MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

# PROJETO SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

## AVALIAÇÃO GEOLÓGICA E GEOTÉCNICA PARA O PLANEJAMENTO TERRITORIAL E URBANO DO MUNICÍPIO DE PALMEIRA

Curitiba

2006

Revisão e editoração
Clarissa Nunes

**CATALOGAÇÃO E REFERÊNCIAS**

Bibliotecária Marlene Mengarda Martelli

Catalogação na fonte

MINERAIS DO PARANÁ S. A.
Avaliacão Geológica e Geotécnica para o Planejamento Territorial e Urbano do Município de Palmeira. – Relatório final. Curitiba: MINEROPAR, 2006.
1 V.

1. Planejamento territorial urbano – Palmeira. 2. Avaliacão geológica – Palmeira. 3. Caracterizacão do meio físico. I. Falcade, D. II. Título.

CDU 624.13 (816.21I)

Direitos desta edição reservados à Minerais do Paraná S/A

Rua: Máximo João Kopp, 274 - Bloco 3
Santa Cândida – Curitiba – Paraná
CEP 80531-970 Fone: (41) 351 6900
http:\\www.pr.gov.br/mineropar e-mail: minerais@pr.gov.br

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

**Roberto Requião**

Governador

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

Virgilio Moreira Filho
Secretário

## Minerais do Paraná S/A -MINEROPAR

**Eduardo Salamuni**
Diretor Presidente

**Rogério da Silva Felipe**
Diretor Técnico

**Manoel Collares Chaves Neto**
Diretor Administrativo Financeiro

**Prefeitura Municipal de Palmeira**
**ALTAMIR SANSOM**
**Prefeito**

# PROJETO SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS

## Termo de cooperação técnica entre

## Mineropar e Prefeitura de Palmeira

**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 Schilichta
Estagiária de Engenharia Cartográfica Mônica Gaia
Prospector Genésio Pinto Queiroz

**Equipe de Gestão da Informação**

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

# APRESENTAÇÃO

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

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

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

A equipe técnica da MINEROPAR realizou trabalhos de gestão territorial e do meio físico para a Prefeitura Municipal de Palmeira, 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 Palmeira 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, Palmeira apresenta potencial para as seguintes substâncias minerais: água subterrânea, areia, argila vermelha para a indústria cerâmica e saibro.

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

OBJETIVO GERAL ..... 10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 10

**1 GEOGRAFIA ..... 11**

1.1 LOCALIZAÇÃO E DEMOGRAFIA ..... 11
1.3 FISIOGRAFIA ..... 13
1.4 HIDROGRAFIA ..... 16
1.5 CLIMA ..... 16

**..... 17**

**2. METODOLOGIA DE TRABALHO ..... 17**

2.1 LEVANTAMENTO DA DOCUMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA, CARTOGRÁFICA E LEGAL ..... 17
2.2 DIGITALIZAÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA ..... 17
2.3 FOTOINTERPRETAÇÃO PRELIMINAR ..... 17
2.4 LEVANTAMENTO DE CAMPO ..... 18
2.5 ENSAIOS TECNOLÓGICOS ..... 18
2.6 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS ..... 21
2.7 ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO FINAL ..... 21
2.8 ATIVIDADES E CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO ..... 21

**3. MAPAS TEMÁTICOS ..... 22**

3.1 CARTOGRAFIA BÁSICA E MAPA DE DOCUMENTAÇÃO ..... 22
3.2 MAPA DE DECLIVIDADE ..... 22
3.3 MAPA GEOLÓGICO/SUBSTRATO ROCHOSO ..... 22
3.4 MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS ..... 27
3.5 IMAGEM GEOCOVER ..... 34
3.6 MAPA GEOAMBIENTAL ..... 35
3.7 MAPA SÍNTESE PARA O PLANEJAMENTO (USO E OCUPAÇÃO DO SOLO) ..... 36
3.8 MODELO DIGITAL DO TERRENO DE PALMEIRA ..... 41

**4. RECURSOS MINERAIS ..... 42**

4.1 AREIA ..... 42
4.2 ARGILA VERMELHA ..... 43
4.3 ARGILA ..... 43
4.4 SAIBRO ..... 44
4.5 ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA ..... 46
4. 4 ÁGUA MINERAL ..... 50

**5. PRODUÇÃO MINERAL ..... 53**

**6 DIREITOS MINERÁRIOS ..... 54**

6.1 EMBASAMENTO LEGAL PARA O APROVEITAMENTO DE SUBSTÂNCIAS MINERAIS ..... 54
6.2 COMPENSAÇÃO FINANCEIRA PELA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS - CFEM ..... 57

**7. GESTÃO AMBIENTAL ..... 58**

7.1 LIXÃO ..... 58
7.2 ATERRO SANITÁRIO ..... 58

**8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ..... 59**

**REFERÊNCIAS ..... 62**

**Lista de Mapas**

Mapa 1 - Mapa de Localização do município de Palmeira

Mapa 2 – Mapa Geomorfologico da região de Palmeira na folha Ponta Grossa

Mapa 3 - Mapa geológico do Estado do Paraná – Unidades Estratigráficas

Mapa 4 - Mapa de localização dos poços artesianos na região de Palmeira (SANEPAR)

Mapa 5 - Mapa de títulos minerários na região de Palmeira (DNPM)

**Lista de Figuras**

Figura 01: Imagem do software Google Earth

Figura 02: Tipos Climáticos do Estado do Paraná (IAPAR)

Figura 03: Carta de Umidade do Estado do Paraná (IAPAR)

Figura 04: Foto de Tilitos com matriz siltosa
Figura 05: Foto de Folhelhos
Figura 06: Foto de Siltitos de Argilitos
Figura 07: Foto de Arenitos Finos
Figura 08: Foto de Tilitos cataclasados
Figura 09: Foto de Dique de Diabásio
Figura 10: Foto de Arenitos finos com estrias glaciais
Figura 11: Foto de Argilito
Figura 12: Foto de Siltito de matriz argilosa com dobras assimetricas
Figura 13: Foto de Diamictito
Figura 14: Foto de Arenito na sede urbana
Figura 15: Foto de rocha sedimentar argilo siltosa do Grupo Itararé
Figura 16: Foto de Solo transportado e presença de fosseis
Figura 17: Foto do detalhe dos fosseis
Figura 18: Foto de Solos arenosos
Figura 19: Foto de Saprolito de siltitos
Figura 20: Foto de Solos transportados
Figura 21: Foto de Colúvio
Figura 22: Foto da Escarpa Devoniana
Figura 23: Foto de vista panorâmica da Escarpa Devoniana
Figura 24: Foto da RPPN Papagaios Velhos
Figura 25: Foto da RPPN Tarumã
Figura 26: Foto do rio Iguaçu
Figura 27: Foto de Porto de Areia
Figura 28: Foto do local de coleta do ponto PL 643
Figura 29: Foto de local de extração de argila vermelha PL 392
Figura 30: Foto de antigas cavas de extração de argila PL 443
Figura 31: Foto de área de extração de areia
Figura 32: Foto de Saibreira em Dique de Diabásio
Figura 33: Foto de Arenito maciço com potencial para Saibro
Figura 34: Foto de Saibreira de Siltito maciço
Figura 35: Foto de Saibreira de Siltito fraturado
Figura 36: Foto de Saibreira de Siltito cinza escuro maciço
Figura 37: Foto de Saibreira
Figura 38: Foto da Saibreira da Prefeitura
Figura 39: Foto de área de risco geológico
Figura 40: Foto de solos suceptíveis a erosão
Figura 41: Foto de caverna da região do cercado
Figura 42: Foto de gruta da região do cercado

**Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Cronograma físico de execução.

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

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

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

Tabela 5 - Efeitos terapêuticos das águas minerais (ABINAM).

Tabela 6 – Relação de títulos minerários na região de Palmeira (DNPM).

**Lista de Anexos**

Anexo 01: Análises Laboratoriais

Anexo 02: Mapa de cartografia básica e documentação

Anexo 03: Mapa de declividade

Anexo 04: Mapa geológico

Anexo 05: Mapa de coberturas inconsolidadas

Anexo 06: Mapa da imagem geocover

Anexo 07: Mapa geoambiental

Anexo 08: Mapa síntese para o planejamento

Anexo 09: Mapa síntese da sede urbana na escala 1:10.000

Anexo 10: Mapa planialtimetrico da sede urbana na escala 1:10.000

Anexo 11: Mapa do modelo digital de terreno

Anexo 12: Fotos dos pontos geoturisticos do caminho dos tropeiros localizados em Palmeira

# INTRODUÇÃO

## Objetivo geral

- 

O Projeto **SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS** foi executado pela MINEROPAR, no município de Palmeira, com o objetivo de promover a geração de oportunidades de investimentos em negócios relacionados com a indústria mineral, a gestão ambiental, 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 à 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, a aplicação da legislação federal quanto a tributos, taxas e emolumentos decorrentes.

# 1 GEOGRAFIA

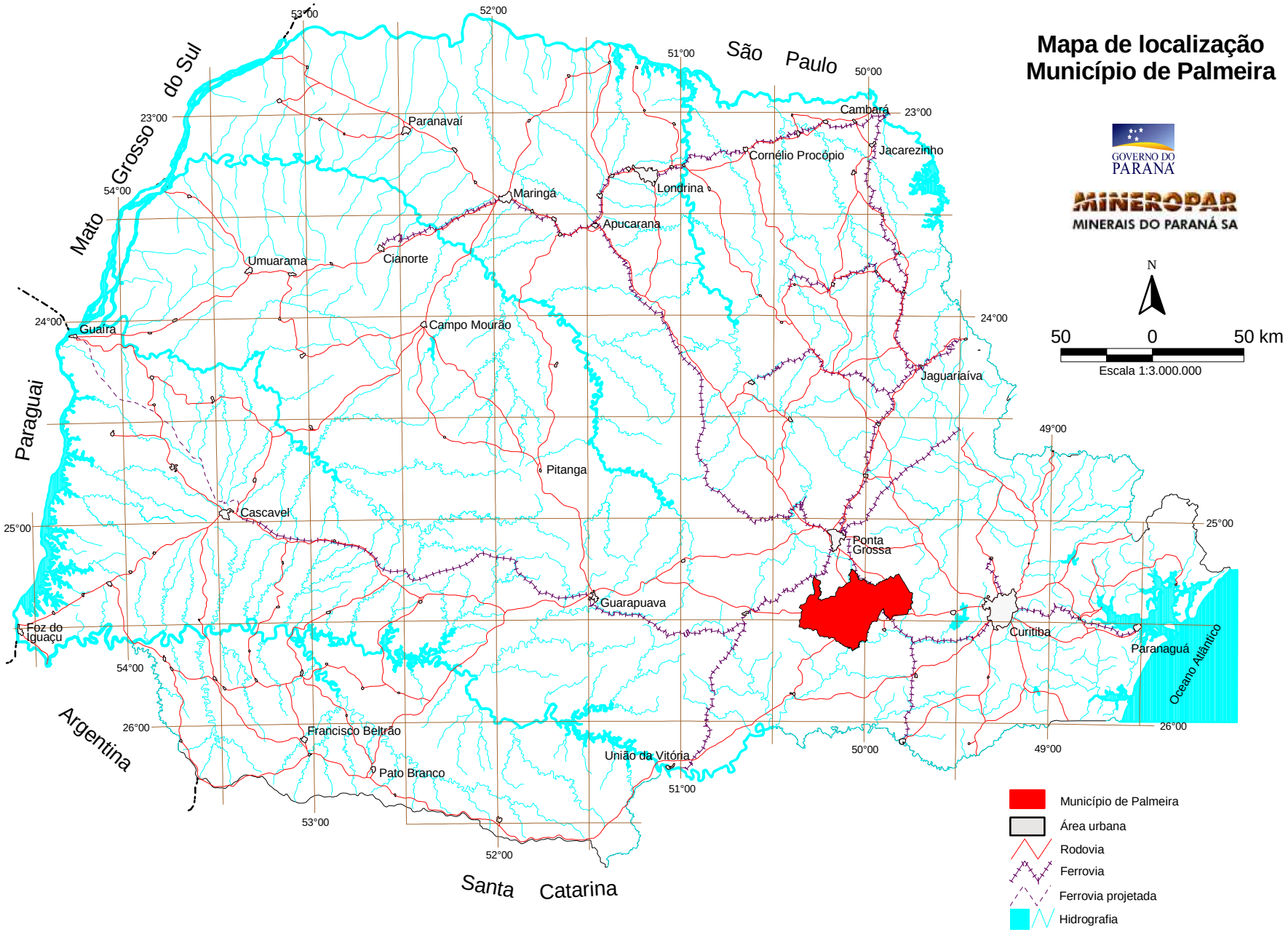
## 1.1 Localização e demografia

Segundo MAACK (1968) podem ser delineadas no Estado do Paraná, com base na configuração geomorfológica, cinco grandes paisagens naturais: o Litoral, a Serra do Mar, o Primeiro Planalto ou de Curitiba, o Segundo Planalto ou de Ponta Grossa e o Terceiro Planalto ou de Guarapuava.

Palmeira situa-se na região no domínio do Segundo Planalto Paranaense ou Planalto de Ponta Grossa, distante 92 km de Curitiba. Faz divisa com os municípios de Lapa, Porto Amazonas, São João do Triunfo, Teixeira Soares, Ponta Grossa e Campo Largo. Situa-se na Latitude 25º25'49 S e Longitude 50º08'05 W, abrange uma superfície de 1.457 km².

A população total é de população total de 30.856 habitantes, segundo o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE realizado no ano de 2.000, sendo 15.567 do sexo masculino e 15.289 do sexo feminino. Na sede do Município residem 17.264 habitantes, enquanto os outros 13.592 estão distribuídos em diversos núcleos populacionais da zona rural, com predominância das pequenas propriedades rurais, onde é desenvolvida a agropecuária familiar. A taxa de crescimento anual é de 0,69%.

Mapa 1 – Mapa de localização do município de Palmeiras


Mapa de localização
Município de Palmeira
GOVERNO DO PARANÁ
MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA
N
50 0 50 km
Escala 1:3.000.000
Mato Grosso do Sul
São Paulo
Paraguai
Argentina
Santa Catarina
Oceano Atlântico
Paranavaí
Maringá
Londrina
Cambará
Jacarezinho
Cornélio Procópio
Apucarana
Umuarama
Cianorte
Guaíra
Campo Mourão
Jaguariaíva
Pitanga
Cascavel
Ponta Grossa
Guarapuava
Foz do Iguaçu
Curitiba
Paranaguá
Francisco Beltrão
Pato Branco
União da Vitória
Município de Palmeira
Área urbana
Rodovia
Ferrovia
Ferrovia projetada
Hidrografia

## 1.2 Aspectos sócio-econômicos

Com um Produto Interno Bruto (PIB) de US$ 73.668.404,60 % um PIB *per capita* de US$ 2.498,08 %. O Município tem na agropecuária a base de toda a sua atividade econômica e ostenta uma economia baseada em serviços (47,57%), agropecuária (30,75%) e indústria (21,67%) (www.paranacidade.org.br). Os principais produtos agrosilvopastoris são: soja Safra Normal, leite a aves de corte. Na agricultura os principais produtos cultivados são: milho, trigo, aveia e cevada.

População Economicamente Ativa: 17,270

O ensino público oferecido à população do município apresenta um total de 5.435 vagas, e 912 no ensino médio. O ensino particular fundamental apresenta um total de 259 matrículas (www.paranacidade.org.br).

## 1.3 Fisiografia

Palmeira localiza-se na zona fisiográfica dos Campos Gerais, onde a distribuição do relevo ao longo do território apresenta-se pouco acentuado, caracterizado por uma topografia suave e colinas arredondadas, associadas as rochas do Grupo Itararé. Na porção leste do Município está a Escarpa Devoniana, transformada em Área de Preservação Ambiental em 1992, através da Lei Estadual, onde se situam os pontos mais elevados do município. Na borda da escarpa ocorrem paredões verticais que chegam a 100 metros de altura. Da borda da escarpa para o centro Bacia os vales são planos e suaves, em que alguns possuem controle tectônico, onde por vezes se formam verdadeiros canyons, estreitos e alongados.

Os pontos mais elevados chegam até 1140 m no extremo leste do município junto à comunidade de Cercado, e os mais baixos ficam em torno de 700m na várzea do rio Iguaçu.

A imagem da figura 1 mostra a sede municipal de Palmeira e o relevo da área provável para a expansão do limite urbano.

No mapa 02 - Mapa Geomorfológico da região de Palmeira na folha Ponta Grossa, podem ser observadas compartimentações definidas por SHISATO (2006), as quais estão devidamente acompanhadas de informações na forma de tabela a respeito da dissecação do relevo e sobre as características dos topos, vales e vertentes a elas relacionadas.

