



MINEROPAR

MINERAIS DO PARANÁ - MINEROPAR

PROJETO SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

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

**RELATÓRIO FINAL
Volume 1**

CURITIBA - PARANÁ
2006

Revisão e editoração

Clarissa Nunes

Catálogo e referências

Bibliotecária Marlene Mengarda Martelli

Catálogo na fonte

MINERAIS DO PARANÁ

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

1 V.

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

CDU 624.13 (816.21SH)

Direitos desta edição reservados à Minerais do Paraná

Rua Máximo João Kopp, 274 - Bloco 3

Santa Cândida – Curitiba – Paraná

CEP 80531-970 Fone: (41) 351 6900

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



MINEROPAR

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

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

Minerais do Paraná - MINEROPAR

Eduardo Salamuni
Diretor Presidente

Rogério da Silva Felipe
Diretor Técnico

Manoel Collares Chaves Neto
Diretor Administrativo Financeiro

Prefeitura Municipal de Santa Helena

Giovani Maffini
Prefeito



MINEROPAR

PROJETO SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

Termo de Cooperação Técnica entre a MINEROPAR e a Prefeitura de Santa Helena

Geólogo Diclécio Falcade
Gerente do Projeto

Equipe Executora

Geólogo Diclécio Falcade
Geólogo Marcelus Vinicius Klinguelfus Borges
Geógrafo Jurandir Bueno Jr.
Técnico em Mineração Miguel Moretti.
Estagiário de Geologia Thiago Schilichtha
Estagiária de Engenharia Cartográfica Mônica Gaia
Prospector Genésio Pinto Queiroz

Equipe de Gestão da Informação

Geólogo Donald Cordeiro da Silva
Geóloga Maria Elizabeth Eastwood Vaine
Economista Carlos Alberto Pinheiro Guanabara



MINEROPAR

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Eduardo Salamuni

Diretor Presidente

RESUMO

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

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

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

Em função da geologia do seu território, Santa Helena apresenta potencial para as seguintes substâncias minerais: basalto para blocos, pedra brita, saibro, água subterrânea e argila para a indústria cerâmica.

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

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	20
OBJETIVO GERAL	20
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
1 GEOGRAFIA	21
1.1 LOCALIZAÇÃO E DEMOGRAFIA	21
1.2 ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	23
1.3 FISIOGRAFIA	23
1.4 HIDROGRAFIA	24
1.5 CLIMA	24
2 METODOLOGIA DE TRABALHO	26
2.1 LEVANTAMENTO DA DOCUMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA, CARTOGRÁFICA E LEGAL	26
2.2 DIGITALIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA	26
2.3 FOTOINTERPRETAÇÃO PRELIMINAR	26
2.4 LEVANTAMENTO DE CAMPO	29
2.5 ENSAIOS TECNOLÓGICOS	29
2.6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS	33
2.7 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL	33
2.8 ATIVIDADES E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO	33
3 MAPAS TEMÁTICOS	34
3.1 CARTOGRAFIA BÁSICA E MAPA DE DOCUMENTAÇÃO	34
3.2 MAPA DE DECLIVIDADE	34
3.3 MAPA GEOMORFOLÓGICO	34
3.4 MAPA GEOLÓGICO/SUBSTRATO ROCHOSO	34
3.5 MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS	38
3.6 IMAGEM GEOCOVER	42
3.7 MAPA GEOAMBIENTAL	42
3.8 MAPA SÍNTESE PARA O PLANEJAMENTO (USO E OCUPAÇÃO DO SOLO)	42
3.9 MODELO DIGITAL DO TERRENO DE SANTA HELENA	48
4 RECURSOS MINERAIS	49
4.1 PEDRAS DE TALHE, CANTARIA E BRITA	49
4.2 SAIBRO	50
4.3 ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA	51
4.4 ÁGUA MINERAL	55
4.5 ARGILA	58
5 PRODUÇÃO MINERAL	59
6 DIREITOS MINERÁRIOS	60
6.1 EMBASAMENTO LEGAL PARA O APROVEITAMENTO DE SUBSTÂNCIAS MINERAIS	60
6.2 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS - CFEM	63
7 GESTÃO AMBIENTAL	64
7.1 ATERRO SANITÁRIO	64

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	66
REFERÊNCIAS	68

Lista de Mapas

Mapa 1 - Mapa de Localização do município de Santa Helena

Mapa 2 - Mapa geológico do Estado do Paraná – Unidades Estratigráficas

Mapa 3 - Mapa de localização dos poços artesianos na região de Santa Helena (SANEPAR)

Mapa 4 - Mapa de títulos minerários na região de Santa Helena (DNPM)

Lista de Figuras

Figura 1 - Tipos climáticos do Estado do Paraná (EMBRAPA)

Figura 2 - Fotoíndice (MAXIDATA)

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Cronograma físico de execução

Tabela 2 - Relação dos poços artesianos na região de Santa Helena (SANEPAR)

Tabela 3 - Classificação das águas minerais conforme o elemento dominante (ABINAM)

Tabela 4 - Classificação das águas minerais conforme conteúdo de gases (ABINAM)

Tabela 5 - Efeitos terapêuticos das águas minerais (ABINAM)

Tabela 6 – Relação de títulos minerários na região de Santa Helena (DNPM)

Lista de Fotografias

Foto 1 - Vista da sede urbana de Santa Helena

Foto 2 - Divisa com São José das Palmeiras

Foto 3 - Áreas de média e alta declividade

Foto 4 - Áreas planas

Foto 5 - Rio São Francisco Falso

Foto 6 - Lago da Represa de Itaipu

Foto 7 - Escavação para coleta

Foto 8 - Coleta de amostra indeformada

Foto 9 - Coleta de amostra indeformada

Foto 10 - Material amostrado identificado

Foto 11 - Derrame “olho de sapo”

Foto 12 - Quebra de relevo “meseta”

Foto 13 - Basalto alterado em meia encosta

Foto 14 - Morro formado por topo de derrame

Foto 15 - Solo muito argiloso com espessura superior a cinco metros

Foto 16 - Solo muito argiloso com formação de níveis de laterita

Foto 17 - Solo muito argiloso sobre espesso manto saprolítico de basalto

Foto 18 - Solo transportado sobre um solo muito argiloso

Foto 19 - Área aluvionar com cavas de extração de argila

Foto 20 - Área aluvionar

Foto 21 - Frente de lavra da pedreira

Foto 22 - Sistema de britadores

Foto 23 - Saibreira comum

Foto 24 - Blocos poliédricos de basalto

Foto 25 - Depósito de argila

Foto 26 - Sistema de mistura da argila

Foto 27 - Lixo depositado diretamente sobre saprolito, sem manta ou tratamento

Foto 28 - Vista geral da deposição de lixo no aterro sanitário

Foto 29 - Vala de deposição de lixo

Foto 30 - Área de deposição de lixo hospitalar

Foto 31 - Área de compostagem de resíduos vegetais

Foto 32 - Barracão de separação de lixo inorgânico

INTRODUÇÃO

Objetivo geral

O Projeto **SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS** foi executado pela MINEROPAR, no município de Santa Helena, com o objetivo de promover a geração de oportunidades de investimentos em negócios relacionados com a indústria mineral, a gestão ambiental e territorial, procurando orientar e elucidar a interpretação da legislação mineral vigente.

Objetivos específicos

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

Avaliação da potencialidade territorial em relação aos recursos minerais de interesse estratégico para o município e a coletividade.

Prestação de consultoria técnica à Prefeitura Municipal, visando a solução de problemas relacionados ao aproveitamento de jazidas para a execução de obras públicas e outros relativos à geologia e à mineração.

Orientação à Prefeitura Municipal no que diz respeito ao controle das atividades licenciadas de mineração, à aplicação da legislação federal quanto a tributos, taxas e emolumentos decorrentes.

1 GEOGRAFIA

1.1 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.

O município de Santa Helena situa-se na região Oeste do Paraná, no domínio do Terceiro Planalto Paranaense, distante 650 Km de Curitiba e a 710 km do porto de Paranaguá, fazendo parte da AMOP - Associação dos Municípios do Oeste do Paraná. O aeroporto mais próximo está em Toledo, a 102 km.

Santa Helena faz divisa com o Paraguai e com os municípios de Entre Rios do Oeste, São José das Palmeiras, Diamante do Oeste, Missal e Itaipulândia.

O município abrange uma superfície de 631,132 km². A população de 20.487 habitantes divide-se entre 9.811 residentes na zona urbana, e 10.676 na zona rural, segundo o censo do IBGE realizado no ano de 2000, com uma taxa de crescimento anual de 1,26%.



