em porcentagem, de argila seca a 110°C, acima do qual a massa pode ser enrolada em cilindros de 3 a 4 cm de diâmetro e 15 cm de comprimento (Souza Santos, 1989).

3.5 - e Capacidade de troca de cátions-CTC

Este ensaio é realizado para avaliar a capacidade de troca química, em função das características eletroquímicas dos argilominerais. O atributo é importante, uma vez que os cátions permutáveis influem fortemente no comportamento agrônômico e geotécnico da fração fina (no tocante à disposição de rejeitos sólidos, erosão, retenção de poluentes, etc.).

Para a obtenção da capacidade de troca de cátions foi adotado o método da adsorção de azul de metileno (Beaulieu,1979,Pejon,1992), que permite adicionalmente determinar parâmetros como a superfície específica (SE) e os índices Vb e Vcb, que indicam respectivamente a quantidade de azul de metileno adsorvido em 100g de solo e em 100g de argila, sendo assim caracterizada a atividade da fração argilosa e avaliado o comportamento do solo (Lautrim,1989,in Pejon,1992).

O azul de metileno é um corante orgânico que em solução aquosa dissocia-se em ânions cloreto e cátions azul de metileno. O cátion de azul de metileno substitui os cátions Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , H^+ , adsorvidos aos argilominerais, ocorrendo um processo de adsorção irreversível passível de ser mensurado e indicativo da capacidade de troca de cátions. Para executar o ensaio procede-se ao gotejamento da solução do corante em suspensão aquosa de solo, retirando-se, com o auxílio de bastão de vidro gotas que são dispostas sobre papel de filtro. Forma-se uma mancha escura homogênea, o ensaio prossegue até o surgimento de uma auréola azul clara na borda externa da mancha, que indica a exaustão da capacidade de troca de cátions do material, obtendo-se assim os índices correspondentes.

3.5 - f Potencial hidrogeniônico (pH)

O pH de uma argila resulta, em parte, da natureza dos cátions trocáveis presentes. A variação de cargas negativas ou mesmo positivas (em valores de pH muito baixo) pode interferir na determinação da CTC e da SE. Por esse motivo determinou-se o pH da suspensão do solo em água e em solução de KCl, conforme metodologia de Camargo & Muniz (s.d.). Quando o pH em KCl for menor que o pH em água, ocorre predomínio de cargas negativas. Caso contrário, imperam as cargas positivas na superfície dos argilominerais (Demattê,1989).

3.5 - g Permeabilidade

A permeabilidade é expressa pelo volume de fluxo, por unidade de área de uma seção, por unidade de tempo. A determinação do coeficiente de permeabilidade é dificultada pelo processo de amostragem, já que as amostras devem ser indeformadas, sendo coletadas em cilindros de PVC rígido. Os resultados do ensaio são bastante vulneráveis a fraturas do corpo de prova, presença de raízes e eventuais vazios entre o material e as paredes do tubo. Em laboratório decidiu-se realizar dois ensaios por ponto amostrado, como medida de segurança, montando-se dois permeômetros verticais, a cargas constantes, confeccionados em PVC rígido, munidos de filtros de areia acoplados às duas extremidades.

3.5 - h Erodibilidade

Nogami & Villibor (1979) propuseram um método fácil de execução para a avaliação do índice de erodibilidade, que considera o efeito da secagem e permite inferir as propriedades de desagregabilidade e infiltração, baseando-se essencialmente na avaliação da absorção de água e na perda de peso por imersão.

Para o desenvolvimento do ensaio foi confeccionado um equipamento composto de um recipiente cilíndrico, com dimensões equivalentes ao cilindro de amostragem, ligado a um tubo de vidro graduado, disposto horizontalmente. O conjunto é preenchido com água e na porção superior do recipiente adapta-se uma placa porosa que se mantém saturada. Sobre a placa coloca-se a amostra indeformada, seca e pesada, iniciando-se a contagem de tempo e procedendo-se as leituras de volume de água absorvido por intervalo de tempo, até a estabilização do processo. Na etapa seguinte avalia-se o percentual de perda por imersão, colocando-se a amostra submersa em água, por 12 horas.

3.6 - Análise e interpretação de dados

Os resultados do levantamento geológico e geotécnico foram interpretados, tendo em vista a avaliação de potencialidade mineral e a caracterização do meio físico do Município de Irati. O conhecimento das condições do meio físico auxiliará o desenvolvimento do Plano Diretor de Irati, indicando a adequabilidade de áreas para as diversas atividades necessárias ao desenvolvimento municipal, bem como as áreas inadequadas para atividades potencialmente contaminantes (indústrias, aterros sanitários, depósitos de combustível, etc.).

3.7 - 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.

3.8 - Atividades e cronograma de execução

Em cumprimento ao Acordo de Cooperação Técnica, a Prefeitura 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 Irati. Os trabalhos de campo desenvolveram-se na quarta semana de agosto e na primeira semana de setembro de 2004.

ATIVIDADES	Meses					
	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04	12/04
Levantamento da documentação cartográfica						
Fotointerpretação preliminar						
Digitalização da base cartográfica						
Levantamento de campo						
Consultoria técnica						
Digitalização da base geológica						
Ensaio de laboratório						
Análise e interpretação de dados						
Relatório final						

Quadro 01. Cronograma físico de execução.

4.1- Mapas temáticos

4.1- 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, das amostras com ensaios geotécnicos, 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 03.**

4.1- 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. Os dados planialtimétricos têm 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 04.**

4.1- 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 baseada nas cartas topográficas da região, onde foram atribuídas cores distintas para as diversas feições geomorfológicas (platôs, vertentes suaves e escarpas). Também estabeleceu-se a classificação das formas de relevo quanto à sua gênese, tamanho (morfometria) e dinâmica atual. **Anexo 05.**

4.1- d Mapa geológico/substrato rochoso.

O município de Irati situa-se sobre as rochas sedimentares da Bacia do Paraná, onde as unidades que ocorrem são as formações Palermo, Irati, Serra Alta, Teresina, Rio do Rasto, Botucatu e Serra Geral, além de intrusões básicas (*sills* e diques) e aluviões recentes.

Esta seqüência representa a última regressão marinha que drenou a Bacia do Paraná, culminando com a completa desertificação da região (deposição da Formação Botucatu) sucedida pelo extravasamento dos basaltos da Formação Serra Geral.

O mapa da página seguinte apresenta o território de Irati em relação às unidades estratigráficas do estado do Paraná. O mapa geológico do **Anexo 07** apresenta as mesmas unidades com detalhamento da geologia estrutural (falhas e fraturas).

Abaixo segue uma descrição das rochas constituintes das unidades estratigráficas aflorantes no município de Irati:

Formação Palermo

Localizada no extremo leste do município. Unidade eminentemente pelítica (sedimentos finos), constituída por siltitos e siltitos arenosos de cor cinza, intensamente bioturbados, localmente arenitos finos e conglomeráticos, com matéria orgânica localizada preferencialmente nos horizontes mais finos.

A espessura da Formação Palermo é muito regular, da ordem de 100 m, não ultrapassando 300 m em subsuperfície.

Seu conteúdo fossilífero é muito restrito, sendo encontrados troncos fósseis e palinomorfos.

Formação Irati

Ocorre em uma faixa de cerca de 350 metros, passando pelo centro do município, o qual emprestou o nome para a formação. Caracterizada por uma faciologia bastante complexa, com argilitos, folhelhos e siltitos fossilíferos, cinza escuros sucedidos por folhelhos escuros e folhelhos pirobetuminosos fossilíferos, associados a calcários e margas.

A rica fauna de répteis mesossaurídeos que ocorre na porção superior da Formação Irati faz deste um horizonte ímpar no contexto do registro paleozóico sul-americano.

Mapa geológico do Estado do Paraná

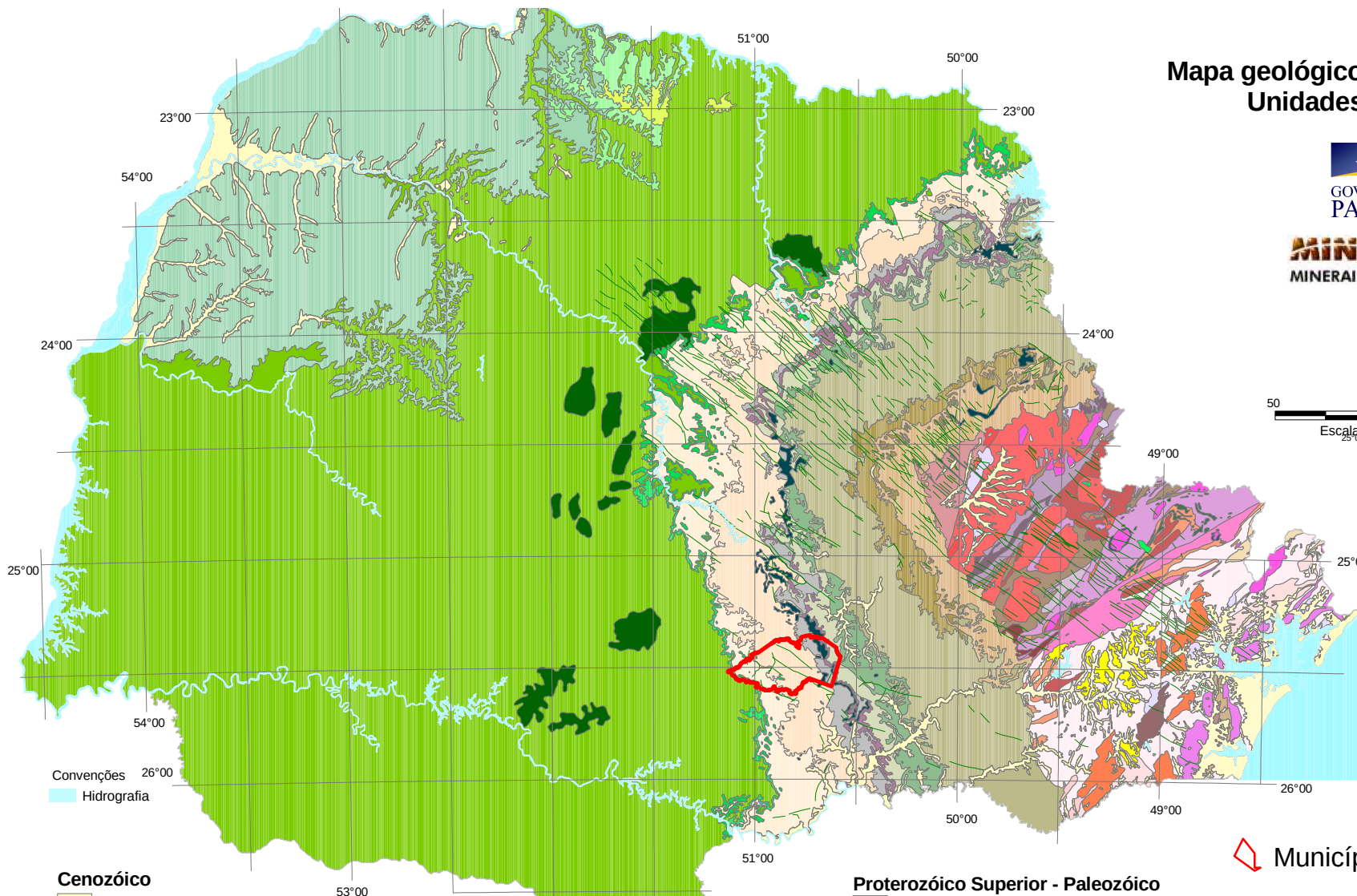
Unidades estratigráficas



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



50 0 50 Km
Escala 1:3.000.000



 Município de Irati

Cenozóico

- Sedimentos inconsolidados
- Formação Alexandra
- Formação Guabirotuba

Mesozóico

Grupo Bauru

- Formação Adamantina
- Form. Santo Anatócio
- Formação Caiuá

Rochas intrusivas

- Intrusivas alcalinas e carbonatitos
- Diques de rochas básicas

Grupo São Bento

- Formação Serra Geral
- Membro Nova Prata
- Formações Pirambóia e Botucatu

Paleozóico

Grupo Passa Dois

- Formação Rio do Rasto
- Formação Teresina
- Formação Serra Alta
- Formação Irati

Grupo Guatá

- Formação Palermo
- Formação Rio Bonito

Grupo Itararé

- Formações Rio do Sul, Mafra e Campo Tenente

Grupo Paraná

- Formação Ponta Grossa
- Formação Furnas

Proterozóico Superior - Paleozóico

Grupo Castro

- Formação Guaratubinha
- Formação Camarinha
- Metamorfito de contato
- Granitos Subcalino
- Granito/Sieno-Granito
- Granito Alaskito
- Granito porfirítico
- Migmatito e Granito de Anatexia Brasileiro

Proterozóico Superior

- Seqüência Antinha
- Formação Itaiacoca
- Seqüência Abapã
- Formação Capiirú
- Metabasitos
- Formação Votuverava

Proterozóico Médio

- Complexo Turvo Cajati

Grupo Setuva

- Formação Água Clara
- Formação Perau
- Complexo Apiai-Mirim

Proterozóico Inferior

- Suíte Granítica Foliada
- Formação Rio das Cobras
- Suíte Gnáissica Morro Alto
- Complexo Gnáissico Migmatítico Costeiro
- Complexo Máfico Ultramáfico de Pien

Arqueano

- Complexo Granulítico Serra Negra

Em algumas porções da faixa de afloramentos ocorrem interestratificações de leitos de folhelho pirobetuminoso com calcários, como resultado de uma ritmicidade das condições ambientais.

Uma característica marcante desta formação é a sua fragilidade geotécnica. Os folhelhos, que constituem a maior variação litológica presente apresentam-se intensamente pastilhados e com um perfil de alteração raso, ou seja pouco solo. Estas propriedades conferem a esse folhelho grande instabilidade dificultando a execução de qualquer obra sobre esta litologia.

Formação Serra Alta

Compreende uma seqüência pelítica formada por folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuros a pretos, normalmente exibindo fraturas conchoidais. Localmente ocorrem lentes e concreções calcíferas. Na região de Irati esta unidade está localizada sobre as intrusões básicas (*sills*) que formam os morros ao redor do centro urbano.

A espessura média da unidade aflorante é de cerca de 85 m, com máximo de 120 m em subsuperfície.

O conteúdo fossilífero da Formação Serra Alta é formado por restos de peixes, pelecípodes, conchostráceos e palinórfos.

Formação Teresina

Unidade que ocupa a maior parcela da área do município, localizada na zona rural, a oeste do centro urbano. Constituída por argilitos cinza-escuros a esverdeados, com intercalações rítmicas de siltitos cinza-escuros, róseos a avermelhados e camadas (ou lentes) de calcário. Como estrutura primária (sedimentar) característica desta unidade ocorrem laminações *flaser*, além de laminação ondulada, microlaminação cruzada, gretas de contração, marcas onduladas e diques de arenitos. Nas camadas calcíferas é comum a ocorrência de oólitos e estruturas estromatolíticas.

Sua espessura alcança entre 600 e 650 m no centro da bacia, já em afloramentos não ultrapassa os 240 m.

Restos de plantas, bivalves e palinórfos são os fósseis mais comuns.

Formação Rio do Rasto

Ocorre a oeste do município, entre as divisas com Prudentópolis e Rio Azul. Representada por sedimentos clásticos de cores variegadas, onde predominam as tonalidades arroxeadas, esverdeadas e avermelhadas. Predominam siltitos com desagregação esferoidal, argilitos, arenitos finos e níveis carbonáticos (locais). Essas rochas encontram-se intercaladas em camadas e grande extensão lateral, com espessuras que variam de centímetros a alguns metros. Enquanto os siltitos e arenitos se mostram com estratificações cruzadas de pequeno porte, laminação plano-paralela ou maciços, as camadas siltico-argilosas apresentam laminação plano-paralela, ondulada, lenticular e *flaser*.

Os fósseis encontrados nesta unidade são de restos de anfíbios, pelecípodos, conchostráceos e palinórfos. E suas espessuras superam 800 m no interior da bacia e cerca de 400 m em afloramentos.

Formação Botucatu

Ocorre na base das escarpas (serra) localizada entre os municípios de Irati e Inácio Martins. 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

Localizada no extremo sudoeste do município, junto à divisa entre Irati e Inácio Martins. 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, riódacitos e riólitos, 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, clorofeíta 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 às intersecções de fraturas norte/sul com fraturas noroeste.

4.1- e Mapa de coberturas inconsolidadas.

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

O mapa de coberturas inconsolidadas (**Anexo 06**) 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.
- Reconhecimento de campo para observações finais e coleta de amostras para cada unidade representativa.
- Realização de ensaios de laboratório.
- Elaboração do mapa de materiais inconsolidados.

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

Solos residuais (maduro/ jovem), solos coluviais (transportados), solos litólicos (saprolíticos) e solos aluvionares, desenvolvidos sobre os diversos tipos de rocha que afloram em Irati.

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

Solo residual maduro: solo desenvolvido no local da própria alteração da rocha (*in situ*) evoluído pedogeneticamente (horizonte B, latossolo), apresentando espessuras bem desenvolvidas (acima de 2 metros, conforme o tipo de rocha original), freqüentemente com a presença de horizonte orgânico na porção superficial. Localizado preferencialmente em terrenos planos a levemente inclinados.

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. Também apresenta horizonte orgânico nas porções superiores.

Solo Transportado: (colúvio) solo e/ou fragmentos rochosos transportados ao longo de encostas de morros, preferencialmente na base de terrenos escarpados, com declividade acima de 20%. É gerado através da ação combinada da gravidade e da água, e ocorre sobre todos os tipos de rocha presentes no município. Possui características diferentes das rochas ou solos subjacentes, principalmente pela presença de linhas de

seixos na base da porção transportada e pelo padrão caótico de seus constituintes. A matriz apresenta uma composição de grãos, seixos e blocos de diversos tamanhos e em vários graus de alteração.

Estes depósitos tem forma de cunha e estão assentados diretamente sobre as rochas da região os sobre solos residuais. Pela posição destes depósitos na topografia, o NA normalmente é próximo ou maior que 10m, e as espessuras de solo variam de metros a dezenas de metros.

Solo saprolítico (saprolito): 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 matações de rocha alterada ou não, marcado pela perda de resistência dos minerais constituintes da rocha. Frequentemente apresenta boa plasticidade e, às vezes, pode conter níveis cauliniticos.

Características geotécnicas das coberturas inconsolidadas

É necessário definirmos alguns dos parâmetros de avaliação para melhor interpretação dos resultados dos ensaios discutidos a seguir.

No ensaio de adsorção do azul de metileno o parâmetro utilizado é V_b , que é a quantidade de azul de metileno gasto em 100 gramas de solo. Os valores são classificados tendo como base o valor de V_b , onde $V_b < 1,5$ indica um solo de comportamento laterítico, ou seja, é um solo maduro e $V_b > 1,5$ indica um solo de comportamento não laterítico, conseqüentemente um solo imaturo, ainda passível de alterações. Nos ensaios realizados apenas duas amostras apresentaram valor de V_b abaixo de 1,5, a amostra IR-285 e a IR-294, sendo que a primeira foi coletada sobre o horizonte saprolítico de rocha intrusiva básica e a segunda sobre um solo residual jovem da Formação Botucatu, ambos solos jovens.

Com relação aos valores de umidade ótima temos um valor base, que nesse caso define uma capacidade ideal para compactação do solo. Este valor situa-se em torno de 19,5%. Todas as amostras atingiram valores superiores ao valor base neste ensaio.

Quanto ao índice de erodibilidade (ϵ), o valor base para comparação é 1, desta forma temos que quando $\epsilon > 1$ a amostra indica baixo potencial de erodibilidade e quando $\epsilon < 1$ a amostra indica alto potencial de erodibilidade. Em todos os ensaios realizados o valor foi superior a 1, variando entre 1,10 e 720,0.

Formação Palermo

Solo transportado

Solo siltico argiloso marrom amarelado a avermelhado contendo fragmentos milimétricos a centimétricos de siltito e por vezes fragmentos centimétricos de laterita. Apresenta espessura de até 3 metros e linha de seixos na base do depósito contendo fragmentos centimétricos de quartzo branco, facetados.

Solo residual maduro a jovem

Solo homogêneo, textura siltico argilosa, poroso, cor marrom-avermelhado. A espessura total excede geralmente 3,0 m, podendo ultrapassar 10,0m em regiões de baixa declividade. A permeabilidade atinge valores baixos, da ordem de 10^{-3} .

Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 2,91\text{g}/100\text{g}$. Comum a presença de matéria orgânica nos níveis superiores, até no máximo 0,5 m, conferindo ao solo uma coloração escura, às vezes preta. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,526\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 24,9 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,20\text{ g/cm}^3$. O CTC é $14,04\text{ MEQ}/100\text{g}$ (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 27,71. Nível de água (N.A.) segundo informações locais ultrapassam os 10,0 metros de profundidade, nas porções mais elevadas.

Saprólito

O saprólito nesta formação se apresenta siltico-argiloso, com estruturas como laminações plano-paralelas e tangenciais na base, e coloração variando entre cinza claro quando menos alterado e variando entre marrom avermelhada a avermelhado quando mais alterado.

A espessura do saprólito nesta formação atinge a profundidade de até 6 metros.