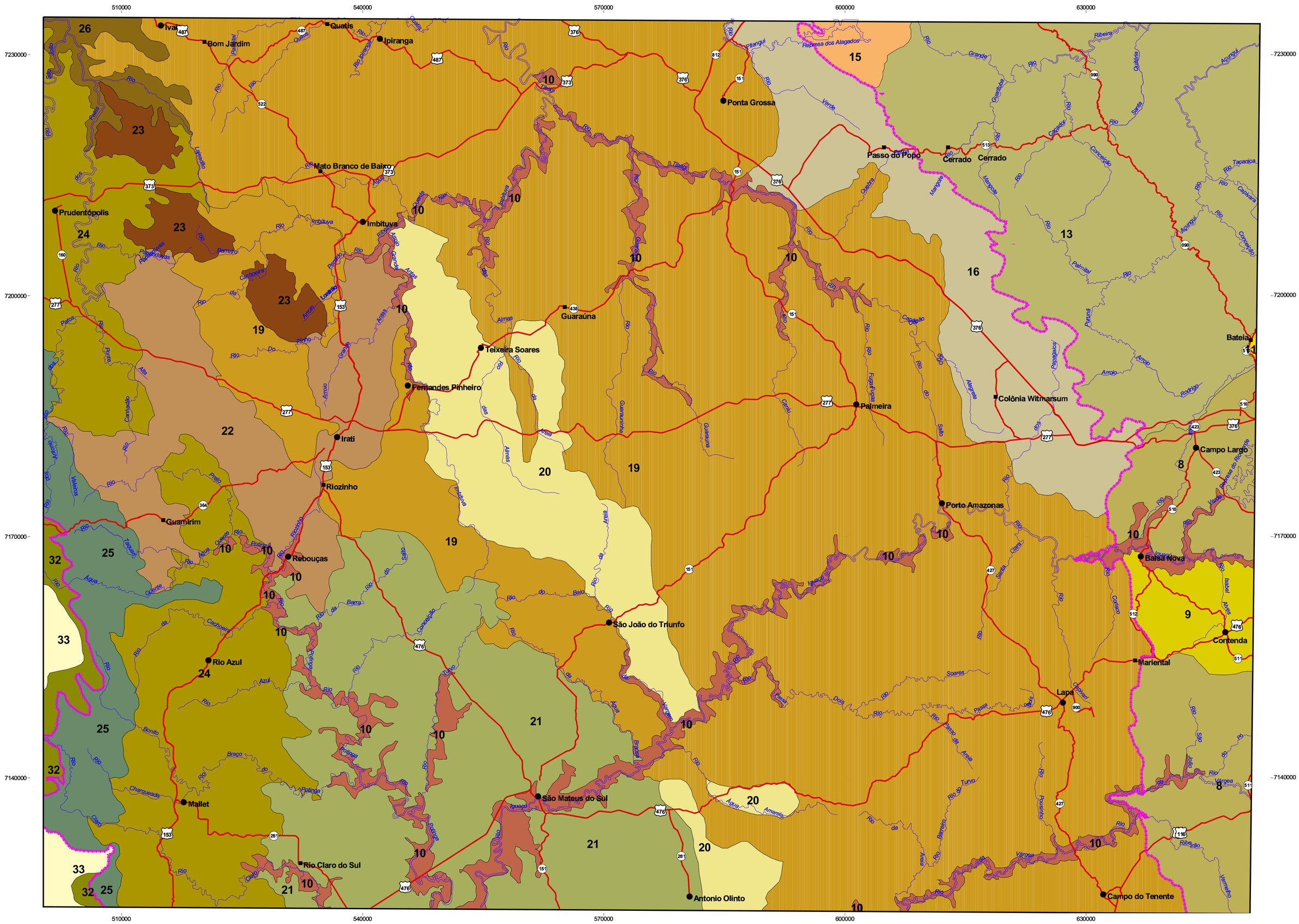
Figura 01 – Imagem mostrando a sede municipal de Palmeira.
Fonte : Google Earth, 2006

A figura 01 apresenta o contexto morfológico em que se situa a sede. Em evidencia se observa que algumas drenagens delimitam o meio urbano, as quais tem um direcionamento voltado para o Nordeste.

Mapa 2 – Mapa Geomorfológico da região de Palmeira na folha Ponta Grossa

# -CARTA GEOMORFOLÓGICA PRELIMINAR-

## FOLHA: PONTA GROSSA




**LEGENDA:**

**Convenções cartográficas:**

- Localidade
- Sede
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Hidrografia
- Limite da Escarpa Devoniana

**Compartimentação geomorfológica:**

| | |
|---|---|
| 8 | 21 |
| 9 | 22 |
| 10 | 23 |
| 11 | 24 |
| 13 | 25 |
| 15 | 26 |
| 16 | 32 |
| 19 | 33 |
| 20 | |

0 10 20 30 Quilômetros

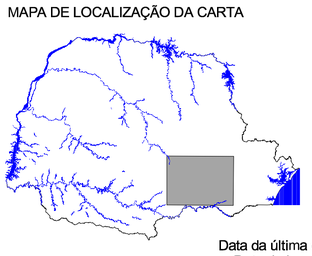
1:250.000

Sistema de Projeção Universal Transversal de Mercator
Datum Vertical: Imbituba - SC
Datum Horizontal: SAD 69
Origem da Quilometragem UTM "Equador e Meridiano 51º W GR."
Acrescida às constantes: 10.000 e 500 Km, respectivamente.

Projeto: Mapeamento Geomorfológico e Morfoestrutural do Estado do Paraná

Convênio: Minerais do Paraná - MINEROPAR e Universidade Federal do Paraná - UFPR

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA CARTA



Data da última correção: 05/10/2004
Data de impressão: 05/10/2004

## 1.4 Hidrografia

O município de Palmeira é banhado na região urbana principalmente pelos córregos Forquilha, Lageado e Pugas, que são afluentes do rio Tibagi. Os principais rios que passam pelo município são os rios Guaraúna, Guarauninha, Caniú, Água Clara e Rio da Areia. O sul o município é delimitado pelo Rio Iguaçu.

Os rios são de pequeno porte e pouco profundos predominando um padrão de drenagem regular, por serem controlados, em geral pela direção das rochas intrusivas básicas (diques) e estarem condicionados por elementos tectônicos (falhas e fraturas).

## 1.5 Clima

O município de Palmeira de possui um, segundo a classificacão de Köppen denominado Cfb, que é caracterizado por um clima pluvial quente-temperado, cujas temperaturas mais frias variam em torno de –03 a +18°C, e no mês mais quentes a menor temperatura registrada é em torno de +22°C, devida a alta pluviosidade presente na região. (Figura 02).

A umidade atmosférica é um fator importante para determinar as atividades biológicas, o desenvolvimento de plantas, pragas e doenças e o conforto térmico animal. Bem como o aumento da taxa de fotossíntese. A região em que o município localiza-se possui uma umidade relativa para a região é de 70 -75 mm/ano (Figura 03).

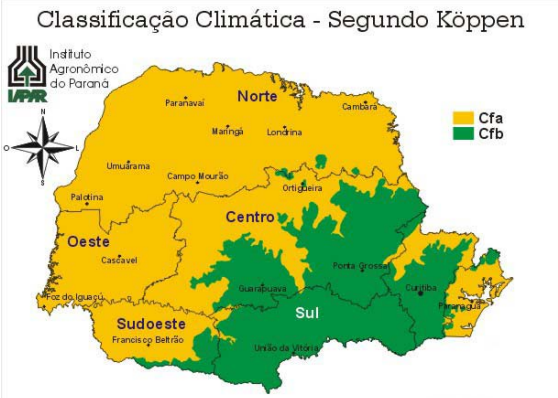



Figura 02 – Tipos Cllimaticos do Estado do Paraná
Fonte : IAPAR,1994

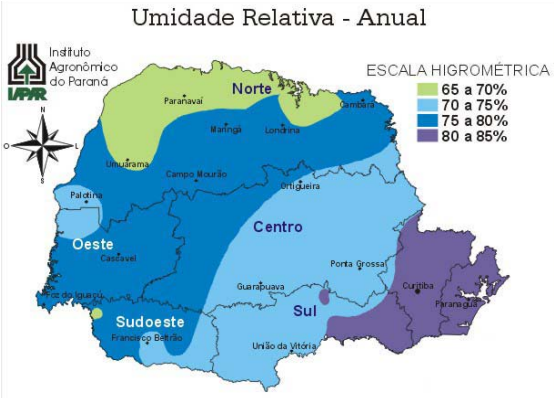



Figura 03 – Carta de Umidade Relativa Média Anual
Fonte : IAPAR,1994

# 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 insere 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 Teixeira Soares 2840-3, Palmeira 2840-4, Colônia Quero-Quero 2841-3, Campo Largo 2841-4, São João do Triunfo 2855-1, Palmira 2855-2 e Porto Amazonas 2856-1, 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 Palmeira, 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.

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

## 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 ocorre assoreamento, erosão, ocupação irregular, desmatamento, entre outros.

## 2.5 Ensaios tecnológicos

Os ensaios foram realizados no laboratório da MINEROPAR (SELAB) que forneceram 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 1.

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 110º 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 110º 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 Vb e Vcb, 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 (Dematthê,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, 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 permeâmetros 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.

## 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 Palmeira. 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 como (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 Palmeira. Os trabalhos de campo desenvolveram-se na primeira, segunda e terceira semana de abril e na primeira semana de maio 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 | | | | | | |
| Ensaios 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, áreas de mineração, etc. Em especial foram registrados os pontos geoturísticos da rota dos tropeiros, referentes a um projeto da MINEROPAR que se encontra atualmente em fase de desenvolvimento. O Mapa de cartografia básica e documentação é apresentado no Anexo 2.

## 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 3.

## 3.3 Mapa geológico/substrato rochoso

O município de Palmeira situa-se em menor parte sobre terrenos do Proterozóico e do Mesozóico, compostos por mármores impuros e metamargas da Formação Água Clara do Grupo Setuva e por arenitos arcosianos da Formação Camarinha, além de diques de diabásio de ocorrência restrita. A maior parte do território situa-se sobre terrenos do Permiano - Devoniano da Bacia do Paraná. As unidades de maior abrangência dentro do território de Palmeira correspondem às rochas sedimentares da Bacia do Paraná, relacionadas ao Grupo Itararé, Grupo Guatá e Grupo Paraná.

O Grupo Itararé contém os registros sedimentares da glaciação gondwânica neopaleozóica na Bacia do Paraná. Vestígios da influência direta e indireta de geleiras estão impressos sua complexa sucessão vertical de fácies. No território de Palmeira é caracterizado um conjunto heterogêneo de rochas sedimentares, incluindo; dicamictitos, siltitos, tilitos, argilitos, arenitos e folhelhos. Foi possível diferenciar em escala de mapeamento os arenitos, os quais foram tratados como um conjunto a parte.

O Grupo Paraná compreende a Formação Furnas, caracterizada por arenitos médios a grosseiros que definem a feição morfológica da Escarpa Devoniana e pela Formação Ponta Grossa, com menor abrangência, caracterizada por arenitos e siltitos, porém com a ocorrência de Folhelhos na divisa com o município de Ponta Grossa.

O Grupo Guatá é de ocorrência restrita, sendo caracterizado pela Formação Rio Bonito. Basicamente ele é composto na área por arenitos finos, com distribuição sobre cristas alongadas na divisa com o município de Teixeira Soares, e em menor abrangência na divisa com o município de São João do Triunfo.

Sobre as rochas anteriormente descritas existem algumas porções aluvionares depositadas ao longo das principais drenagens da área

O mapa 3 apresenta o território de Palmeira em relação às unidades estratigráficas do Paraná, classificadas de acordo com o critério de idade geológica.

O mapa do Anexo 4, apresenta as mesmas unidades com detalhes estruturais e algumas unidades que não puderam ser representadas na escala regional.

Figura 04 – Tilitos de matriz siltosa, com marcante diferenciação entre a porção alterada de cor mais clara e a parte mais maciça de cor cinza escuro.

Figura 05 – Folhelhos em médio grau de alteração sobrepostos por solo transportado com ½ metro de espessura.

Figura 06 – variação entre siltito e argilito do Grupo Itararé.

Figura 07 – Arenitos finos com estratificação cruzada proveniente do Grupo Itararé.

Figura 08 – Tilitos de matriz siltosa com cataclasamento na base do perfil.

Figura 09 – Saprolito de Dique de Diabásio.

Figura 10 – Arenitos finos, esbranquiçados, com estrias glaciais.

Figura 11 – Argilito.

Figura 12 – Siltitos de matriz argilosa com dobras assimetricas.

Figura 13 – Diamictito com seixos de arenitos de formas e tamanhos variados

Figura 14 – Arenito médio sobreposto por solo residual arenoso.

Figura 15 – Intercalação de facies argilosas e siltosas do grupo Itararé.

No mapa geológico foram também traçados os principais lineamentos estruturais, visando orientar possíveis locações de poços artesianos, pois os mais produtivos estão geralmente junto às intersecções de sistemas de fraturas abertas.

As figuras 16 e 17, mostram a ocorrência de fosseis de caules de madeira, encontrados na porção superior do argilito do ponto PL 121, próximo ao contato com a linha de seixos que separa o argilito do solo transportado que o sobrepõe.

Figura 16 – Solo transportado em contato com argilitos de matriz siltosa, através de linha de fragmentos irregulares ferruginosos. A ponta do martelo marca a presença de fósseis.

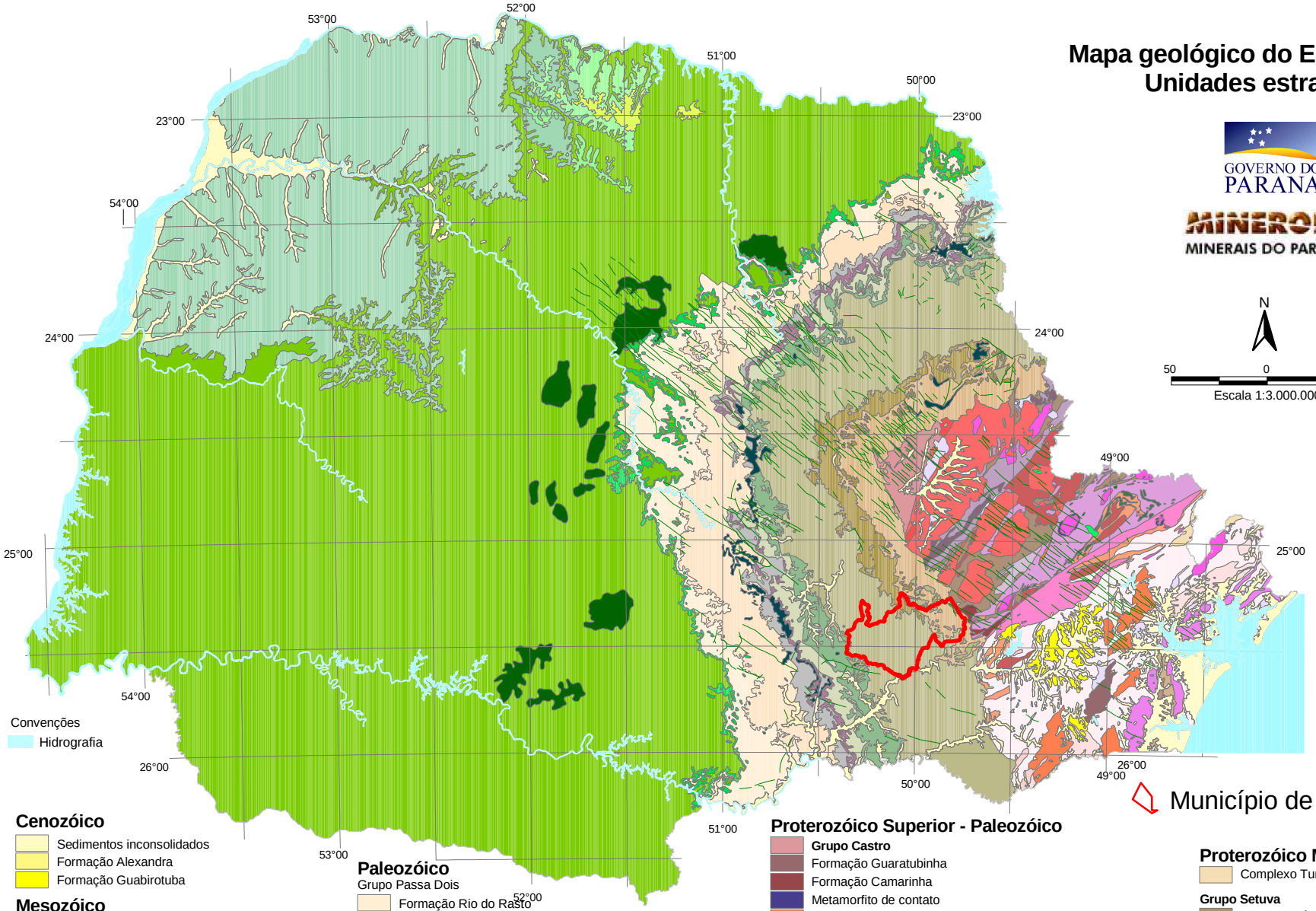
Figura 17 – Detalhe da ocorrência de fósseis de caules de madeira, mostrados na figura 18. Trata-se da preservação dos moldes. Não foram identificados madeiras fossilizadas.

MAPA 3 mapa geológico do Paraná com a localização de Palmeira.