Foto 1- Vista da sede urbana de Santa Helena

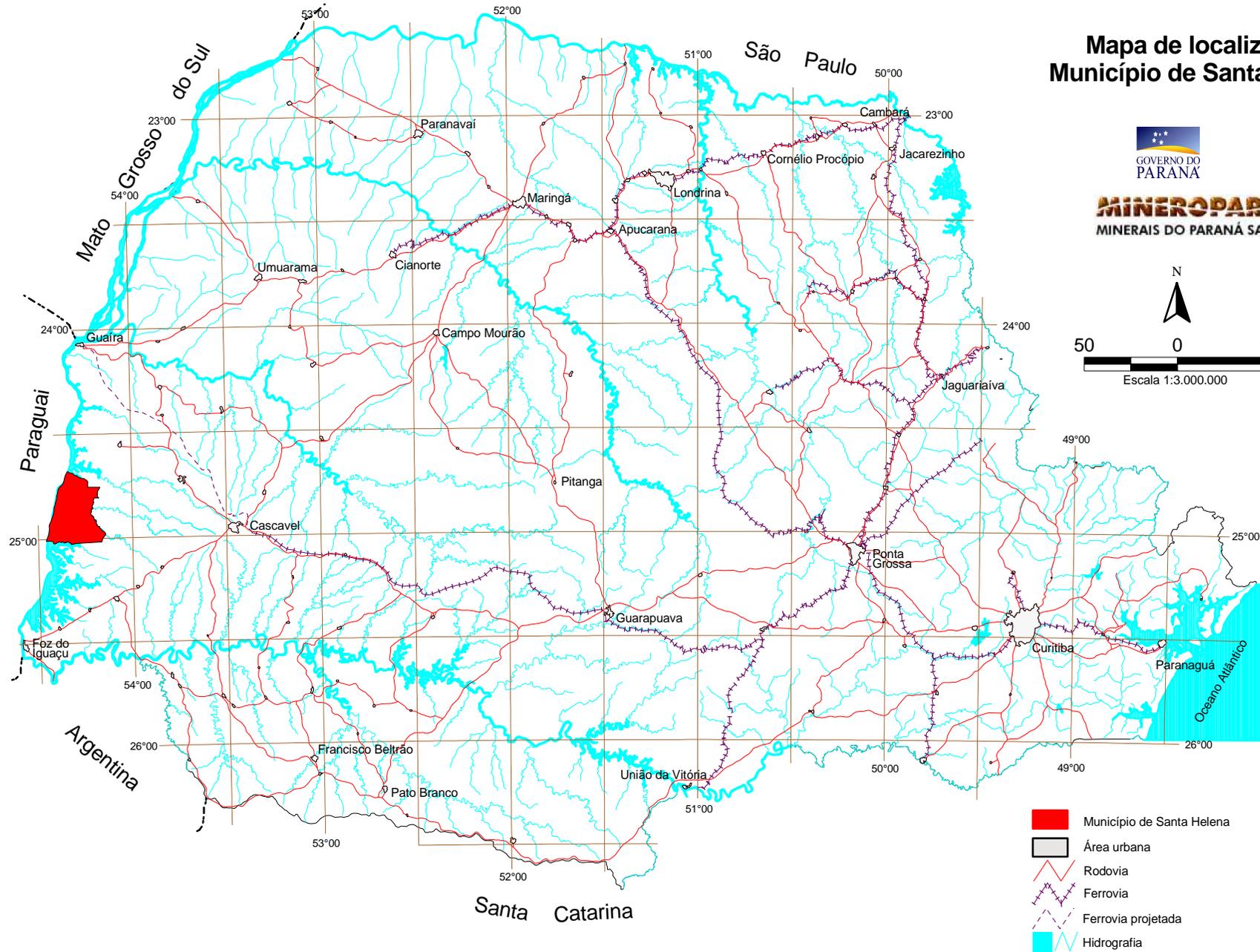


Foto 2 – Divisa com São José das Palmeiras

Mapa de localização Município de Santa Helena



MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA



1.2 Aspectos sócio-econômicos

Com um Produto Interno Bruto (PIB) de US\$ 39.352.449,07 % e um PIB *per capita* de U\$ 2.055,39, o município ostenta uma economia baseada em serviços e comércio (65,73%), agropecuária (29,24%), e indústria (5,03%) (www.paranacidade.org.br). Os principais produtos agrosilvopastoris são o leite, a soja safra normal e o milho safra normal, além de criações de aves de corte.

O ensino público oferecido à população do município apresenta um total de 4.668 vagas, distribuídas entre 4.069 no ensino fundamental e 599 no ensino médio. O ensino particular fundamental apresenta um total de 194 matrículas. (www.paranacidade.org.br)

1.3 Fisiografia

Com altitude média de 360 m acima do nível do mar, o relevo de Santa Helena tem sua cota máxima de 500 m, localizada nas cabeceiras do rio Morenã, ao sul do município. A cota mais baixa possui altitudes em torno de 220 m, localizada no extremo noroeste, junto às margens do rio Paraná no lago da represa de Itaipu.

A distribuição do relevo ao longo do território é representada por cerca de 80% de áreas planas ou suavemente onduladas e 20% de áreas de média à alta declividade, com desníveis de até 100 m ao longo dos vales.



Foto 3 - Áreas de média a alta declividade



Foto 4 - Áreas planas

1.4 Hidrografia

O município de Santa Helena é banhado por uma extensa rede de drenagem com vergência dominante para oeste, sentido do lago de Itaipu, dentro da qual predominam os rios São Francisco Falso, Ponte Queimada, além de numerosos córregos.



Foto 5 - Rio São Francisco Falso



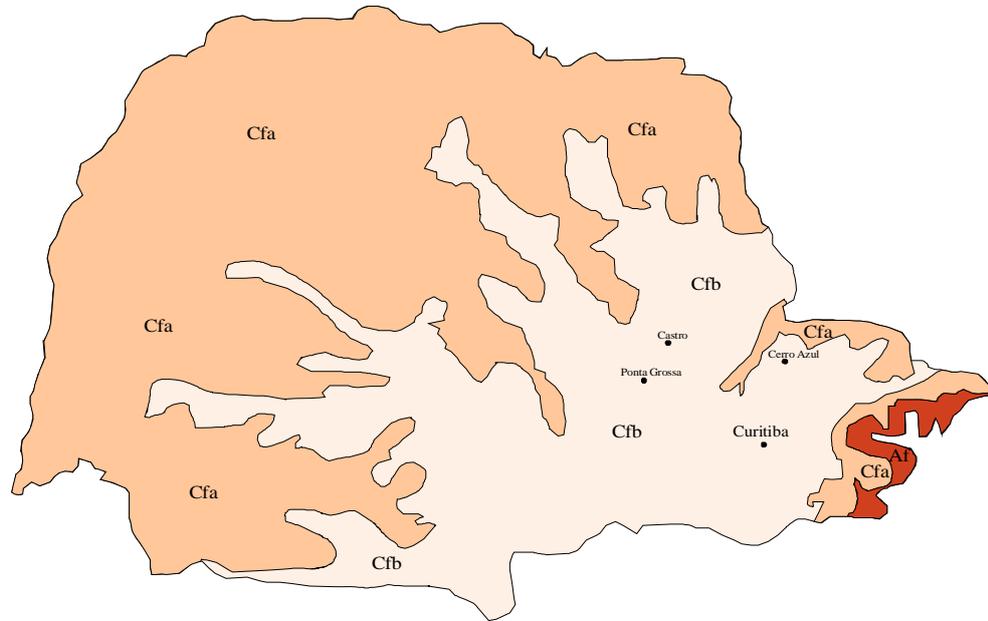
Foto 6 - Lago da Represa de Itaipu

1.5 Clima

Possui um clima temperado, saudável na maior parte do ano, sendo que no inverno as geadas são pouco freqüentes e no verão as temperaturas são elevadas com tendência de concentração de chuvas. De acordo com a classificação climática de Wladimir Koeppen (vide figura abaixo), trata-se de clima subtropical úmido mesotérmico (Cfa), no verão quente, com temperatura média acima de 22° C e no inverno ocorrem poucas geadas, cuja temperatura média fica abaixo de 18° C, sem estação seca definida.

Figura 1 - Tipos climáticos do Estado do Paraná

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 METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1 Levantamento da documentação bibliográfica, cartográfica e legal

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

2.2 Digitalização da base cartográfica

A base cartográfica do município foi digitalizada a partir das folhas topográficas de Bom Jardim (MI 2816 -1), Mal Cândido Rondon (MI 2816 -2), Santa Helena (MI 2816 -3), São José (MI 2816-4), Itaipulândia (MI 2832 -1), e Missal (MI 2832-2) editadas na escala 1:50.000, pelo Serviço Geográfico do Ministério do Exército com base na cobertura aerofotogramétrica de 1980. 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, estradas, etc.

2.3 Fotointerpretação preliminar

Para a caracterização do meio físico do município de Santa Helena, auxílio do mapeamento e definição do comportamento dos solos e materiais existentes, foi adotada uma metodologia baseada na interpretação de fotografias aéreas, escala 1:25.000, levantamento de 1980.

A articulação das fotos de 1980, utilizadas para esse trabalho, corresponde às cartas SG-21-X-B-VI e SG-21-X-D-III, e as faixas das linhas de vôo e os números das fotos correspondentes ao recobrimento de Santa Helena estão dispostos a seguir.

- Faixa C72 - 31910, 31911, 31912, 31913, 31914, 31915, 31916, 31917, 31918, 31919, 31920, 31921.
- Faixa A70 - 07562, 07561, 07560, 07559, 07558, 07557, 07556, 07555, 07554, 07553, 07552, 07551, 07550.
- Faixa A69 - 07514, 07515, 07516, 07517, 07518, 07519, 07520, 07521, 07522, 07523, 07524.
- Faixa A68 - 07469, 07468, 07467, 07466, 07465, 07464, 07463, 07462, 07461.
- Faixa A67 - 07427, 07428, 07429, 07430, 07431, 07432, 07433.

- Faixa A66 - 07416, 07415, 07414, 07413, 07412, 07411, 07410, 07409.
- Faixa A65 - 07377, 07378, 07379, 07380, 07381, 07382, 07383, 07384.
- Faixa A64 - 07349, 07350, 07351, 07352, 07383, 07354, 07355, 07356, 07357, 07358.
- Faixa A63 - 07328, 07327, 07326, 07325.

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

É importante mencionar que já está disponível um recobrimento aerofotogramétrico no município de Santa Helena, realizado pela empresa MAXIDATA, o qual será muito importante para os trabalhos de urbanismo a serem desenvolvidos pela equipe do plano diretor. O vôo desse levantamento foi feito na escala 1:12.000, o que possibilitou a geração de ortofotocartas de detalhe na escala 1:2.000. No total foram geradas 25 ortofotocartas na escala 1:2.000, sendo que cada uma possui 53 MB e o conjunto todo possui 1.3 GB.

A identificação de cada carta é definida pela coordenada do canto superior esquerdo, ou seja, o nome do arquivo que identifica cada carta é dado por seis números. Assim, os três primeiros dígitos do arquivo são os três primeiros dígitos da longitude e os três últimos dígitos do arquivo são os três primeiros dígitos da latitude.

O fotoíndice desse recobrimento pode ser observado na figura da página seguinte.

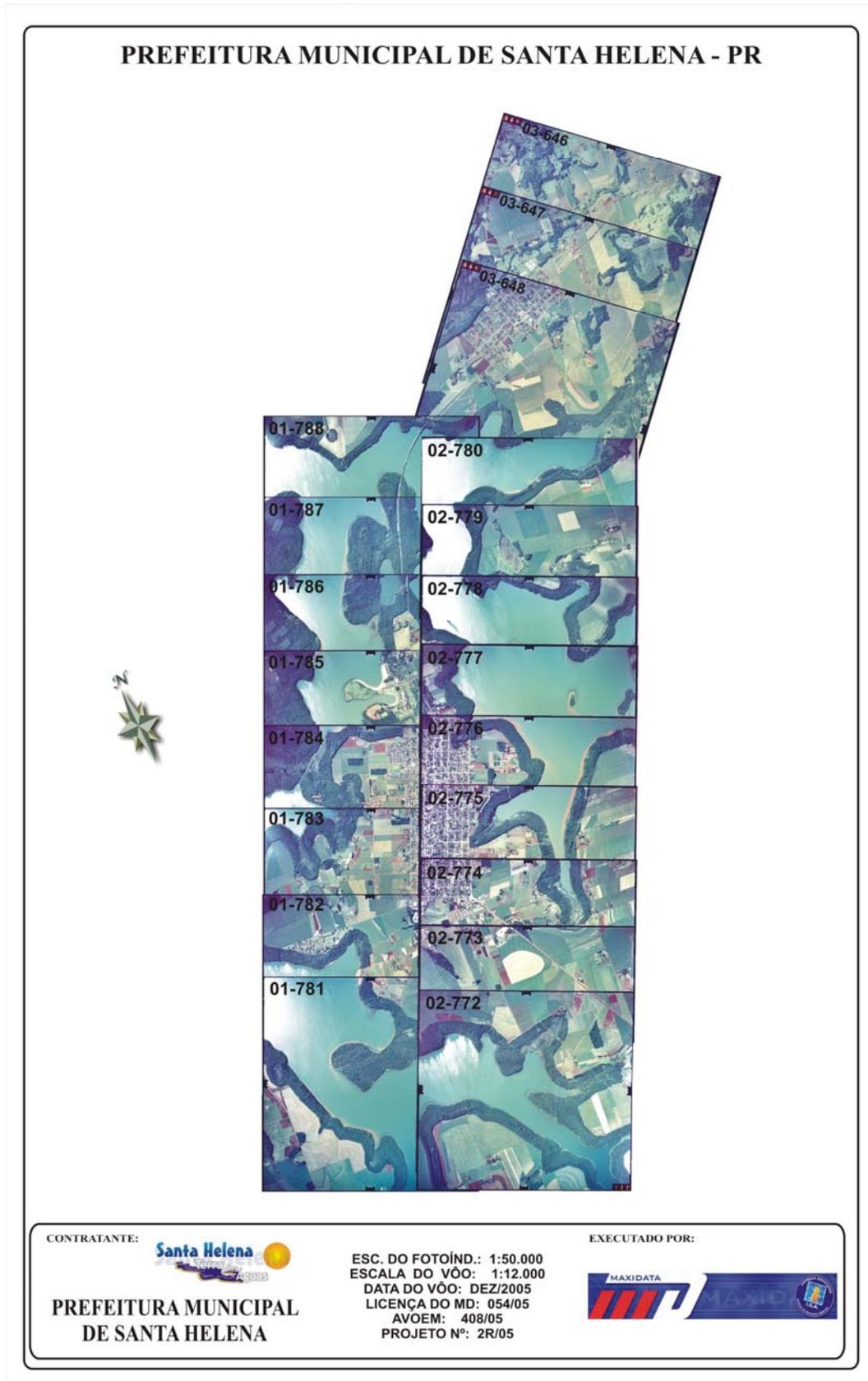


Figura 2 - Fotoíndice

2.4 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 compreenderam a seleção de atributos, verificação das suas relações, tipos de ocupação e elaboração de documentos básicos interpretativos com prognósticos conclusivos. Os tipos de ocupação considerados de maior interesse são relacionados a seguir (Zuquette 1993).