Formação Irati

Solo transportado

Siltico-argiloso contendo fragmentos decimétricos a métricos de folhelho carbonoso podendo apresentar também fragmentos centimétricos de rocha básica alterada (basalto ou diabásio), podendo atingir até 2 metros de espessura

Solo residual jovem

Na área em questão estes solos não passam de coberturas relativamente delgadas, raramente excedendo os 3 metros no total. Normalmente ocorre uma camada escura na porção superior (solo orgânico), normalmente com espessura menor que 0,5 m, sobreposto a uma camada com menos de 1 metro de solo residual siltico argiloso. Abaixo deste horizonte existe normalmente pelo menos 3 m de saprólito (rocha alterada). Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em zonas de relevo suave a levemente inclinado, com declividades acima entre 0 e 20%. A profundidade do N.A. segundo informações locais é de pelo menos 5 m, contudo esta profundidade pode variar conforme a geomorfologia local.

A permeabilidade deste tipo de solo é baixa (10^{-3}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 3,26\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,496\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 25,1 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,29\text{ g/cm}^3$. O CTC é $13,31\text{ MEQ}/100\text{g}$ (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 3,48.

Saprólito

Siltico-argiloso marrom amarelado a avermelhado contendo fragmentos de siltito cinza claro com laminações plano paralelas. Apresenta-se intensamente fraturado e pastilhado e pode atingir até 3 metros de espessura.

Intrusivas básicas

Solo transportado

Nesta formação o solo transportado é siltico argiloso e apresenta coloração marrom avermelhada. É notado em apenas um ponto através do contato brusco com o solo residual jovem e apresenta 1,5 metros de espessura.

Solo residual maduro

No município de Irati este tipo de solo ocorre como coberturas espessas, podendo atingir em sua totalidade espessuras maiores que 10 metros. Normalmente a porção superior é marcada pela presença de solo orgânico (com textura siltico argilosa), com espessuras entre 0,5 e 1 m, sobreposto a uma camada com menos de 1 metro de solo residual, também siltico argiloso. Abaixo deste horizonte ocorre saprólito (rocha alterada) do basalto, com espessuras bem desenvolvidas. Em alguns locais o saprólito encontrado alcançou até 8 metros de espessura. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em porções planas, acima de vertentes inclinadas, causadas pela forte resistência do basalto frente ao intemperismo, entre declividades de 0 a 20%. A profundidade do N.A. segundo informações locais é de maior que 5 m, contudo esta profundidade pode variar conforme a geomorfologia local.

Horizonte residual maduro:

A permeabilidade do solo é baixa (10^{-3}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 1,88\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,386\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 34,5 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $0,98\text{ g/cm}^3$. O CTC é 6,875 MEQ/100g (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 234,66.

Saprólito

Apresenta baixa permeabilidade (10^{-3}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 1,43\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,298\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 37,4 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,05\text{ g/cm}^3$. O CTC é 8,275 MEQ/100g (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 2,97.

Formação Serra Alta

Solo Transportado

Solo argiloso marrom avermelhado a ocre contendo fragmentos decimétricos de argilito e/ou siltito alterado na forma de placas configurando linha de seixos, indicativa de transporte. Pode atingir espessura de até 3 metros.

Solo residual jovem

Solo marrom amarelado a marrom escuro avermelhado, siltico-argiloso com espessura variando de 0,3 a 2,5m

Solo Residual Maduro

No município de Irati este tipo de solo ocorre como coberturas relativamente espessas, podendo atingir em sua totalidade espessuras próximas a 10 metros. Normalmente a porção superior é marcada pela presença de solo orgânico (com textura siltico argilosa), com espessuras entre 0,5 e 1 m, sobreposto uma camada de solo residual com espessura aproximada entre 1 e 1,5 m, também siltico argiloso. Abaixo deste horizonte ocorre, com frequência, saprólito (rocha alterada) com espessuras de até 4 m. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em porções de relevo bastante plano, entre declividades de 0 a 20%. A profundidade do N.A. segundo informações locais alcança mais de 10 metros, contudo esta profundidade pode variar conforme a geomorfologia local.

A permeabilidade do solo é baixa (10^{-3}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 4,94\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,352\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 33,8 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,00\text{ g/cm}^3$. O CTC é $18,445\text{ MEQ}/100\text{g}$ (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 4,49.

Saprólito

Siltico-argiloso marrom claro amarelado à marrom escuro, podendo ser bandado ou maciço, geralmente pastilhado e fraturado. Sua espessura pode atingir até 2,5m.

Formação Teresina

Solo transportado

Solo siltico-argiloso a siltico-arenoso marrom avermelhado contendo fragmentos centimétricos de siltito alterado marrom claro amarelado configurando linha de seixos. Apresenta uma espessura variando de 0,5 a 2 metros.

Solo Residual Maduro a Jovem

No município de Irati este tipo de solo ocorre como coberturas relativamente espessas, atingindo normalmente em sua totalidade cerca de 5 metros de espessura. Normalmente a porção superior é marcada pela presença de solo orgânico (com textura siltico argilosa), com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto uma camada de solo residual com espessura aproximada de 1,5 m, também siltico argiloso. Abaixo deste horizonte ocorre, com frequência, saprólito (rocha alterada), com medidas em campo de até 3 m. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em porções com relevo bastante plano, entre declividades de 0 a 20%. A profundidade do N.A. segundo informações locais alcança mais de 10 metros, contudo esta profundidade pode variar conforme a geomorfologia local.

A permeabilidade do solo é baixa (10^{-4}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 4,17\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,450\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 26,6 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,03\text{ g/cm}^3$. O CTC é 19,28 MEQ/100g (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 12,8.

Saprólito

Siltico-argiloso a arenoso de coloração cinza à marrom claro amarelado. Pode se apresentar laminado ou maciço e geralmente encontra-se pastilhado, possivelmente devido à presença de gretas de contração. Localmente é possível notar concentração de blocos. A espessura pode variar até 3 metros.

Formação Rio do Rasto

Solo Transportado

Nesta formação não foram encontrados indícios que indicassem a presença de solo transportado.

Solo Residual Maduro a Jovem

Este tipo de solo ocorre em Irati como coberturas relativamente espessas, atingindo normalmente em sua totalidade cerca de 5 metros de espessura. Normalmente a porção superior é marcada pela presença de solo orgânico (com textura siltico argilosa), com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto uma camada de solo residual com espessura aproximada de 0,5 a 1,5 m, também siltico argiloso. Abaixo deste horizonte ocorre, com frequência, saprólito (rocha alterada), com medidas em campo de até 2,5 m. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em porções com relevo bastante plano, entre declividades de 0 a 20%. A profundidade do N.A. segundo informações locais alcança mais de 10 metros, contudo esta profundidade pode variar conforme a geomorfologia local.

A permeabilidade do solo é baixa (10^{-5}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 4,43\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,606\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 22,4 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,30\text{ g/cm}^3$. O CTC é 20,215 MEQ/100g (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 72,00.

Saprólito

Siltico-argiloso a arenoso, podendo ocasionalmente ser arcoseano. Apresenta-se geralmente pastilhado e com uma coloração variando de bege avermelhado a marrom aroxeadado. É possível notar uma concentração pontual de blocos e sua espessura varia até 2,5 metros.

Formação Botucatu

Solo Transportado

Devido à alta declividade não foi possível encontrar solo transportado sobre esta formação.

Solo Residual Jovem

Este tipo de solo ocorre muito raramente em Irati como coberturas delgadas, atingindo normalmente menos que 1 metro de espessura. Poucos locais visitados mostraram o desenvolvimento de solo sobre os arenitos da Formação Botucatu, que, devido a sua pequena espessura na região e a proximidade com os basaltos da Formação Serra Geral, mostram-se “cozidos” (dureza bastante alta), favorecendo a ocorrência de escarpas, uma vez que se são muito resistentes ao intemperismo. Dentre os pontos visitados ficou evidenciado a presença de solo orgânico (com textura arenosa e), de cor negra, com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto à rocha pouco alterada. Eventualmente abaixo deste horizonte ocorre saprólito (rocha alterada) do arenito, com espessura indeterminada, provavelmente muito pequena. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em porções localizadas de relevo plano acima das escarpas no extremo sudoeste do município. A profundidade do N.A. não pode ser determinada porém a geomorfologia sugere que este se encontre acima de 10 metros de profundidade.

A permeabilidade do solo é baixa (10^{-4}), provavelmente devido a grande quantidade de matéria orgânica presente. Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 0,51\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal não foi determinada, assim como a umidade ótima. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,54\text{ g/cm}^3$. O CTC é 8,025 MEQ/100g (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 1,10.

Saprólito

Arenoso arcoseano (rico em feldspatos) de coloração avermelhada devido ao óxido de ferro, apresentando-se pastilhado, atingindo a espessura de até 2,0 metros.

Formação Serra Geral

Solo Transportado

Solo siltico arenoso de coloração avermelhada contendo fragmentos decimétricos de basalto e arenito podendo atingir até 2 metros de espessura.

Solo Residual Maduro a Jovem

Este tipo de solo ocorre no extremo sudoeste de Irati como coberturas pouco desenvolvidas, atingindo normalmente em sua totalidade cerca de 2 metros de espessura (medidas em campo). Para este tipo de rocha o esperado é que o solo apresente espessuras maiores, principalmente onde o relevo é mais plano, conforme evidenciados em diversos outros trabalhos realizados pela Mineropar. A discordância entre as espessuras esperadas para o basalto e aquelas encontradas em Irati devem-se à pequena faixa de afloramentos deste tipo rocha no município, não sendo portanto estas informações características para o restante da unidade. Em Irati a porção superior é marcada pela presença de solo orgânico (com textura siltico argilosa a argilosa), com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto uma camada de solo residual com espessura aproximada de 1 m, siltico argiloso. Abaixo deste horizonte ocorre, com frequência, saprólito (rocha alterada), com presença de blocos de rocha, com espessuras indeterminadas em campo. Este tipo de cobertura é comum na região principalmente em porções com relevo bastante plano, com declividades menores que 20 %, acima da escarpa (serra) localizada entre os municípios de Irati e Inácio Martins. A profundidade do N.A. não pode ser determinada em campo.

A permeabilidade do solo é baixa (10^{-3}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de $V_b = 1,99\text{g}/100\text{g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,492\text{ g/cm}^3$ com umidade ótima em torno de 25,8 %. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,20\text{ g/cm}^3$. O CTC é $8,755\text{ MEQ}/100\text{g}$ (médio). A erodibilidade deste material em talude é baixa a média conforme observado no campo e por meio do teste de erodibilidade que apresenta valor médio de ϵ de 720,00.

Solo aluvionar

Ocorre nas planícies de inundação que acompanham os rios da região. Formado por depósitos de espessuras variadas compostos por sedimentos de granulometrias variadas, desde seixos e areia até argila. A presença de argilas plásticas nestes depósitos indica potencialidade para este recurso mineral, utilizado na indústria cerâmica, porém os depósitos encontrados não mostraram volumes expressivos. Deve-se atentar para a fragilidade do lençol freático nestes locais, onde sua utilização deve ser restringida. O NA normalmente é muito raso, às vezes aflorante, resultando em porções encharcadas no terreno.

4.1-f Imagem geocover.

Trata-se de uma imagem de satélite, com *pixel* de 15 m, realizada no ano de 2000. A partir desta imagem torna-se possível realizar um levantamento da cobertura vegetal do município, com boa correspondência com a condição atual. Esta imagem abrange o município de Irati e parte dos municípios vizinhos, e consta no **Anexo-10**.

4.1- g Mapa geoambiental.

Neste mapa são apresentadas as áreas que devem conter restrições quanto à sua utilização, tais como planícies aluvionares (áreas sujeitas a alagamentos e inundações), zonas com alta declividade do terreno, Áreas de Preservação Permanente, onde a mata ciliar deve ser preservada em uma faixa de 30 metros de cada lado dos rios e 50 metros nas áreas de nascente. É destacada também neste mapa a formação Irati, como já mencionado anteriormente, que inspira cuidados maiores quanto à ocupação devido a sua fragilidade geotécnica.

Também são mostrados neste mapa os poços profundos (artesianos) e minas d'água (fornecidos pela Sanepar). Em todas estas situações existe a possibilidade de contaminação do lençol freático e dos aquíferos subterrâneos (profundos). **Anexo-09**.

4.1- h Mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo).

O mapa síntese 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 cruzamento de informações de substrato geológico, geomorfologia, dos materiais inconsolidados, e também com base nos parâmetros obtidos em ensaios geotécnicos e nas classes de declividades. 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, para cada um dos tipos de rochas (unidades litoestratigráficas), cinco unidades de terreno (UT), com características uniformes em termos de material inconsolidado e algumas declividades diferenciadas. O mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo) consta do **Anexo-08**.

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 à 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 (1:50.000). Portanto, qualquer projeto de ocupação local na área em questão deverá necessariamente buscar informações mais específicas, em trabalho de detalhamento para a complementação dos dados aqui apresentados. A seguir a avaliação das unidades de terreno.

Cada um dos tipos litológicos (rocha) presentes foi compartimentado com base na geomorfologia e, conseqüentemente, na cobertura inconsolidada, resultando nas UT'S - Unidades de Terreno. Cabe ressaltar que nem sempre todas as UT'S ocorrem sobre um determinado tipo de rocha. Para destacar no mapa as particularidades de cada tipo de rocha optou-se por representar as UT'S da seguinte forma:

Nome da Formação / Tipo de rocha	Unidade de Terreno - UT
Formação Serra Geral / Basalto	SG2, SG3 e SG4
Formação Botucatu / Arenitos	B2 e B4
Formação Rio do Rasto / Siltitos e argilitos	RR1, RR2, RR3, RR4 e RR5
Formação Teresina / Siltitos e argilitos	T1, T2, T3, T4 e T5
Formação Serra Alta / Argilitos e folhelhos	SA1, SA2, SA3, SA4 e SA5
Intrusivas Básicas / Basalto	IB1, IB2, IB3, IB4 e IB5
Formação Irati / Argilitos e folhelhos	IR1, IR2, IR3 e IR4
Formação Palermo / Siltitos	P1, P2, P3, P4 e P5

Desta forma, enquanto as letras são relacionadas à unidade estratigráfica, o número indica a geomorfologia. Além disso, as variações de tonalidades representam as diferenças na declividade do terreno.

Em cada uma das UT'S cada tipo de rocha apresentou perfis de solo característicos, onde a composição se manteve bastante homogênea, porém com espessuras variáveis.

Devido a grande quantidade de informações contidas na legenda referente ao mapa síntese para o planejamento (**Anexo 8**) optou-se por apresentá-la em uma carta separada, contida no **Anexo 8-A**. Nesta legenda são apresentadas as cores correspondente ao mapa síntese para o planejamento, referentes aos tipos de rochas encontradas na região. Para cada tipo litológico são apresentadas as unidades de terreno, conforme a tabela acima, e para cada uma destas unidades de terreno são exemplificadas as declividades encontradas. Assim, a partir desta compartimentação baseada na geologia e na geomorfologia são apresentadas a avaliação do terreno para o

planejamento de expansão para a área urbana do município e os problemas esperados frente a sua utilização.

É importante esclarecer que a escala de trabalho utilizada neste mapeamento (1:50.000) não permite a aplicação direta deste mapa no planejamento urbano, servindo este apenas como guia, havendo a necessidade de investigações locais prévias a implantação de qualquer empreendimento.

Unidades de terreno - U.T.01

- Área – 28072,685 ha.
- Declividade - Abrange todas as classes de declividade, predominando as de 0 a 10% e 10 a 20%.
- Geomorfologia - Predominam topos convexos levemente inclinados, divisores amplos, seguindo-se de encostas suaves a intermediárias, vertentes retilíneas e raramente encostas íngremes.
- Materiais inconsolidados - Predominam solos residuais maduros, normalmente com matéria orgânica na porção superior (0,3 a 0,5 m), homogêneos, textura siltico argilosa, poroso, cor marrom a marrom escuro (variando conforme o tipo de rocha), espessura de 2 a cerca de 5 metros (encontradas em campo). São raros os solos litólicos e afloramentos de rocha nesta unidade.
- Geotecnia - N.A. > 8,0m, textura siltico argilosa, baixa permeabilidade.
- Avaliação - Áreas adequadas à expansão urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas adequadas à implantação de sistemas viários e infraestruturas enterradas. Áreas adequadas à 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 classificadas com razoáveis a ruim para implantação de obras enterradas. Em declividades de 20 a 30% não recomenda-se a terraplanagem 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 a 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 a 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. Em regiões onde o solo é friável (facilmente desagrega) podem ocorrer voçorocas após a retirada da cobertura vegetal.

Os perfis típicos da Unidade de Terreno são listados pela litologia a que pertencem a seguir:

Formação Rio do Rastro

Na formação Rio do Rastro a espessura do solo orgânico notada na UT-01 varia de 0,5 metro a 1 metro, enquanto que a do solo residual pode chegar até 1 metro e a do saprólito alcança 1,5 metros.

Formação Teresina

Na formação Teresina a espessura do solo orgânico levantada na UT-01 pode atingir até 0,5 metro, a do solo residual pode variar de 1 metro até 1,5 metro enquanto a do saprólito pode alcançar 1,5 metros.

Formação Serra Alta

Na formação Serra Alta de espessura do solo orgânico verificada na UT-01 varia de 0,5 a 1,0 metro, a do solo residual alcança até 1,5 metros enquanto a do saprólito pode chegar 2 metros.

Rochas Intrusivas Básicas

A espessura do solo orgânico sobre as rochas intrusivas básicas verificada na UT-01 não chega a ultrapassar 0,3 metro, enquanto que a do solo residual pode variar de 2 até 3 metros e a do saprólito pode atingir um máximo de 1,0 metro.

Formação Irati

Na formação Irati a espessura do solo orgânico verificado na UT-01 pode atingir até 0,4 metro, enquanto que as espessuras do solo residual e do saprólito não pôde ser determinada.

O resumo dos perfis típicos desta Unidade de Terreno são mostrados na tabela abaixo:

	RR1	T1	SA1	IB1	IR1
Solo orgânico	0,5 a 1 m	< 0,5 m	< 0,5 m a 1 m	0,3 m	0,4
Solo residual	1 m	1 a 1,5 m	1,5 m	2 a 3 m	Indet.
Saprólito	Até 1,5 m	Até 1,5 m	Até 2 m	Até 1 m	Indet.

Unidades de terreno - U.T. 02

- Área – 29024,861 ha.
- Declividade - Abrange todas as classes de declividades, predominando as de 0 a 10% e 10 a 20%.
- Geomorfologia - Predominam encostas suaves a muito suaves, seguindo-se de encostas intermediárias e íngremes, com vertentes retilíneas a irregulares.
- Materiais inconsolidados - Predominam os solos caracterizados pela associação presença de material orgânico na porção superior (0,5 a 1 m), que confere a este horizonte coloração escura, sucedido por uma camada de 1 a 1,5 metro de solo residual jovem a maduro, ambos com matriz siltico argilosa. Eventualmente ocorrem, na base de encostas mais íngremes, solos transportados (colúvios) que podem alcançar poucos metros de espessura. Material bastante poroso. Abaixo do solo residual normalmente ocorre uma camada de saprólito (rocha alterada) que pode alcançar até 3 metros (identificado em campo).
- Geotecnia - N.A. > 5m, podendo atingir maiores profundidades, principalmente nos colúvios (solos transportados). Baixa permeabilidade.
- 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. 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 a 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.

Os perfis típicos da Unidade de Terreno são listados pela litologia a que pertencem a seguir:

Formação Serra Geral

Na formação Serra Geral a espessura do solo orgânico notada na UT-02 alcança até 0,4 metro, enquanto que a do solo residual e a do saprólito não pôde ser determinada.

Formação Botucatu

Na formação Botucatu de espessura do solo orgânico verificada na UT-02 pode atingir até 0,3 metro, enquanto que a do solo residual e a do saprólito não pôde ser determinada.

Formação Rio do Rastro

Na formação Rio do Rastro de espessura do solo orgânico notada na UT-02 chega até 0,5 metro , enquanto que a do solo residual pode chegar até 1,5 metros e a do saprólito pode alcançar até 2,5 metros.

Formação Teresina

Na formação Teresina a espessura do solo orgânico levantada na UT-02 pode atingir até 0,5 metro, a do solo residual pode variar de 1,2 metro até 2 metros enquanto a do saprólito pode alcançar 3 metros.

Formação Serra Alta

Na formação Serra Alta a espessura do solo orgânico verificada na UT-02 pode variar de <0,5 até 1 metro, a do solo residual alcança até 1,5 metros enquanto a do saprólito pode chegar 4 metros.

Rochas Intrusivas Básicas

A espessura do solo orgânico sobre as rochas intrusivas básicas verificada na UT-02 pode variar de 0,5 a 0,8 metro, enquanto que a do solo residual pode atingir 1,5 metros e a do saprólito alcança um máximo de 3,0 metros.

Formação Irati

Na formação Irati a espessura do solo orgânico verificado na UT-02 pode variar de 0,2 até 1,0 metro, enquanto que a do solo residual chega a 1 metro e do saprólito chega a 1 metro.

Formação Palermo

Na formação Palermo a espessura do solo orgânico verificado na UT-02 pode chegar até 1,0 metro, assim como a do solo residual que chega a 1 metro enquanto que a do saprólito chega a 3 metros.