# Mapa geológico do Estado do Paraná
## Unidades estratigráficas

GOVERNO DO PARANÁ

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA




Município de Palmeira

### Cenozóico
- Sedimentos inconsolidados
- Formação Alexandra
- Formação Guabirotuba

### Mesozóico
**Grupo Bauru**
- Formação Adamantina
- Form. Santo Anatácio
- 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 Subalcalino
- Granito/Sieno-Granito
- Granito Alaskito
- Granito porfirítico
- Migmatito e Granito de Anatexia Brasiliano

### Proterozóico Superior
- Seqüência Antinha
- Formação Itaiacoca
- Seqüência Abapã
- Formação Capirú
- 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 Migmático Costeiro
- Complexo Máfico Ultramáfico de Pien

### Arqueano
- Complexo Granulítico Serra Negra

### 3.4 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 5.

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

- Fotointerpretação na escala 1:25.000
- 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 Palmeira.

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. Freqüentemente apresenta boa plasticidade e, às vezes, pode conter níveis cauliníticos.

Solo aluvionar: ocorre nas planícies de inundação que acompanham os rios da região.

**Características geotécnicas das coberturas inconsolidados**

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 Vb, que é a quantidade de azul de metileno gasto em 100 gramas de solo. Os valores são classificados tendo como base o valor de Vb, onde Vb < 1,5 indica um solo de comportamento laterítico, ou seja, é um solo maduro e Vb > 1,5 indica um solo de comportamento não laterítico, conseqüentemente um solo imaturo, ainda passível de alterações. Nos ensaios realizados em cinco amostras, três apresentaram valor de Vb abaixo de 1,5. As amostras PL – 644, PL – 645 e a PL – 648. Sendo que a primeira foi coletada sobre o solo residual jovem da Formação Ponta Grossa, a segunda sobre um solo residual jovem sobre Tilitos de matriz siltosa do Grupo Itararé e a terceira sobre solo residual maduro da Formação Furnas.

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%. As amostras PL – 645, PL – 647 e PL – 648 atingiram valores inferiores ao valor base neste ensaio.

Quanto ao índice de erodibilidade ($\in$), o valor base para comparação é 1, desta forma temos que quando $\in > 1$ a amostra indica baixo potencial de erodibilidade e quando $\in < 1$ a amostra indica alto potencial de erodibilidade. Em todos os ensaios realizados o valor foi superior a 1, variando entre 2,80 e 285,71.

**Formação Furnas**

**Solo transportado**

Solo argilo-arenoso a argilo-siltoso, 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 argilosa-siltosa, 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 Vb = 0,24g/100g. 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 1,766 g/cm3 com umidade ótima em torno de 12,7 %. A massa específica de campo situa-se em torno de 1,39 g/cm3. O CTC é 3,14 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 $\in$ de 116,0. Nível de água (N.A.) segundo informações locais ultrapassam os 10,0 metros de profundidade, nas porções mais elevadas.

**Regolito**

O regolito nesta formação se apresenta argilo-arenoso, com estruturas como laminações plano-paralelas e tangenciais na base, e coloração variando entre cinza claro quando menos alterado e variando entre marrom claro a branco quando mais alterado.

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

**Formação Ponta Grossa**

**Solo transportado**

Siltico-argiloso contendo fragmentos decimétricos a métricos de folhelho podendo apresentar também fragmentos centimétricos de arenitos podendo atingir até 2 metros de espessura

**Solo residual jovem**

Na área em questão estes solos apresentam coberturas extensas e 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 Vb = 1,28g/100g. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de 1,524 g/cm3 com umidade ótima em torno de 24,0 %. A massa específica de campo situa-se em torno de 1,26

g/cm3. O CTC é 10,25 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 ∈ de 34,00.

**Regolito**

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

Figura 18 – Solos silto-arenosos, friáveis,sobre arenitos.

Figura 19 – Espesso manto de Saprolito de siltitos, onde ocorrem matacões métricos de arenitos dispersos pelo perfil.

**Intrusivas básicas**

**Solo transportado**

Nesta formação o solo transportado é síltico 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 Palmeira 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 diabásio 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.

**Regolito**

Apresenta coloração marrom amarelada a cinza amarelada, são visíveis porções alteradas com características da rocha sã. É comum a presença de matacões em decomposição esferoidal. Geralmente apresenta-se como um bom material para uso como saibro.

**Grupo Itararé**

**Solo Transportado**

Solo argiloso marrom avermelhado a ocre contendo seixos de origens, formas e tamanhos variados, por vezes apresentando grandes concentrações de seixos e não menos eventualmente apresenta-se sem seixos. Geralmente são observados fragmentos centimétricos até decimétricos de seixos e de argilito e/ou siltito alterado na forma de placas configurando também uma “stone line”, linha de seixos, indicativa de transporte. Pode atingir espessura de até 3 metros.

**Solo residual jovem**

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

**Solo Residual Maduro**

No município de Palmeira 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 freqüência, 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 ($10^{-3}$) a muito baixa ($10^{-4}$). Os ensaios de adsorção do azul de metileno realizados nas três amostragens que compreendem essa unidade, indicam um valor médio de Vb = 1,60/100g. A massa específica seca máxima do proctor normal situa-se em torno de 1,688 g/cm3 com umidade ótima em torno de 17,96 %. A massa específica de campo situa-se em torno de 1,52 g/cm3. O CTC é 19,36 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 $\in$ de 134,50.

É importante ressaltar aqui a heterogeneidade desse Grupo de Rochas e que os valores apresentados representam a média das informações dos pontos amostrados; PL – 643, PL – 645 e PL – 647. Esses pontos mostraram diferenças significativas nos ensaios laboratoriais e a informação individual de cada amostra pode ser observada na Anexo 1.

**Regolito**

Siltico-argiloso, podendo ser argilo-siltoso e até argilo-silto-arenoso de coloração marrom claro amarelado à marrom escuro, podendo ser bandado, fraturado ou maciço, geralmente fraturado. Sua espessura pode atingir até mais de 10 m.

Figura 20 – Solos transportados sobre arenitos, repletos de fragmentos de arenitos de tamanhos decimetricos.

Figura 21 – Cóluvio com seis metros de espessura aparente.

**Grupo Itararé - Arenitos**

**Solo transportado**

Solo argilo-siltoso a síltico-arenoso marrom claro a acinzentado contendo fragmentos centimétricos até decimétricos de arenito alterado marrom claro amarelado configurando linha de seixos. Apresenta uma espessura variando de 0,5 à 2 metros.

**Solo Residual Maduro a Jovem**

No município de Palmeira 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 argilo-siltosa), com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto uma camada de solo residual com espessura aproximada de 1,5 m, também argilo-siltosa. Abaixo deste horizonte ocorre, com freqüência, 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. Foram encontradas nascentes de água em vários pontos nessa Formação.

## Formação Camarinha

### Solo Transportado

Nesta formação não foram encontrados indícios que indicassem a presença de solo transportado devido a alta declividade em que ocorre a Formação.

### Solo Residual Maduro a Jovem

Este tipo de solo ocorre em Palmeira como coberturas pouco espessas. Alguns locais visitados mostraram o desenvolvimento de solo sobre os Arcóseos da Formação Camarinha, que, devido a sua pequena espessura na região e a proximidade com o arenitos da Formação Furnas, mostram-se dispostos sobre uma área de encostas íngremes e escarpadas. Dentre os pontos visitados ficou evidenciado a presença de solo orgânico (com textura arenosa e), de cor preta, com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto à rocha pouco alterada. Eventualmente abaixo deste horizonte ocorre saprólito (rocha alterada) dos Arcoseos, com espessura indeterminada, provavelmente muito pequena. Este tipo de cobertura é comum na região do cercado em porções localizadas de relevo plano abaixo das escarpas no extremo leste do município. A profundidade do N.A. não pode ser determinada.

## Formação Água Clara

### Solo Transportado

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

### Solo Residual Jovem

Este tipo de solo ocorre muito raramente em Palmeira como coberturas delgadas, atingindo normalmente menos que 1 metro de espessura. Poucos locais visitados mostraram o desenvolvimento de solo sobre os mármores impuros da Formação Água Clara, que, devido a sua pequena espessura na região e a proximidade com os arenitos da Formação Furnas, mostram-se dispostos sobre uma área de encostas íngremes e escarpadas. Dentre os pontos visitados ficou evidenciado a presença de solo orgânico (com textura argilosa e), de cor avermelhada, com espessuras menores que 0,5 m, sobreposto à rocha pouco alterada. Eventualmente abaixo deste horizonte ocorre saprólito (rocha alterada) do mármore, com espessura indeterminada, provavelmente muito pequena. Este tipo de cobertura é comum na região do cercado em porções localizadas de relevo plano abaixo das escarpas no extremo leste do município. A profundidade do N.A. não pode ser determinada.

**Formação Rio Bonito**

**Solo Transportado**

Solo síltico 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 Palmeira como coberturas pouco desenvolvidas, atingindo normalmente em sua totalidade cerca de 1 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 essa Formação e aquelas encontradas em Palmeira devem-se à pequena faixa de ocorrência deste tipo rocha no município, não sendo portanto estas informações características para o restante da unidade. Em Palmeira 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 freqüência, 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 %, compondo as cristas localizadas entre os municípios de Palmeira, São João do Triunfo e Teixeira Soares. A profundidade do N.A. não pode ser determinada em campo.

**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.

## 3.5 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 Palmeira e parte dos municípios vizinhos, e consta no Anexo 6.

## 3.6 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 a 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 às áreas de Unidades de Conservação existentes em Palmeira, estão demarcadas a APA da Escarpa Devoniana e as RPPNs – Papagaios Velhos e Tarumã. As demais propostas existentes, para a criação de Unidades de conservação, não foram locadas no mapa geoambiental.

Em todas estas situações existe a possibilidade de contaminação do lençol freático e dos aqüíferos subterrâneos (profundos). O mapa geoambiental está apresentado no Anexo 7.

Figura 22 – Escarpa Devoniana, composta pelo arenito Furnas.

Figura 23 – Vista panorâmica da APA da Escarpa Devoniana.

Figura 24 – RPPN Papagaios Velhos.

Figura 25 – Em primeiro plano RPPN Tarumã. Ao centro contato entre as Formações Agua Clara e Carmarinha e ao fundo a Escarpa Devoniana.

### 3.7 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 geologia, 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 cinco 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 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 a suceptibilidade de:

- Erosão.
- Movimentos de massa.
- Poluição de aqüíferos.

Em relação a 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 geologia e, conseqüentemente, na geomorfologia e nos materiais inconsolidados, 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 Furnas / Arenitos | Furnas |
| Formação Ponta Grossa / Arenitos e Folhelhos | Ponta Grossa |
| Grupo Itararé indiviso / Siltitos, Argilitos, Tilitos e Diamictitos | Itararé |
| Grupo Itararé / Arenitos | Itararé AR |
| Formação Camarinha / Formação Água e Formação Rio Bonito | Formações Geológicas de pouco interesse para o planejamento Territorial |
| Aluviões / Depósitos sedimentares | Aluviões |

Desta forma, o nome da U.T. corresponde a unidade estratigráfica a que pertence. Além disso, as variações de tonalidades representam as diferenças na declividade do terreno.

Em cada uma das U.T.'s cada tipo de rocha apresentou perfis de solo característicos, onde a composição se manteve bastante homogênea, porém com espessuras variáveis.

## Unidades de terreno - U.T. Furnas

Área – 25.446,03 ha.

- Declividade - Abrange todas as classes de declividade, predominando as de 0 a 10%.

- Geomorfologia - Predominam topos convexos levemente inclinados, divisores medianos, seguindo-se de encostas suaves a intermediárias com vertentes retilíneas. Na borda da porção leste do município, ocorrem encostas íngremes e escarpadas.

- Materiais inconsolidados - Predominam solos residuais maduros, normalmente com matéria orgânica na porção superior (0,3 a 0,5 m), homogêneos, textura franca, arenosos, poroso, cor marrom a marrom avermelhado (variando conforme o tipo de rocha), espessura de 2 a cerca de 5 metros (encontradas em campo). São comuns os solos litólicos e afloramentos de rocha nesta unidade.
- Geotecnia - N.A. > 8,0m, textura síltico argilosa, baixa permeabilidade.
- Avaliação - Áreas adequadas com restrições à expansão urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas adequadas a implantação de sistemas viários e infraestruturas enterradas. Áreas adequadas com restrições a disposição de resíduos sólidos, cemitérios e matadouros. Facilidade na obtenção de material de empréstimo para obras tanto superficiais quanto enterradas. Fácil escavabilidade (material homogêneo). Restrição ao uso de agrotóxicos. Incentivar a preservação e o reflorestamento com árvores nativas. 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 as vezes são adequadas porém, com severas restrições a implantação de loteamentos residenciais e vias de circulação, evitando-se cortes transversais a 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. Risco de contaminação dos Aqüíferos existentes.

**Unidades de terreno - U.T. PONTA GROSSA**

Área – 4.402,2 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 síltico 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. > 10m, podendo atingir maiores profundidades, principalmente nos colúvios (solos transportados).Baixa permeabilidade.
- Avaliação - Áreas adequadas com restrições à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas com média a baixa vulnerabilidade a contaminação do lençol freático. Áreas com facilidade na implantação de infraestruturas e obras enterradas, em função dos solos argilosos. Adequada com restrições para disposição de resíduos sólidos e cemitérios, pois o lençol freático é relativamente baixo e são predominantes os solos argilosos. 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, susceptibilidade baixa a erosão.

**Unidades de terreno - U.T. ITARARÉ**

Área – 80.329,14 ha.

- Declividade - Esta classe abrange todas as classes de declividades, porém predominam a classe de 0 a 10%.
- Geomorfologia - Predominam topos convexos, amplos, com encostas suaves e,com vertentes retilíneas a irregulares.
- Materiais inconsolidados - Solos litólicos, solos coluviais, depósitos de talus, afloramentos de rocha e 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 síltico argilosa. Após o solo residual normalmente existe saprólito (rocha alterada). Espessura variável, com a máxima de 15 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 apresentam restrições a ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Da mesma forma apresentam-se com restrições a disposição de resíduos sólidos. Apresenta eventual dificuldade para implantação de infraestrutura e obras enterradas em função da presença de blocos de rochas, o que pode causar também recalques em fundações. 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 – Dificuldades na implantação de obras enterradas e recalques em fundações. Susceptibilidade a erosão e pré-disposição para movimentos de massa em regiões com declividades maiores.

**Unidades de terreno- U.T. ITARARÉ AR**

Área – 5.147,87 ha

- Declividade - Estas unidades abrangem todas as classes de declividades, porém a predominância fica entre 0 a 10 %.
- Geomorfologia – Topos convexos, divisores medianos e vertentes retilineas.
- Materiais inconsolidados - Solos litólicos, solos coluviais, 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 saprólitos 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 inadequadas à ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais). Áreas com média a alta vulnerabilidade a contaminação do lençol freático e a poluição de aqüíferos. Áreas adequadas com restrições 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. Nesta unidade encontram-se várias nascentes de água.
- Problemas esperados - Movimentos de massa de pequena expressão, susceptibilidade alta para erosão vulnerabilidade a contaminação do lençol freático e dos aqüíferos existentes.

**Unidades de terreno- U.T. Referentes as Formações geológicas de pouco interesse para o planejamento territorial**

Área – 2.854,14 ha.

Devido a pouca extensão em abrangência territorial e ao fato de serem áreas dispostas nos limites do município de Palmeira, as Formações Rio Bonito, Água Clara e Camarinha, foram sintetizadas numa única U.T., por apresentarem pouco interesse para o planejamento territorial. Além desse fato, as Formações Camarinha e Água Clara estão inseridas totalmente dentro da APA da Escarpa Devoniana.

- Declividade - Estas unidades abrangem todas as classes de declividades, porém a predominância na Formação Rio Bonito fica entre 0 a 10 %, e a predominância nas Formações Camarinha e Água Clara ficam acima de 20%.
- Geomorfologia – Topos convexos, divisores medianos e vertentes retilíneas na Formação Rio Bonito, e encostas íngremes a escarpadas, nas Formações Camarinha e Água Clara.
- Materiais inconsolidados - Solos residuais jovens na Formação Rio Bonito e solos litólicos, solos coluviais, depósitos de talus, e afloramentos de rocha nas Formações Camarinha e Água Clara. De uma maneira geral nas três Formações é possível encontrar solos residuais orgânicos, em regiões com menores declividades, com espessuras de até 1 m, seguidos por solos residuais (atingindo até 2 a 4 metros) e saprólitos 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 – Em relação a Formação Rio Bonito, considera-se como áreas inadequadas a ocupação urbana (implantação de loteamentos residenciais e distritos industriais) e com alta vulnerabilidade a contaminação do lençol freático). impróprias para ocupação urbana, conforme legislação vigente. Em relação às Formações Camarinha e Água Clara, considera-se como áreas inadequadas à implantação de vias de circulação e obras enterradas. Áreas indicadas à

preservação permanente. Adequadas para atividades de turismo ecológico e de aventura.

- Problemas esperados – Na Formação Água Clara existe susceptibilidade a erosão e contaminação do lençol freático e nas Formações Camarinha e Água Clara podem ocorrer movimentos de massa de pequena expressão, susceptibilidade alta para erosão e queda de blocos.

**Unidades de terreno- U.T. ALUVIÕES**

Área – 9.032,33 ha.

- Declividade - Nesta unidade foram identificadas declividades entre 0 e 10%.
- 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 sílticos argilosos podem ocorrer solos orgânicos pouco espessos e saprólitos.
- 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 aqüíferos 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 em lugares que não tenha interesse a atividades de extração mineral.
- Problemas esperados - Nível freático raso a aflorante. Área susceptível a enchentes e inundações. Áreas com alta vulnerabilidade do lençol freático.