- a) **Urbanas:** áreas residenciais, vias de acesso, parques industriais, áreas de extração de materiais para pavimentação (saibro, brita, etc), loteamentos, áreas de inundação, depósitos de resíduos, cemitérios e demais áreas de ocorrência de áreas de risco.
- b) **Regionais:** rodovias, linhas de transmissão, aterros sanitários, etc.
- c) **Rurais:** agroindústrias, pecuária, agricultura, etc.

Nesta etapa foi feita a coleta de amostras de solo para ensaios geotécnicos e laboratoriais, realização do cadastramento de pontos com atividades potencialmente poluentes, tais como: granjas, ferro-velho, etc. Também pontos que merecem atenção especial e monitoramento, tais como: poços de água, lixão, aterro sanitário, etc. Por último, foram cadastradas as áreas de risco geológico/ambiental, ou seja, áreas onde já ocorrem assoreamento, erosão, ocupação irregular, desmatamento, entre outros.

2.5 Ensaios tecnológicos

Os ensaios foram realizados no laboratório da MINEROPAR (SELAB) que forneceu os parâmetros relativos às propriedades químicas, físicas e mineralógicas das amostras coletadas. A determinação destes atributos permitiu a avaliação do comportamento geotécnico dos materiais analisados. Os resultados obtidos dos ensaios geotécnicos são apresentados no Anexo 2.

Foram coletadas cinco amostras indeformadas para a realização dos ensaios de:

- 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, pelo método do densímetro calibrado, conforme norma técnica NBR 7181/84 (ABNT).

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 elementos gasosos 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%.

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 determinada 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.

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. (Santos, 1989).

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 agronômico 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 *apud* Pejon, 1992), que permite

adicionalmente determinar parâmetros como a superfície específica (SE) e os índices V_b e V_{cb} , que indicam respectivamente a quantidade de azul de metileno adsorvido em 100 g de solo e em 100 g de argila, sendo assim caracterizada a atividade da fração argilosa e avaliado o comportamento do solo (Lautrim, 1989 *apud* 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 e 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.

- 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).
- g) Permeabilidade:** a permeabilidade é expressa pelo volume de fluxo, por unidade de área de uma secção e 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, com a 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.
- h) Erodibilidade:** o método proposto por Nogami & Villibor (1979) facilitou a execução para avaliar o 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.



Foto 7 – Escavação para coleta



Foto 8 – Coleta de amostra indeformada



Foto 9 – Coleta de amostra indeformada



Foto 10 – Material amostrado identificado

2.6 Análise e interpretação de dados

Os resultados do levantamento geológico e geotécnico foram interpretados, tendo em vista a caracterização do meio físico e a avaliação da potencialidade mineral do município de Santa Helena. O conhecimento das condições do meio físico auxiliará o desenvolvimento do Plano Diretor, 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).

2.7 Elaboração do relatório final

A redação e a 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 econômico da Prefeitura Municipal.

2.8 Atividades e cronograma de execução

A tabela abaixo apresenta a seqüência das atividades realizadas no município de Santa Helena. Os trabalhos de campo desenvolveram-se na primeira, segunda e terceira semana de março de 2006.

Tabela 1 - Cronograma físico de execução

ATIVIDADES	Meses					
	1	2	3	4	5	6
Levantamento / 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					■	■

3 MAPAS TEMÁTICOS

3.1 Cartografia básica e mapa de documentação

A base planialtimétrica digital foi obtida por digitalização de mapas originais em escala 1:50.000, editados pelo Serviço Geográfico do Exército. A base inclui rodovias, hidrografia, altimetria, toponímia e malha de coordenadas, base esta 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 e pontos que merecem atenção especial e monitoramento, tais como: poços de captação de água, lixão, aterro sanitário, cemitérios, etc, conforme Anexo 3.

3.2 Mapa de declividade

O mapa de declividade 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 20 m 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%. O mapa de declividades é apresentado no Anexo 4.

3.3 Mapa geomorfológico

Foi elaborado através de interpretação 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 à 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. O mapa geomorfológico do município é apresentado no Anexo 5.

3.4 Mapa geológico/substrato rochoso

O município de Santa Helena situa-se sobre terrenos da Bacia do Paraná, cujas unidades que ocorrem dentro do seu território pertencem a Formação Serra Geral.

O mapa geológico regional, disposto a seguir, apresenta o território de Santa Helena em relação às unidades estratigráficas do Paraná, classificadas de acordo com o critério de idade geológica.

O mapa do Anexo 6 apresenta as mesmas unidades, com detalhes estruturais e algumas unidades que não puderam ser representadas na escala regional. A Formação Serra Geral é representada por um espesso pacote predominante de lavas basálticas continentais, com variações químicas e texturais importantes, resultantes de um dos mais volumosos processos vulcânicos do continente.

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 1.700 m no centro da bacia. Ocorrem variedades mais ricas em sílica, representadas por basaltos pórfiros, dacitos, riocitios, riolitos, tufos e basaltos andesíticos, 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 m de espessura e compõe-se de três partes principais: base, zona central e topo. A base constitui a zona vítrea e vesicular, material de fácil decomposição. 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).



Foto 11 - Derrame “olho de sapo”



Foto 12 – Quebra de relevo “meseta”

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

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.

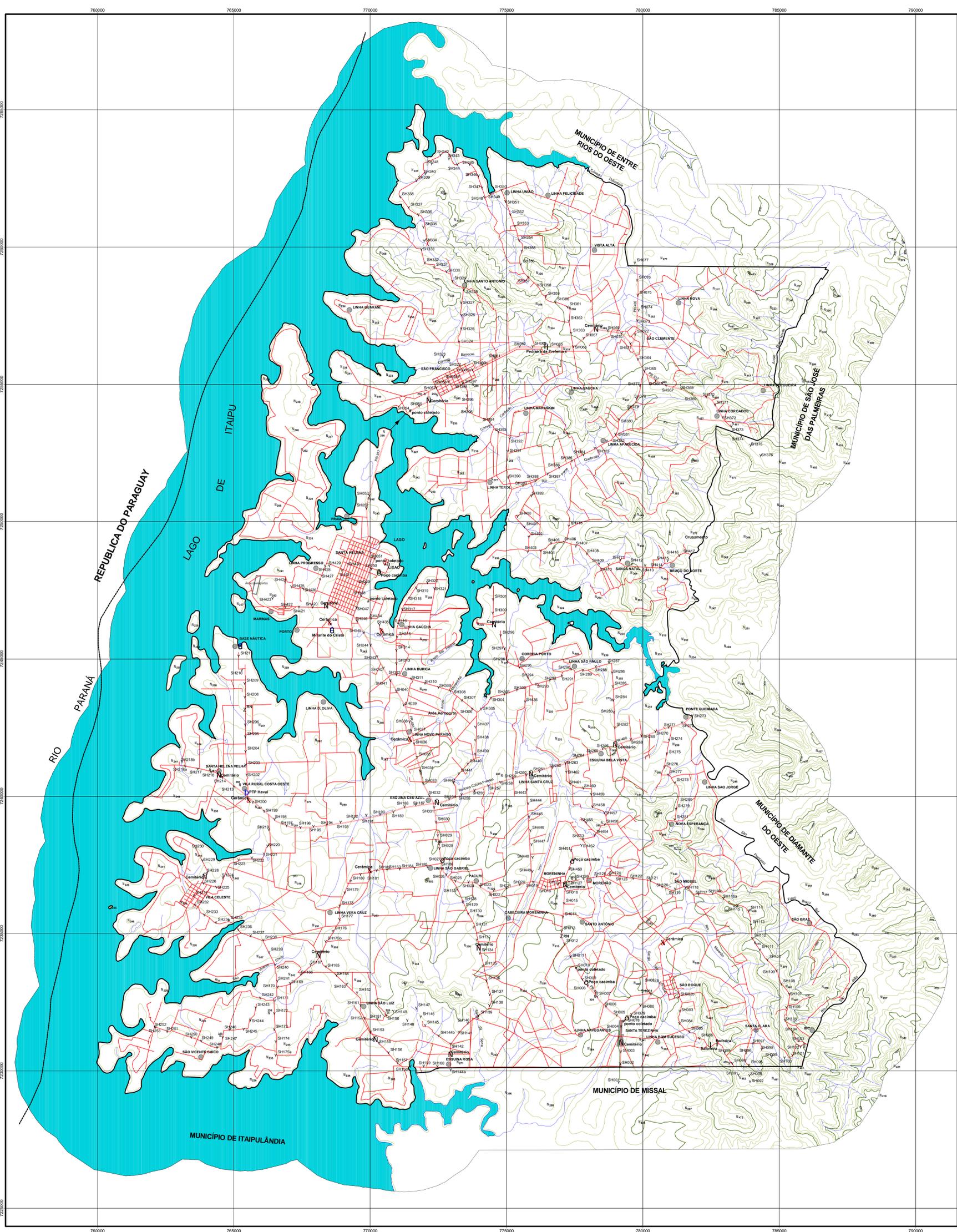
No mapa geológico foram traçados os principais lineamentos estruturais, visando orientar possíveis locações de poços artesanais, pois os mais produtivos estão junto às intersecções de fraturas NS com fraturas NW.