O resumo dos perfis típicos desta Unidade de Terreno são mostrados na tabela abaixo:

	SG2	B2	RR2	T2	SA2	IB2	IR2	P2
Solo orgânico	0,4 m	0,3 m	0,5 m	< 0,5 m	< 0,5 a 1m	0,5 a 0,8m	0,2 a 1m	Até 1m
Solo residual	Indet.	Indet.	1,5 m	1,2 a 2 m	1,5 m	1,5 m	1 m	1m
Saprólito	Indet.	Indet.	Até 2,5 m	Até 3 m	Até 4 m	Até 3 m	Até 1m	Até 3m

Unidades de terreno - U.T. 03

- Área – 14142,743 ha.
- Declividade - Esta classe abrange todas as classes de declividades, porém predominam a classe de 0 a 10%.
- Geomorfologia - Predominam topos planos a pouco convexos, eventualmente estreitos e alongados, também ocorrem encostas suaves, intermediária e íngremes (escarpadas), com vertentes irregulares.
- Materiais inconsolidados - Solo residual (maduro/jovem), com pouco desenvolvimento de material orgânico na porção superior, atingindo menos de 0,5 m ou mesmo não desenvolvendo, seguido por cerca de 1 a 2 metros de solo homogêneo, com textura siltico argilosa. Após o solo residual normalmente existe saprólito (rocha alterada). Espessura total de no máximo 5,50 m identificada em campo.
- Geotecnia - Solos rasos, siltico argilosos, porosidade moderada a baixa. Risco de movimentos de massa no limite entre o solo e a rocha quando o perfil de alteração aparece muito raso.
- Avaliação – Devido à pequena espessura do solo estas áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Inadequadas a 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, são inadequadas para implantação de vias de circulação e obras enterradas. São indicadas a preservação permanente.
- Problemas esperados - Difícil escavabilidade (necessidade de uso de explosivos) quando a camada de solo for pouco espessa (< 0,5 m). 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 em regiões com declividades maiores.

Os perfis típicos da Unidade de Terreno são listados pela litologia a que pertencem a seguir:

Formação Serra Geral

Na formação Serra Geral a espessura do solo orgânico notada na UT-03 alcança até 0,5 metro, enquanto que a do solo residual atinge 1 metro e a do saprólito não pôde ser determinada.

Formação Rio do Rastro

Na formação Rio do Rastro a espessura do solo orgânico notada na UT-03 chega até 0,5 metro , enquanto que a do solo residual varia de 0,5 até 1,5 metros e a do saprólito pode alcançar até 1,5 metros.

Formação Teresina

Na formação Teresina a espessura do solo orgânico levantada na UT-03 atinge um máximo de 0,5 metro, a do solo residual pode variar de 0,5 metro até 1 metro enquanto a do saprólito pode alcançar até 2 metros.

Formação Serra Alta

Na formação Serra Alta a espessura do solo orgânico verificada na UT-03 pode atingir até 0,4 metro, a do solo residual alcança até 1 metro enquanto a do saprólito chega 1 metro.

Rochas Intrusivas Básicas

A espessura do solo orgânico sobre as rochas intrusivas básicas verificada na UT-03 pode atingir até 1 metro, enquanto que a do solo residual pode atingir 2 metros e a do saprólito não pôde ser determinada.

Formação Irati

Na formação Irati a variação de espessura do solo orgânico verificado na UT-03 pode atingir 0,3 metro, enquanto que a do solo residual chega a 2 metro e do saprólito chega a 0,5 metro.

Formação Palermo

Na formação Palermo a variação de espessura do solo orgânico verificado na UT-03 pode chegar até 0,4 metro, enquanto que o solo residual chega a 1 metro e o saprólito pode chegar a 3 metros.

O resumo dos perfis típicos desta Unidade de Terreno são mostrados na tabela abaixo:

	SG3	RR3	T3	SA3	IB3	IR3	P3
Solo orgânico	0,5 m	< 0,5 m	< 0,5 m ou ausente	< 0,4 m	1 m	0,3 m	0,4 m
Solo residual	1 m	0,5 a 1,5 m	0,5 a 1 m	1 m	2 m	2 m	1m
Saprólito	Indet.	Até 1,5 m	Até 2 m	Até 1 m	Indet.	Até 0,5 m	Até 3m

Unidades de terreno- U.T. 04

- Área – 23994,256 ha.
- Declividade - Estas unidades abrangem todas as classes de declividades, porém a predominância fica acima de 20%.
- Geomorfologia - Vertentes intermediárias, encostas íngremes e escarpadas.
- Materiais inconsolidados - Solos litólicos, solos coluviais, depósitos de talus, e afloramentos de rocha. Em regiões com menores declividades é possível encontrar solos residuais orgânicos, com espessuras de até 1 m, seguidos por solos residuais (atingindo até 2 a 4 metros) e saprolíticos com até 8 m. Depósitos coluvionares também são encontrados com espessuras de poucos metros.
- Geotecnia - Solos residuais/coluviais, eventualmente com fragmentos de rocha. Acúmulo de colúvios (solo transportado) no pé das vertentes mais íngremes.
- Avaliação - Áreas impróprias para ocupação urbana, conforme legislação vigente. Áreas inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. Áreas indicadas à preservação permanente, em lugares que não tenha interesse a atividades de extração mineral.
- Problemas esperados - Movimentos de massa de pequena expressão, susceptibilidade alta para erosão e queda de blocos.

Os perfis típicos da Unidade de Terreno são listados pela litologia a que pertencem a seguir:

Formação Serra Geral

Na UT-04 não foi possível determinar a espessura de nenhum dos tipos de solo listados na formação Serra Geral.

Formação Botucatu

Na formação Botucatu de espessura do solo orgânico verificada na UT-04 atingiu 0,5 metro, enquanto que a do solo residual não pôde ser determinada e a do saprólito chegou aos 2 metros.

Formação Rio do Rastro

Na formação Rio do Rastro a espessura do solo orgânico notada na UT-04 chega até 0,5 metro , enquanto que a do solo residual e a do saprólito não pôde ser determinada.

Formação Teresina

Na formação Teresina a espessura do solo orgânico levantada na UT-04 atinge um máximo de 0,5 metro, assim como a do solo residual , enquanto que a do saprólito pode alcançar até 1 metro.

Formação Serra Alta

Na formação Serra Alta a espessura do solo orgânico verificada na UT-04 atingiu até 0,5 metro, enquanto que a do solo residual e a do saprólito não pôde ser determinada.

Rochas Intrusivas Básicas

A espessura do solo orgânico sobre as rochas intrusivas básicas verificada na UT-04 pode variar de 0,5 a 2 metros, enquanto que a do solo residual pode atingir 2 metros e a do saprólito pode chegar até 8 metros.

Formação Irati

Na formação Irati a variação de espessura do solo orgânico verificado na UT-04 pode atingir 2 metros, enquanto que a do solo residual chega a 4 metros e do saprólito chega a 3 metros.

Formação Palermo

Na formação Palermo a variação de espessura do solo orgânico verificado na UT-04 pode chegar até 0,5 metro, enquanto que o solo residual varia de 0,3 a 1,5 metro. A espessura do saprólito não pôde ser determinada.

O resumo dos perfis típicos desta Unidade de Terreno são mostrados na tabela a seguir:

	SG4	B4	RR4	T4	SA4	IB4	IR4	P4
Solo orgânico	Indet.	0,5 m	< 0,5 m	< 0,5 m	0,5 m	0,5 a 2 m	Até 2 m	Até 0,5 m
Solo residual	Indet.	Indet.		0,5 m		2 m	4 m	0,3 a 1,5 m
Saprólito	Indet.	Até 2 m		Até 1 m		Até 8 m	Até 3 m	Indet.

Unidades de terreno- U.T. 05

- Área – 4241,968 ha.
- Declividade - Nesta unidade foram identificadas declividades entre 0 e 5%.
- Geomorfologia - Planície aluvionar.
- Materiais inconsolidados - Solos aluvionares. Pacote de argila, cores variadas (cinza claro, avermelhado, etc.), com espessuras em torno de 1,00 m. Presença de camada superficial orgânica. Em solos silticos argilosos podem ocorrer solos orgânicos pouco espessos e saprólito.

- Geotecnia - N.A. raso, desde aflorante até 0,50 m de profundidade. Presença de 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.

Os perfis típicos desta Unidade de Terreno são listados pelo tipo de rocha a que pertencem a seguir:

Formação Rio do Rastro

Na formação Rio do Rastro a espessura do solo orgânico notada na UT-05 chega até 0,3 metro, enquanto que o solo aluvionar atinge 0,5 metro.

Formação Teresina

Na formação Teresina a espessura do solo orgânico levantada na UT-05 atinge um máximo de 0,5 metro, enquanto a do solo aluvionar chega a 1,5 metros.

Formação Serra Alta

Na formação Serra Alta a espessura do solo orgânico verificada na UT-05 pode atingir até 0,5 metro, enquanto que a do solo aluvionar não pôde ser determinada.

Os perfis típicos desta Unidade de Terreno por tipos de rochas são mostrados na tabela abaixo:

	RR5	T5	SA5
Solo orgânico	0,3 m	< 0,5 m	0,5 m
Solo residual	0,5 m	1,5 m	
Saprólito		Até 3 m	Até 2 m

5. RECURSOS MINERAIS

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

A seguir são apresentadas breves descrições de bens minerais e quais suas possibilidades de serem encontrados e aproveitados em Irati. Este artigo será útil como instrumento de consulta para o desenvolvimento do município.

Na tabela abaixo estão descritos as produções de argila e basalto do município de Irati durante os anos de 1999, 2000 e 2001.

	1999	2000	2001
Argila (t)	9.900	16.353	8.356
Basalto (m ³)	43.689	49.880	98.307

No mapa do **Anexo 03** (Mapa de Documentação), são exibidos os pontos de ocorrência dos principais recursos minerais do município.

5.1- Argila

Verificou-se no município a existência de algumas ocorrências de argila, normalmente com pequena expressão espacial, embora depósitos de médio a grande porte tenham sido eventualmente encontrados. Esta argila é oriunda do transporte e sedimentação de partículas argilosas pelos rios, ou simplesmente da alteração *in situ* de rochas pelíticas. Algumas destas ocorrências já possuem requerimentos frente ao DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral.

Deve-se ressaltar que algumas das jazidas de argila encontradas apresentavam, junto à argila, fragmentos de rocha, o que dificulta sua utilização pelas olarias da região, que não costumam moer sua matéria-prima.

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.

5.2- 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, embora não existam requerimentos para este recurso mineral junto ao DNPM.

5.3- Pedras de talhe, cantaria e brita

A existência de rochas basálticas na porção oeste do município de Irati, assim como nos morros que circundam o centro urbano, 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.

5.4 - Saibro

Alguns tipos de materiais e rochas alteradas do município podem ser utilizadas na pavimentação e conservação das estradas secundárias (macadamização).

Em municípios do centro-oeste do Paraná como é o caso de Irati, 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.

5.5- Água superficial

A água distribuída pela SANEPAR na cidade de Irati é oriunda de poços artesianos, localizados nas bacias do rio das Antas, rio do Pinho (afluente do rio Caratuva), Riozinho, rio Cachoeira e rio dos Patos e também do tratamento da água proveniente do rio Imbituvão.

5.6- 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

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

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.

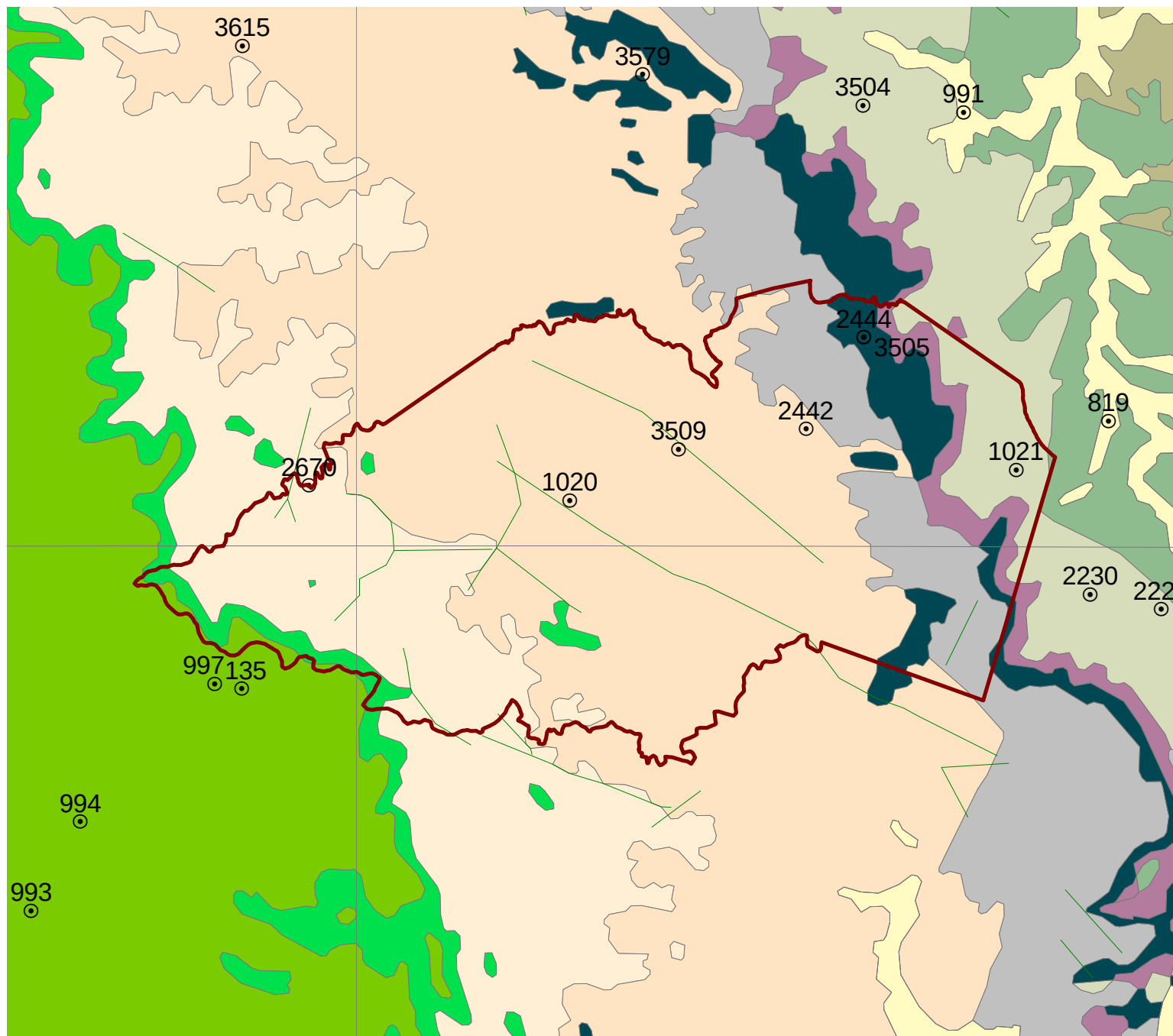
Quando captada em grande profundidade ou quando aflora em fontes naturais, por ascensão a partir das zonas profundas do subsolo, a água subterrânea atinge temperaturas que chegam a 40°C ou mais, dissolve sais das rochas encaixantes e adquire conteúdos de sais que a tornam merecedora de uma classificação 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.

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.

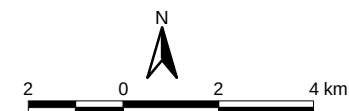
O mapa da página seguinte apresenta a localização dos poços tubulares de água, cadastrados na região de Irati, cujos dados indicam os valores esperados de produtividade em poços que venham a ser perfurados na região. Na página seguinte constam os dados cadastrais referentes a estes poços.

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.



Poços de água subterrânea na região do Município de Irati

origem dos dados: SANEPAR



- ⊙ Poços de água subterrânea
- ▭ Município de Irati
- ▭ Hidrografia

Unidades Geológicas

▭ Sedimentos inconsolidados

Grupo São Bento

▭ Diques de rochas básicas

▭ Soleiras

▭ Formação Serra Geral

▭ Formações Pirambóia e Botucatu

Grupo Passa Dois

▭ Formação Rio do Rasto

▭ Formação Teresina

▭ Formação Serra Alta

▭ Formação Irati

Grupo Guatá

▭ Formação Palermo

▭ Formação Rio Bonito

Grupo Itararé

▭ Formações Rio do Sul,
Mafra e Campo Tenente

Poços de Água na região do Município de Irati

Cód.	Bacia hidrográfica	Município	Localidade	Proprietário	Prof. (m)	Formação geológica	Tipo de aquífero	Vaz.Expl.m3/h
3505	Tibagi	Imbituva	Pinho de Baixo	Surehma	80	Irati	Poroso	10
997	Iguaçu	Inácio Martins	Sede Municipal	Sanepar	166	Serra Geral	Fraturado	16
135	Iguaçu	Inácio Martins	Sede Municipal	Sanepar	104	Botucatu	Poroso	0
2442	Tibagi	Irati	Barra mansa	P.Municipal	102	Estrada Nova	Poroso	
1021		Irati	Queimadinha	P.Municipal	80	Rio Bonito	Poroso	5
1020	Ivai	Irati	Rio do Couro	P.Municipal	75	Intrusiva	Fraturado	4
2670	Tibagi	Irati	Itapara	Sanepar	120	Serra Alta	Poroso	29
3509		Irati	Lina B	Sanepar	102	Estrada Nova	Poroso	5
2444	Cinzas	S.Antonio da Platina	Monte Real	Sanepar	80			
2230	Tibagi	Teixeira Soares	Açungui de Cima	P.Municipal	126	Itararé	Poroso	4

Origem dos dados: Sanepar

5.7- 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 confiram 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 Termais 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 à 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 biliares; 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.

6- PRODUÇÃO MINERAL

A tabela abaixo mostra as médias anuais de valores do ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços) e da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) declarados para a produção mineral no município de Irati, calculadas entre os anos de 1995 e 2001, além da média anual de produção, em toneladas.

Produção Mineral (média anual entre 1995 e 2001, valores expressos em Reais convertidos para o ano de 2001)		
	Média	Porcentagem do total para o estado do Paraná
Produção	101.478 T	0,5 %
Valor	R\$ 1.402.998,00	0,8 %
ICMS	R\$ 194.306,00	1,7 %
CFEM	R\$ 16.978,00	1,5 %

Fonte: <http://www.pr.gov.br/mineropar>.

7- DIREITOS MINERÁRIOS

O Município de Irati apresenta 09 processos ativos referentes a títulos minerários concedidos pelo Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, em várias fases de andamento, desde requerimento/autorização de pesquisa até concessão de lavra.

As principais substâncias são: basalto para a transformação em brita, com uso na construção civil, argila para a indústria cerâmica, carvão mineral e água mineral. Os titulares dos processos são: José Laertes de Meira; Jaluza Ind. Com. Telhas e Tijolos; Moacir Celso Junino; Cerâmica Gnatta Ltda.; Marcos Rogério Griczinski; Boscardin & Cia; Olaria João Maria Ltda. e Constr. C. Gerais Ltda.

A Prefeitura de Irati não dispõe de nenhuma área de pedreira ou saibreira legalizada junto ao DNPM.

O mapa de localização dos direitos minerários do município de Irati consta na página a seguir, seguido pela tabela de títulos minerários, onde constam dados relativos ao processos junto ao DNPM.

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.

Áreas com títulos minerários na região do Município de Irati

origem dos dados: DNPM



GOVERNO DO
PARANÁ

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

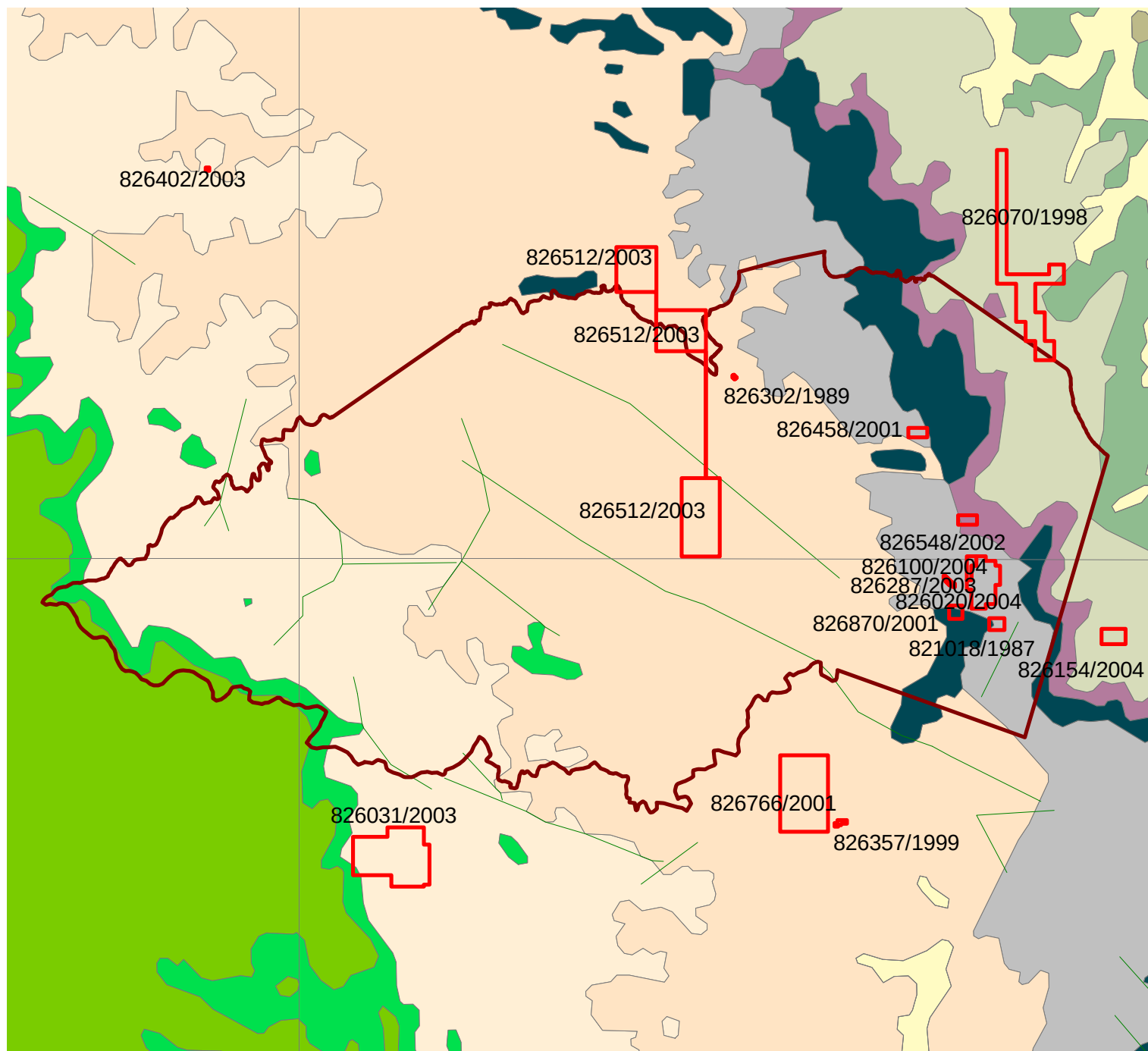


2 0 2 4 km

- Áreas com títulos minerários
- Município de Irati
- Hidrografia

Unidades Geológicas

- Sedimentos inconsolidados
- Grupo São Bento
 - Diques de rochas básicas
- Soleiras
- Formação Serra Geral
- Formações Pirambóia e Botucatu
- Grupo Passa Dois
 - Formação Rio do Rasto
 - Formação Teresina
 - Formação Serra Alta
 - Formação Irati
- Grupo Guatá
 - Formação Palermo
 - Formação Rio Bonito
- Grupo Itararé
 - Formações Rio do Sul, Mafra e Campo Tenente



Títulos Minerários na região do Município de Irati

Município	Localização	Substância	Titular	Diploma	N.Proc.	Ano	Área(ha)	Último evento
Fernandes Pinheiro		Argila Refratária	José Laertes de Meira		826154	2004	100,00	req.pesq.completo protoc.
Imbituva	barro preto	Argila Refratária	Jaluza Ind.Com.Telhas Tijolos	Alv.Pesq.	826070	1998	963,69	aut.pesq.pag.taxa efet.
Imbituva		Carvão Mineral	Moacir Celso Junino	Alv.Pesq.	826512	2003	1889,85	aut.pesq.pag.taxa efet.
Irati		Argila	Cerâmica Gnatta Ltda	Alv.Pesq.	826020	2004	343,75	alv.pesq.
Irati		Água Mineral	Marcos Rogério Griczinski	Alv.Pesq.	826870	2001	49,00	aut.pesq.pag.taxa efet.
Irati	Pinho de Baixo	Gabro	Boscardin & Cia	Conc.Lavra	826302	1989	3,19	conc.lavra
Irati	bairro da lagoa	Argila	Olaria João Maria Ltda		826287	2003	12,50	req.lic.autor.
Irati	Riozinho	Diabásio	Boscardin & Cia	Alv.Pesq.	821018	1987	50,00	req.lavra doc.div.protoc.
Irati	Ribeiros	Diabásio	Constr.C.Gerais Ltda	Alv.Pesq.	826458	2001	50,00	req.lavra protoc.