### 3.8 Modelo Digital do Terreno de Palmeira

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. O mapa do modelo digital de terreno é apresentado no Anexo 11.

# 4. RECURSOS MINERAIS

Em função da geologia e da geomorfologia, Palmeira apresenta potencial para areia, principalmente ao longo do rio Iguaçu que se localiza na porção sul do município. Também há potencial para saibro, água mineral, argila e argila vermelha para a indústria cerâmica.

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

O mapa do Anexo 2 (mapa base e de documentação) exibe os pontos de ocorrência dos principais recursos minerais do município.

## 4.1 Areia

A existência de areia nos depósitos aluvionares dos rios da região configura um bom potencial para sua utilização como agregado para a construção civil. Existem vários requerimentos para este recurso mineral junto ao DNPM, principalmente ao longo do leito e das várzeas dos rios Iguaçu e Tibagi.

Figura 26 – Rio Iguaçu na divisa com o municipio da Lapa, ponto PL 087.

Figura 27 – Porto de areia referente a localização do PL 117.

## 4.2 Argila Vermelha

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.

Verificou-se no município a existência de algumas ocorrências dessas argilas, residuais, normalmente com pequena expressão espacial, embora depósitos de médio a grande porte possam eventualmente ser encontrados. Esta argila é oriunda da alteração *in situ* de rochas pelíticas.

Figura 28 – Ärea de empréstimo onde foi amostrado material para analise, referente ao ponto descrito PL 643.

Figura 29 – Area usada para emprestimo ou para extração de argila vermelha, referente ao ponto descrito PL392.

## 4.3 Argila

Existem várias áreas aluvionares em Palmeira, onde os depósitos apresentam um pacote de argila plástica de cor cinza, com espessura variável. Esta argila é oriunda do transporte e sedimentação de partículas argilosas pelos rios.

A figura 30 mostra uma foto de uma antiga olaria, que abasteceu a região durante décadas. No local são observadas as cavas antigas decorrentes da extração de argila efetuada.

De uma maneira geral a extração de areia em várzeas compreende também a extração de argila como um subproduto, ou mesmo rejeito, mas que acaba sendo aproveitado.

Figura 30 – Vista da atual sede da Reflorestadora Berneck, a partir da area de cavas antigas. Ponto PL 443.

Figura 31 – Depósito de Areia aluvionar onde a argila sai como um subproduto

## 4.4 Saibro

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

Em municípios do Paraná, como é o caso de Palmeira, 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 em acordo com os proprietários de terras, ao longo das estradas, que cedem o material que traz também melhorias aos acessos de suas propriedades

No trabalho de campo executado pela MINEROPAR, várias destas frentes de lavra foram cadastradas e estão registradas no Anexo 2 (mapa base e de documentação). Algumas das saibreiras são mostradas nas figuras a seguir.

Figura 32 – Dique de Diabasio usado como saibro. Ponto PL

Figura 33 – Arenito maciço com potencial de uso para saibro. Ponto PL

Figura 34 – Siltito cinza escuro, com seixos centimetricos dispersos. Material usado como Saibro no calçamento das estradas rurais.

Figura 35 – Saibreira de siltito fraturado.

Figura 36 – Saibreira de siltito cinza escuro.

Figura 37 – Outra vista da Saibreira de Siltito fraturado.

## 4.5 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 Palmeira 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 analise 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 Maack[1], 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 aqüíferos. 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

---

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

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 aflorada em fontes naturais, por ascensão a partir das zonas profundas do subsolo, a água subterrânea atinge temperaturas que chegam a 40$^{o}$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 pH[2] e dos conteúdos salinos.

Os melhores aqüíferos 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 aqüífero da América do Sul, com o nome de Aqüífero Guarani.

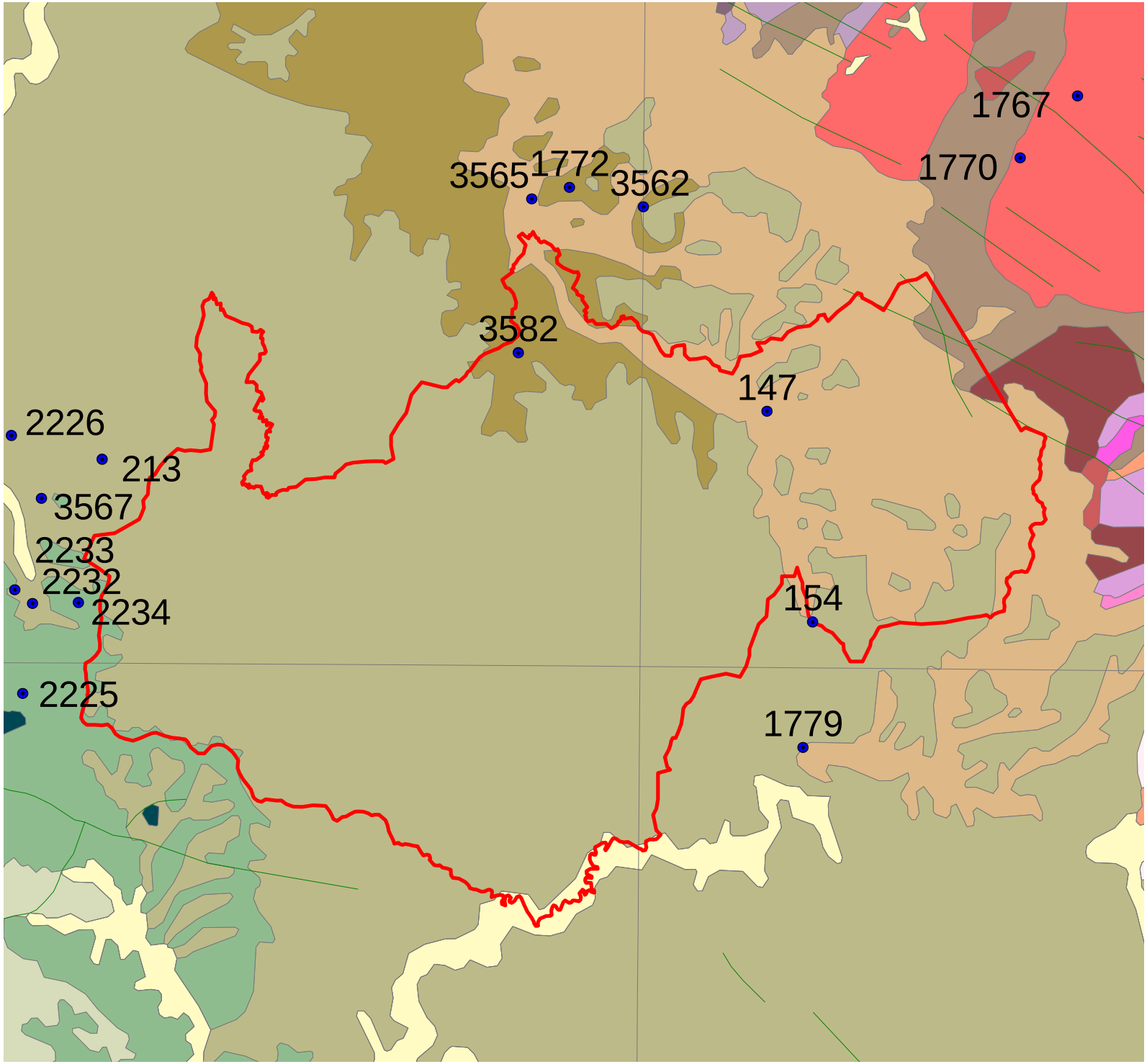
As medidas mais importantes para a proteção dos aqüíferos, segundo Maack, consistem na proteção e reflorestamento das matas ciliares e de cabeceiras de drenagem, porque elas protegem, por sua vez, as zonas de recarga. Outras medidas que podem ser tomadas são a captação de água da chuva em canais de irrigação e a construção de açudes, para condução até 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 aqüíferos 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 Palmeira, 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.

Mapa 04 – Mapa de localização dos poços artesianos na região de Palmeira (SANEPAR)




# Poços de água subterrânea na região do Município de Palmeira

origem dos dados: SANEPAR

GOVERNO DO PARANÁ

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

N

2 0 2 4 km

Poços de água subterrânea
Município de Palmeira
Hidrografia

**Unidades Geológicas**

Sedimentos Recentes
Diques de diabásio
Soleiras de diabásio
Grupo Passa Dois
Formação Irati
Grupo Guatá
Formação Palermo
Formação Rio Bonito
Grupo Itararé
Grupo Paraná
Formação Ponta Grossa
Formação Furnas
Granito Três Córregos
Grupo Açungui
Seqüência Abapã
Formação Votuverava
Grupo Setuva
Formação Água Clara
Complexo Pré-Setuva
Complexo Gnáissico Migmático Costeiro

TABELA 2 - Relação dos poços artesianos na região de Palmeira (SANEPAR)

| Código | BACIA | Município | LOCALIDADE | Proprietário | Prof. | Formação Geol. | Tipo Aquifero | Vazão |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 207 | IGUAÇU | BALSA NOVA | BUGRE | SANEPAR | 80 | PRÉ-CAMBRIANA | FRATURADO | 2 |
| 376 | IGUAÇU | BALSA NOVA | RINCÃO | P.MUNICIPAL | 57 | PRÉ-CAMBRIANA | FRATURADO | 11 |
| 377 | IGUAÇU | BALSA NOVA | SEDE MUNIC. | SANEPAR | 100 | PRÉ-CAMBRIANA | FRATURADO | 4 |
| 950 | | GUARAPUAVA | VILA DOS MACHADOS | P.MUNICIPAL | 111 | SERRA GERAL S | FRATURADO | 2 |
| 154 | | PALMEIRA | ANGELO LOPES | P.MUNICIPAL | 100 | FURNAS | FRATURADO | 1 |
| 1767 | | PONTA GROSSA | CAÇADOR | P.MUNICIPAL | 70 | PRÉ-CAMBRIANO | FRATURADO | 1 |
| 3565 | | PONTA GROSSA | DESVIO RIBAS | P. MUNICIPAL | 102 | PALEOZÓICO | POROSO | 1 |
| 1772 | | PONTA GROSSA | EST. EXP. IAPAR | IAPAR | 93 | FURNAS | FRATURADO | 5 |
| 1770 | | PONTA GROSSA | SETE SALTOS CIM | P.MUNICIPAL | 70 | PRÉ-CAMBRIANO | FRATURADO | 5 |
| 3567 | | PONTA GROSSA | UVAIA | SANEPAR | 80 | PALEOZÓICO | POROSO | 1 |
| 3562 | | PONTA GROSSA | VILA VELHA | P. MUNICIPAL | 90 | FURNAS | POROSO | 2 |
| 147 | | PORTO AMAZONAS | MACHADO COSTA | P.MUNICIPAL | 102 | FURNAS | FRATURADO | 1 |
| 1779 | TIBAGI | PORTO AMAZONAS | SEDE MUNIC. | SANEPAR | 112 | FURNAS | FRATURADO | 175 |
| 3582 | IVAÍ | PRUDENTÓPOLIS | PADANDUVAS DE CIMA | P. MUNICIPAL | 105 | ESTRADA NOVA | POROSO | 2 |
| 2234 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | ALTO PEDRA | SANEPAR | 102 | ITARARÉ | POROSO | 1 |
| 2228 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | ANGAÍ | P.MUNICIPAL | 67 | RIO BONITO | POROSO | |
| 2227 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | ASSENT. RIO DA AREIA | P.MUNICIPAL | 152 | ITARARÉ | POROSO | 1 |
| 2233 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | BITUVA MACHADO | SANEPAR | 99 | ITARARÉ | POROSO | 6 |
| 2225 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | FAXINAL MINEIROS | P.MUNICIPAL | 130 | RIO BONITO | FRATURADO | 7 |
| 2226 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | GUABIROBA | P.MUNICIPAL | 105 | RIO BONITO | FRATURADO | 14 |
| 213 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | RIBEIRÃO CIMA | SANEPAR | 75 | ITARARÉ | POROSO | 2 |
| 2229 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | SEDE MUNIC. | SANEPAR | 100 | ITARARÉ | POROSO | 4 |
| 2231 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | SEDE MUNIC. | SANEPAR | 120 | ITARARÉ | POROSO | 4 |
| 2232 | TIBAGI | TEIXEIRA SOARES | VILA POMBA | SANEPAR | 82 | ITARARÉ | POROSO | 5 |

## 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 confiram 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 hipotermais, 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 Termais 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:<br>• alcalino-terrosas cálcicas, que contêm pelo menos 0,048 g/l de Ca, na forma de $CaHCO_3$;<br>• alcalino-terrosas magnesianas, que contêm pelo menos 0,03 g/l de Mg, na forma de $MgHCO_3$. |
| 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. Nitratadas | Contêm pelo menos 0,1 g/l de ânion NO3 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:<br>• 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;<br>• 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;<br>• 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** | **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;<br>**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;<br>**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. |

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 tranqüilizantes, 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, acido 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.

## 5. PRODUÇÃO MINERAL

Na região onde se insere o município de Palmeira, que envolve em parte os municípios de Campo Largo, Teixeira Soares, Ponta Grossa, Porto Amazonas, São João do Triunfo, Lapa e Balsa Nova, existem dezenas de processos de mineração, nas diversas fases de andamentos. No município de Palmeira estão catalogados 41 processos. As substâncias solicitadas são Filito, água mineral, turfa, argila refratária, argila vermelha, areia e Saibro.

# 6 DIREITOS MINERÁRIOS

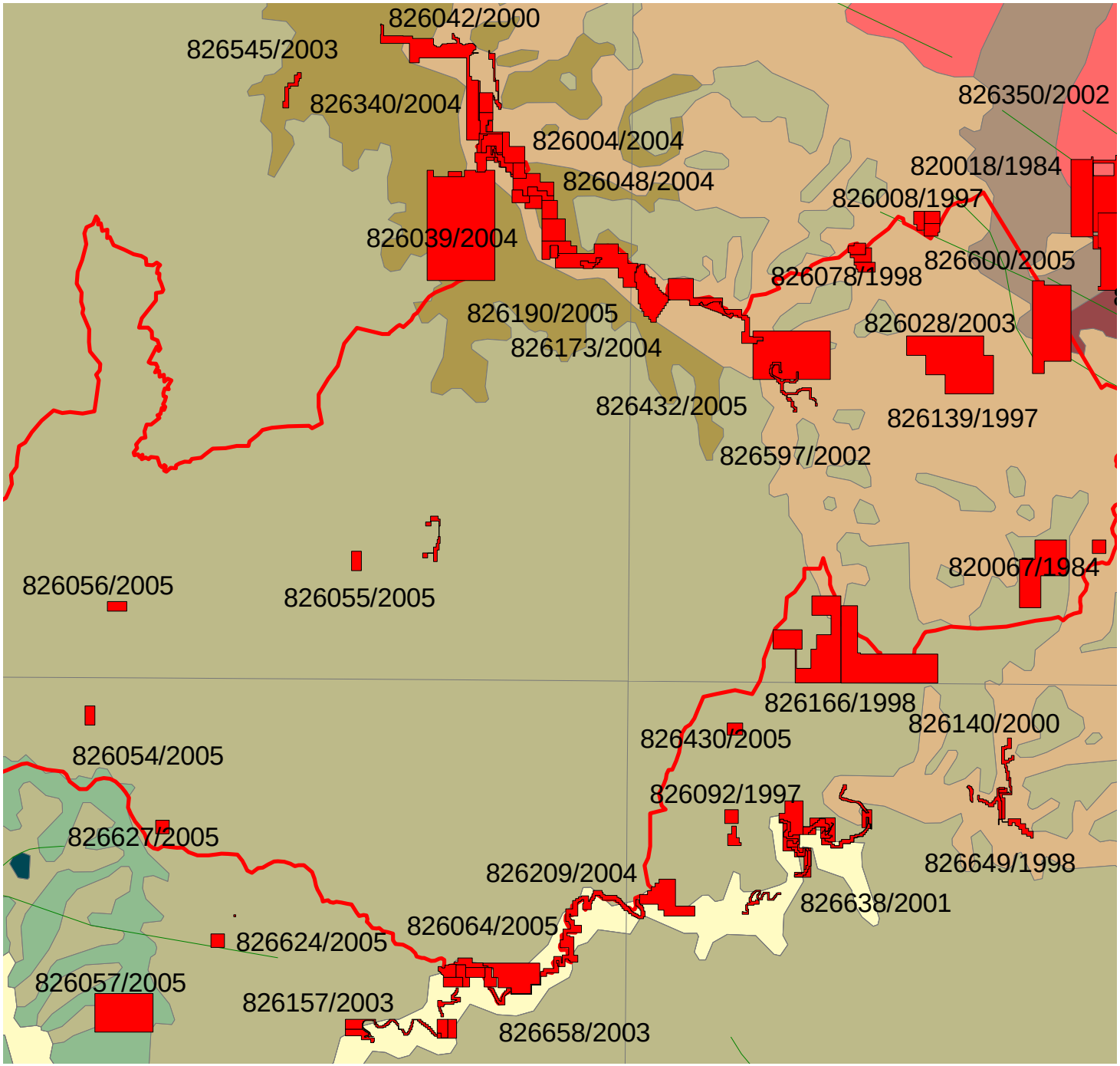
O mapa de direitos minerários assim como o quadro explicativo da situação dos títulos minerários, estão dispostos nas páginas seguintes.