Foto 13 – Basalto alterado em meia encosta



Foto 14 – Morro formado por topo de Derrame



REPÚBLICA DO PARAGUAY
LAGO DE ITAIPU
RIO PARANÁ

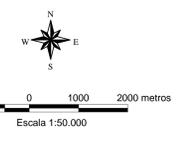
MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE

MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS

MUNICÍPIO DE DIAMANTE DO OESTE

MUNICÍPIO DE MISSAL

MUNICÍPIO DE ITAIPULÂNDIA



- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS**
- Rodovia Estadual
 - Estradas Secundárias/Arnuamentos
 - Caminhos
 - Limite Internacional
 - Ponte
 - Curva Intermediária (equidistância 20m)
 - Curva Mestra
 - Hidrografia
 - Ponto Cotado
 - Represa / Lago
 - Vila ou Comunidade
- CONVENÇÕES**
- Base Náutica
 - Cemitério
 - Cerâmica
 - Aterro Sanitário
 - Mirante do Cristo
 - Pedreira / Sabreira
 - Poço Caçimba
 - Ponto de Coleta de Amostras
 - Água Mineral - Havaí
 - RN - Rot. de Nível
 - SH-57 - Pontos descritos



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
- SANTA HELENA -

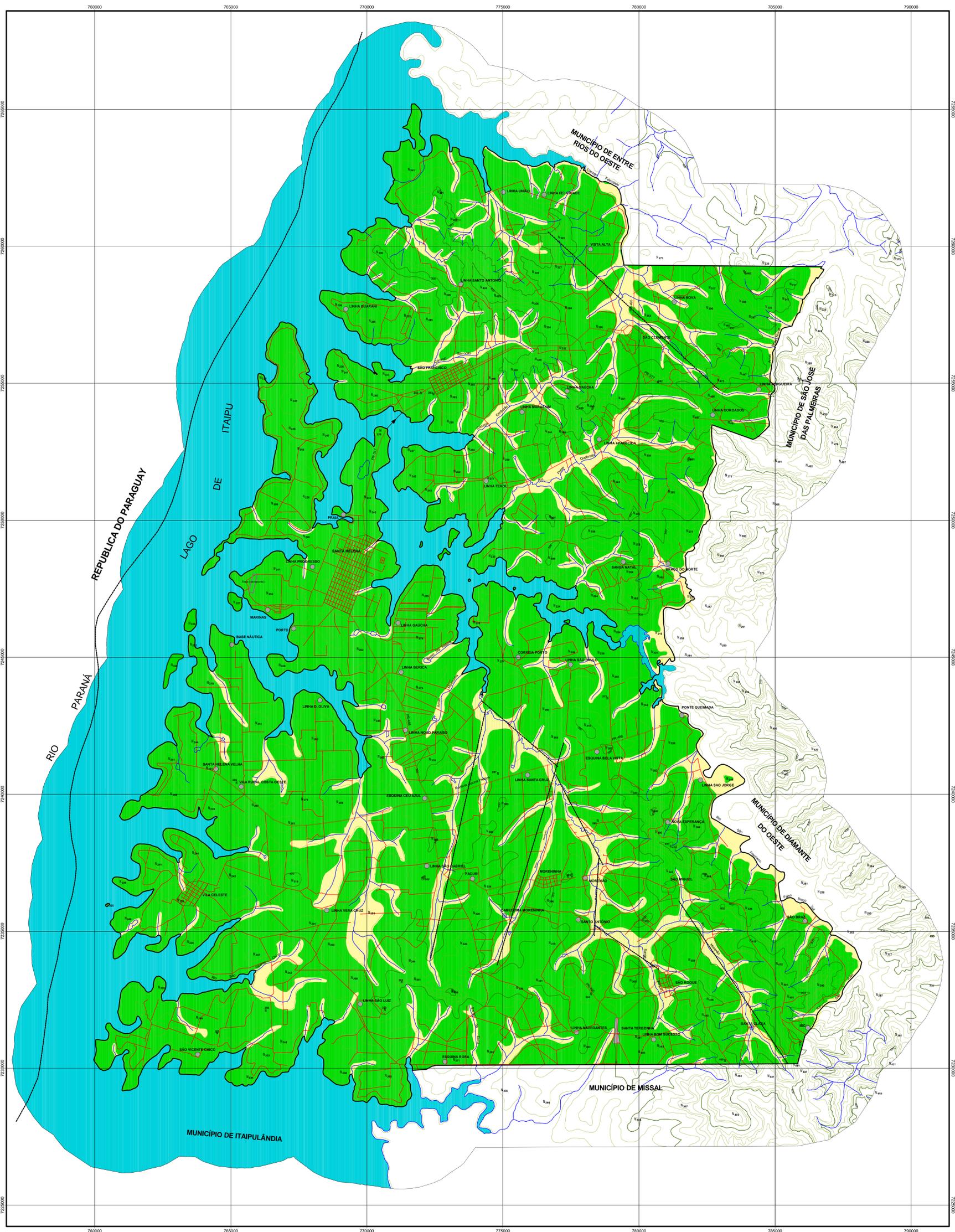
ANEXO 3 - CARTOGRAFIA BÁSICA E DOCUMENTAÇÃO

Folhas topográficas de Bom Jardim (MI 2816-1),
Mal Cândido Rondon (MI 2816-2), Santa Helena (MI 2816-4),
São José (MI 2816-4), Itaipulândia (MI 2832-1) e Missal
(MI 2832-2) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.

AUTOR: GEOPROCESSAMENTO
Geólogo Ricardo Palazzo
Geólogo Marcelo V. S. Borges

GEOPROCESSAMENTO
Miguel Angelo Meirel
Silvana P. Casafrio
ANDRÉ SUELI JUNIOR

BLOCO



REPÚBLICA DO PARAGUAY

RIO PARANÁ

LAGO DE ITAIPU

MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE

MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS

MUNICÍPIO DE DIAMANTE DO OESTE

MUNICÍPIO DE MISSAL

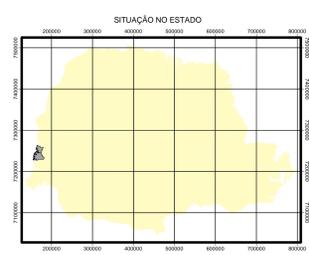
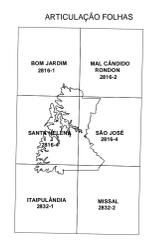
MUNICÍPIO DE ITAIPULÂNDIA



0 1000 2000 metros
Escala 1:50.000

- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS**
- Rodovia Estadual
 - Estradas Secundárias/Arruamentos
 - Caminhos
 - Limite Internacional
 - Ponte
 - Curva Intermediária (equidistância 20m)
 - Curva Mestra
 - Hidrografia
 - Ponto Cotado
 - Represa / Lago
 - Vila ou Comunidade

- Convenções Geológicas:**
- Aluviões
 - Formação Serra Geral - Basaltos
 - Lineamentos Estruturais



MINEROPAR GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
MINERAIS DO PARANÁ S/A

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

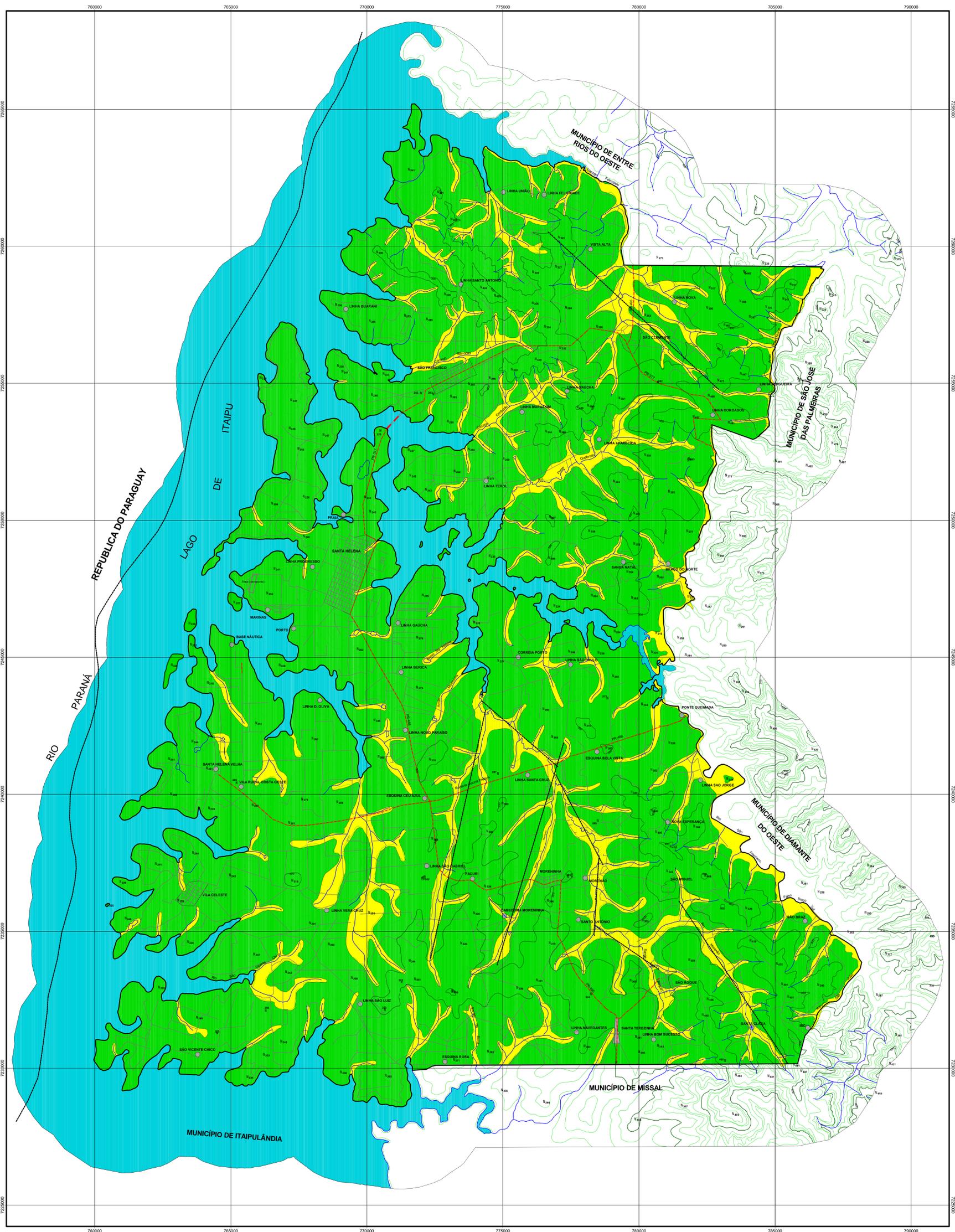
SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS
- SANTA HELENA -

ANEXO 6 - MAPA GEOLÓGICO/SUBSTRATO ROCHOSO

Folhas topográficas de Bom Jardim (MI 2816-1),
Mal Cândido Rondon (MI 2816-2), Santa Helena (MI 2816-4),
São José (MI 2816-4), Itaipulândia (MI 2832-1) e Missal
(MI 2832-2) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.