Origem dos dados - DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral abril/2004

Títulos Minerários na região do Município de Irati

Irati		Argila	Cerâmica Gnatta Ltda		826100	2004	43,75	req.pesq.completo protoc.
Irati		Água Mineral	Anadir Carlos Sanlorenzi		826548	2002	50,00	req.pesq.completo protoc.
Prudentópolis	Rio Preto	Argila	Matias Zazula Filho		826402	2003	3,29	licenc.autor.
Rebouças	Faz.S.Sebastião	Argila	Incepa Ltda	Alv.Pesq.	826766	2001	1000,00	aut.pesq.pag.taxa efet.
Rebouças	Potinga	Argila Vermelha	Cerâmica Bom Jesus Ltda	Alv.Pesq.	826357	1999	14,88	licenc.assent.orgãos aut.
Rio Azul	Faz.Acácia	Caulim	Florido F.Adão Costa	Alv.Pesq.	826031	2003	1000,00	aut.pesq.pag.taxa efet.

Origem dos dados - DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral abril/2004

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 direito minerário, 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- GESTÃO AMBIENTAL

Ao longo deste trabalho foi realizado um cadastramento das atividades impactantes e foi possível constatar algumas irregularidades quanto à disposição de resíduos sólidos no município.

Vale ressaltar que este é um estudo preliminar e que serve para alertar sobre a situação atual e talvez indicar algumas possíveis soluções para o problema, ou seja não substitui um estudo localizado e mais detalhado sobre a instalação ou readequação do um aterro. No **Anexo 12 - Gestão Ambiental e Gestão Territorial**, são descritas algumas medidas básicas que devem ser levadas em conta para a o gerenciamento do aterro e de outras atividades poluidoras de recursos hídricos.

8.1 – Aterro Sanitário

O aterro sanitário está instalado próximo ao distrito de Cabriúva na porção Norte-Nordeste do município. Este local não se apresenta como o mais indicado para a instalação deste tipo de empreendimento, apesar da distância do núcleo urbano ser maior do que 3 Km, o que ainda viabiliza a expansão da cidade naquela direção. O aterro está posicionado em área de solo residual pouco espesso (0,5 metros), com baixa declividade, próximo de vertentes de água e o lençol freático na área está localizado a mais de 5m de profundidade.

O aterro tem como substrato rochoso a Formação Teresina, que é composta predominantemente por uma alternância de argilitos, folhelhos e siltitos. Estas rochas constituem rochas de uma certa impermeabilidade, contudo vale ressaltar que por o solo

ser pouco espesso, o risco de infiltração do chorume por estruturas geológicas como fraturas e falhas nas rochas é eminente.

As condições das instalações do aterro sanitário de Irati revelaram uma série de deficiências, entre elas as principais são a ausência de impermeabilização das células de estocagem (como mostra a figura abaixo), bem como de poços de monitoramento das águas do lençol freático e de canais de escoamento do chorume, líquido decorrente da decomposição do material armazenado.



Ausência de impermeabilização no local de estocagem dos resíduos, favorecendo a percolação de efluentes (chorume) para o aquífero subterrâneo.

Outro fato que chama a atenção nas instalações do aterro sanitário é a falta de separação entre os materiais estocados, por muitas vezes resíduos recicláveis são acondicionados nas mesmas células destinadas ao armazenamento de resíduos domésticos. Resíduos hospitalares também são acondicionados em células sem impermeabilização, em contato com a rocha pouco alterada, conforme mostrado na figura a seguir.



Célula de disposição de resíduos hospitalares.

A pequena espessura de solo é mostrada na figura abaixo, onde é possível perceber também que os resíduos (hospitalares neste caso) estão acondicionados sobre rocha pouco alterada, sem nenhum tipo de impermeabilização, favorecendo a percolação de efluentes através de fraturas.



Perfil do solo mostrando cerca de 2 metros de solo sobrepostos a rocha.

A ausência de canais para o disciplinamento das águas superficiais da área do aterro também representa risco potencial de contaminação dos rios e do aquífero subterrâneo, conforme é mostrado na figura a seguir.



Canaleta sem impermeabilização por onde escorrem as águas superficiais da área do aterro, nota-se a presença de resíduos em seu interior

Apesar dos problemas encontrados no aterro sanitário podemos encontrar algumas instalações como o sistema de drenagem de chorume que já encontra-se instalado e pode ser utilizado de maneira efetiva se for efetuada uma impermeabilização do solo. Também aconselha-se que a prefeitura se mobilize para uma melhor disposição dos resíduos, visto que com medidas simples de planejamento seria possível otimizar a estrutura do aterro.

Quando a prefeitura necessitar de outras áreas para disposição de resíduos sólidos, consultar o **Anexo 08** que mostra o mapa síntese para o planejamento, e adequabilidade para este fim, proceder o estudo da direção dos ventos e contratar o projeto final, conforme as leis enumeradas neste relatório.

9- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Potencial mineral

Em função da geologia do seu território, Irati apresenta um ótimo potencial para água subterrânea, basalto para blocos, brita e saibro. Potencial moderado a alto para argila para indústria cerâmica vermelha e baixo para argilas para utilização na indústria cerâmica branca e para carvão mineral.

Gestão ambiental

O local do aterro sanitário controlado da prefeitura não é o mais apropriado, embora a distância do núcleo urbano seja maior que 3Km, o que viabiliza a expansão da cidade naquela direção. Por estar posicionado em local de solo jovem, com pequena espessura (0,5 m) com o limite entre solo/rocha muito raso. A proximidade das células de acondicionamento dos resíduos com a rocha são, intensamente fraturada, favorece a contaminação do aquífero subterrâneo. Outro fato que favorece a contaminação do lençol freático é a falta de impermeabilização das células de acondicionamento. A proximidade do local com cursos d'água e a ausência de canaletas para o disciplinamento das águas superficiais favorecem também a contaminação das águas superficiais.

Foi constatado que no aterro sanitário há uma grande quantidade de material reciclável (plásticos e pneus) e também que não há local próprio para a disposição do lixo hospitalar.

Recomenda-se adotar novas campanhas de reciclagem de lixo para o município, e armazenar de forma correta o lixo hospitalar. É aconselhável a instalação de poços de monitoramento das condições do lençol freático no aterro sanitário.

Os postos e depósitos de combustíveis da sede municipal também devem ser equipados com poços de monitoramento do lençol freático, com a intenção de detectar a contaminação dos aquíferos superficiais e subterrâneos por óleos, graxas, combustíveis, etc.

Recomenda-se adotar medidas de conscientização da população do município em relação aos processos de degradação ambiental e suas consequências, 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.

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 Irati visa 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 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 IRATI. **Aspectos demográficos**. Internet <http://www.Irati.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

ANEXO 01 - Laudo de ensaios geotécnicos

ANEXO 02 – Gestão Ambiental e gestão territorial

ANEXO 03 - Cartografia básica e documentação

ANEXO 04 - Mapa de declividades

ANEXO 05 - Mapa geomorfológico

ANEXO 06 - Mapa de coberturas inconsolidadas

ANEXO 07 - Mapa geológico/substrato rochoso

ANEXO 08 - Mapa síntese para o planejamento

ANEXO 08-A – Legenda do mapa síntese para o planejamento

ANEXO 09 - Mapa geoambiental

ANEXO 10 - Imagem geocover

ANEXO 11 - Modelo digital do terreno de Irati

ANEXO - 02

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 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.

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.

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. Revoltados 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 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 patogênicos, 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.

1.3 - 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 levado 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.

1.4 - 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 - CEMPRES, 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.

2 - GESTÃO TERRITORIAL

Como a Prefeitura Municipal de Irati 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 a 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 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 ao comportamento geotécnico dos diferentes solos e rochas que ocorrem na região e, com isso, prever as alterações produzidas pela ocupação neste comportamento.

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.

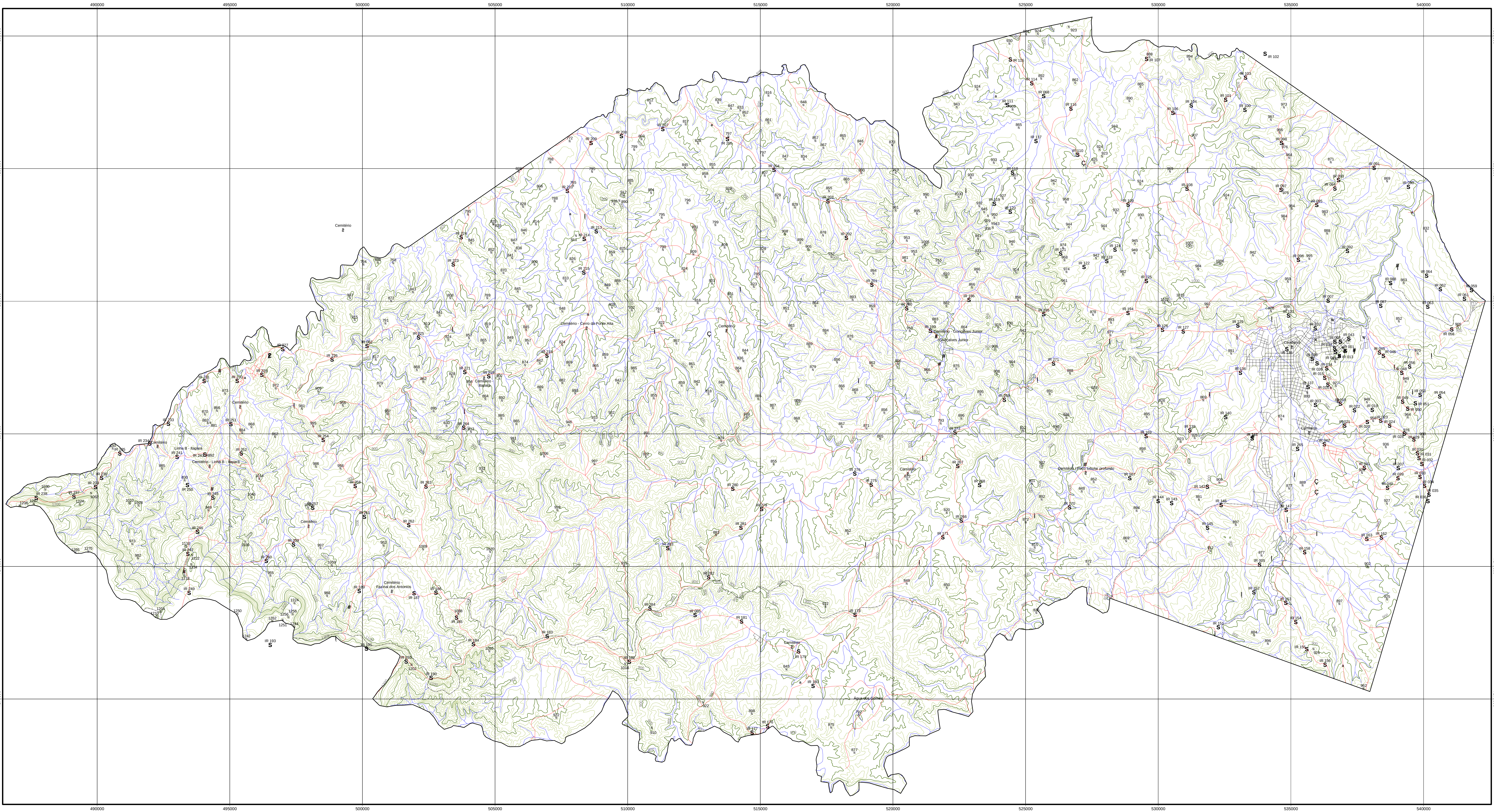
Quadro-02. Medidas de prevenção de riscos geológicos, segundo Cerri e Amaral (1998)

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;
- em terrenos com declividade igual superior ou superior a 30% (trinta por cento) 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 Irati. 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 08**.



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

- Rodovia
- Estradas Municipais
- Arruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

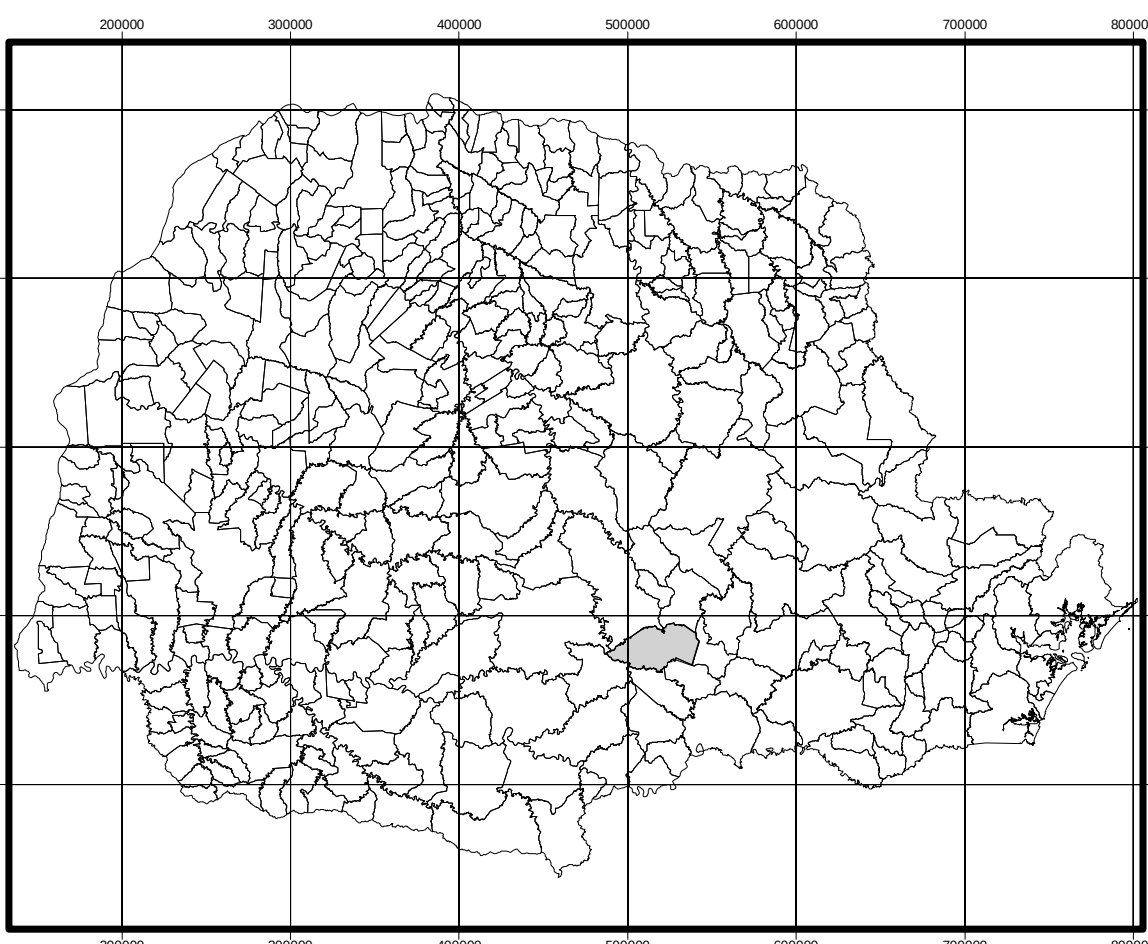
Hipsometria

- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia
- Ponto cotado

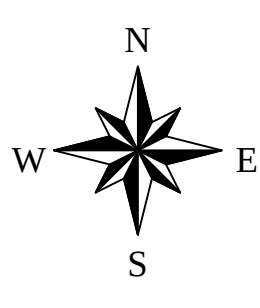
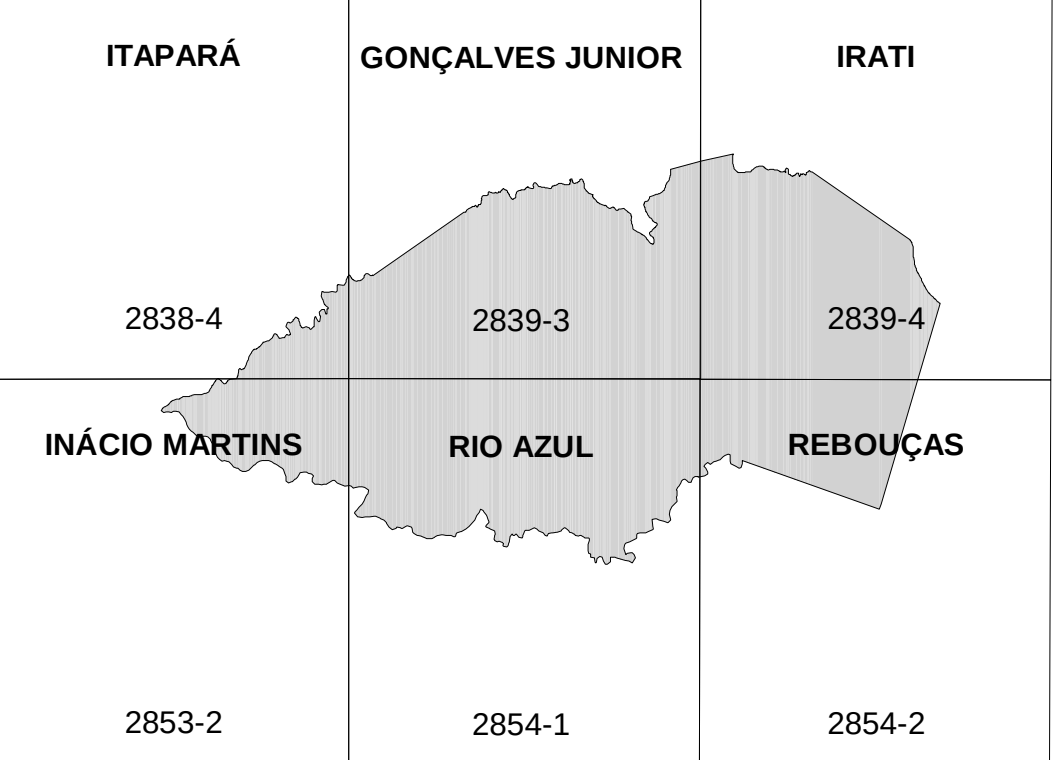
Documentação

- # Amostragem de solo
- ê Concreteira - Usicon
- % Estação de tratamento - Sanepar
- Frigorífico / Usina de asfalto
- l Lavra
- l Lavra desativada
- x Molino
- C Olaria
- # Póçiga
- # Póçiga desativada
- # Poço cacimba/Poço tubular profundo
- S Ponto de controle
- l Salbreira
- l Salbreira desativada
- 2 Viveiro florestal