## 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.

Figura 38 – Movimentação da pedreira da prefeitura, que produz saibro a partir de siltito cinza, maciço.

Mapa 05 – Mapa de títulos minerários na região de Palmeira (DNPM)




# Áreas com títulos minerários na região do Município de Palmeira

origem dos dados: DNPM

GOVERNO DO PARANÁ

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

N

2 0 2 4 km

Áreas com títulos minerários
Município de Palmeira
Hidrografia

**Unidades Geológicas**

Sedimentos Recentes
Diques de diabásio
Soleiras de diabásio
Grupo Passa Dois
Formação Irati
Grupo Guatá
Formação Palermo
Formação Rio Bonito
Grupo Itararé
Grupo Paraná
Formação Ponta Grossa
Formação Furnas
Granito Três Córregos
Grupo Açungui
Seqüência Abapã
Formação Votuverava
Grupo Setuva
Formação Água Clara
Complexo Pré-Setuva
Complexo Gnáissico Migmático Costeiro

Tabela 06 - Relação de títulos minerários na região de Palmeira (DNPM)

# Títulos Minerários na Região do Município de Palmeira

| Município | Localização | Substância | Titular | Diploma | N.Proc./Ano | Área(ha) | Último evento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Balsa Nova | Tamanduá | Caulim | Areal Realeza Ltda | alvará de pesquisa | 826281/1994 | 482,62 | autor. Pesquisa |
| Balsa Nova | Serra dos Veados | Argila | Colorminas S/A | alvará de pesquisa | 826445/1999 | 515,22 | autor. Pesquisa |
| Balsa Nova | Constantino Franco | Areia | Clayton Trevisan | alvará de pesquisa | 826512/1998 | 1740,77 | autor. Pesquisa |
| Balsa Nova | | Argila Refrat. | Adroaldo Bueno - FI | alvará de pesquisa | 826183/2003 | 526,41 | autor. Pesquisa |
| Balsa Nova | Serra dos Veados | Argila | Mineração Brasbol Ltda | alvará de pesquisa | 826847/1994 | 996,64 | autor. Pesquisa |
| Balsa Nova | Ilha do Meio | Argila | Mineração Brasbol Ltda | concessão de lavra | 820117/1979 | 100,83 | conc. Lavra transferência |
| Balsa Nova | Purunã Faz.Sprea | Argila | Mineração Sprea Ltda | alvará de pesquisa | 820179/1984 | 475,86 | posse requerida |
| Balsa Nova | Ilha do Meio | Argila | Mineração Bassani Ltda | concessão de lavra | 820351/1980 | 72,34 | conc.lavra Ral |
| Balsa Nova | Ilha do Meio | Argila | Mineração Bassani Ltda | concessão de lavra | 820687/1982 | 244,95 | conc.lavra Ral |
| Balsa Nova | | Saibro | Adroaldo Bueno - FI | | 826507/2000 | 36,73 | Disponibilidade |
| Balsa Nova | Rio Iguaçu e Papagaios | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826010/1999 | 9,15 | licença ambiental |
| Balsa Nova | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826140/2000 | 48,93 | licença ambiental |
| Balsa Nova | Leito R.Iguaçu | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826649/1998 | 50,00 | requerimento lavra |
| Balsa Nova | Rio Iguaçu | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826016/1999 | 48,75 | requerimento lavra |
| Balsa Nova | Rio Iguaçu e Papagaios | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826152/1999 | 37,63 | requerimento lavra |
| Balsa Nova | Boqueirão | Argila | Alcides Bassani | alvará de pesquisa | 809874/1975 | 565,66 | requerimento lavra |
| Balsa Nova | Itabuana | Areia | Kapp & Polatto Ltda | alvará de pesquisa | 826216/1998 | 24,51 | requerimento lavra |
| Balsa Nova | Serra dos Veados | Arenito | Mineração Brasbol Ltda | alvará de pesquisa | 826183/1997 | 442,36 | requerimento lavra |
| Balsa Nova | | Areia | Arivaldo Domingues Ferreira | | 826688/2003 | 417,09 | req. Pesquisa |
| Balsa Nova | | Argila | Klace S/A Pisos e Azulejos | | 826631/2003 | 358,68 | req. Pesquisa |
| Balsa Nova | | Areia | Irmãos Stanski Ltda | | 826592/2005 | 1855,12 | req. Pesquisa |
| Campo Largo | | calcário calc. | Marcio Moreira | alvará de pesquisa | 826489/2000 | 799,98 | aut.pesquisa multa |
| Campo Largo | | minério de ouro | Darlei Falarzs | alvará de pesquisa | 826350/2002 | 1000,00 | autor. Pesquisa |
| Campo Largo | | minério de ouro | Mineração Tabiporã Ltda | alvará de pesquisa | 826200/2002 | 11,79 | autor. Pesquisa |
| Campo Largo | | Granito | Dorizon de Andrade Castro | alvará de pesquisa | 826177/2005 | 405,17 | autor. Pesquisa |
| Campo Largo | Taquara e geada | calcário | Cimento Rio Branco S/A | alvará de pesquisa | 826440/1998 | 532,13 | autor. Pesquisa |
| Campo Largo | Taquara e geada | calcário | Cimento Rio Branco S/A | alvará de pesquisa | 826441/1998 | 856,40 | autor. Pesquisa |
| Campo Largo | Barreiro | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820307/1986 | 24,50 | conc. Lavra transferência |
| Campo Largo | Barreiro | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820308/1986 | 17,60 | conc. Lavra transferência |
| Campo Largo | Barreiro | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820309/1986 | 24,50 | conc. Lavra transferência |
| Campo Largo | Faxina | Dolomito | Pedreira Roça Grande Ltda | concessão de lavra | 805047/1974 | 99,74 | conc.lavra Ral |
| Campo Largo | Itambezinho | Siltito | Cia de Cimento Itambé | concessão de lavra | 820066/1984 | 964,60 | conc.lavra Ral |
| Campo Largo | Barreiro | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820091/1986 | 40,06 | conc.lavra Ral |
| Campo Largo | Barreiro | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820125/1986 | 61,04 | conc.lavra Ral |
| Campo Largo | Barreiro | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820966/1986 | 41,00 | conc.lavra Ral |

Origem dos Dados - DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral - fevereiro/2006

# Títulos Minerários na Região do Município de Palmeira

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Campo Largo | Passa Tres | Ouro | Mineração Tabiporã Ltda | concessão de lavra | 820470/1985 | 510,92 | conc.lavra Ral |
| Campo Largo | Taquaral e Taquarinha | Granito | Paraná Granitos Ltda | concessão de lavra | 820681/1983 | 559,57 | conc.lavra Ral |
| Campo Largo | Campo de Santana | Ouro | JR Empreiteira de Obras Ltda | alvará de pesquisa | 820407/1986 | 216,00 | licença ambiental |
| Campo Largo | Campo de Santana | Ouro | JR Empreiteira de Obras Ltda | alvará de pesquisa | 820408/1986 | 49,00 | requerimento lavra |
| Campo Largo | Campo de Santana | Ouro | JR Empreiteira de Obras Ltda | alvará de pesquisa | 820409/1986 | 21,00 | requerimento lavra |
| Campo Largo | Campo de Santana | Ouro | JR Empreiteira de Obras Ltda | alvará de pesquisa | 820410/1986 | 49,00 | requerimento lavra |
| Campo Largo | Campo de Santana | Ouro | JR Empreiteira de Obras Ltda | alvará de pesquisa | 820411/1986 | 49,50 | requerimento lavra |
| Campo Largo | Taquara | Granito P/ Ver. | Mineração Três Córregos Ltda | alvará de pesquisa | 826370/1991 | 108,00 | requerimento lavra |
| Campo Largo | Barela | Filito | Cia de Cimento Itambé | alvará de pesquisa | 820193/1985 | 422,82 | requerimento lavra |
| Campo Largo | Taquarinha | Granito | Mica Mineração Capuava Ltda | alvará de pesquisa | 820018/1984 | 998,25 | requerimento lavra |
| Campo Largo | | calcário | Cimento Rio Branco S/A | | 826001/2004 | 865,38 | req. Pesquisa |
| Campo Largo | | minério de ouro | Mineração Tabiporã | | 826634/2003 | 40,45 | req. Pesquisa |
| Campo Largo | | minério de ouro | Mineração Tabiporã Ltda | | 826647/2005 | 483,24 | req. Pesquisa |
| Campo Largo | | Argila Refrat. | Rosana de Maia Dranka | | 826600/2005 | 1000,00 | req. Pesquisa |
| Campo Largo | Taquara | calcário ind. | Cimento Rio Branco S/A | | 826028/2003 | 839,47 | req. Pesquisa |
| Campo Largo | | minério de ouro | Mineração Tabiporã Ltda | | 826098/2005 | 1999,93 | req. Pesquisa |
| Fernandes Pinheiro | | carvão mineral | Rosiney Gandolfo Machado | alvará de pesquisa | 826374/2000 | 1983,92 | autor. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Rafael de Paula Scheremeta | alvará de pesquisa | 826744/2001 | 49,31 | autor. Pesquisa |
| Lapa | Boqueirão | Areia | Airton Bernardo Roveda | alvará de pesquisa | 826092/1997 | 295,23 | autor. Pesquisa |
| Lapa | Porto Estrela | Areia | Areal Água Azul Ltda | alvará de pesquisa | 826148/2002 | 16,09 | autor. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Areal Água Azul Ltda | alvará de pesquisa | 826209/2004 | 279,50 | autor. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Bahr & Cia Ltda | alvará de pesquisa | 826064/2005 | 365,32 | autor. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Nereu Sebastião Weiber | alvará de pesquisa | 826224/2003 | 55,79 | autor. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Walker Luiz Bahr | alvará de pesquisa | 826658/2003 | 325,14 | autor. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826649/2002 | 6,82 | autor. Pesquisa |
| Lapa | Caiacanga | Arenito | Refratário Scandelari Ltda | concessão de lavra | 820095/1978 | 14,58 | conc.lavra Ral |
| Lapa | colonia kuitandle | Areia | Leonaldo Gomes da Costa - FI | alvará de pesquisa | 826045/2001 | 35,58 | pagamento vistoria |
| Lapa | Cantagalo | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826100/1999 | 49,88 | requerimento lavra |
| Lapa | Tamanduá | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826102/1999 | 49,95 | requerimento lavra |
| Lapa | Tamanduá | Areia | Lenoir Antonio Geremia | alvará de pesquisa | 826565/1996 | 41,14 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826425/2002 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826426/2002 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826427/2002 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826428/2002 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826429/2002 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826155/2003 | 50,00 | requerimento lavra |

Origem dos Dados - DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral - fevereiro/2006

# Títulos Minerários na Região do Município de Palmeira

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826156/2003 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826157/2003 | 50,00 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826158/2003 | 47,25 | requerimento lavra |
| Lapa | Porto Areia Arnec | Areia | Mineração Arnec Ltda | alvará de pesquisa | 826460/1998 | 32,64 | requerimento lavra |
| Lapa | Furadinho | Areia | Leonaldo Gomes da Costa - FI | alvará de pesquisa | 826457/1998 | 49,97 | requerimento lavra |
| Lapa | | Areia | Leonaldo Gomes da Costa - FI | | 826508/2005 | 55,31 | req. Pesquisa |
| Lapa | | Areia | Areal Água Azul Ltda | | 826431/2005 | 3,55 | req. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Edmilson Cesar Rogalski ME | alvará de pesquisa | 826400/2003 | 50,00 | aut.pesquisa multa |
| Palmeira | Faz.Guelman Sabati | Argila | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826221/1999 | 88,91 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | Faz.Sta Rita | Argila Refrat. | Lafarge Brasil S/A | alvará de pesquisa | 826139/1997 | 1000,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Oliveira Roveda & Cia Ltda | alvará de pesquisa | 826119/2004 | 194,69 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | R. Jacare | Argila Refrat. | Mineração Rio do Leão Ltda | alvará de pesquisa | 826166/1998 | 961,90 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | R. Jacare | Argila Refrat. | Mineração Rio do Leão Ltda | alvará de pesquisa | 826165/1998 | 780,51 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826190/2005 | 399,97 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Saibro | Cristinao José Jaskievicz | alvará de pesquisa | 826054/2005 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Gilson Ribelli Agotani | alvará de pesquisa | 826173/2004 | 288,48 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Lenoir Antonio Geremia | alvará de pesquisa | 826484/2003 | 100,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826004/2004 | 84,79 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Turfa | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826039/2004 | 1938,43 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826313/2004 | 6,63 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia Industrial | Airton Bernardo Roveda | alvará de pesquisa | 826432/2005 | 958,61 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Sideney Ribas Ferreira & Cia Ltda - ME | alvará de pesquisa | 826596/2002 | 49,50 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | Sideney Ribas Ferreira & Cia Ltda - ME | alvará de pesquisa | 826597/2002 | 46,50 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826407/2002 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826408/2002 | 49,99 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826409/2002 | 24,71 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Saibro | Cristinao José Jaskievicz | alvará de pesquisa | 826055/2005 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Saibro | Cristinao José Jaskievicz | alvará de pesquisa | 826056/2005 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | | Água Mineral | Vinícius Trombini | alvará de pesquisa | 826236/2003 | 49,00 | autor. Pesquisa |
| Palmeira | São Caetano | Filito | Cia de Cimento Itambé | concessão de lavra | 820067/1984 | 549,55 | agrup. Mineiro |
| Palmeira | Est.Velha e R. Tibagi | Areia | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826048/1999 | 112,78 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826044/2004 | 72,17 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826045/2004 | 63,50 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826046/2004 | 121,00 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826047/2004 | 50,00 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826048/2004 | 143,00 | Disponibilidade |

Origem dos Dados - DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral - fevereiro/2006

# Títulos Minerários na Região do Município de Palmeira

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826049/2004 | 50,00 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826050/2004 | 76,00 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Areial Rogalski Ltda. | alvará de pesquisa | 826051/2004 | 138,00 | Disponibilidade |
| Palmeira | | Areia | Bianca Fernanda Zanardini | | 826168/2004 | 50,00 | licenciamento |
| Palmeira | Pinheiral | Argila cer.verm. | Cerâmica Czelusniak Ltda | | 826379/2000 | 49,60 | licenciamento |
| Palmeira | | Areia | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826253/2000 | 30,57 | requerimento lavra |
| Palmeira | Faz.Galpão Almas | Areia Quartzosa | Mineração Jundu Ltda | alvará de pesquisa | 826079/1998 | 49,42 | requerimento lavra |
| Palmeira | Faz.Galpão Almas | Areia Quartzosa | Mineração Jundu Ltda | alvará de pesquisa | 826080/1998 | 50,00 | requerimento lavra |
| Palmeira | Faz.Galpão Almas | Areia Quartzosa | Mineração Jundu Ltda | alvará de pesquisa | 826008/1997 | 50,00 | requerimento lavra |
| Palmeira | Rio Tibaji | Areia Quartzosa | Mineração Jundu Ltda | alvará de pesquisa | 826006/1997 | 48,50 | requerimento lavra |
| Palmeira | Rio Tibaji | Areia Quartzosa | Mineração Jundu Ltda | alvará de pesquisa | 826077/1998 | 49,50 | requerimento lavra |
| Palmeira | Rio Tibaji | Areia Quartzosa | Mineração Jundu Ltda | alvará de pesquisa | 826078/1998 | 50,00 | requerimento lavra |
| Ponta Grossa | | Areia | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826340/2004 | 579,69 | autor. Pesquisa |
| Ponta Grossa | | Areia | Lenoir Antonio Geremia | alvará de pesquisa | 826139/2002 | 14,84 | autor. Pesquisa |
| Ponta Grossa | | Argila | CM Kossatz & Cia Ltda | alvará de pesquisa | 826071/2002 | 49,00 | autor. Pesquisa |
| Ponta Grossa | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826545/2003 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| Ponta Grossa | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826042/2000 | 45,22 | requerimento lavra |
| Ponta Grossa | Ponta Grossa | Areia | Mineração Rogalski Ltda | alvará de pesquisa | 826122/1999 | 24,26 | requerimento lavra |
| Ponta Grossa | | Areia | GR Extração Areia Transp Rodo Ltda | alvará de pesquisa | 826444/2000 | 17,90 | requerimento lavra |
| Porto Amazonas | | Areia | Areal Água Azul Ltda | alvará de pesquisa | 826638/2001 | 47,38 | autor. Pesquisa |
| Porto Amazonas | | Areia | Areal Água Azul Ltda | alvará de pesquisa | 826639/2001 | 47,61 | autor. Pesquisa |
| Porto Amazonas | | Areia | Areal Água Azul Ltda | alvará de pesquisa | 826640/2001 | 46,67 | autor. Pesquisa |
| Porto Amazonas | | Argila | Cerâmica Mezzadri Ltda | alvará de pesquisa | 826090/2005 | 44,50 | autor. Pesquisa |
| Porto Amazonas | | Água Mineral | Isela Margarita Constantini | alvará de pesquisa | 826264/2005 | 49,00 | autor. Pesquisa |
| Porto Amazonas | | Basalto | Areal Água Azul Ltda | alvará de pesquisa | 826430/2005 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| Porto Amazonas | Leito R.Iguaçu-Bocudo | Areia | Leonaldo Gomes da Costa - FI | | 826454/1998 | 4,06 | Disponibilidade |
| Porto Amazonas | Leito R.Iguaçu | Areia | Leonaldo Gomes da Costa - FI | | 826453/1998 | 4,48 | Disponibilidade |
| São João do Triunfo | | diabásio | Paulo Santos Antunes | alvará de pesquisa | 826628/2005 | 49,00 | aut.pesquisa pub. |
| São João do Triunfo | | Siltito | Paulo Santos Antunes | alvará de pesquisa | 826627/2005 | 49,00 | aut.pesquisa pub. |
| São João do Triunfo | | Saibro | Cristinao José Jaskievicz | alvará de pesquisa | 826053/2005 | 50,00 | autor. Pesquisa |
| São João do Triunfo | | Areia | Vilmar Antonio Padilha Gadens | alvará de pesquisa | 826057/2005 | 600,00 | autor. Pesquisa |
| São João do Triunfo | | Siltito | Rigesa Celulose Papel Bem. Ltda | licenciamento | 826558/2002 | 1,00 | licenciamento |
| São João do Triunfo | | Siltito | Paulo Santos Antunes | | 826624/2005 | 49,00 | req. Pesquisa |
| Teixeira Soares | | Areia | Pai - Extr. Pesq.Min. Ltda - ME | alvará de pesquisa | 826251/2003 | 1676,27 | autor. Pesquisa |
| Teixeira Soares | | Areia | Gianfranco Geremia | alvará de pesquisa | 826153/2005 | 411,96 | autor. Pesquisa |
| Teixeira Soares | | Areia | Pai - Extr. Pesq.Min. Ltda - ME | alvará de pesquisa | 826411/2005 | 661,00 | autor. Pesquisa |

Origem dos Dados - DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral - fevereiro/2006

## 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, 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 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 recolhimento da CFEM deverá ser efetuado mensalmente até o último dia útil do segundo mês subseqüente 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 Palmeira 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 futuro 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 Lixão

O lixo coletado na área urbana de Palmeira é depositado de forma irregular no lixão. Segundo informações, praticamente todo o lixo coletado não é reciclado. No local do lixão verificou-se que existem famílias que fazem a coleta de lixo reciclável em condições sub humanas.