AUTOR: GEOPROCESSAMENTO
Miguel Angelo Neves
Gisela R. Caschiani
Jorge Barros Junior

BLOCO



REPÚBLICA DO PARAGUAY

RIO PARANÁ

LAGO DE ITAIPU

MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS DO OESTE

MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DAS PALMEIRAS

MUNICÍPIO DE DAMIANTE DO OESTE

MUNICÍPIO DE MISSAL

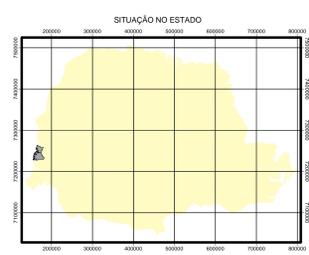
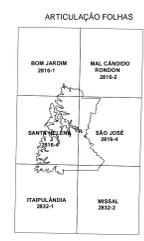
MUNICÍPIO DE ITAIPULÂNDIA



0 1000 2000 metros
Escala 1:50.000

- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS**
- Rodovia Estadual
 - Estradas Secundárias/Arruamentos
 - Caminhos
 - Limite Internacional
 - Ponte
 - Curva Intermediária (equidistância 20m)
 - Curva Mestra
 - Hidrografia
 - Ponto Cotado
 - Represa / Lago
 - Vila ou Comunidade

- Convenções Geológicas:**
- Aluviões
 - Formação Serra Geral - Basaltos
 - Lineamentos Estruturais



MINEROPAR
MINERAS DO PARANÁ S/A

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

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

SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS
- SANTA HELENA -

ANEXO 6 - MAPA GEOLÓGICO/SUBSTRATO ROCHOSO

Folhas topográficas de Bom Jardim (MI 2816-1),
Mal Cândido Rondon (MI 2816-2), Santa Helena (MI 2816-4),
São José (MI 2816-4), Itaipulândia (MI 2832-1) e Missal
(MI 2832-2) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.

AUTOR: GEOPROCESSAMENTO
Miguel Angelo Mallet
Geólogo Dicleo Falcato
Geólogo Mônica V. R. Borges

GEOPROCESSAMENTO
Silvia R. Caciulato
Aparelho Bruno Junior

BLOCO

3.5 Mapa de coberturas inconsolidadas

Além dos solos, os sedimentos aluvionares também são considerados materiais inconsolidados.

O mapa de coberturas inconsolidadas consiste na síntese das informações do processo de origem dos materiais, tais como, a rocha original, a textura, além da cor, espessura, presença de matacões e o perfil típico de alteração para cada unidade. O mapa de coberturas inconsolidadas está apresentado no Anexo 7.

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 coberturas (materiais) inconsolidadas.

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

Solos residuais maduros, solos residuais jovens, solos coluviais (transportados), solos litólicos (saprolíticos) e solos aluvionares, desenvolvidos sobre os tipos de rocha que afloram em Santa Helena.

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 rochas 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 têm forma de cunha e estão assentados diretamente sobre as rochas da região e sobre solos residuais. Pela posição destes depósitos na topografia, o NA (lençol freático) normalmente é próximo ou maior que 10 m, e as espessuras de solo variam de metros a dezenas de metros.
- Saprólito: primeiro nível de alteração do solo a partir da rocha, máximo grau de alteração da rocha, heterogêneo, estrutura original da rocha preservada, podendo ou não conter blocos e matacões de rocha alterada ou sã, marcado pela perda de resistência dos minerais constituintes da rocha. Frequentemente apresenta boa plasticidade e, às vezes, pode conter níveis caulíníticos.
- Solo aluvionar: ocorre nas planícies de inundação que acompanham os rios da região.

Solos da Formação Serra Geral

- a) **Solo transportado:** solo siltico-arenoso de coloração avermelhada, contendo fragmentos decimétricos de basalto, podendo atingir até 2 m de espessura.
- b) **Solo residual maduro a jovem:** este tipo de solo ocorre na faixa central do município como coberturas pouco desenvolvidas, atingindo normalmente em sua totalidade cerca de 5 m 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 deve-se à pequena faixa de afloramentos deste tipo de rocha no município, não sendo, portanto, estas informações características para o restante da unidade. A porção superior deste solo 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 variável, 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%. A profundidade do N.A. (nível de água), pode ser determinada em campo, pela observação do nível existente em diversos poços caçimba, dispersos ao longo de toda a área percorrida. De uma forma geral estima-se que o nível esteja abaixo de 5,00 m. A permeabilidade do solo é baixa (10^{-3}). Os ensaios de adsorção do azul de metileno indicam um valor médio de

$V_b = 2,66 \text{ g}/100 \text{ g}$. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de $1,402 \text{ g}/\text{cm}^3$ com umidade ótima em torno de 31,13%. A massa específica de campo situa-se em torno de $1,31 \text{ g}/\text{cm}^3$. O CTC é 8,002 MEQ/100g (médio). A erodibilidade deste material em talude é de baixa à média, conforme observado no campo e por meio do teste que apresenta valor médio de ϵ de 10,34.

Foi necessário definir alguns parâmetros de avaliação para melhor interpretação dos resultados dos ensaios discutidos a seguir. 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. 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, e 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 quatro ensaios realizados o valor foi superior a 1, variando entre 3,76 e 19,0. Apenas um ensaio registrou o valor de 0,58.



Foto 15 – Solo muito argiloso com espessura superior a cinco metros.



Foto 16 – Solo muito argiloso com formação de níveis e concreções de laterita.



Foto 17 – Solo muito argiloso sobre espesso manto saprolítico de basalto.



Foto 18 – Solo muito argiloso com fragmentos de basalto dispersos no topo.

c) Solo aluvionar: formado por depósitos de espessuras variadas e compostos por sedimentos de granulometrias diferentes desde blocos, seixos, areia até argila. Deve-se atentar para a fragilidade do lençol freático nestes locais, onde sua utilização deve ser restringida. O N.A. (nível de água) normalmente é muito raso, às vezes aflorante, resultando em porções encharcadas no terreno.



Foto 19 – Area aluvionar com cavas de extração de argila.



Foto 20 – Area aluvionar.

3.6 Imagem Geocover

Trata-se de uma imagem de satélite (Cedida pela EMATER), com *pixel* de 15 m, realizada no ano de 2000. A partir desta imagem torna-se possível fazer um levantamento da cobertura vegetal do município, com boa correspondência com a situação atual. Esta imagem abrange o município de Santa Helena e parte dos municípios vizinhos. (Anexo 8).

3.7 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 (>30%, sujeitas a movimento de massa, erosão) com média declividade (20 a 30%, sujeitas à contaminação do lençol freático), áreas de mata ciliar (Áreas de Preservação Permanente Lei nº 4.771/65 Código Florestal). A mata ciliar deve ser preservada em uma faixa de 30 m de cada lado do rio com menos de 10m de largura, 50 m de cada lado para rio com 10 a 50m de largura e 50 m de raio nas áreas de nascente.

Em relação à área de preservação do lago da represa de Itaipu, a mesma deve ser coincidente com a cota 230, que conforme a topografia do terreno, pode variar na sua extensão como mostra o mapa geoambiental.

Em todas estas situações existe a possibilidade de contaminação do lençol freático e dos aquíferos subterrâneos (profundos). O mapa geoambiental está apresentado no Anexo 9.

3.8 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 e áreas para disposição de resíduos, foi obtido por meio do cruzamento de informações de geologia e 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 seis unidades de terreno (UT), com características uniformes em termos de litologia, material inconsolidado e algumas declividades diferenciadas. O mapa síntese para o planejamento (uso e ocupação do solo) consta do Anexo 10.

As unidades foram avaliadas quanto a adequabilidade para:

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

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

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

Em relação 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.

UNIDADE DE TERRENO - U.T.01

- Área: 36.669,17 ha.
- Litologia/substrato: basalto
- Declividade: abrangem todas as classes de declividade, predominando as de 0 a 10% e 10 a 20%.
- Geomorfologia: predominam topos convexos, divisores amplos, seguindo-se de encostas suaves a intermediárias, vertentes retilíneas e raramente encostas íngremes.
- Materiais inconsolidados: predominam solos residuais maduros, profundos, homogêneos, textura muito argilosa, poroso, cor marrom avermelhado, argilo mineral caolinita 1:1, espessura máxima encontrada de 4,0 metros. São raros os solos litólicos e afloramentos de rocha nesta unidade.

- Geotecnia – N.A. (nível de água).> 4,0 m, solo laterítico, textura argilosa, baixa permeabilidade, reatividade baixa, SPT médio, com o impenetrável somente na passagem brusca do solo para a rocha.
- Avaliação: áreas adequadas à expansão urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas adequadas à implantação de sistemas viários e infra-estruturas enterradas. Áreas adequadas à disposição de resíduos sólidos, cemitérios e abatedouro de animais. 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 a 20% estas unidades são consideradas de razoável a ruim para implantação de obras enterradas. Em declividades de 20 a 30% não se recomenda 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 à implantação de loteamentos residenciais e vias de circulação, evitando-se cortes transversais a encosta, muito susceptíveis à erosão. As áreas com declividades acima de 30% são impróprias à ocupação humana, conforme legislação vigente, bem como inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. São áreas indicadas à preservação permanente.
- Problemas - Processos erosivos (vossorocas) causados com a retirada da vegetação, promovendo o assoreamento de drenagens. Em áreas com declividade alta é grande a susceptibilidade a movimentos de massa.

UNIDADE DE TERRENO - U.T. 02

- Área: 5.433,98 ha.
- Litologia/substrato: basalto.
- Declividade: abrangem todas as classes de declividades, predominando as de 10 a 20% e 20 a 30%.
- Geomorfologia: predominam encostas suaves, seguindo-se de encostas intermediárias e íngremes, com vertentes retilíneas a irregulares.
- Materiais inconsolidados: predominam os solos residuais/colúviais caracterizados pela associação de matriz argilosa, material arenoso, raros matacões de rocha (colúvio). Material bastante poroso. Nesta unidade as vezes encontramos solos litólicos e raros afloramentos de rocha.
- Geotecnia - N.A. (nível de água) próximo a 5 m. Solos lateríticos, argilosos, baixa permeabilidade, consistência baixa a média, reatividade baixa.
- Avaliação: áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais), com alta vulnerabilidade à contaminação do lençol freático, com dificuldade na implantação de infra-estruturas 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. Nesta unidade encontra-se a maioria das fontes (nascentes de água). As áreas com declividades acima de 30% não são indicadas à ocupação urbana, conforme legislação vigente. São inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. São indicadas à preservação permanente e ao reflorestamento, com espécies nativas apropriadas.

- Problemas: movimentos de massa, escorregamentos localizados, poluição de aquíferos, áreas de permo-porosidade, susceptibilidade alta a erosão, desenvolvimento de voçorocas.

UNIDADE DE TERRENO- U.T.03

- Área: 5.427,58 ha.
- Litologia/substrato: basalto.
- Declividade: abrangem todas as declividades, predominando as de 10 a 20%, 20 a 30% e > 30%.
- Geomorfologia: predominam encostas intermediárias e íngremes, com vertentes retilíneas, irregulares.
- Materiais inconsolidados: predominam os solos residuais/colúviais, caracterizados pela associação de matriz argilosa, material arenoso, pedregoso, grande quantidade de blocos e matacões de rocha (colúvio). Material bastante poroso. Nesta unidade também encontramos solos litólicos e afloramentos de rocha.
- Geotecnia - N.A. (nível de água) < 5 m. Solos lateríticos argilosos com baixa permeabilidade, consistência baixa a média, reatividade baixa. Presença de blocos e matacões.
- Avaliação: áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais), com alta vulnerabilidade à contaminação do lençol freático, com dificuldade na implantação de infra-estruturas e obras enterradas, em função da possível presença de blocos. Inadequada para disposição de resíduos sólidos e cemitérios. Nesta unidade encontra-se a maioria das fontes (nascentes) de águas. As áreas com declividades superiores a 30% não são indicadas à ocupação urbana, conforme legislação vigente. São inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. São indicadas à preservação permanente e ao reflorestamento, com espécies nativas apropriadas.
- Problemas: movimentos de massa, escorregamentos localizados, poluição de aquíferos, áreas de permo-porosidade, susceptibilidade alta a erosão (voçorocas).