SITUAÇÃO



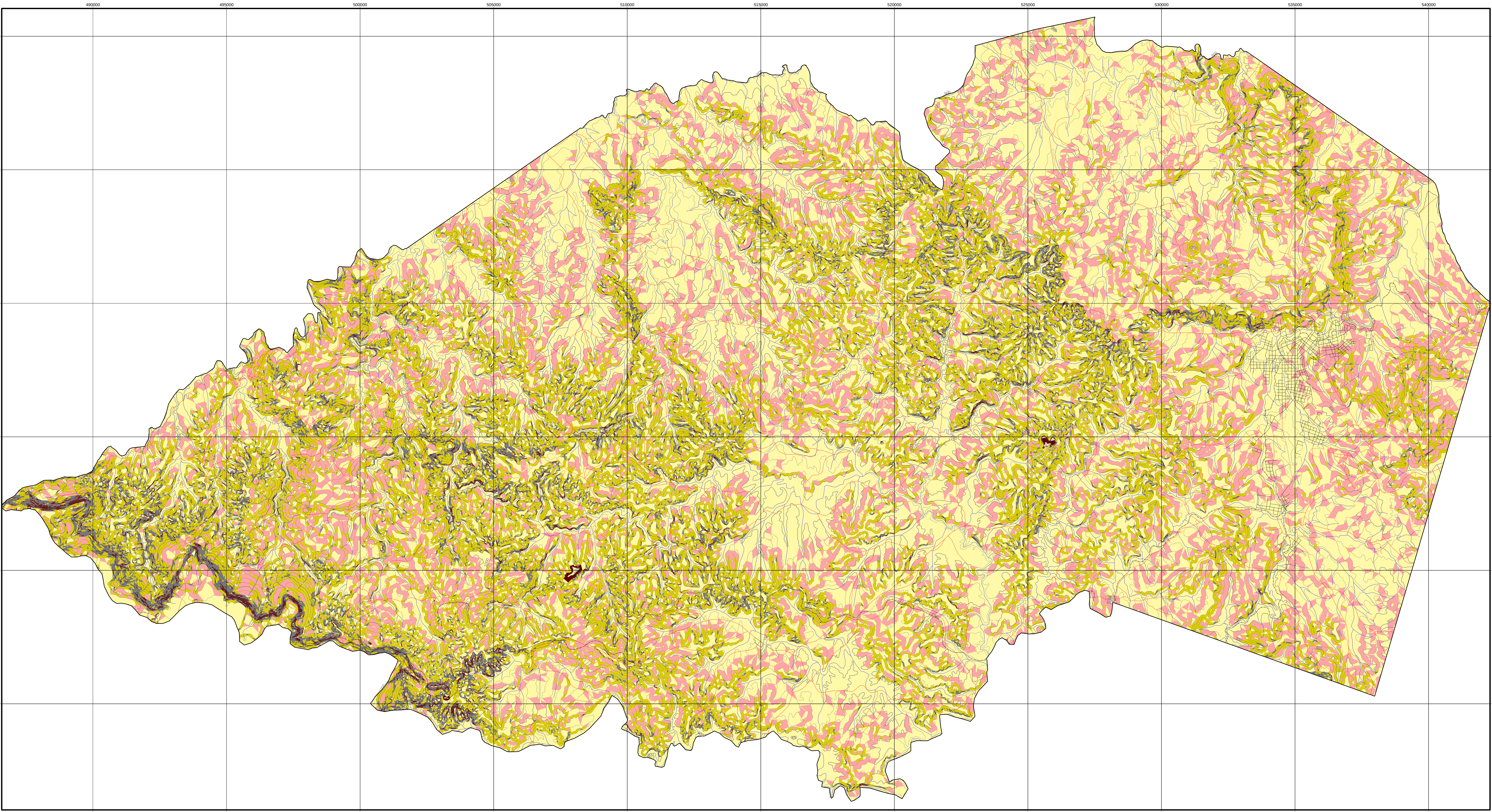
ARTICULAÇÃO



1000 0 1000 2000 Metros

ESCALA 1:50.000

MINEROPAR 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 - IRATI -	
ANEXO 03 - CARTOGRAFIA BÁSICA E DOCUMENTAÇÃO	
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.	
AUTORES Geólogo Diógenes Falcão Geólogo Celso Antônio Cavalcini	GEOPROCESSAMENTO Rafael Augusto Mouton Silvana R. Cavalcini Edna Geografia Mariana Santos Edna Geografia Raphael Zanin
BLOCO	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

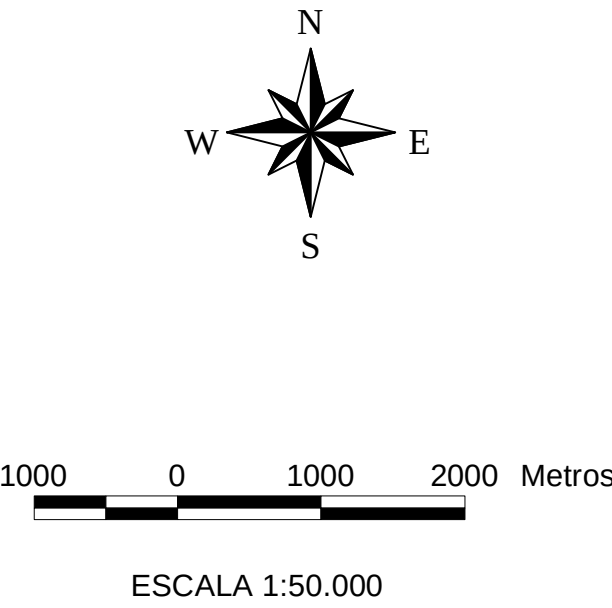
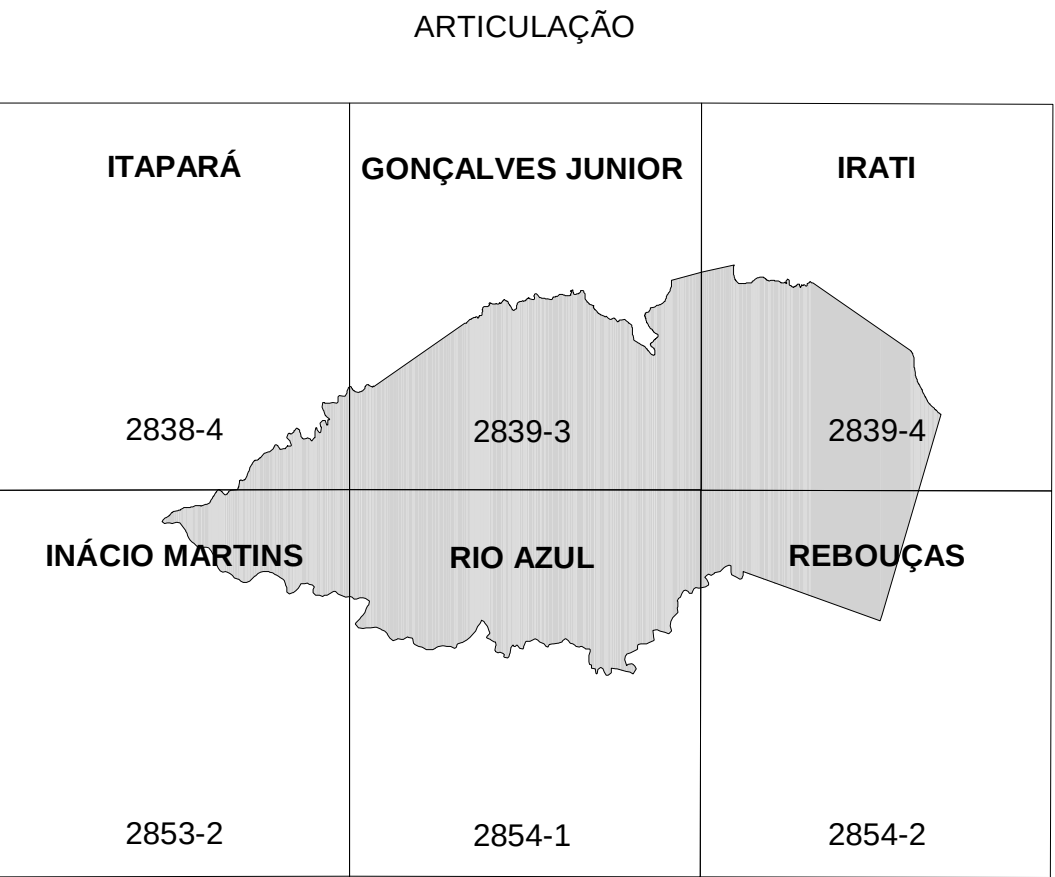
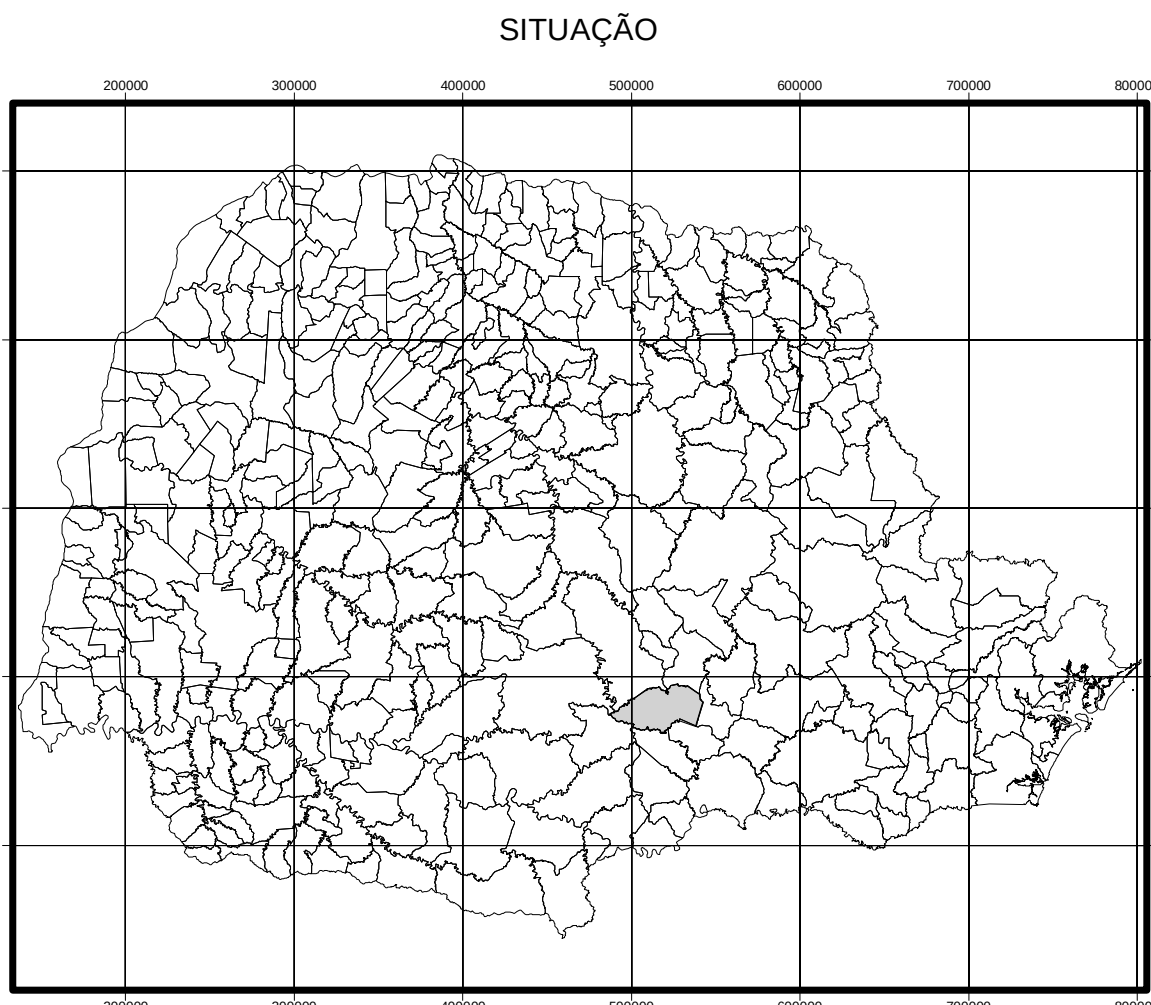
- Rodovia
- Estradas Municipais
- Arruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

Hipsometria

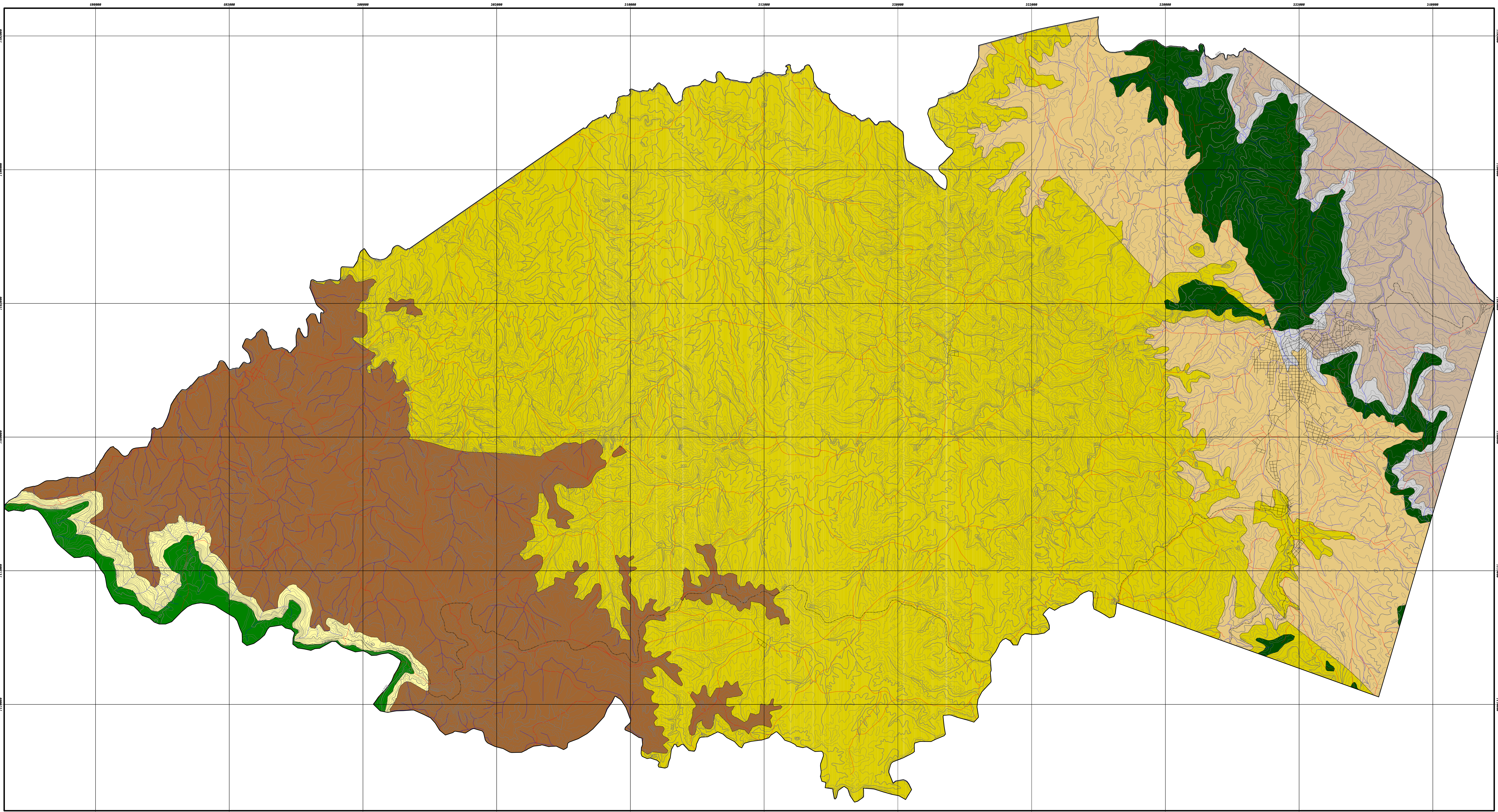
- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia

Classes de Declividade

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



MINEROPAR MINÉRIOS DO PARANÁ S/A		
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 - IRATI -		
ANEXO 04 - MAPA DE DECLIVIDADE		
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.		BLOCO
AUTORES Geólogo Dirceu Falcão Geólogo Cícero André Cavallero		
GEOPROCESSAMENTO Maurício Augusto Hübner Sílvia R. Canchazo Eduardo Geografia Poliana Santos Eduardo Geografia Raphael Zanetti		



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

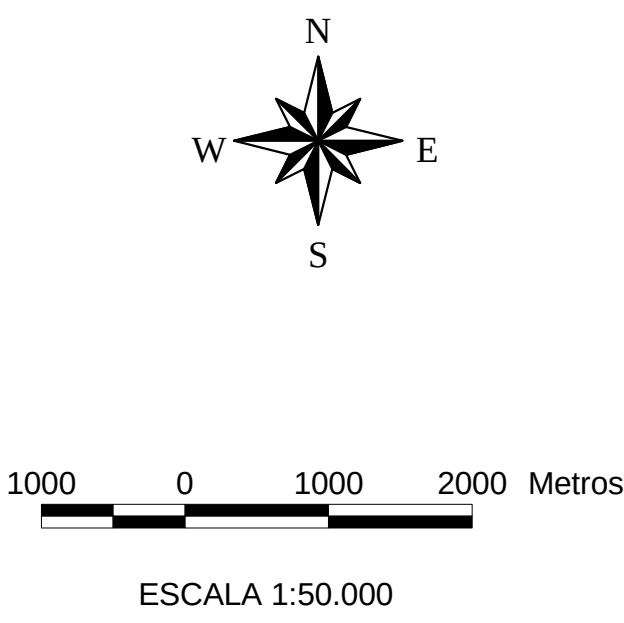
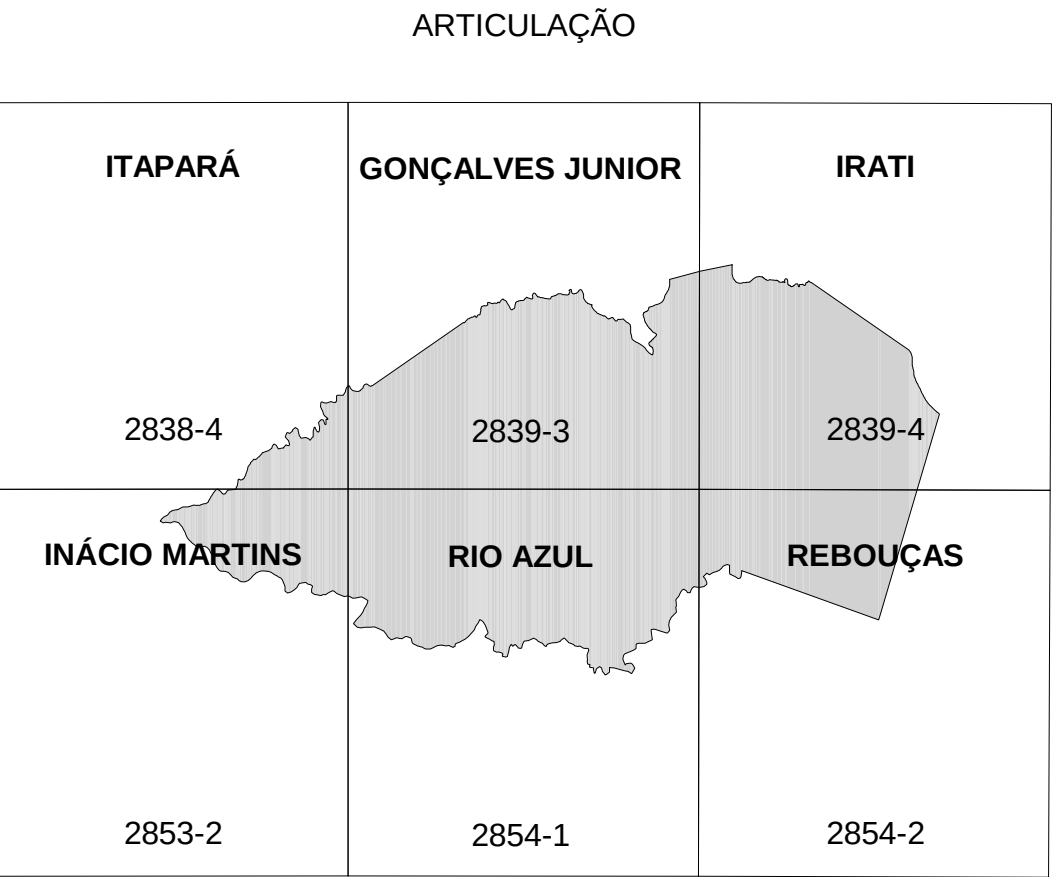
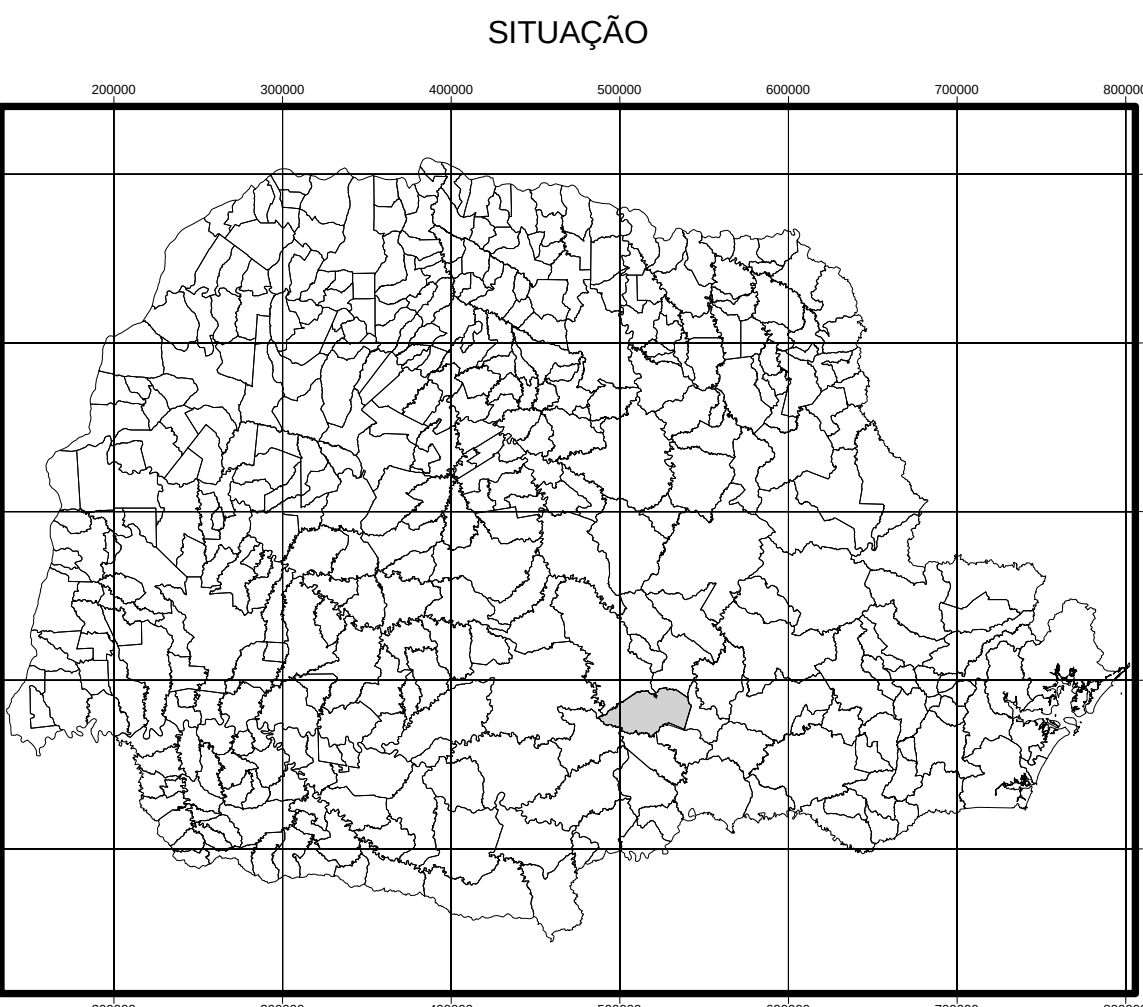
- Rodovia
- Estradas Municipais
- Aruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