## 7.2 Aterro sanitário

No presente momento o município busca alternativas para a locação de um Aterro sanitário. Uma área potencial foi visitada durante os levantamentos de campo, junto com o Diretor do Departamento de Agricultura e Meio ambiente de Palmeira. Essa área é identificada no mapa do Anexo 2 com o ponto de campo PL – 002 e foi investigada por técnicos da MINEROPAR em um trabalho anterior, sendo considerada não como ideal, mas apta para receber o Aterro dimensionado para o município. Porém no presente trabalho constatou-se um problema social com a desapropriação dessa área em função do deslocamento de uma família simples, que depende do local para o seu sustento.

De uma maneira geral, em relação a capacidade de suporte do meio físico, são consideradas como áreas ideais para a busca de um aterro sanitário aquelas localizadas sobre a Formação Ponta Grossa do Grupo Paraná, onde prevalecem os solos argilosos sobre Folhelhos e também algumas áreas sobre o Grupo Itararé, em que prevalecem os argilitos e os solos argilosos decorrentes.

De qualquer forma o estabelecimento de uma área para um aterro sanitário envolve várias condicionantes, as quais devem ser tratadas na forma de um projeto especifico.

# 8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

## 8.1 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 Palmeira 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.

Figura 39 – Área de risco geológico, referente ao ponto PL – 151.

Figura 40 – Solos arenosos, friaveis, suceptiveis a erosão.

## 8.2 Gestão ambiental

Há necessidade urgente de fazer o fechamento do lixão e realizar uma remediação da área, pois está havendo contaminação do lençol freático em função da permeabilidade do solo onde o lixo vem sendo depositado. Não existe nenhum tipo de manta ou camada argilosa impermeabilizante, e portanto, não ocorre coleta do chorume no fundo das valas e consequentemente não é realizado o tratamento do chorume gerado no local. Dessa forma, provavelmente, o chorume gerado pelo lixo está percolando para os córregos, para o lençol freático e para os aqüíferos do local.

Existe também a necessidade de 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 aqüíferos 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 Meio Ambiente (www.pr.gov.br/SEMA).

## 8.3 Potencial mineral

Em função da geologia e da geomorfologia do seu território, Palmeira apresenta potencial para água subterrânea, areia, argila e argila para cerâmica vermelha. Em relação ao saibro, várias saibreiras foram identificadas nesse trabalho estando devidamente demarcadas no mapa do Anexo 2 e com acervo fotográfico.

De uma maneira geral, a maioria das saibreiras, inclusive aquela atualmente utilizada pela prefeitura, produz saibro a partir dos siltitos da região, os quais não apresentam boa qualidade e por isso não tem durabiliadade na função de recompor as estradas rurais. Sugere-se que os diques de diabásio mapeados nesse trabalho, os quais estão cartografados no mapa geológico do Anexo..., sejam pesquisados para aproveitamento como Saibro em função do melhor potencial que apresentam para esse fim.

## 8.4 Potencial Turístico

Em função da geologia e da geomorfologia do seu território, Palmeira apresenta bom potencial para o turismo ecológico e de aventura.

As diversas belezas naturais presentes no município já atraem uma serie de visitantes informais. Destaca-se a comunidade de Cercado, como um centro de referencia para essas atividades. Lá foi constatado a informalidade no ecoturismo, envolvendo a visitação de cavernas, passeios a cavalo e caminhadas por trilhas que descem a escarpa devoniana ou mesmo a bordejam, na parte superior da mesma, proporcionando espetacular visão panorâmica. Também foi evidenciada a informalidade do desenvolvimento do turismo de aventura, onde foi constatado que no local são realizadas atividade de montain bike nas modalidades de Cross Country (trilhas irregulares para bikes) e Dow Hill (descida de ladeiras e peraus para bikes). Também foi constatado o uso de trilhas por motos e a atividade de Rapel nas encostas escarpadas. Além disso, existe um imenso potencial para a atividade da escalada esportiva, que vem crescendo constantemente no Paraná e ocupa

algumas porções da Escarpa Devoniana ao leste de Palmeira, onde são conhecidos nacionalmente alguns locais com os nomes de Grupos 1, 2 e 3 e que tem visitação regular para a prática dessa atividade.

Além desses potenciais existem outros relacionados a um projeto que atualmente está em desenvolvimento pela MINEROPAR, denominado Geoturismo no caminho dos Tropeiros. O anexo 12 apresenta as fotografias dos pontos geoturisticos identificados no mapa base de documentação, relacionados ao Projeto do caminho dos tropeiros.

A seguir estão as figuras 41 e 42 que mostram duas das cavernas existentes em Palmeira e que recebem visitação regular. Ambas estão demarcadas num mesmo ponto no mapa no Anexo 2, por estarem muito próximas e por isso devem possuir alguma conectividade. Provavelmente devem existir outras cavernas na região do Cercado.

Figura 41 – Caverna localizada em Palmeira.
Fonte: www.terraeasfalto.com.br

Figura 42 – Gruta com cachoeira.
Fonte: www.terraeasfalto.com.br

# 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-Uruguai.** Curitiba : Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 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.

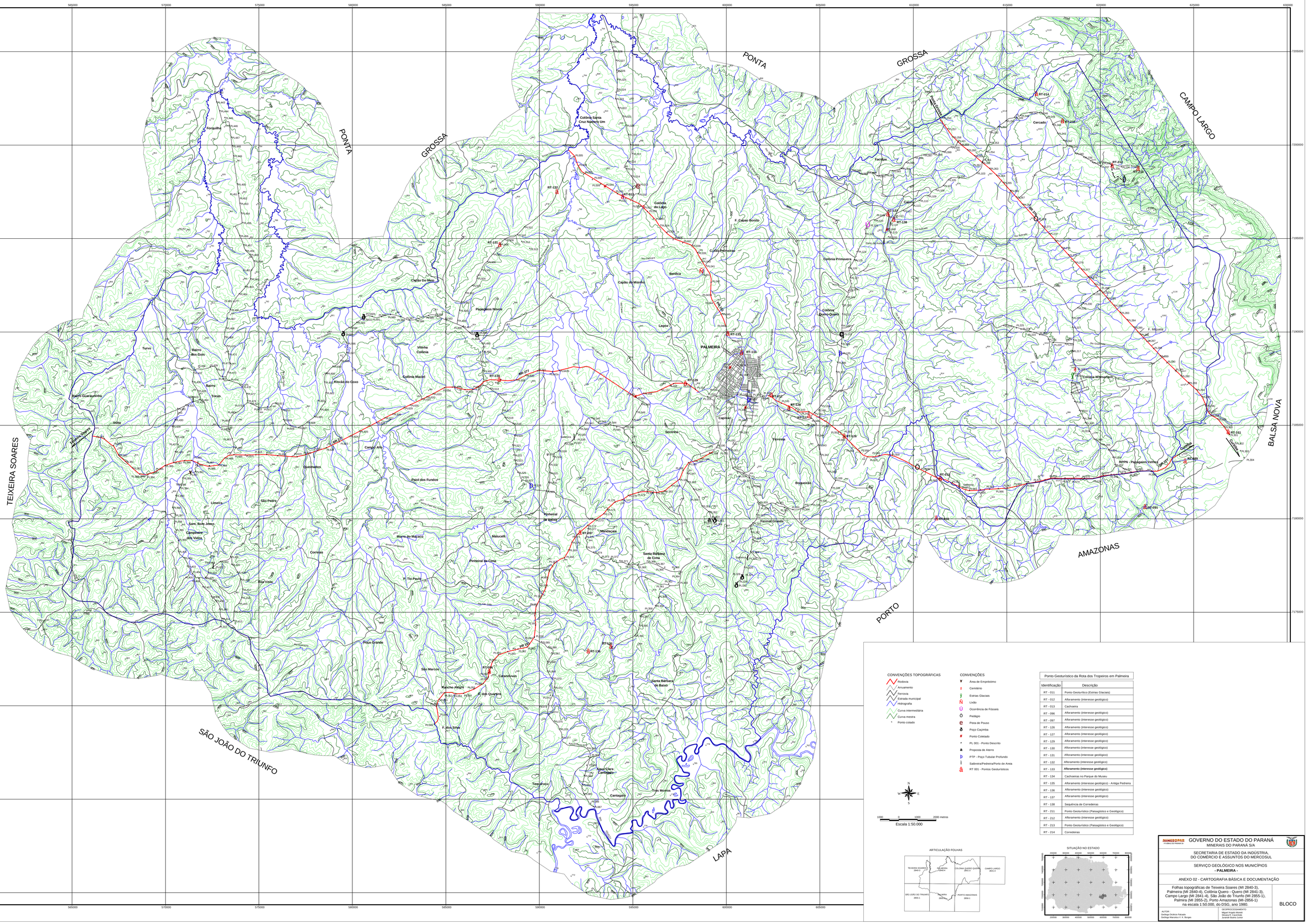
WWW.TERRAEASFALTO.COM.BR. **Fotografias das Cavernas existentes em Palmeira.**

# ANEXO - 1

## Análises Laboratoriais

# ANEXO - 2

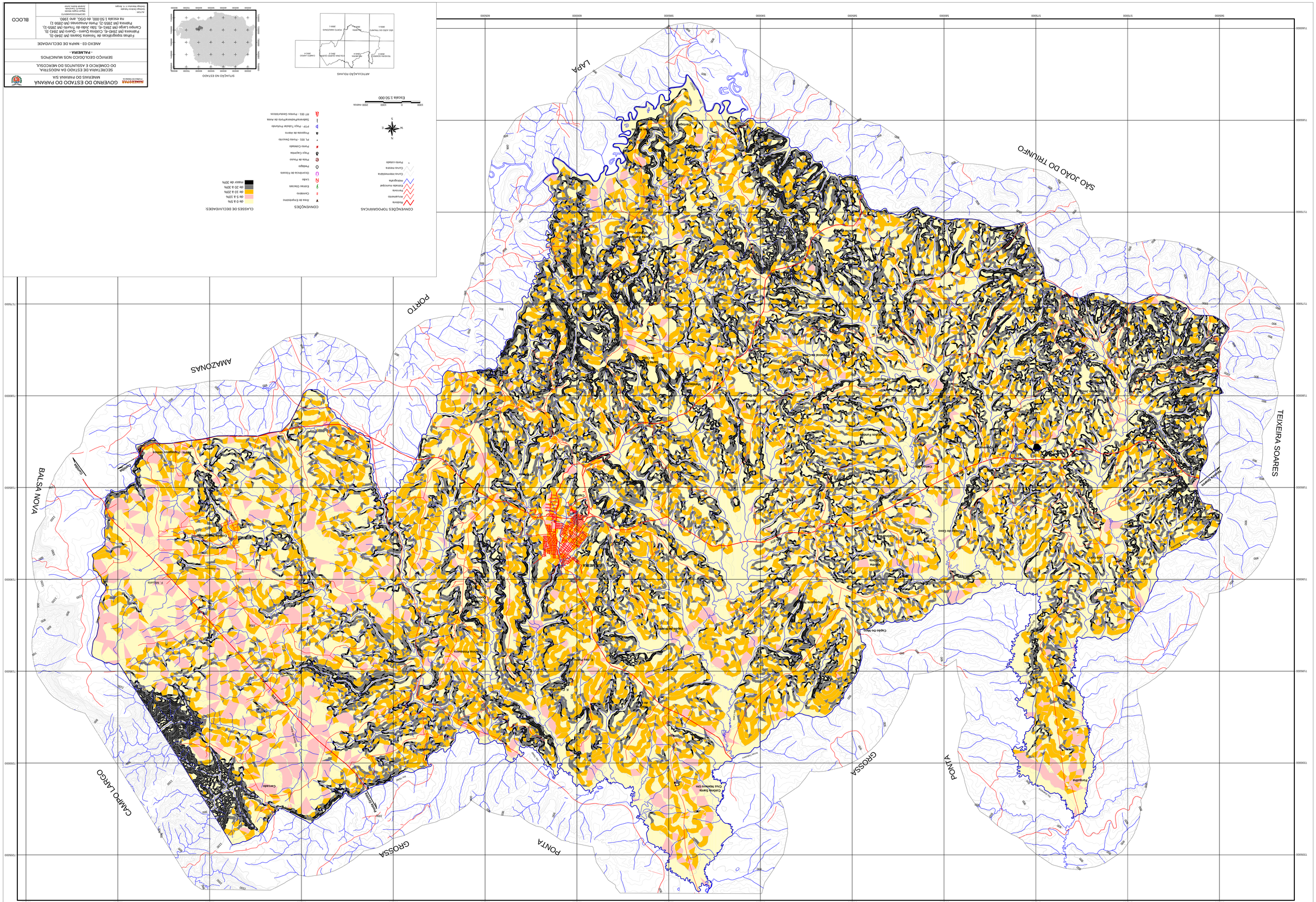
## Cartografia Básica e Documetação


PONTA GROSSA
CAMPO LARGO
BALSA NOVA
TEIXEIRA SOARES
SÃO JOÃO DO TRIUNFO
PORTO AMAZONAS
LAPA
PALMEIRA
Colônia Santa Cruz Numero Um
Colônia do Lago
Colônia Primavera
Colônia Lajeado Queiro
Colônia Wiesenau
Colônia Macieli
Vilinha Colônia
Capão do Marinho
Capão Do Meio
Papagaios Novos
Lagoa
Benfica
F. Capao Bonito
Fachion
Cercado
Campo Alto
Queimados
Paiol dos Fundos
Limeira
São Pedro
Sant. Bom Jesus
Campinete dos Vieira
Correas
Morro do Macaco
Malucelli
Pinheiral de Cima
Pinheiral de Baixo
Mundacaia
Santa Barbara de Cima
Santa Barbara de Baixo
Faxinal Grande
Bonsucesso
Floresta
Seringa
Capinal
Poço Grande
São Marcos
Cataduvas
Macho Alegre
F. dos Quarros
F. dos Silva
Agua Clara Cantagalo
Tres Morros
Cantagalo
Tesouro
Rio Verde
Rio Preto
Rio Jacutinga
Rio Capivari
Rio Tibagi
Rio Ribeira
Rio Pitangui
Rio Quarto
Rio Jaguariaiva
Rio Iapó
Rio Guaricana
Rio Guaricanga
Rio Guaricanguinha
Rio Guaricanguinho
Rio Guaricanguinho
Rio Guaricanguinho

| COMPARTIMENTOS | DISSECAÇÃO | TOPOS | VERTENTES | VALES | FORM. GEOL. PREDOMINANTE |
|---|---|---|---|---|---|
| 8 | média | alongados e aplainados | convexas | V | Complexo Gnáissico Migmatítico |
| 9 | baixa | alongados e aplainados | convexas | V aberto | Complexo Gnáissico Migmatítico |
| 10 | planicie aluvial | planicie aluvial | planicie aluvial | planicie aluvial | Sedimentos Recentes |
| 11 | alta | alongados e em cristas | retilíneas | V encaixado | Grupo Açungui - Formação Capiru |
| 13 | alta | alongados e em cristas | retilíneas e côncavas | V encaixado | Suíte Monzo granito |
| 15 | média | alongados e aplainados | convexo-côncavas | aberto de fundo chato | Complexo Granítico Cunhaporanga |
| 16 | baixa | aplainados | convexas | em calha muito encaixado | Grupo Paraná - Formação Furnas |
| 19 | média | alongados | retilíneas e côncavas | U | Grupo Itararé Indiviso |
| 20 | alta | alongados | retilíneas | V | Grupo Itararé Indiviso |
| 21 | baixa | aplainados | retilíneas | V aberto | Formação Serra Alta |
| 22 | média | alongados e isolados | côncavas | U | Formação Teresina |
| 23 | baixa | aplainados | convexas | V | Formação Teresina |
| 24 | baixa | aplainados | convexas | V aberto | Formação Rio do Rasto |
| 25 | alta | alongados e aplainados | convexo-côncavas | V aberto | Formação Rio do Rasto |
| 26 | média | aplainados | côncavas | V aberto | Formação Teresina |
| 32 | média | alongados | convexas | V | Grupo São Bento- Formação Serra Geral |
| 33 | alta | alongados | retilíneas e côncavas | degraus | Grupo São Bento- Formação Serra Geral |