UNIDADE DE TERRENO - U.T. 04

- Área: 1.410,51 ha.
- Litologia/substrato: basalto.

- Declividade: nesta classe também abrangem todas as declividades, porém predominam as de 0 a 10%.
- Geomorfologia: predominam topos planos (mesetas), estreitos e alongados, também encontra-se encostas suaves, intermediárias e íngremes (escarpadas), com vertentes irregulares.
- Materiais inconsolidados: solo residual (maduro/jovem) raso, homogêneo, textura argilosa, de cor marrom avermelhado. Argilo mineral caolinita 1:1. Espessura de no máximo 0,80 m. Contato brusco com o substrato. Também têm-se solos saprolíticos e afloramentos de rocha.
- Geotecnia: solos rasos, argilosos, porosos, drenagem interna deficiente devido a pequena espessura do solo. Topo de derrames.
- Avaliação: áreas não recomendadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Inadequadas para disposição de resíduos sólidos. Ruim para implantação de infra-estrutura enterrada. Restrição ao uso de agrotóxicos. Deveriam ser incentivados a preservação e o reflorestamento com árvores nativas. As 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 à preservação permanente.
- Problemas: difícil escavabilidade (necessidade de uso de explosivos). Susceptibilidade e vulnerabilidade à poluição de aquíferos (área de alta porosidade-fraturamento). Susceptibilidade à erosão. Pré-instabilidade a movimentos de massa.

UNIDADES DE TERRENO - U.T. 05

- Área: 683,79 ha.
- Litologia/substrato: basalto.
- Declividade: estas unidades abrangem declividades de todas as classes, porém predominam as acima de 20%.
- Geomorfologia: vertentes intermediárias, encostas íngremes e escarpadas.
- Materiais inconsolidados: solos litólicos, solos coluviais, depósitos de talus e afloramentos de rocha.
- Geotecnia: solos litólicos/coluviais, pedregosos com pequenos acúmulos de colúvios no pé dos afloramentos.
- Avaliação: áreas adequadas para atividades de extração mineral, extração de material de empréstimo para pavimentação e recuperação viária, com obrigatoriedade de apresentação de planos prévios de exploração e recuperação do terreno. São impróprias para ocupação urbana, conforme legislação vigente, bem como inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. Áreas indicadas à preservação permanente, em lugares que não tenham interesse de atividades de extração mineral.

- Problemas: movimentos de massa de pequena expressão, susceptibilidade alta para erosão e queda de blocos.

UNIDADE DE TERRENO - U.T. 06

ALUVIÕES

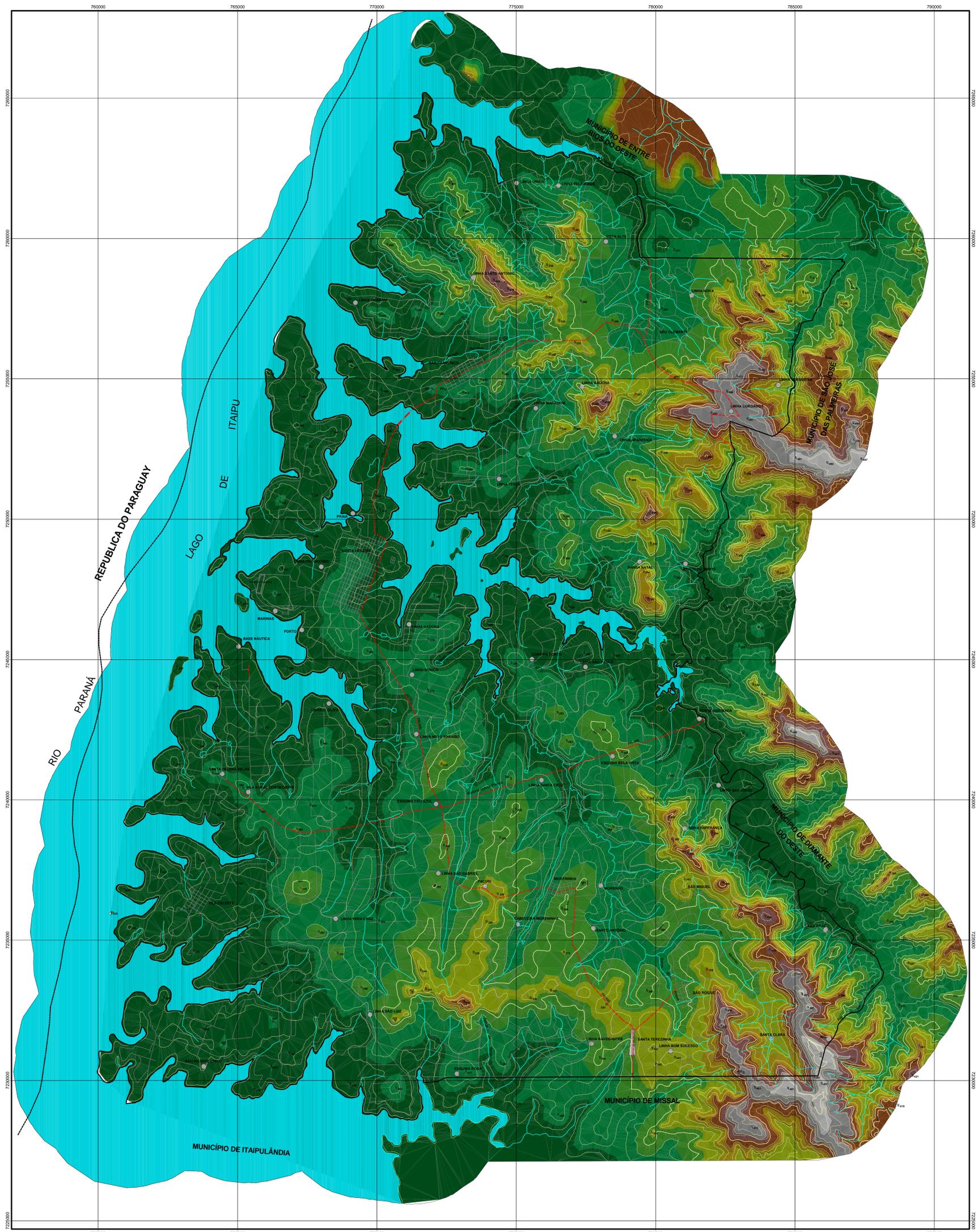
- Área: 8.492,67 ha.
- Litologia/substrato: basalto.
- Declividade: nesta unidade foram inseridas as declividades de 0 a 20%.
- Geomorfologia: planície aluvionar.
- Materiais inconsolidados: solos aluvionares. Pacote de argila, cores variadas (cinza claro, avermelhado, etc), com espessuras em torno de 1,00 m. Presença de camada superficial orgânica.
- Geotecnia: N.A. (nível de água) baixo, aflorante a 0,50 m. Argila hidromórfica, plástica, mole a muito mole.
- Avaliação: áreas impróprias para a ocupação urbana com equilíbrio hidrológico (recarga de aquíferos superficiais e subterrâneos), e inadequadas à implantação de obras de infra-estrutura e disposição de resíduos. Adequada à construção de tanques. Área sugerida para a preservação permanente.
- Problemas: nível freático raso a aflorante. Área susceptível a enchentes e inundações, e vulneráveis à poluição do lençol freático.

VALES EM “V”

- Área: 410,54 ha
- Litologia/substrato: basalto.
- Declividade: nesta unidade foram inseridas as declividades de >20%.
- Geomorfologia: vales encaixados em forma de “V”.
- Materiais inconsolidados: depósito de talus.
- Geotecnia: N.A. (nível de água) baixo, aflorante.
- Avaliação: áreas impróprias para a ocupação urbana, de equilíbrio hidrológico (recarga de aquíferos superficiais e subterrâneos), e inadequadas à implantação de obras de infra-estrutura e disposição de resíduos, sendo sugerida para a preservação permanente.
- Problemas: nível freático aflorante, cabeceira de drenagem. Áreas vulneráveis à poluição do lençol freático.

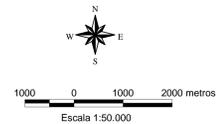
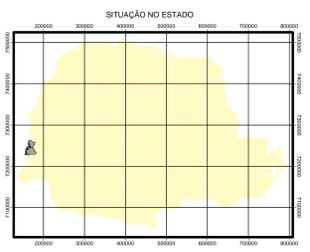
3.9 Modelo digital do terreno de Santa Helena

Elaborado com o software Arc View 3.2 módulo 3D Analyst por triangulação a partir de curvas de nível a cada 20 metros e pontos cotados. Compõe o anexo 11.



- CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS**
- Rodovia Estadual
 - Estradas Secundárias/Arruamentos
 - Caminhos
 - Limite Internacional
 - Pontos
 - Curva Intermediária (equidistância 20m)
 - Curva Mestre
 - Hidrografia
 - Ponto Cotado
 - Represa / Lago
 - Vila ou Comunidade

- CLASSES HIPSEMÉTRICAS**
- 218 - 250 metros
 - 250 - 280
 - 280 - 312
 - 312 - 344
 - 344 - 375
 - 375 - 406
 - 406 - 438
 - 438 - 469
 - 469 - 500 metros



	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 - SANTA HELENA -		
ANEXO 11 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO		
Folhas topográficas de Bom Jardim (MI 2816-1), Mal Cândido Rondon (MI 2816-2), Santa Helena (MI 2816-4), São José (MI 2816-4), Itaipulândia (MI 2832-1) e Missal (MI 2832-2) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.		
AUTOR: Sérgio Duarte Fialaco Geólogo Marcílio V. K. Borges	GEOPROCESSAMENTO: Miguel Angelo Horet Sidney R. Cechinato Jansen Bruno Juner	BLOCO

4 RECURSOS MINERAIS

Em função da geologia e da geomorfologia, Santa Helena não apresenta potencial para areia. Apesar de possuir em seu território vastas áreas aluvionares, verificou-se a existência de pequenos depósitos. O potencial é bom para basalto na obtenção de blocos, brita e saibro, além de água superficial e subterrânea.

A seguir são apresentadas breves descrições dos bens minerais ocorrentes no município de Santa Helena, suas possibilidades de localização e aproveitamento. Este artigo será útil como instrumento de consulta para o desenvolvimento do município.

O mapa do Anexo 3 (mapa de documentação) exhibe os pontos de ocorrência dos principais recursos minerais do município.

4.1 Pedras de talhe, cantaria e brita

A Prefeitura de Santa Helena utiliza em pouca quantidade o basalto que aflora nas cotas mais altas do município, para o calçamento poliédrico na área rural. Existe também uma pedreira da prefeitura, que utiliza em grande quantidade o basalto explorado, tanto para calçamento poliédrico na área urbana e rural, como para brita. Atualmente funciona junto à pedreira uma usina de asfalto.