Hipsometria

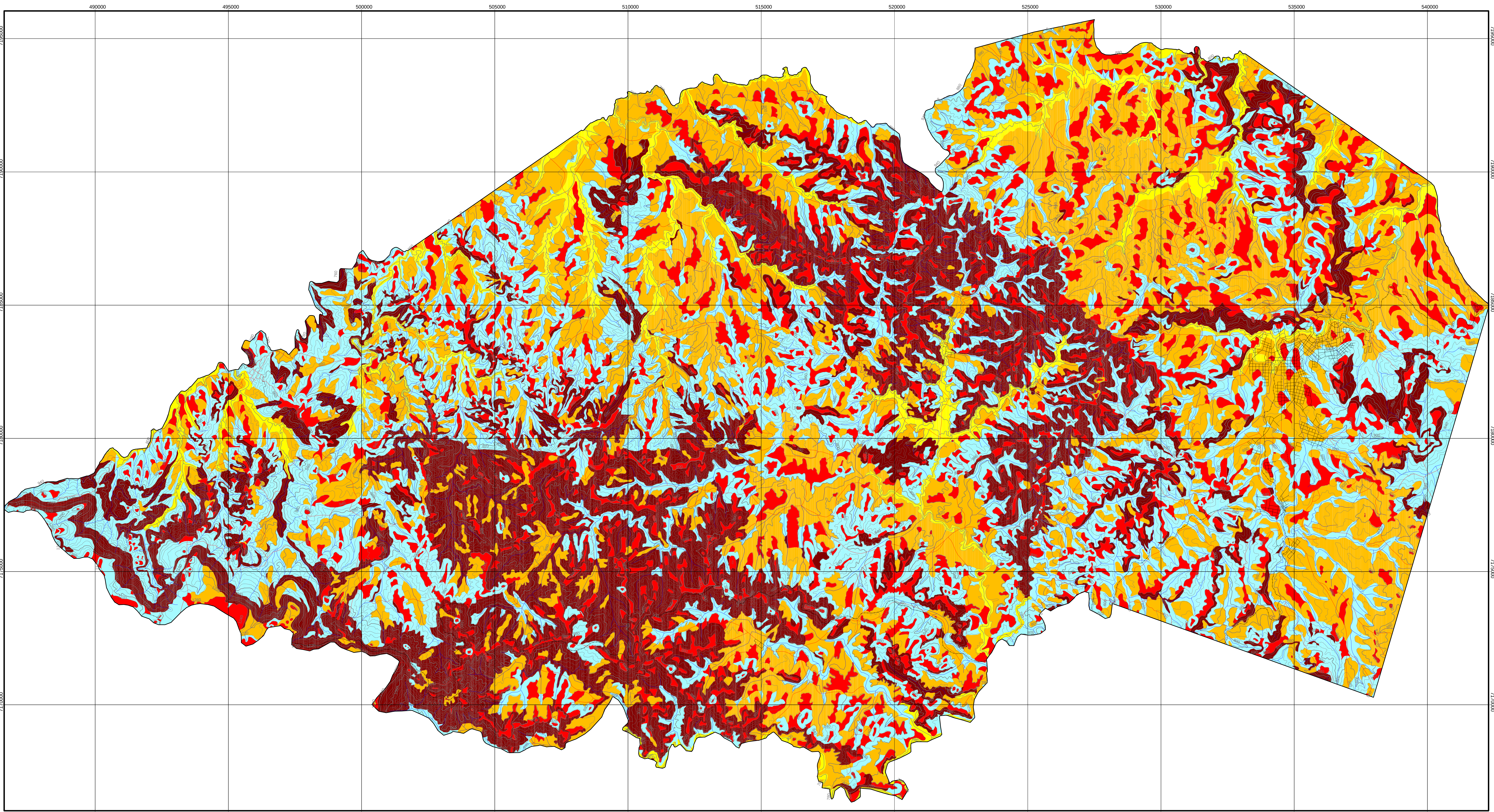
- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Formação Serra Geral
- Formação Botucatu
- Formação Rio do Rasto
- Formação Teresina
- Formação Serra Alta
- Intrusivas básicas
- Formação Irati
- Formação Palermo



MINEROPAR 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 - IRATI -	
ANEXO 07 - MAPA GEOLÓGICO/SUBSTRATO ROCHOSO	
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.	
AUTORES: Geólogo Dr. Clécio Falcão Geólogo Cleonir Antônio Carneiro	BLOCO



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

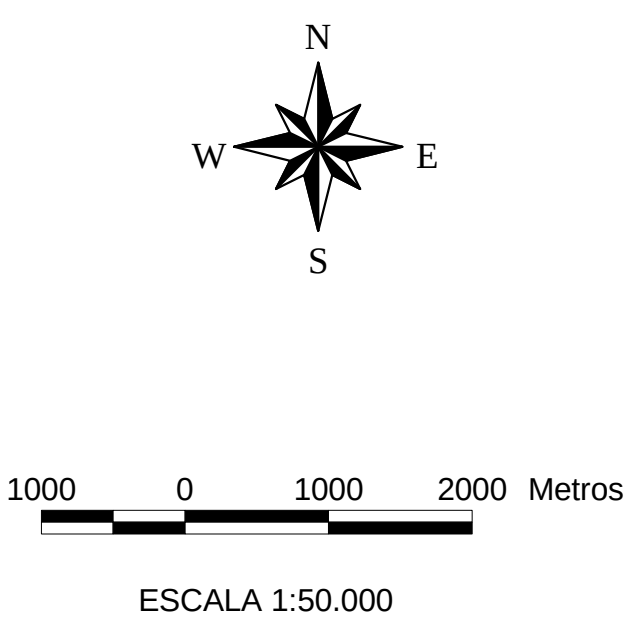
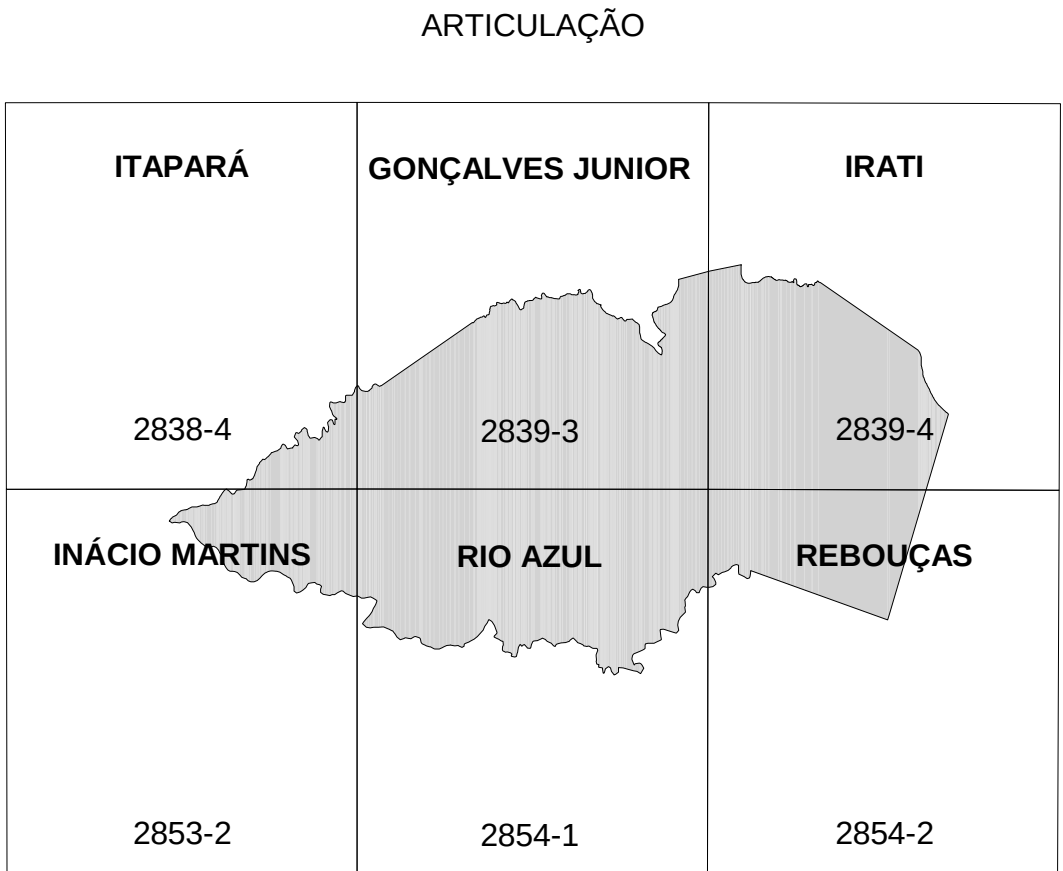
- Rodovia
- Estradas Municipais
- Arruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

Hipsometria

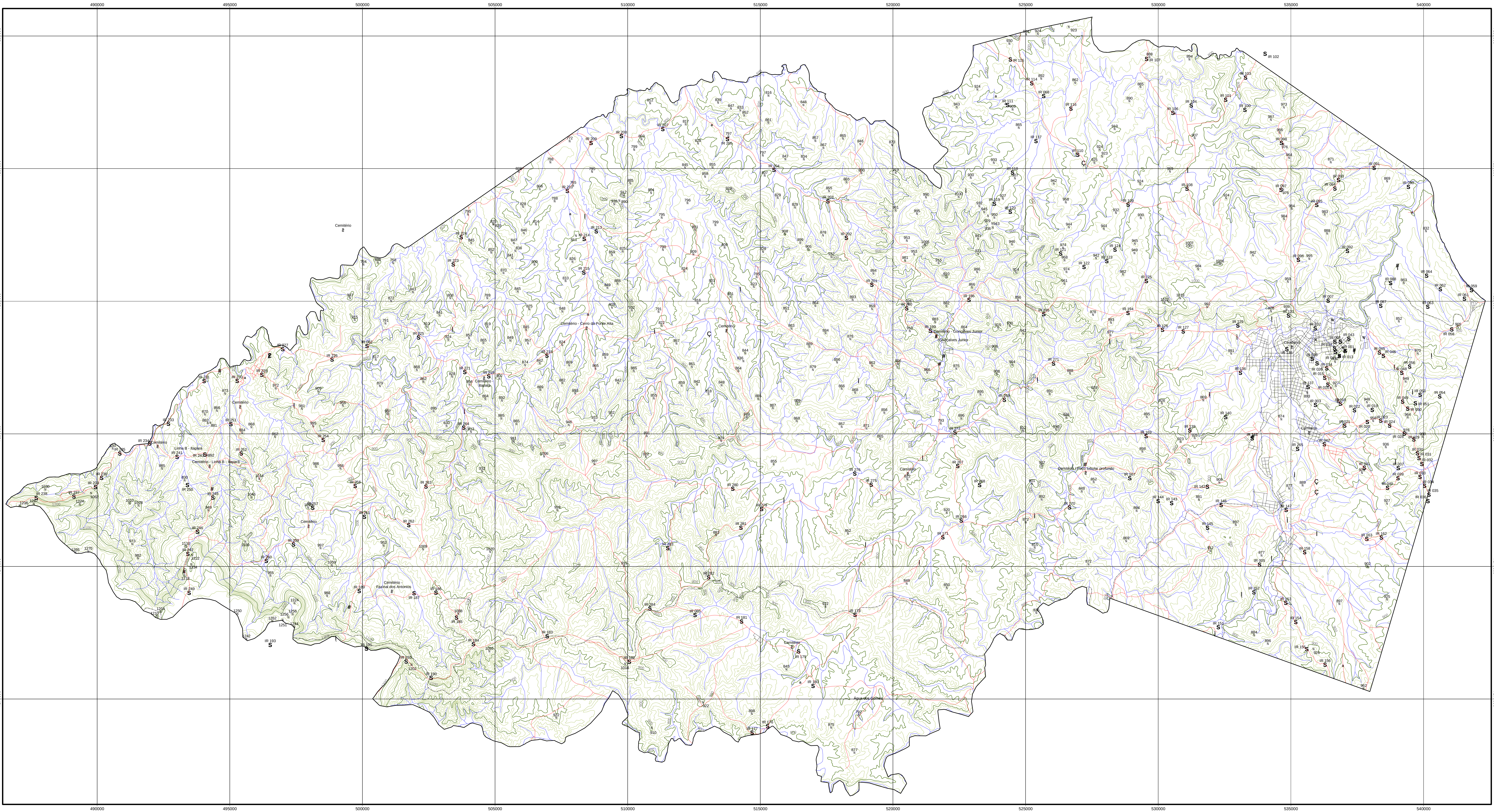
- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia

CONVENÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

- Topos planos, estreitos e alongados.
- Encostas intermediárias, vertentes retíneas, com baixa declividade.
- Encostas intermediárias, vertentes retíneas a convexas e declividade intermediária.
- Encostas íngremes, por vezes escarpadas.
- Planície aluvionar.



MINEROPAR GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ PRESEDA DO MINISTÉRIO	
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL	
SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - IRATI -	
ANEXO 05 - MAPA GEOMORFOLÓGICO	
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.	
AUTORES Geólogo Dirceu Falsade Geólogo Cícero Antônio Carvalho	BLOCO



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

- Rodovia
- Estradas Municipais
- Arruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

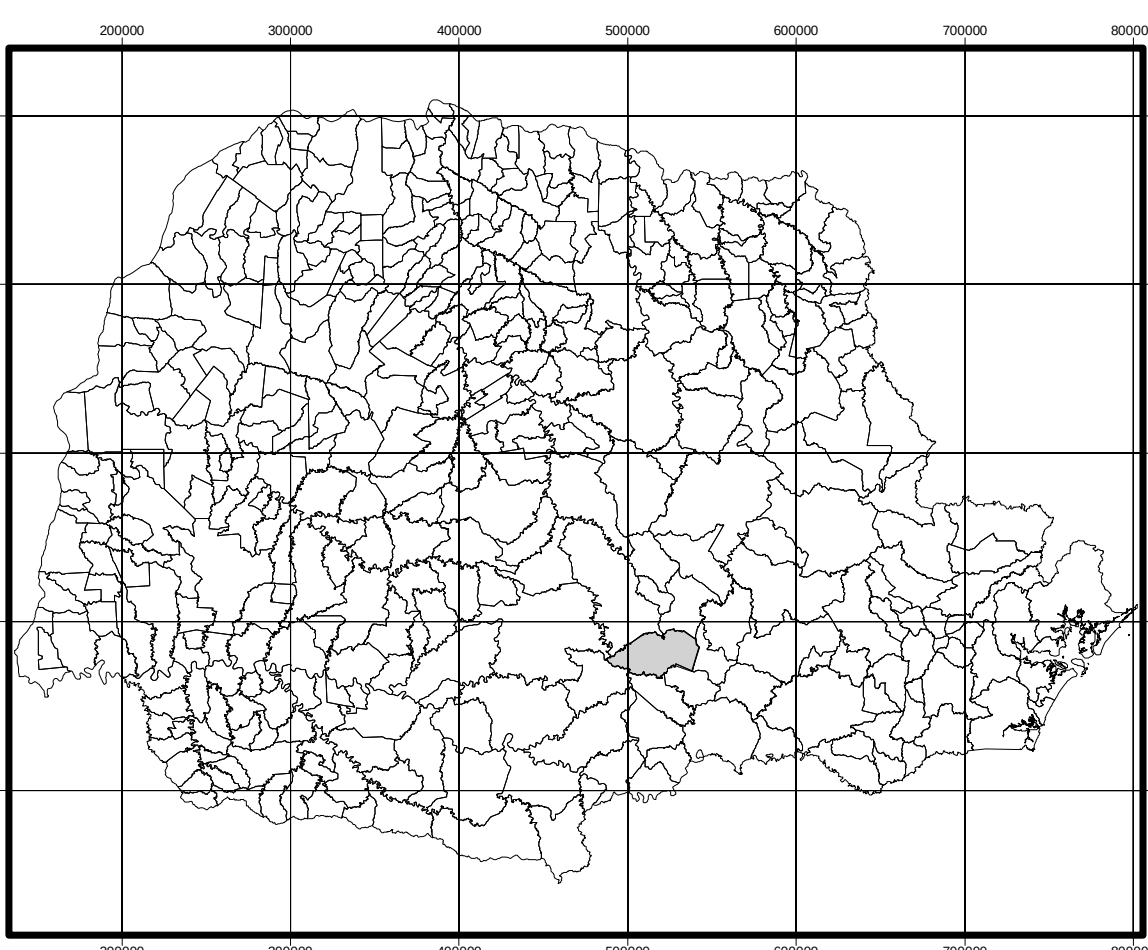
Hipsometria

- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia
- Ponto cotado

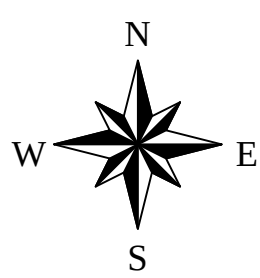
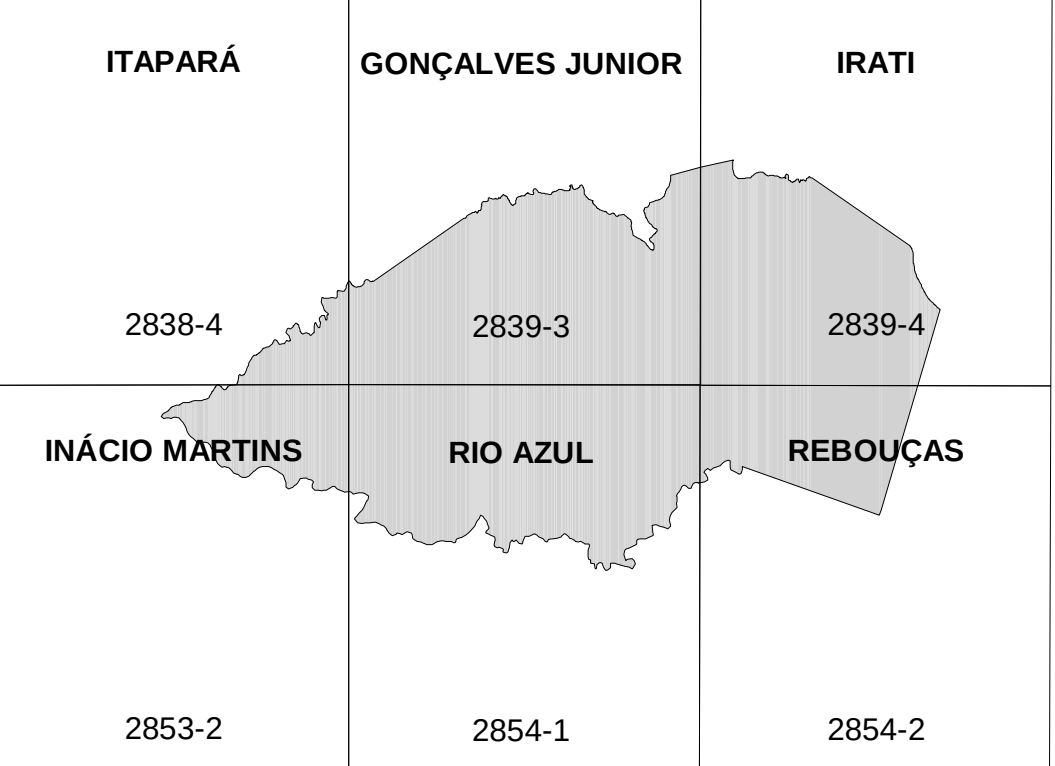
Documentação