# ANEXO - 3

## Mapa de declividades


LAPA
SÃO JOÃO DO TRIUNFO
PORTO AMAZONAS
TEIXEIRA SOARES
BALSA NOVA
CAMPO LARGO
GROSSA
PONTA
GROSSA
PONTA
JAGUARIAÍVA
Rio Jaguariaíva
Rio Tibagi
Rio Iapó
Rio Ribeira
Rio Verde
Rio Pitangui
Rio Quebra Perna
Rio Ipiranga
Rio Cachoeira
Rio Cerne
Rio Cerne Grande
Rio Cerne Pequeno
Rio Cerne Pequeno
Rio Cerne Grande
Rio Cerne Pequeno
Rio Cerne Grande
Rio Cerne Pequeno
Rio Cerne Grande

# ANEXO - 4

## Mapa geológico/substrato rochoso

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
MINERAIS DO PARANÁ S/A
SECRETARIA DE ESTADO DA INDUSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS
- PALMEIRA -
ANEXO 04 - MAPA GEOLÓGICO / SUBSTRATO ROCHOSO
Polígonos (M) 2854-d), Cabrinha Queiroz (M) 2841-3),
Palmeira (M) 2854-d), Cabrinha Queiroz (M) 2841-3),
Campo Largo (M) 2841-4), São João do Triunfo (M) 2855-1),
Pontinha (M) 2853-2), Pyrro Amazonas (M) 2854-1)
na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980
BLOCO
UFPR
Geologia Estrutural e A. Regional
Mestrado em Ciências
Geologia Ambiental e Econômica
Doutorado em Ciências
Geologia Marinha e A. Regional
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

SITUAÇÃO NO ESTADO

ARTICULAÇÃO FOLHAS

TEIXEIRA SOARES 2853-2 | COLOMBA QUEIROZ CUNHA 2841-3 | CHEMIN LIMOEIRO 2841-4
SÃO JOÃO DO TRIUNFO 2855-1 | ACERVO MUNICIPAL 2854-1

Escala 1:50.000
1000 0 1000 2000 3000 metros

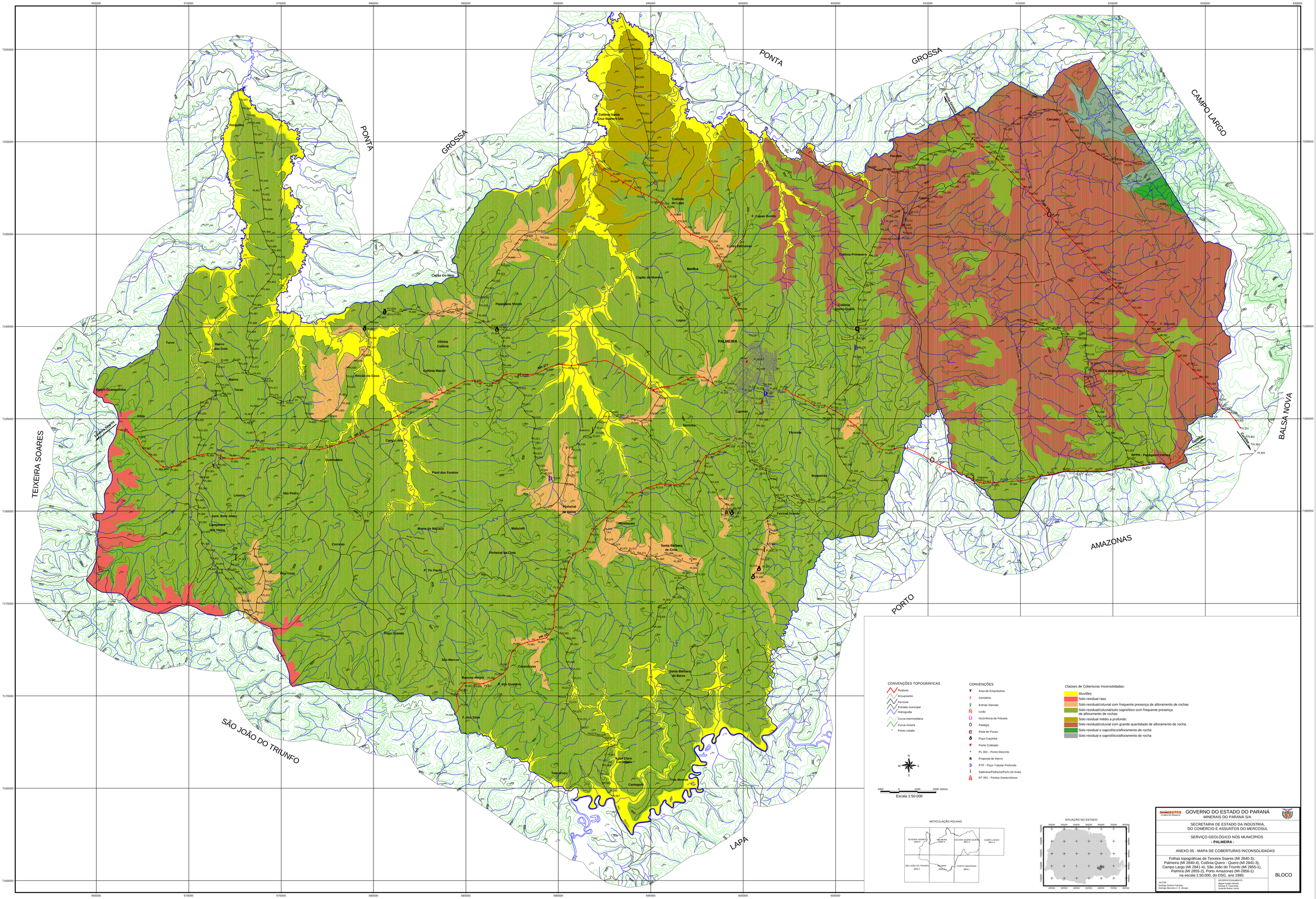
CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

DESCRIÇÃO DAS UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

QUATERNÁRIO
HOLOCENO
Sedimentos Recentes
Qha - Aluviões sedimentares.
Depósitos Eluviais
Qeli - Depósitos coluviais, rampas de colúvio e depósitos de encosta.
MESOZÓICO
PEDRAS-DEVONIANO
Dcg - Granito Serra Dourada
Dsb - Granito Serra do Barro Branco
Dsp - Granito Serra do Pinto
Dsm - Granito Serra do Monge
Dsc - Granito Serra do Cedro
Dsa - Granito Serra do Abrigo
Dsa - Granito Serra do Abrigo
Dsa - Granito Serra do Abrigo

# ANEXO - 5

## Mapa de coberturas inconsolidadas


TEIXEIRA SOARES
PONTA GROSSA
PONTA GROSSA
CAMPO LARGO
BALSA NOVA
AMAZONAS
PORTO
SÃO JOÃO DO TRIUNFO
LAPA
PALMEIRA
Colônia Santa Cruz Numero Um
Colônia do Lago
F. Capao Bonito
Capão Palmeiras
Colônia Primavera
Colônia Lagoa Quero
Capão do Morro
Benfica
Papagaios Novos
Lagoa
Vitinha Colônia
Colônia Maciel
Rincão do Covo
Campo Alto
Quemados
Paiol dos Fundos
Pinheiral de Cima
Pinheiral de Baixo
Morro do Macaco
Malucelli
Mandacaia
Santa Bárbara de Cima
Faxinal Grande
Poço Grande
São Marcos
Cataratinhas
Rancho Alegre
Rio Quatro
Santa Bárbara de Baixo
F. dos Silva
Tabuleiro
Água Clara Carrapato
Cantagalo
Três Morros
Serrinha
Floresta
Boqueirão
Capinal
Colônia Witmarsum
RPPN - Papagaios Velhos
F. Miguela
Cercado
Fazenda
Turvo
Bairro dos Gois
Bairro Tocas
Barro Guaraunhinha
Volta
Limeira
São Pedro
Sant. Bom Jesus
Campestre
Alto Vistra
Boa Vista
Pi Tio Paulo
Correias
Forquilha
Capão do Meio
Rio Quatro
Rio Cachoeira
Rio Tibagi
Rio Jaguariaíva
Rio Verde
Rio Pitangui
Rio Pirituba
Rio Pirituba
Rio Pirituba

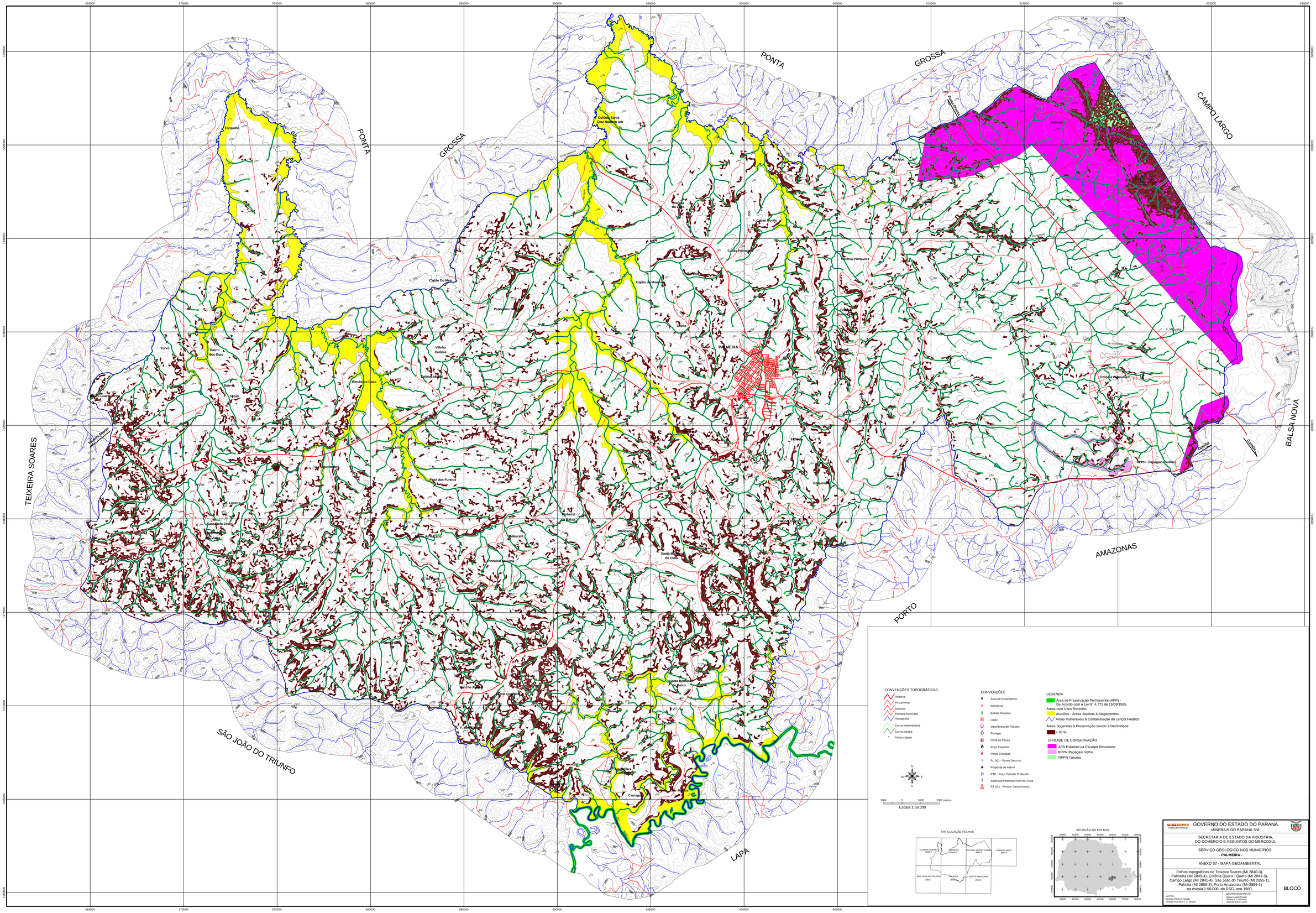
# ANEXO - 6

## Mapa da Imagem geocover

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
MINERAIS DO PARANÁ SA
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
SERVIÇO GEOLÓGICO NOS MUNICÍPIOS
ANEXO 06 - IMAGEM GEOCOVER
- PALMEIRA -
Pontos topográficos de Teixeira Soares (M 284d-3), Palmeira (M 284d-4), Colônia Queiro - Queiro (M 284-1), Campo Largo (M 284-4), São João do Triunfo (M 285S-1), Palmeira (M 285S-2), Ponta Anunciante (M-285d-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.
BLOCO
ACIONE
Geologia Técnica Ltda.
Saturn Aquisições
Geologia e Tecnologia
Geologia Básica e Aplicada
Geologia Básica e Aplicada
Geologia Básica e Aplicada

# ANEXO - 7

## Mapa geoambiental


PONTA GROSSA
PONTA GROSSA
CAMPO LARGO
BALSA NOVA
TEIXEIRA SOARES
SÃO JOÃO DO TRIUNFO
PORTO AMAZONAS
LAPA
PALMEIRA
Colônia Santa Cruz Nucleo Um
Ponquilha
Turvo
Bairro dos Gois
Bairro Tocas
Rincão do Coxo
Colônia Vitinha
Colônia Mayer
Capão Do Meio
Papagaios Novos
Capão do Morungava
Cargas
Colônia Primavera
Colônia Schmidt
Cercado
Escalos
F. Carvalho Bonito
F. Mayrink
F. Miguela
Colônia Warmeling
RPPN - Papagaios Velhos
Taruma
Rio Quebra Perna
Rio Quebra Cangalha
Cangalha
Bom Sucesso
Bom Sucesso
Rio Verde
Rio Verde
Rio Verde

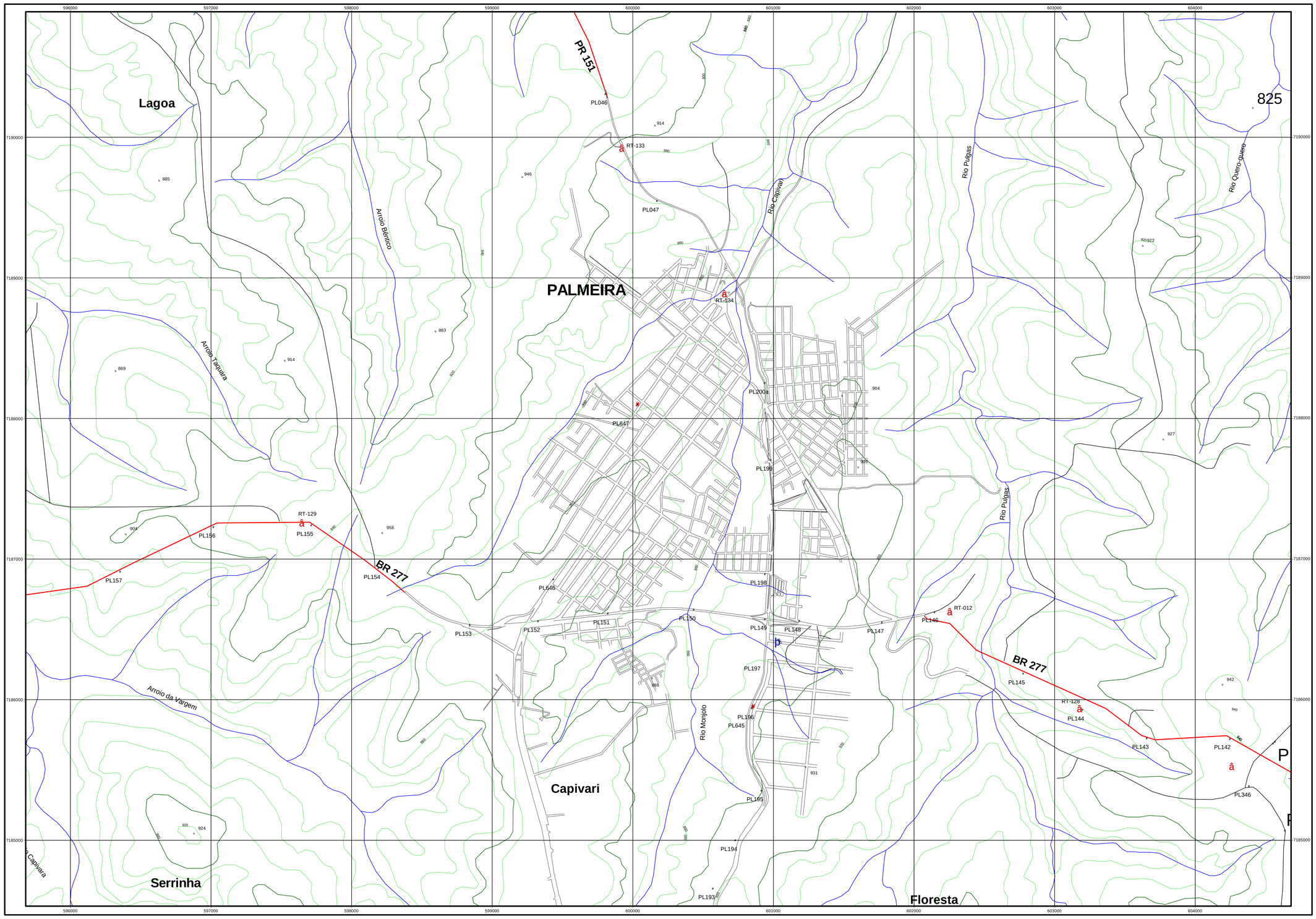
**ANEXO - 8**

**Mapa síntese para o planejamento**

**(uso e ocupação do solo)**

## ANEXO - 9

## Mapa síntese da sede urbana na escala 1:10.000




CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS

- Rodovia
- Arruamento
- Ferrovia
- Estrada municipal
- Hidrografia
- Curva intermediária
- Curva mestra
- Ponto cotado