Foto 21 – Frente de Lavra da pedreira.



Foto 22 – Sistema de Britadores.

A MINEROPAR disponibilizou o manual de orientação, de sua autoria, sobre o uso de paralelepípedos e pedras irregulares na pavimentação urbana e rural, para 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, o calçamento poliédrico apresenta uma série mais diversificada de benefícios:

- barateamento no custo do transporte, com a conseqüente redução do custo de vida;
- aumento da capacidade de transporte das vias públicas;
- acesso fácil e garantido às propriedades públicas e particulares;
- valorização dos imóveis;
- melhoria das condições de habitabilidade das regiões atendidas;
- valorização dos imóveis.

4.2 Saibro

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

Em municípios do oeste do Paraná, como é o caso de Santa Helena, as saibreiras ou cascalheiras como são chamadas, são exploradas pelas prefeituras, normalmente na posição de meia encosta. No caso de exploração pelo poder público, as lavras são temporárias, abertas ao longo das estradas, em acordo feito com os proprietários de terra, que cedem o material que traz também melhorias aos acessos de suas propriedades

No trabalho de campo executado pela MINEROPAR, algumas destas frentes de lavra foram cadastradas e estão registradas no Anexo 3 (mapa de documentação).



Foto 23 – Saibreira comum.



Foto 24 – Blocos poliédricos de basalto.

4.3 Água superficial e subterrânea

A água é o recurso mineral mais utilizado e, por isto mesmo, o mais ameaçado de exaustão no mundo. 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.

A água distribuída pela SANEPAR na cidade de Santa Helena é oriunda de poços tubulares profundos.

Embora a equipe do projeto não tenha efetuado vistorias de campo voltadas ao levantamento de informações sobre o potencial do município em relação aos mananciais de água subterrânea, dezenas de poços tubulares profundos foram observados distribuídos pelo município, o que caracteriza o uso desse recurso mineral.

Apresentamos nas páginas seguintes os dados disponíveis na MINEROPAR a respeito dos poços perfurados pela SANEPAR, 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 análise do relatório da perfuração e dos testes de vazão dos poços, entre outros recursos de pesquisa.

As informações que apresentamos a seguir baseiam-se principalmente na obra do Dr. Reinhard Maack¹, pioneiro dos estudos hidrogeológicos do Paraná.

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

A origem da água subterrânea é sempre superficial, por precipitação das chuvas, concentração nas bacias de drenagem e infiltração nas zonas de recarga dos aquíferos. Apenas uma fração menor da água infiltrada no subsolo retorna

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

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 chamado de 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 aflorada em fontes naturais, por ascensão a partir das zonas profundas do subsolo, a água subterrânea atinge temperaturas que chegam a 40°C ou mais, dissolvendo sais das rochas encaixantes e adquirindo conteúdos de sais que a tornam merecedora de uma classificação especial. Ela se torna água mineral com classificação variando 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, conhecido como Aquífero Guarani.

As medidas mais importantes para a proteção dos aquíferos, segundo 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 às 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.

O mapa da página seguinte apresenta a localização dos poços tubulares de água cadastrados pela SANEPAR na região de Santa Helena, cujos dados indicam os valores esperados de produtividade em poços que venham a ser perfurados na região e na seqüência a tabela dos dados 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 Santa Helena

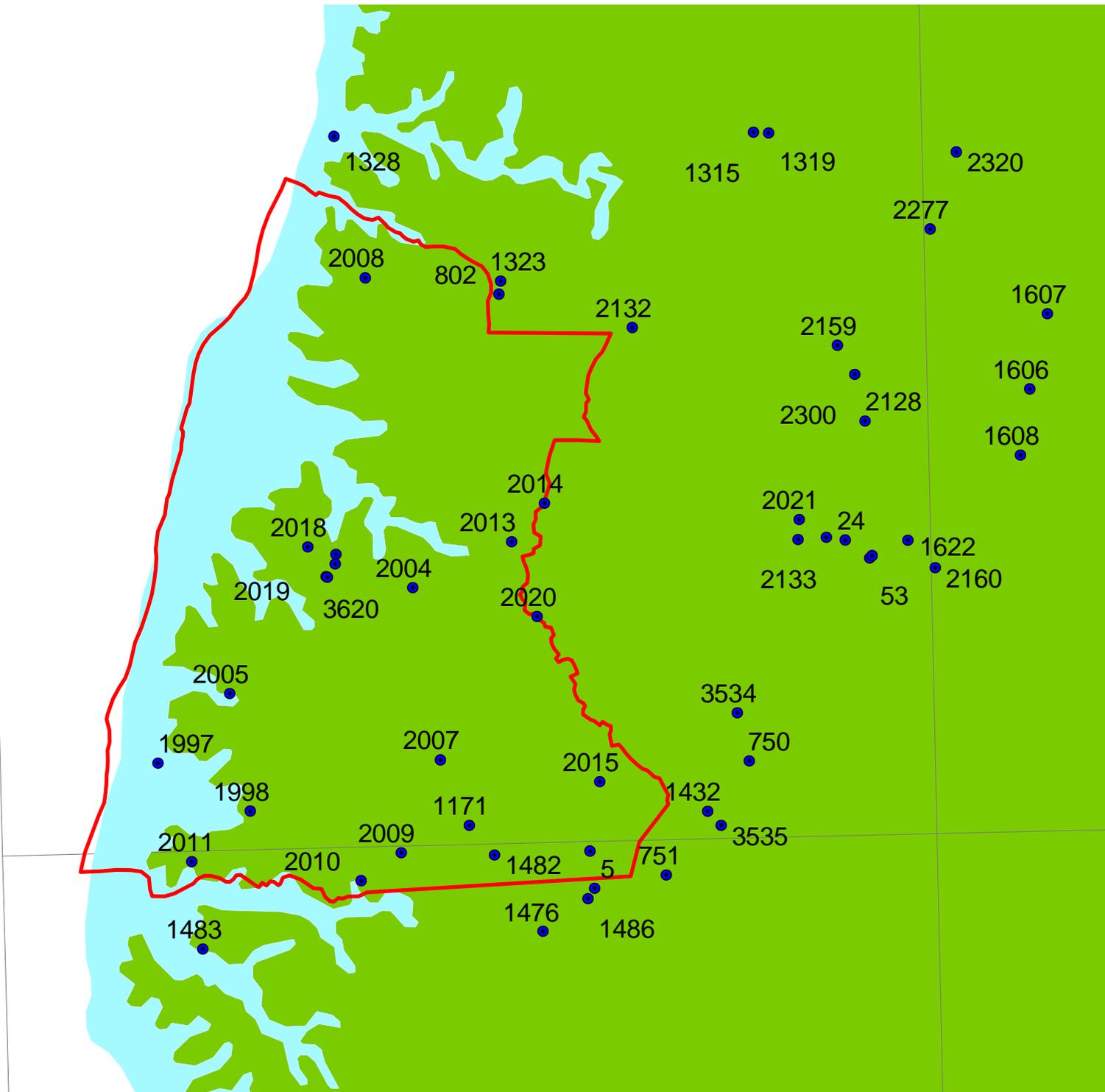
origem dos dados: SANEPAR



- Poços de água subterrânea
- Município de Santa Helena
- Hidrografia

Unidades Geológicas

- Formação Serra Geral



4.4 Água mineral

Conforme definição do Código de Águas Minerais do Brasil, em seu artigo 1º, águas minerais naturais “são aquelas provenientes de fontes naturais ou artificialmente captadas, que possuam composição química ou propriedades físicas ou físico-químicas distintas das águas comuns, com características que lhes confirmam uma ação medicamentosa”. (Decreto-lei 7.841, de 08/08/45). 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 3 e 4 apresentam as classificações feitas de acordo com os elementos predominantes e conteúdos em gases. Genericamente toda água mineral natural traz benefícios à qualidade de vida. 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 5 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 e diretor dos Serviços Termiais da Prefeitura de Poços de Caldas e titular da Comissão Permanente de Crenologia do DNPM.

Tabela 3 - Classificação das águas minerais, conforme elemento dominante.

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 0,2 g/l de NaHCO ₃
IV. Alcalino-terrosas	Contêm teores de alcalinos terrosos equivalentes à pelo menos 0,12 g/l de CaCO ₃ , podendo ser: <ul style="list-style-type: none"> • alcalino-terrosas cálcicas, que contêm pelo menos 0,048 g/l de Ca, na forma de CaHCO₃; • alcalino-terrosas magnesianas, que contêm pelo menos 0,03 g/l de Mg, na forma de MgHCO₃.
V. Sulfatadas	Contêm pelo menos 0,1 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 0,1 g/l de ânion NO ₃ de origem mineral
VIII. Cloretadas	Contêm pelo menos 0,5 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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; • 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; • 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

Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais – ABINAM

Tabela 4 - Classificação das águas minerais, conforme conteúdos de gases

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
I. Fontes radioativas	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>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.</p>
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 possuem na emergência desprendimento definido de gás sulfídrico.

Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais – ABINAM

Tabela 5 - Efeitos terapêuticos das águas minerais naturais

CLASSIFICAÇÃO	INDICAÇÕES
Ferruginosas	Anemias, parasitoses, alergias e acne juvenil; estimulam o apetite.
Fluoretadas	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	Reumatismos, doenças da pele, artrites e inflamações em geral.
Brometadas	Sedativas e tranquilizantes, combatem a insônia, nervosismo, desequilíbrios emocionais, epilepsia e histeria.
Sulfatadas sódicas	Prisão de ventre, colites e problemas hepáticos.
Cálcicas	Raquitismo e colite; consolidam fraturas e têm ação diurética. Reduz a sensibilidade em casos de asma, bronquites, eczemas e dermatoses.
Iodetadas	Adenóides, inflamações da faringe e insuficiência da tireóide.
Bicarbonatadas sódicas	Gastrites e úlceras gastroduodenais, hepatite e diabetes.
Alcalinas	Acidez estomacal e hidratante da pele.
Ácidas	pH da pele.
Carbônicas	Hidratação da pele e redução do apetite.
Sulfatadas	Antiinflamatório e antitóxico.
Oligominerais radioativas	Higienização da pele, diurese, intoxicações hepáticas, ácido úrico, inflamações das vias urinárias, alergias e estafa.

Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais - ABINAM

No que diz respeito ao aproveitamento de fontes de água mineral natural, existem duas possibilidades, distribuição e consumo como bebida envasada ou exploração de estância hidromineral.

As instruções para a regularização junto ao DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral, em qualquer dos casos, são as mesmas oferecidas para o licenciamento. Entretanto, as peculiaridades deste bem mineral, que é tratado como substância terapêutica, demandam uma orientação específica do Departamento Nacional da Produção Mineral quanto aos procedimentos técnicos e legais cabíveis.

4.5 Argila

Existem vastas áreas aluvionares em seu território e vários requerimentos e alvarás de pesquisa. De uma forma geral, os aluviões apresentam um pacote de argila plástica de cor cinza, com espessura variável.

Devido ao fato de existir cinco indústrias cerâmicas em Santa Helena, supõe-se que a qualidade desse material seja boa para cerâmica vermelha (tijolo, telha e bloco).

Não foram coletadas amostras para ensaios cerâmicos.