- # Amostragem de solo
- ê Cemitério
- ê Concreteira - Usicon
- % Estação de tratamento - Sanepar
- Frigorífico / Usina de asfalto
- l Lavra
- l Lavra desativada
- x Molho
- C Olaria
- # Póçiga
- # Póçiga desativada
- # Poço cacimba/Poço tubular profundo
- S Ponto de controle
- l Salbreira
- l Salbreira desativada
- z Viveiro florestal

SITUAÇÃO



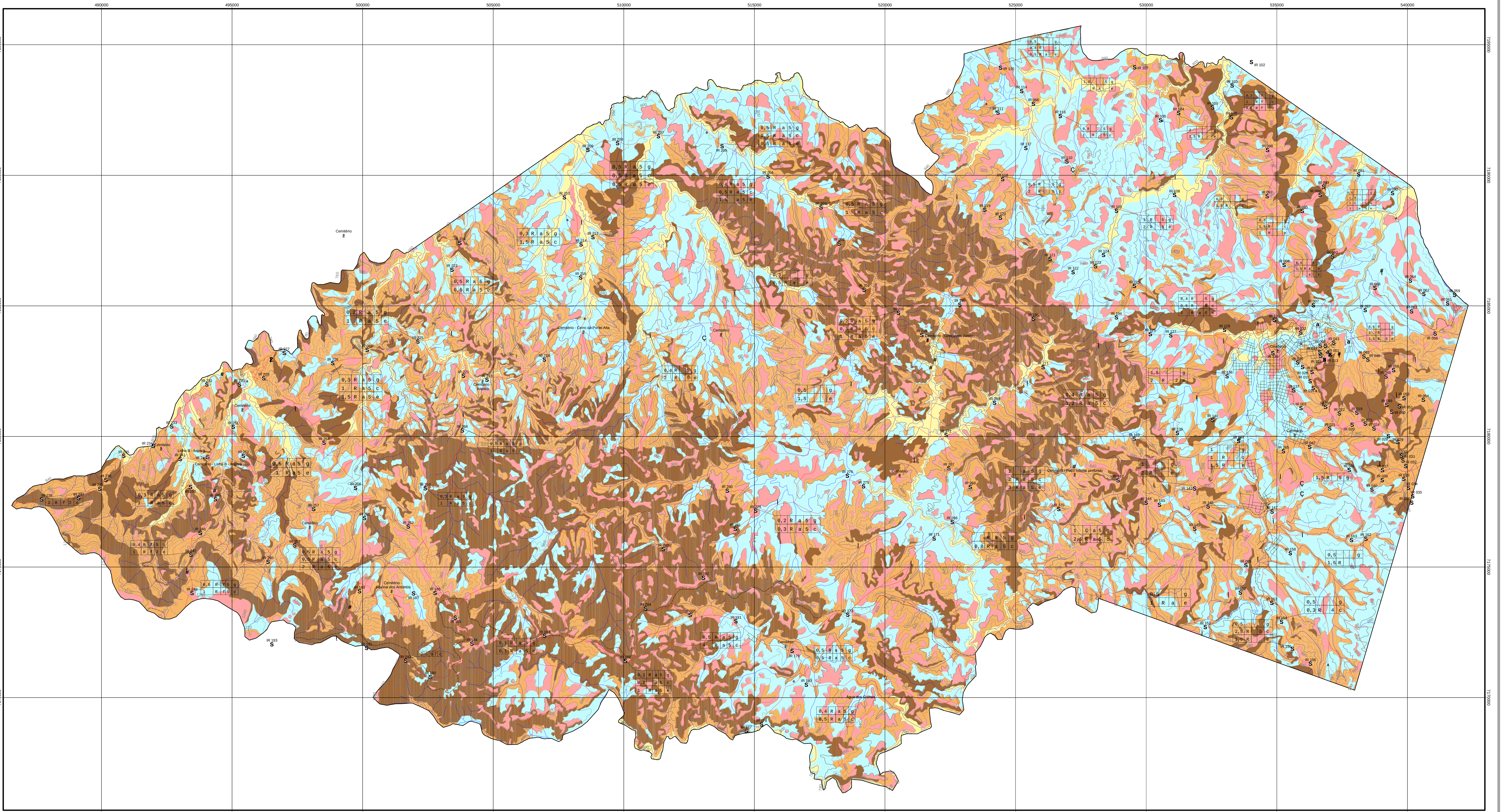
ARTICULAÇÃO



1000 0 1000 2000 Metros

ESCALA 1:50.000

MINEROPAR 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 - IRATI -	
ANEXO 03 - CARTOGRAFIA BÁSICA E DOCUMENTAÇÃO	
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.	
AUTORES Geólogo Dióscoro Falcade Geólogo Celso Antônio Cavallho	GEOPROCESSAMENTO Eduardo Augusto Moreira Silvana R. Cavallho Edna Geografia Mariana Santos Edna Geografia Raphael Zanin
BLOCO	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

- Rodovia
- Estradas Municipais
- Arruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

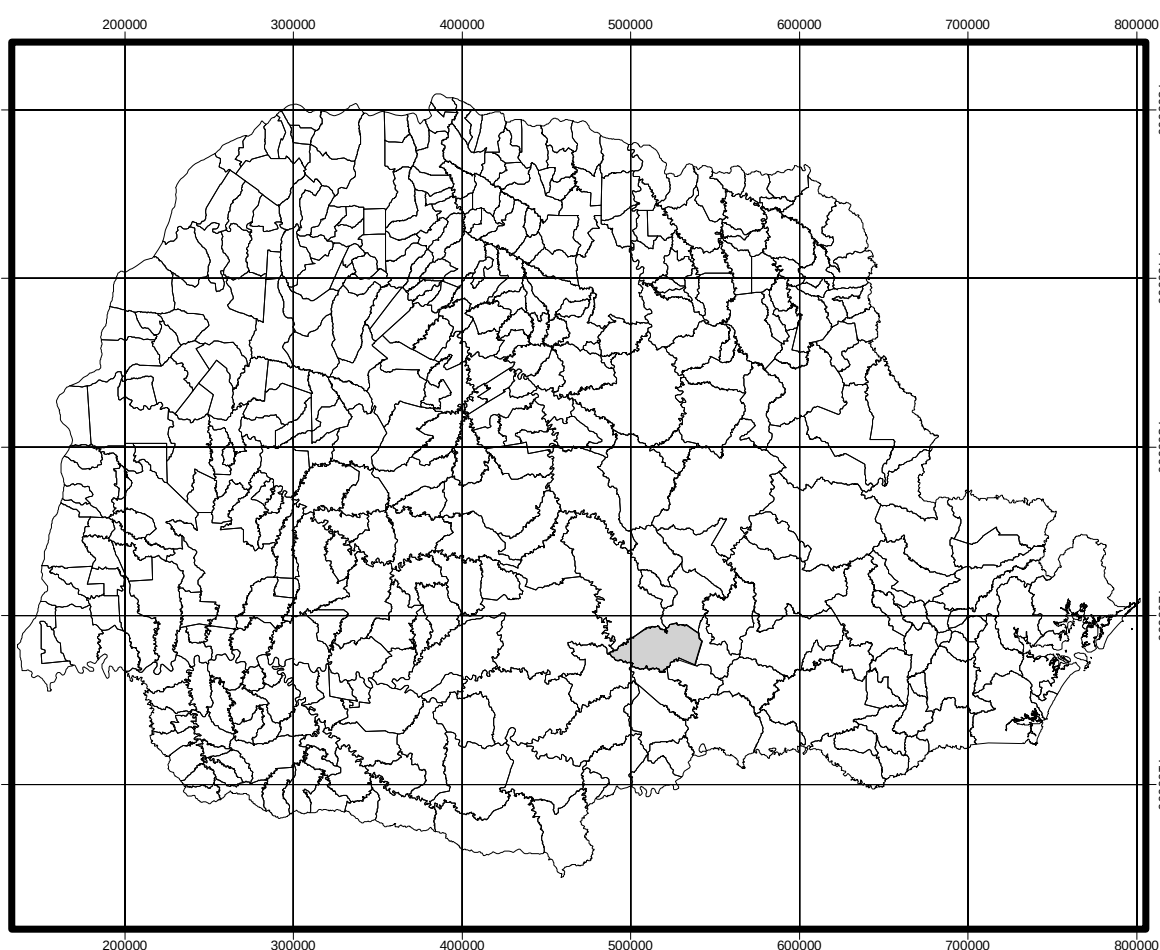
Hipsometria

- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia
- Ponto cotado

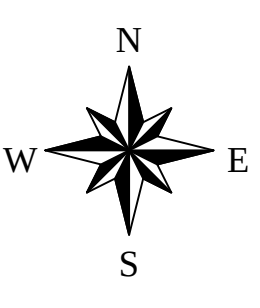
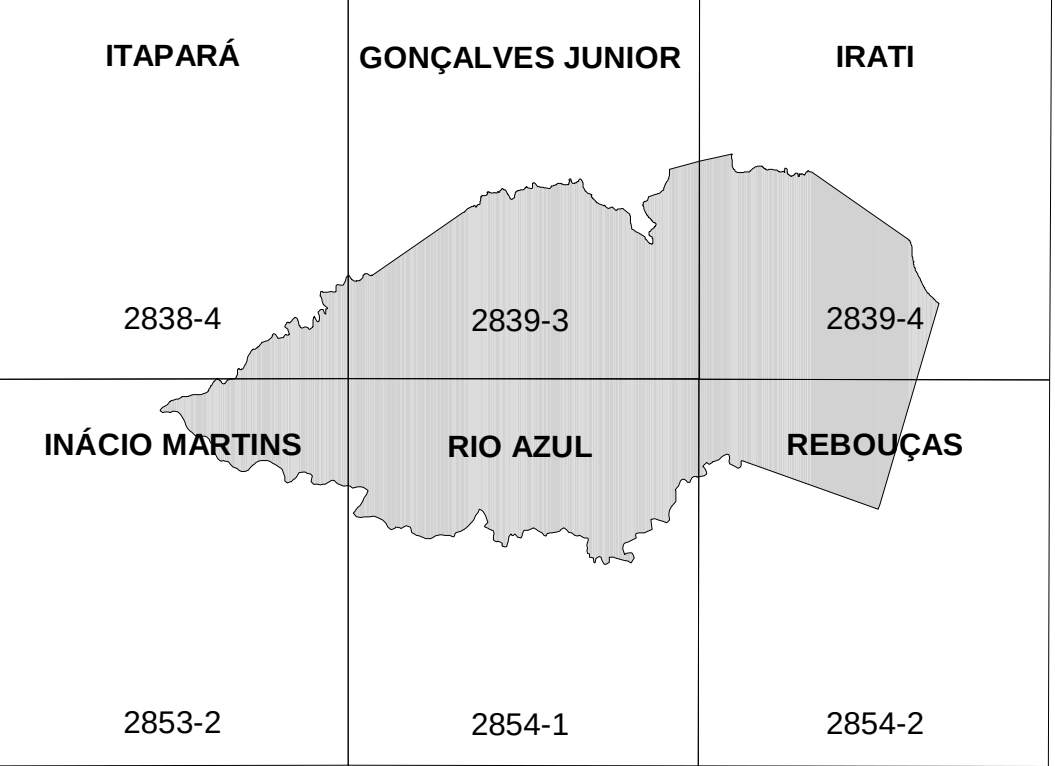
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Solo residual profundo
- Solo residual raso/colúvio
- Solo saprolítico/aforamento de rocha
- Solo residual intermediário
- Aluviões

SITUAÇÃO



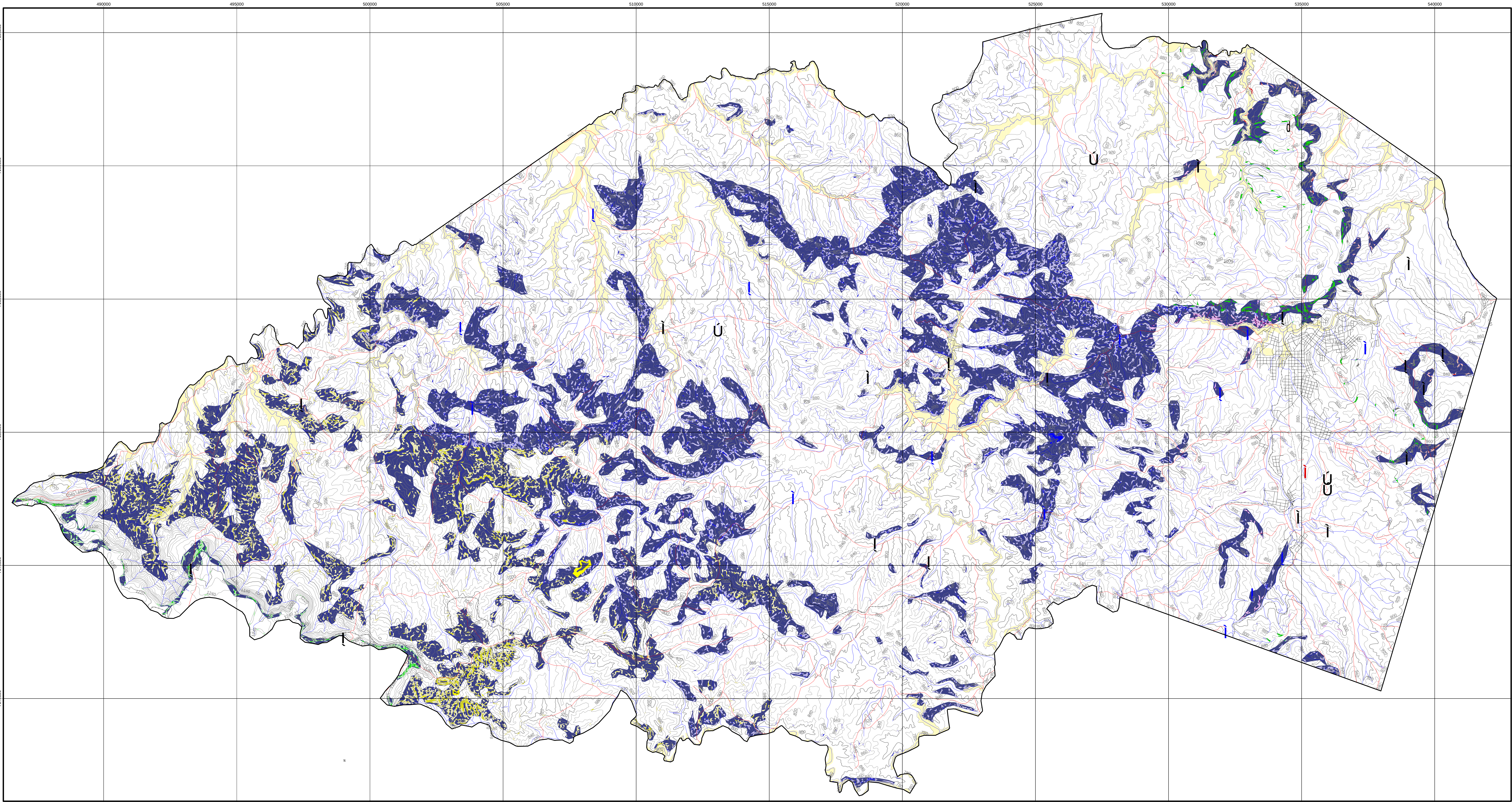
ARTICULAÇÃO



1000 0 1000 2000 Metros

ESCALA 1:50.000

MINEROPAR PRÉVIO DO PARANÁ		GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ MINÉRIAS DO PARANÁ S/A		
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL				
SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS - IRATI -				
ANEXO 06 - MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS				
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.		BLOCO		
AUTORES Geólogo Dióclito Falcão Geólogo Cleonir Antônio Carneiro		GEOPROCESSAMENTO Miguel Augusto Mendes Silvana R. Casanova Eduardo Gonçalves Pinheiro Santos Eduardo Gonçalves Pinheiro Santos		



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

- Rodovia
- Estradas Municipais
- Arruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

Hipsometria

- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia

DECLIVIDADES / CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- >30% 20-30% Formação Serra Geral
Potencialidade para brita, saibro e blocos irregulares para pavimentação.
- >30% 20-30% Formação Rio do Rasto
Potencialidade para matéria prima para a cerâmica vermelha.
- >30% 20-30% Formação Teresina
Potencialidade para matéria prima para a cerâmica vermelha.
- >30% 20-30% Formação Serra Alta
Potencialidade para matéria prima para a cerâmica vermelha.
- >30% 20-30% Intrusivas Básicas
Potencialidade para brita, saibro e blocos irregulares para pavimentação.
- >30% 20-30% Formação Irati
Potencialidade para matéria prima para a cerâmica vermelha e macadamização.
- >30% 20-30% Formação Palermo
Potencialidade para matéria prima para a cerâmica vermelha.
- Aluviões - Potencial para Extração de Areia
- Áreas Indicadas à Pesquisa Mineral

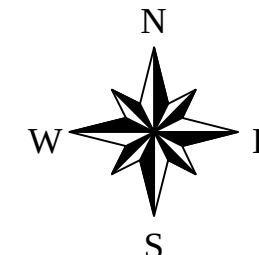
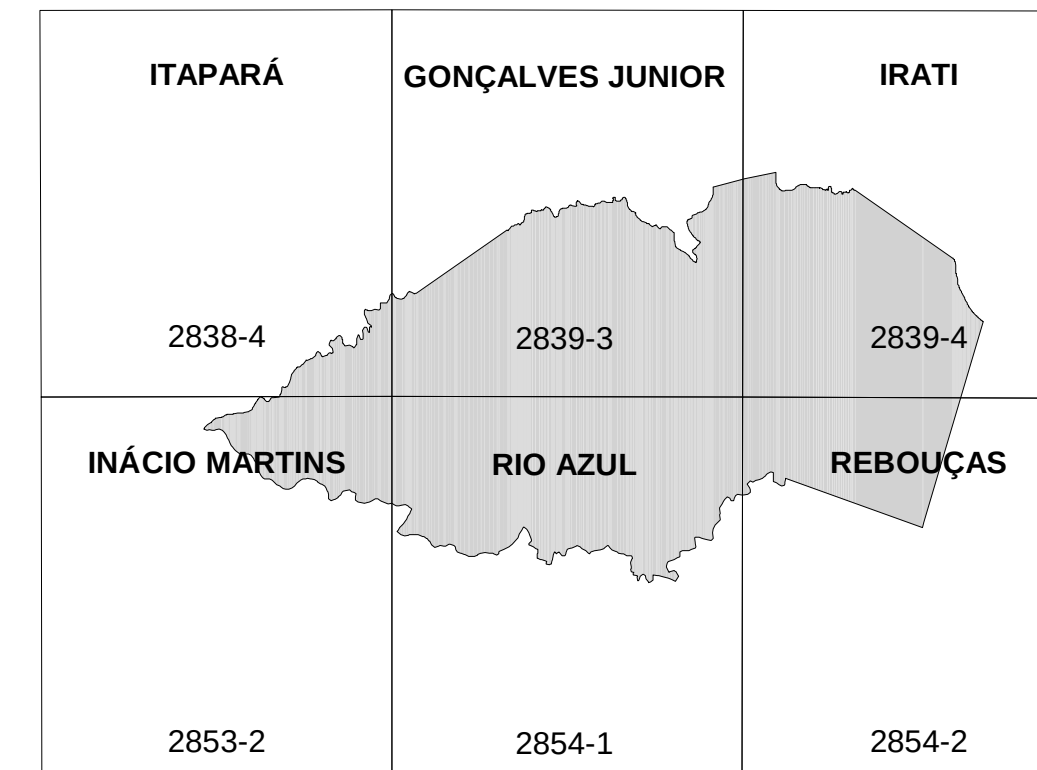
SIMBOLOGIA MINERAL

- Lavra
- Lavra de argila
- Lavra desativada
- Ocorrência de argila
- Oliaria
- Lavra desativada
- Saibreira
- Saibreira desativada

SITUAÇÃO

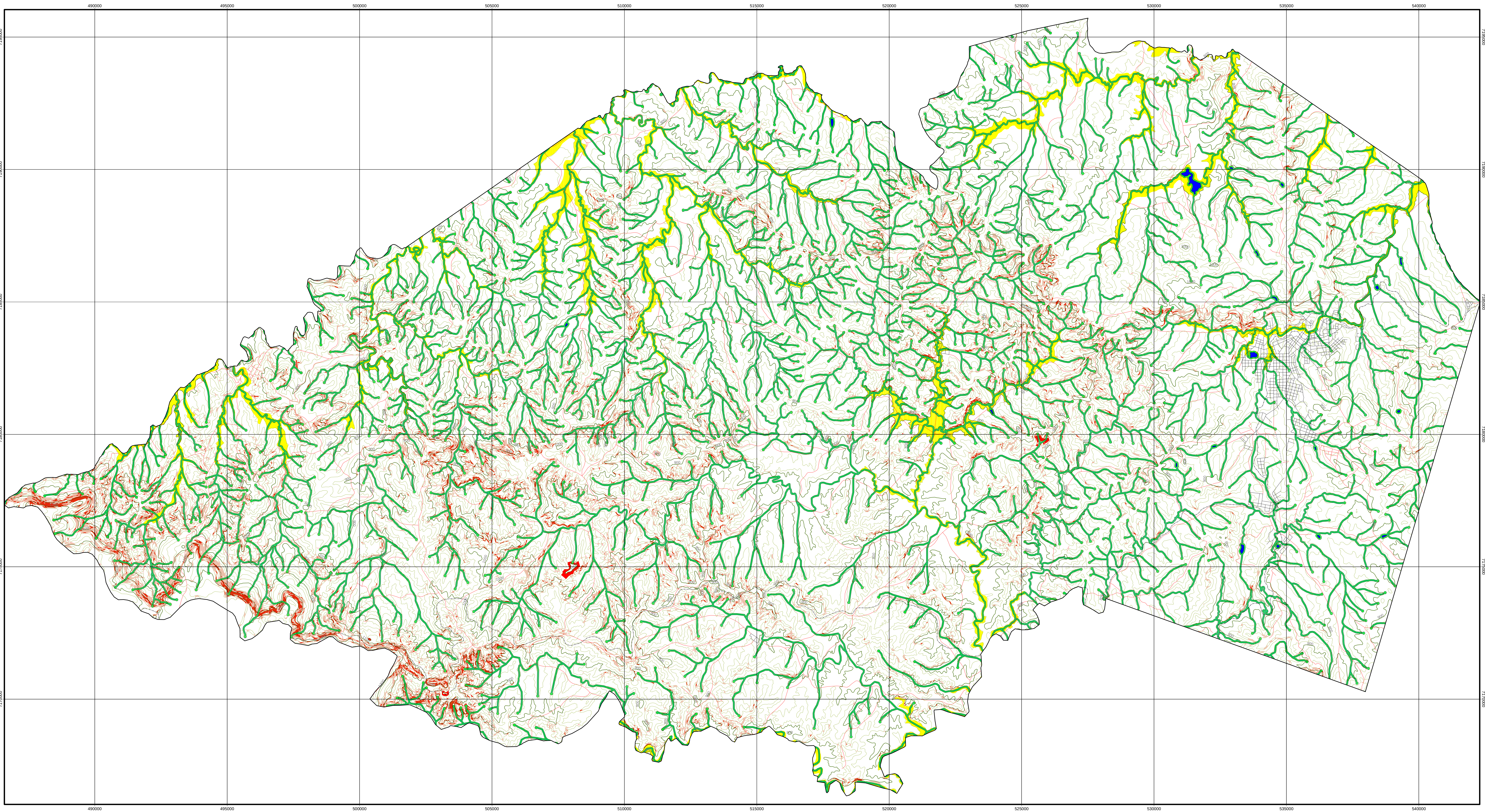


ARTICULAÇÃO



ESCALA 1:50.000

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 - IRATI -	
ANEXO 12 - MAPA DE POTENCIALIDADE MINERAL	
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.	
AUTORES Geólogo Diógenes Falcão Geólogo Cláudio Antônio Cavatini	GEOPROCESSAMENTO Miguel Angelo Sauer Shirley P. Cavatini Eng. Geógrafo: Poliana Santos Eng. Geógrafo: Rafael Zaveri
BLOCO	



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

Infraestrutura

- Rodovia
- Estradas Municipais
- Aruamento
- Aeroporto
- Ferrovia

Hipsometria

- Curva Intermediária
- Curva Mestra
- Hidrografia
- Lagos/Lagoas/Represas

Convenções

- Área de Preservação Permanente (APP) - De acordo com a Lei Nº 4.771 de 15/09/1965.