Foto 25 – Depósito de argila.



Foto 26 – Sistema de mistura de argila.

5 PRODUÇÃO MINERAL

O município de Santa Helena apresenta 22 processos referentes a títulos minerários concedidos pelo DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. Oito processos são de basalto para brita, seis processos são para argila refrataria, dois processos são para argila, um processo é para argila vermelha e cinco processos são para água mineral.

6 DIREITOS MINERÁRIOS

Na região onde se insere o município de Santa Helena, que envolve os municípios de Missal, Pato Bragado, Diamante do Oeste, Entre Rios do Oeste e São José das Palmeiras, estão catalogados 33 processos. As substâncias solicitadas são água mineral, basalto para brita, argila refratária, argila vermelha, argila e cascalho.

O mapa de direitos minerários e o quadro dos títulos estão nas páginas seguintes.

6.1 Embasamento legal para o aproveitamento de substâncias minerais

A MINEROPAR elaborou um resumo da legislação vigente denominado Mineração Regularizada - Manual de Orientação, distribuído às Prefeituras Municipais do Estado com o objetivo de informar sobre os aspectos legais da mineração.

Tabela 6 - Títulos Minerários na Região do Município de Santa Helena

Município	Substância	Titular	Diploma	N.Proc./Ano	Área(ha)	Último evento
Missal	Argila Refratária	KÁTIA GISELE TOEBE	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826219/2002	256,75	AUT PESQ/PAGAMENTO DA TAH EFETUADO em 28/07/2005
Santa Helena	Basalto	JAIRTON DOS SANTOS	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826238/1997	7,50	AUT PESQ/MULTA APLICADA-TAH em 17/10/2003
Santa Helena	Argila Refratária	L A ZAMINHAN & CIA LTDA		826613/2001	995,00	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI em 27/09/2002
Santa Helena	Argila	CERÂMICA LAGO AZUL LTDA	LCMN LICENCIAMENTO	826212/2004	2,00	LICEN/SOLICITA PRORROGAC PRAZO EXIGÊNCIA em 07/04/2005
Pato Bragado	Argila	CERÂMICA E MADEIREIRA SÃO LUIZ LTDA.	LCMN LICENCIAMENTO	826226/2005	0,74	LICEN/LICENCIAMENTO AUTORIZADO PUBLICADO em 24/10/2005
Santa Helena	Argila Refratária	L A ZAMINHAN & CIA LTDA		826614/2001	991,25	REQ PESQ/PEDIDO DE DESISTENCIA PROTOCOLI em 12/01/2006
Santa Helena	Basalto	REDRAM CONSTRUTORA DE OBRAS LTDA	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826047/1997	50,00	AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA em 30/06/2005
Santa Helena	Basalto	REDRAM CONSTRUTORA DE OBRAS LTDA	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826048/1997	50,00	AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO AUTORIZADA em 08/08/2005
Santa Helena	Argila Refratária	KÁTIA GISELE TOEBE	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826218/2002	313,52	AUT PESQ/PAGAMENTO DA TAH EFETUADO em 28/07/2005
Santa Helena	Basalto P/ Brita	ELISA REGINA FREYMUTH	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826230/2002	49,50	AUT PESQ/PAGAMENTO DA TAH EFETUADO em 31/01/2006
Diamante D'oeste	Basalto P/ Brita	ROGER ANDRE ZIEBERT	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826072/2002	50,00	AUT PESQ/APRESENTA LIC AMB OPERAÇÃO em 06/12/2004
Diamante D'oeste	Basalto	PREFEITURA MUNICIPAL DE DIAMANTE DO OESTE		826305/2002	5,00	REQ EXT/REQUERIMENTO PROTOCOLIZADO em 12/07/2002
Diamante D'oeste	Basalto	REDRAM CONSTRUTORA DE OBRAS LTDA		826247/2005	50,00	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA em 19/09/2005
Entre Rios do Oeste	Basalto	FREYMUTH & CIA LTDA		826248/2002	50,00	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA em 07/03/2003
Missal	Cascalho	PREFEITURA MUNICIPAL DE MISSAL		826603/2003	1,20	REQ EXT/REQUERIMENTO PROTOCOLIZADO em 23/10/2003
Missal	Argila Refratária	OSCAR WALDOW	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826657/2003	50,00	AUT PESQ/PAGAMENTO DA TAH EFETUADO em 28/07/2005
Pato Bragado	Argila Vermelha	ROSELI TERESINHA SCHERER		826366/2004	50,00	DISPONIB/CONSID PRIOR DISP ART 26 CM PUB em 24/10/2005
Pato Bragado	Cascalho	VILMAR STAADTLOBER	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826219/2005	50,00	AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 02 ANOS PUBL em 27/12/2005
Santa Helena	Argila	MARGON MILTON STRASSBURGER	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826647/2001	49,92	REQ LAV/SOLICITA AVERB DIREITO REQ LAVRA em 15/12/2004
Santa Helena	Argila	MARGON MILTON STRASSBURGER	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826648/2001	6,51	REQ LAV/SOLICITA AVERB DIREITO REQ LAVRA em 15/12/2004
Santa Helena	Argila Refratária	NELSON CAUMO	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826772/2001	163,00	AUT PESQ/MULTA APLICADA-TAH em 16/08/2005
Santa Helena	Argila Refratária	NELSON CAUMO	APU3 AUT PESQ/ALVAR	826773/2001	157,36	AUT PESQ/AUTO INFRAÇÃO MULTA-RELATÉRIO PESQ em 27/10/200
Santa Helena	Basalto	V. CAMPOS & CIA LTDA	LCMN LICENCIAMENTO	826309/2002	2,89	LICEN/PEDIDO RENOVAÇÃO LICENÇA PROTOCOLI em 29/07/2005
Santa Helena	Água Mineral	L. A. CELSO & CIA. LTDA	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826005/2004	50,00	AUT PESQ/PAGAMENTO DA TAH EFETUADO em 29/07/2005
Santa Helena	Água Mineral	L. A. CELSO & CIA. LTDA		826006/2004	48,50	REQ PESQ/ASSENTIMENTO CDN AUTORIZADO em 20/12/2004
Santa Helena	Água Mineral	L. A. CELSO & CIA. LTDA		826007/2004	50,00	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI em 23/06/2004
Santa Helena	Água Mineral	MARGON MILTON STRASSBURGER	APU2 AUT PESQ/ALVAR	826301/2004	49,00	AUT PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA em 30/01/2006
Santa Helena	Basalto	EMÍLIO DA COSTA		826365/2004	23,27	DISPONIB/CONSID PRIOR DISP ART 26 CM PUB em 16/08/2005
Santa Helena	Argila Refratária	ALBAGEO GEOLOGIA E MEIO AMBIENTE		826279/2005	1000,00	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA em 19/09/2005
Santa Helena	Basalto	NATALICIO MACHADO		826475/2005	30,00	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI em 24/08/2005
Santa Helena	Argila Vermelha	LIAR JOSÉ DAL MORO		826741/2005	9,00	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI em 13/12/2005
Santa Helena	Água Mineral	MÁRIO LUZANI		826034/2006	49,61	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI em 17/01/2006
São José das Palmeiras	Basalto	CONSTRUTORA ANDE LTDA	LCMN LICENCIAMENTO	826413/2005	1,19	LICEN/LICENCIAMENTO AUTORIZADO PUBLICADO em 06/12/2005



Áreas com títulos minerários na região do Município de Santa Helena

origem dos dados: DNPM



- Áreas com títulos minerários
- Município de Santa Helena
- Hidrografia

Unidades Geológicas

- Formação Serra Geral

6.2 Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM

Instituída pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, a CFEM é devida pelos detentores de direitos minerários, em decorrência da exploração dos recursos minerais para fins de aproveitamento econômico. Para os minérios regidos pelo sistema de licenciamento, a CFEM 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 seguro.

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 onde 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 recolhimento da CFEM 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.

7 GESTÃO AMBIENTAL

Ao longo deste trabalho foi realizado o cadastramento de algumas atividades impactantes, possibilitando constatar algumas irregularidades quanto à disposição de resíduos no município. Em Santa Helena, o sistema de coleta e tratamento de esgotos é parcial, e ainda é utilizada a fossa séptica em muitas residências.

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

7.1 Aterro sanitário

Como já foi citado anteriormente, o lixo coletado na área urbana de Santa Helena é depositado de forma regular no aterro sanitário. Segundo informações, aproximadamente 50% do lixo coletado são reciclados. No local verificou-se que existe um galpão que faz a reciclagem, o qual é administrado por uma cooperativa.

Nesse mesmo local, existe uma área de compostagem, que faz a deposição e mistura dos rejeitos vegetais do município.



Foto 27 – Lixo depositado diretamente sobre saprolito, sem mantas ou tratamento de chorume.



Foto 28 – Vista geral da área de deposição de lixo no aterro.



Foto 29 – Vala de deposição de lixo.



Foto 30 – Área de deposição de lixo hospitalar.



Foto 31 – Área de compostagem de resíduos vegetais.



Foto 32 – Barracão de separação de lixo inorgânico.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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 Santa Helena é necessário para minimizar o impacto de atividades necessárias ao desenvolvimento econômico e social do município, quantificando os riscos envolvidos na implantação de determinados empreendimentos, devendo ser utilizado como base para a determinação do zoneamento urbano e rural.

Gestão ambiental

Há necessidade urgente de uma avaliação geral para o projeto de Aterro Sanitário quanto à permeabilidade deste solo, pois o lixo vem sendo depositado diretamente sobre a rocha alterada, sem nenhum tipo de manta ou camada argilosa impermeabilizante. Não ocorre a coleta do chorume no fundo das valas e, conseqüentemente, não é realizado o tratamento do chorume gerado no local. Dessa forma, provavelmente o chorume gerado pelo lixo está percolando para o aquífero fraturado que abastece o município, através dos poços.

Desenvolver e melhorar as políticas de separação do lixo residencial, comercial e industrial.

Os postos de combustíveis do município 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, e se condicionar às exigências do I.A.P.

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

Aderir ao "Programa Mata Ciliar", da SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (www.pr.gov.br/SEMA).

Potencial mineral

Em função da geologia e da geomorfologia do seu território, Santa Helena apresenta um bom potencial para água subterrânea, basalto para blocos, brita e saibro.

Algumas áreas aluvionares apresentam bom potencial de argila para a cerâmica vermelha.

REFERÊNCIAS

CERRI, L. E. S. ; 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**. Disponível em:
<<http://www.ecolnews.com.br/lixo.htm>> Acesso em: 05 maio 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 DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 2. ed. São Paulo, 2000. Publicação IPT 2622.

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

MINERAIS DO PARANÁ S. A. **Guia de prevenção de acidentes geológicos urbanos**. Curitiba : MINEROPAR, 1998. 52 p.

_____. **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.

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

ZUQUETTE, L. V. **Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras**. São Carlos, 1987. 3 v. Tese (Doutorado em Engenharia Geotécnica) – Departamento de Geotecnia, Escola de Engenharia de São Paulo.

MARTINS, E. P. **Geologia de Planejamento : Caracterização do meio físico da área urbana de Santa Helena (Pr)** Curitiba: MINEROPAR, 1994 . Convênio MINEROPAR/FAMEPAR/PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA HELENA.