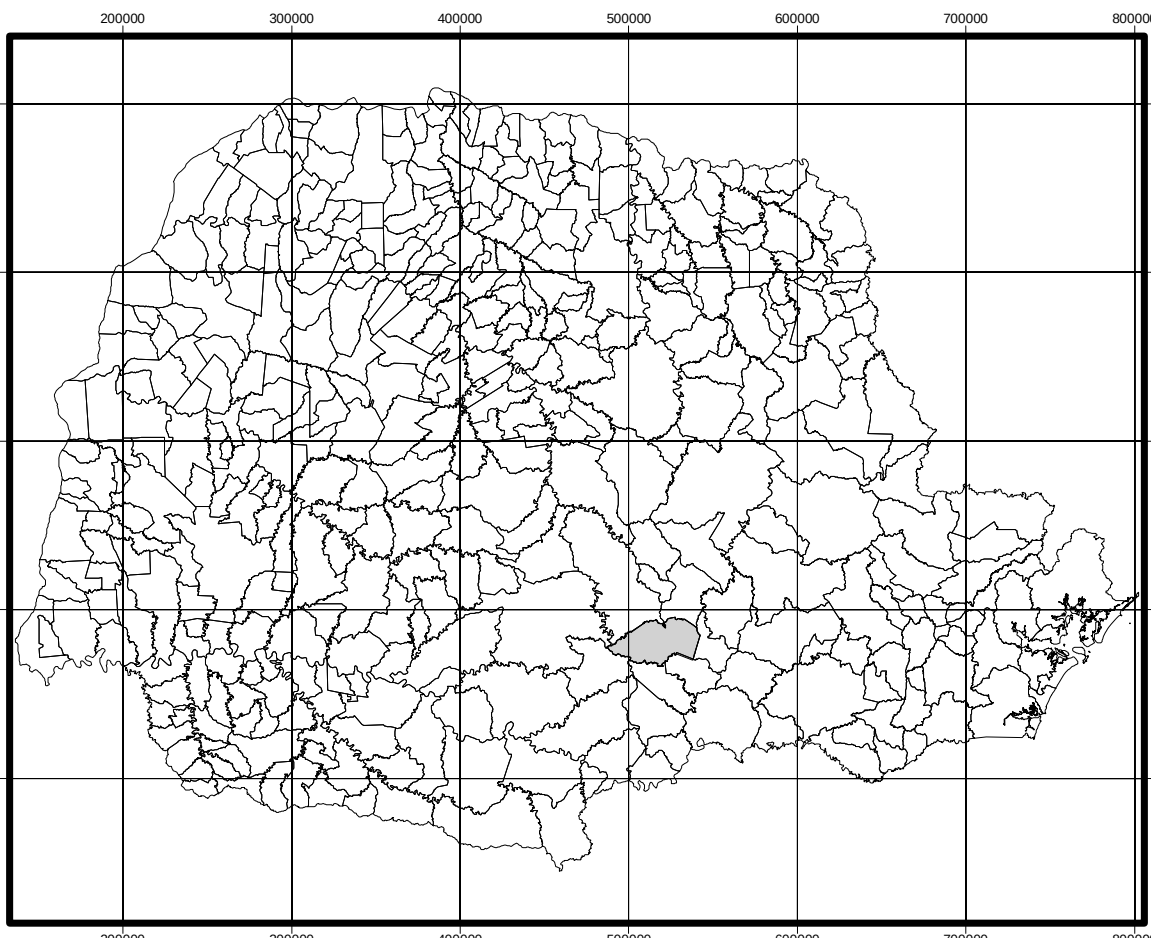
Áreas com Usos Restritos

- Aluviões - Áreas Sujeitas à Alagamentos
- Áreas de instabilidade geotécnica devido ao pastilhamento e cobertura de solo rasa (Fm. Irati)

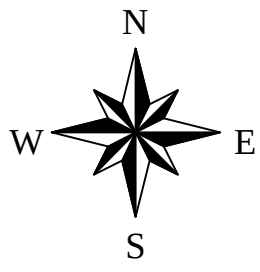
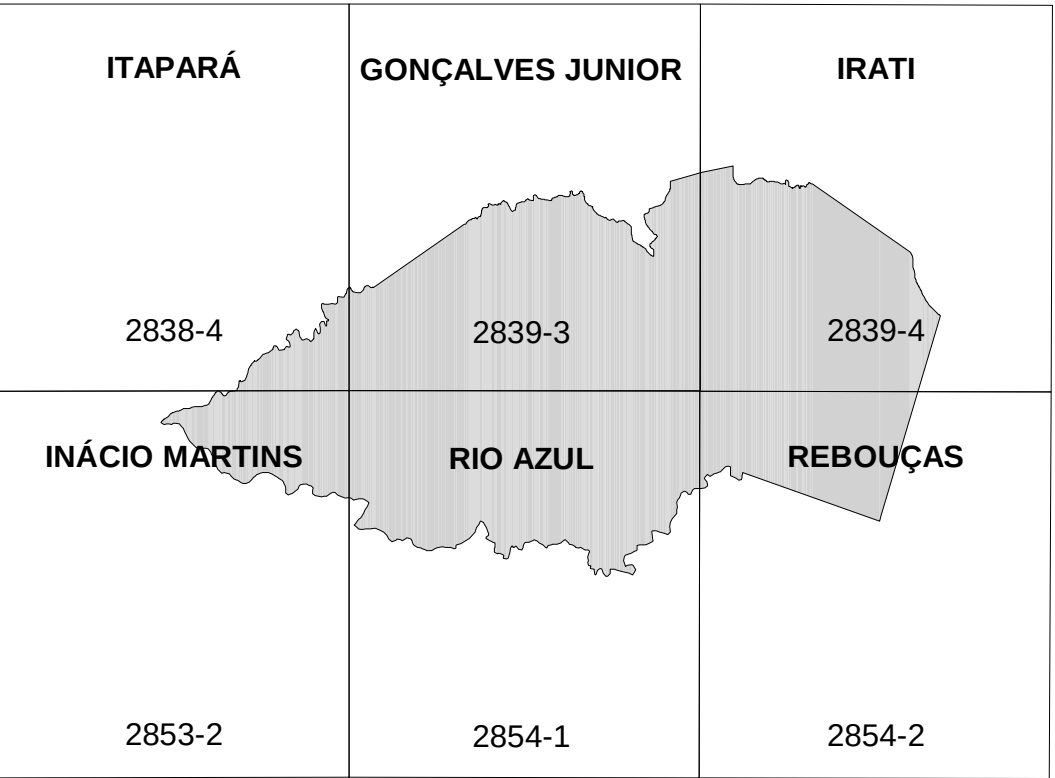
Áreas Sugeridas à Preservação devido à Declividade

- 20 a 30 %
- > 30 %

SITUAÇÃO



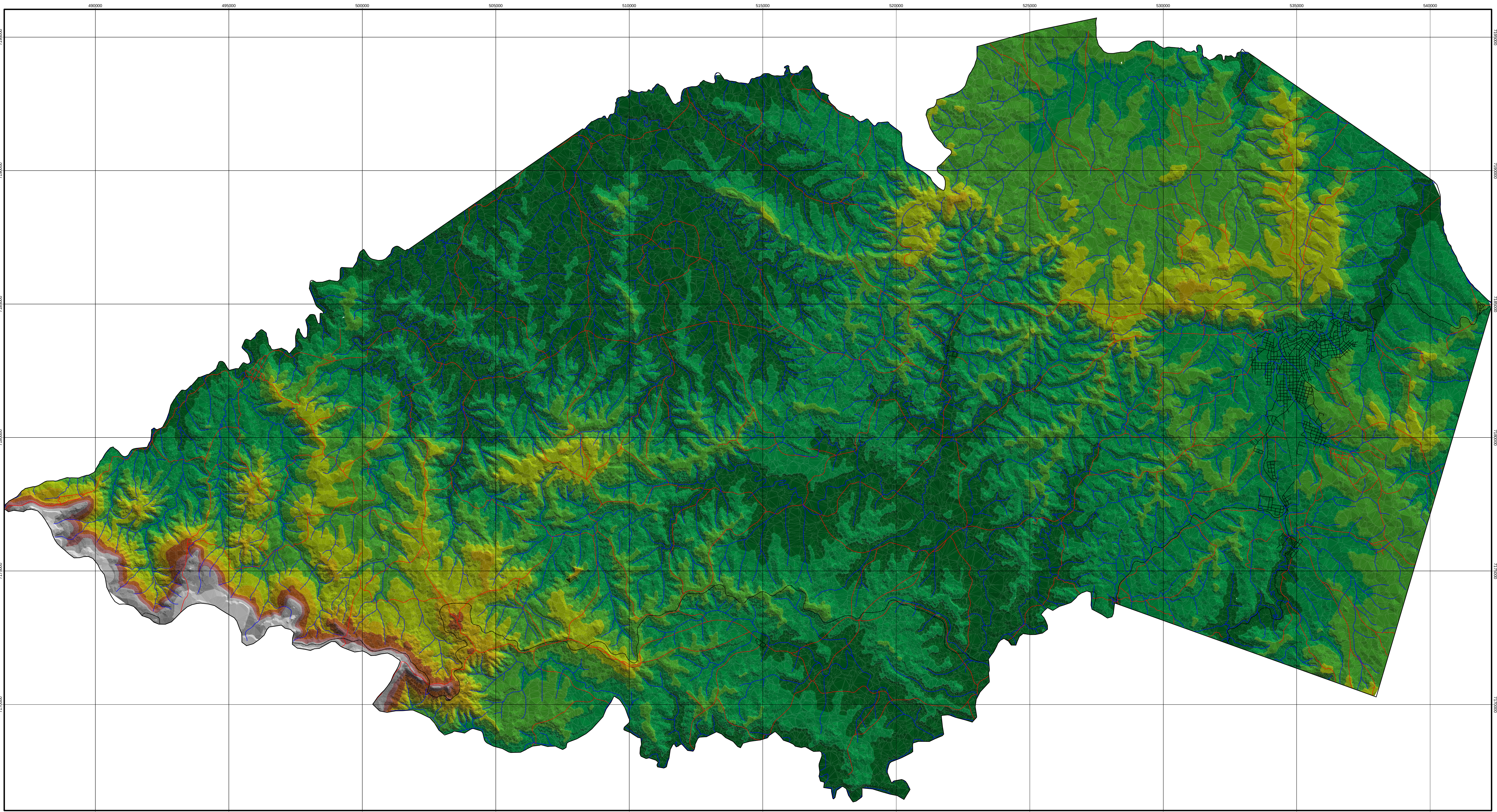
ARTICULAÇÃO



1000 0 1000 2000 Metros

ESCALA 1:50.000

MINEROPAR MINERAÇÃO DO PARANÁ S/A		
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 - IRATI -		
ANEXO 09 - MAPA GEOAMBIENTAL		
Folhas topográficas de Itapará (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.		BLOCO
AUTORES Geólogo Didácio Falcão Geólogo Cleonir Antônio Cavallho		
GEOPROCESSAMENTO Miguel Angelo Morais Silvana R. Cavallho Eng. Geógrafo: Poliana Santos Eng. Geógrafo: Raphael Zuanetti		



CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

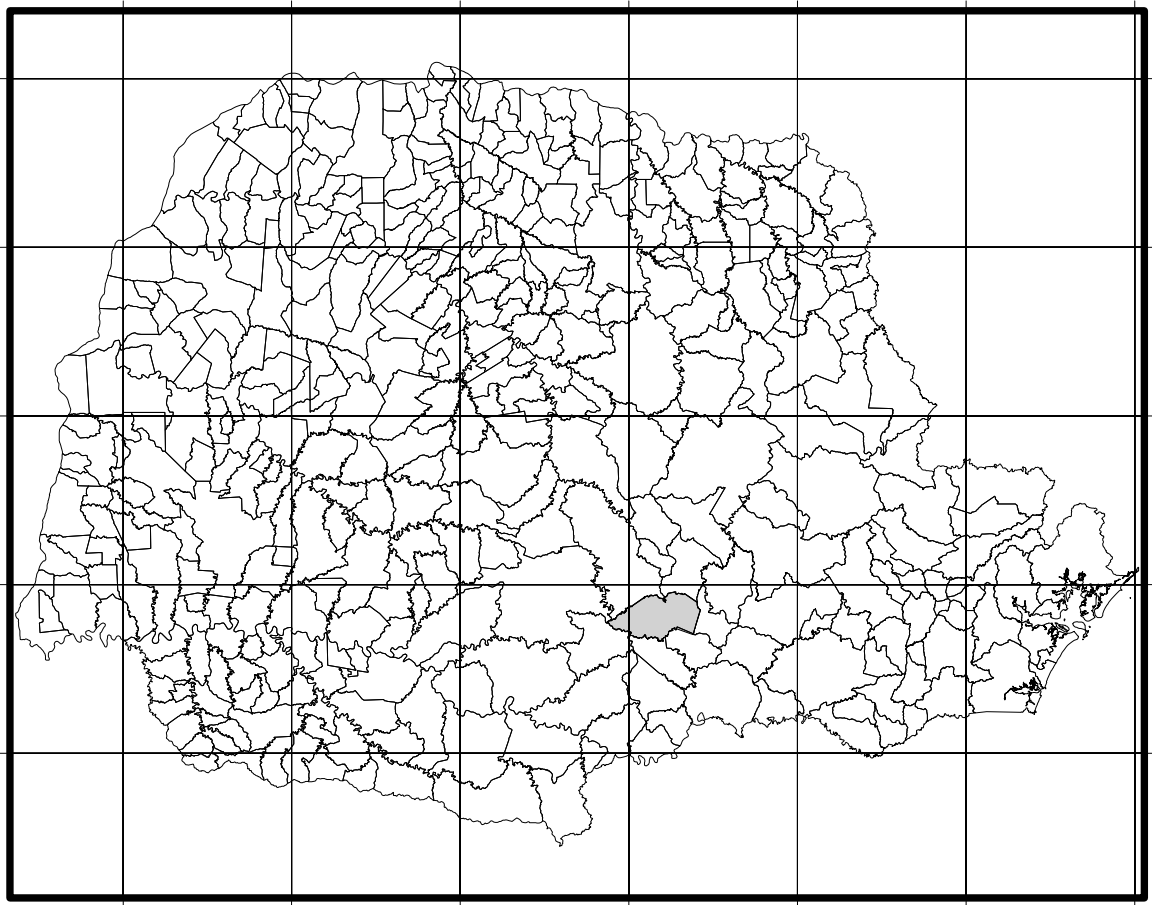
Infraestrutura

- Rodovia
- Estradas Municipais
- Aruamento
- Aeroporto
- Ferrovia
- Hidrografia

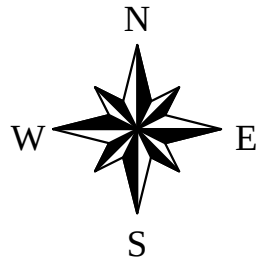
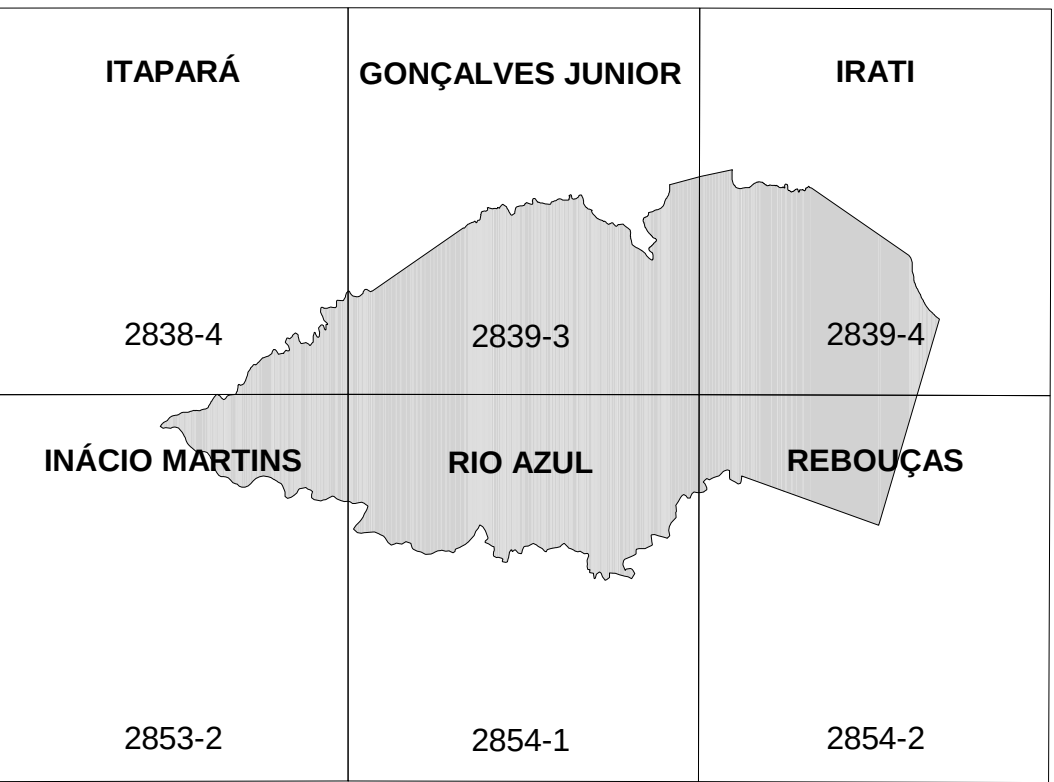
Elevação do Terreno

- 1222 a 1280 metros
- 1164 a 1222 metros
- 1106 a 1164 metros
- 1048 a 1106 metros
- 990 a 1048 metros
- 932 a 990 metros
- 874 a 932 metros
- 816 a 874 metros
- 758 a 816 metros

SITUAÇÃO



ARTICULAÇÃO



1000 0 1000 2000 Metros
ESCALA 1:50.000

MINEROPAR 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 - IRATI -	
ANEXO 11 - MODELO DIGITAL	
Folhas topográficas de Itaparã (2838-4), Gonçalves Junior (2839-3), Irati (2839-4), Inácio Martins (2853-2), Rio Azul (2854-1) e Rebouças (2854-2) na escala 1:50.000.	
AUTORES Geólogo Dirceu Filadei Geólogo Celso Antônio Carvalho	GEOPROCESSAMENTO Alisson Rodrigo Moreira Sônia E. C. Castanho Enzo, Geografia, Poliana Santos Enzo, Geografia, Raphael Sampaio
BLOCO	