CONVENÇÕES

- Área de Empréstimo
- Cemitério
- Estrias Glaciais
- Lixão
- Ocorrência de Fósseis
- Pedágio
- Pista de Pouso
- Poço Caçimba
- Ponto Coletado
- PL 001 - Ponto Descrito
- Proposta de Aterro
- PTP - Poço Tubular Profundo
- Saibreira/Pedreira/Porto de Areia
- RT 001 - Pontos Geoturísticos

N W E S

100 0 100 200 300 400 500 metros

Escala 1:10000

ARTICULAÇÃO FOLHAS

SITUAÇÃO NO ESTADO

MINEROPAR
PARANÁ MINERAIS SA

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
**- PALMEIRA -**

ANEXO 10 - MAPA PLANIALTIMÉTRICO DE DETALHE DA SEDE URBANA

Folhas topográficas de Teixeira Soares (MI 2840-3), Palmeira (MI 2840-4), Colônia Quero - Quero (MI 2841-3), Campo Largo (MI 2841-4), São João do Triunfo (MI 2855-1), Palmira (MI 2855-2), Porto Amazonas (MI-2856-1) na escala 1:50.000, do DSG, ano 1980.

BLOCO

AUTOR
Geólogo Dicírcio Falcade
Geólogo Marcelus V. K. Borges

GEOPROCESSAMENTO
Miguel Angelo Moretti
Silvana P. Cavichiolo
Jurandir Bueno Junior

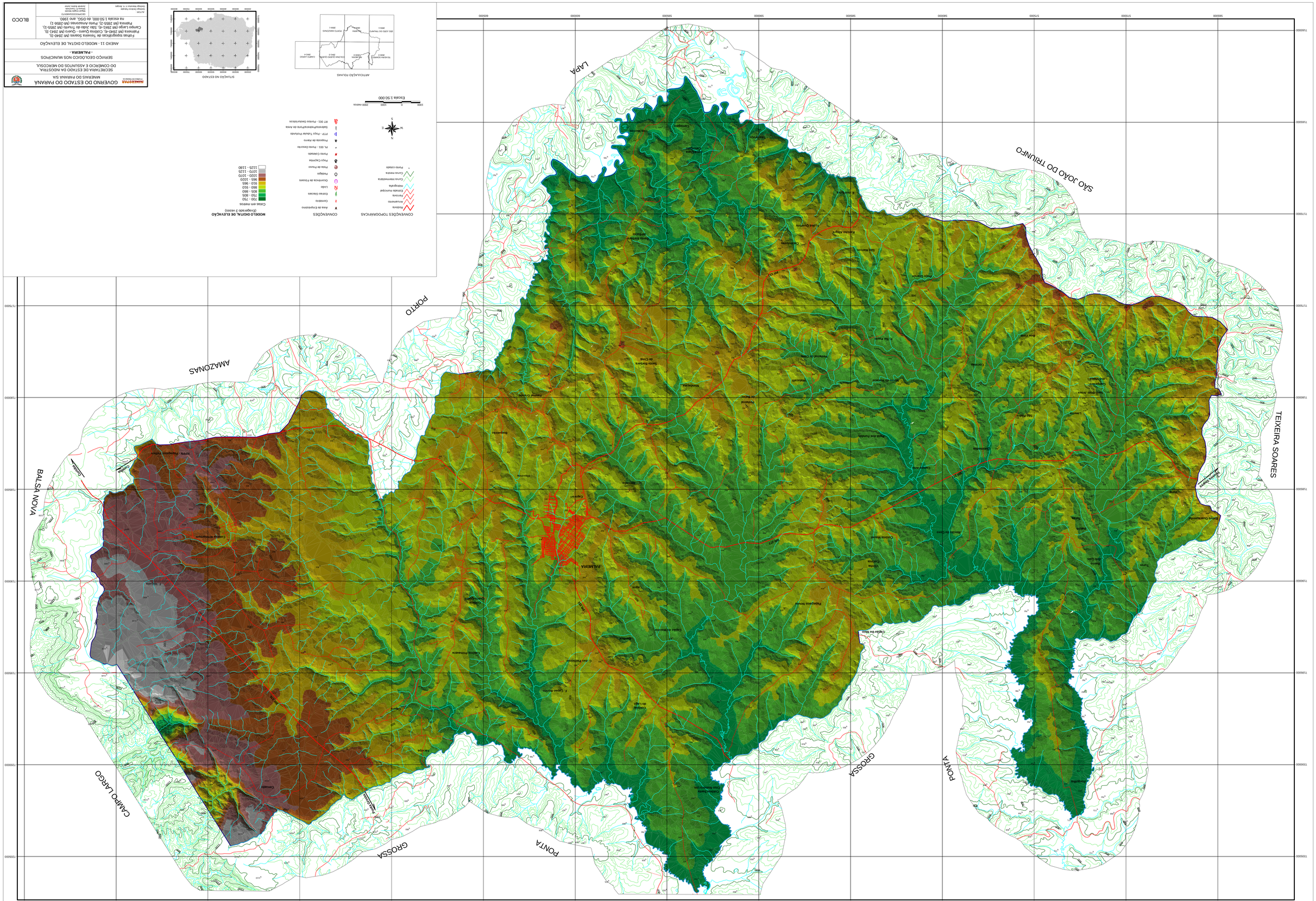
**ANEXO - 10**

**Mapa planialtimetrico da sede urbana na escala 1:10.000**

**(uso e ocupação do solo)**

# ANEXO - 11

## Modelo digital do terreno de Palmeira

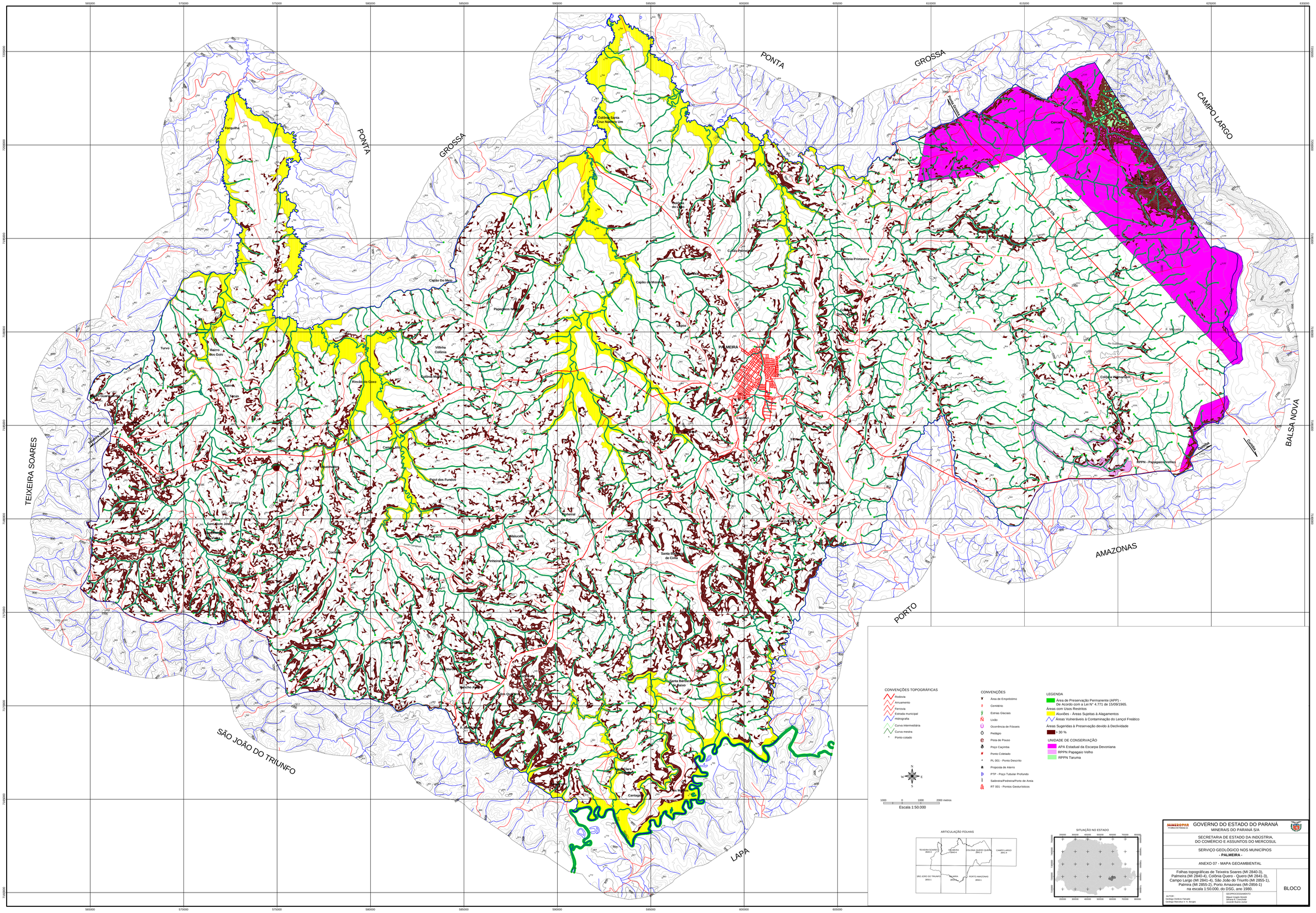

PORTO AMAZONAS
LAPA
SÃO JOÃO DO TRIUNFO
TEIXEIRA SOARES
BALSA NOVA
CAMPO LARGO
GROSSA
PONTA
PALMEIRA
Escala 1:50.000
2000 metros
1000
0
2000
ARTICULAÇÃO FOLHAS
SITUAÇÃO NO ESTADO
CONVENÇÕES TOPOGRÁFICAS
Rodovia
Arruamento
Ferrovia
Estrada municipal
Hidrografia
Curva mestra
Curva intermediária
Ponto cotado
CONVENÇÕES
Área de Empréstimo
Cemitério
Eletrovia Subterrânea
Lixão
Ocorrência de Fósseis
Pedágio
Poço Cacimba
Posto Combustível
Pt. 001 - Ponto Descrito
Propriedade de Alvaro
PTP - Poço Tubular Profundo
Subestação/transformação de Areia
RT 001 - Pontos Caracterísiticos
MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO
(Sobrevoado 3 vezes)
Cotas em metros
700 - 750
750 - 805
805 - 860
860 - 910
910 - 965
965 - 1020
1020 - 1075
1075 - 1125
1125 - 1180
GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
MINEROPAR
SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, DO COMÉRCIO E ASSUNTOS DO MERCOSUL
- PALMEIRA -
ANEXO 11 - MODELO DIGITAL DE ELEVAÇÃO
Folhas topográficas de Teixeira Soares (Mi 2840-3), Palmeira (Mi 2840-4), Cadeia Quieto - Cuieto (Mi 2841-3), Campo largo (Mi 2841-4), São João do Triunfo (Mi 2855-1), Piquete (Mi 2855-2), Ponta Amarumin (Mi 2856-1)
na escala 1:50.000, de DSG, ano 1980.
BLOCO
ALTOM
Serviço Técnico Terrain
Geologia Aplicada Ltda.
Equipe Júnior Alunos
Geologia Técnico Terrain
Geologia Aplicada Ltda.
Júnior Alunos Júnior
GEOPROCESSAMENTO
Serviço Técnico Terrain
Geologia Aplicada Ltda.
Júnior Alunos Júnior

**ANEXO - 12**

**Fotos dos pontos geoturisticos do caminho dos tropeiros localizados em Palmeira**

# ANEXO - 13

## Gestão Ambiental e Gestão Territorial


PONTA GROSSA
PONTA GROSSA
CAMPO LARGO
BALSA NOVA
TEIXEIRA SOARES
SÃO JOÃO DO TRIUNFO
PORTO AMAZONAS
LAPA
PALMEIRA
Colônia Santa Cruz Nucleo Um
Ponquilha
Turvo
Bairro dos Gois
Bairro Tocas
Rincão do Coxo
Colônia Vitinha
Colônia Mayer
Capão Do Meio
Papagaios Novos
Capão do Morungava
Cargas
Colônia Primavera
Colônia Schmidt
Cercado
Escalos
F. Carvalho Bonito
F. Mayrink
F. Miguela
Colônia Warmeling
RPPN - Papagaios Velhos
Taruma
Rio Quebra Perna
Rio Quebra Cangalha
Cangalha
Bom Sucesso
Bom Sucesso
Rio Verde
Rio Verde
Rio Verde

# 1 GESTÃO AMBIENTAL

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

## 1.1 Poluição dos recursos hídricos

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

- **Esgotos domésticos:** provocam contaminação tanto bacteriológica, por meio dos dejetos humanos, como química, pela presença de produtos químicos de uso doméstico, entre eles os detergentes.
- **Esgotos hospitalares:** produzem poluentes químicos e bacteriológicos, altamente tóxicos, capazes de provocar focos infecciosos e surtos de doenças epidêmicas. A exemplo da situação de despejo dos esgotos domésticos, estes também merecem especial atenção das autoridades municipais.
- **Esgotos industriais:** são poluentes essencialmente químicos, incluindo todos os tipos de águas residuais, efluentes de indústrias e postos de combustíveis (óleos, graxas, querosene, gasolina, etc).

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

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

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

## 1.2 Lixo

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

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

### 1.2.1 Classificação

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

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

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

### 1.2.2 Resíduo descartado sem tratamento

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

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

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

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

### 1.2.3 Resíduo descartado com tratamento

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 1.2.4 Incineração

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

### 1.2.5 Reciclagem

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

### 1.2.6 Compostagem

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

Entre as vantagens da compostagem podemos destacar:

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

O processo de compostagem pode ocorrer de duas maneiras:

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

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

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

- **Aeração**: é necessária para que a atividade biológica entre em ação, possibilitando a decomposição da matéria orgânica de forma mais rápida.
- **Temperatura**: o processo se inicia em temperatura ambiente, mas com passar do tempo e à medida que a ação microbiana se intensifica a

temperatura se eleva, podendo atingir valores acima de 60° C. Esta fase do processo é chamada de termófila e é importante para a eliminação dos micróbios patogênicos e sementes de ervas daninhas. Depois que a temperatura atinge este pico, é iniciado um processo de resfriamento podendo alcançar 30° C. É nesta fase em que ocorre a bioestabilização da matéria orgânica.

- **Umidade**: depende da granulometria da fração orgânica, bem como da porosidade e grau de compactação da mesma. Para que haja uma compostagem satisfatória a umidade não deve exceder o máximo de 50% em peso, durante o processo. Se houver um aumento da umidade a atividade biológica será reduzida; por outro lado, se for muito elevada a geração biológica será prejudicada, ocorrendo anaerobiose. Sob estas condições forma-se o chorume, que é um liquido 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 demasiado a produção de chorume.
- **Granulometria**: é um fator que deve ser levado em consideração para que se inicie o processo de compostagem da fração orgânica. Para se obter homogeneidade no composto, devem ser utilizadas peneiras.

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

### 1.3 Locais para deposição de resíduos sólidos

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

**Aterro comum ou lixão**: é uma forma inadequada de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Os resíduos assim

lançados acarretam problemas à saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos, etc), geração de maus odores e, principalmente, a poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas através do chorume, comprometendo os recursos hídricos. Acrescenta-se a esta situação o total descontrole quanto aos tipos de resíduos recebidos nestes locais, verificando-se até mesmo a disposição de dejetos originados dos serviços de saúde e das indústrias. Comumente ainda se associam aos lixões fatos altamente indesejáveis, como a criação e pastagem de animais e a existência de catadores (os quais muitas vezes, residem no próprio local).

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

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

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

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

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

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

d) **Escolha do terreno**: será levada em consideração, a facilidade de acesso, a concordância da população quanto à instalação do projeto, o respeito às normas de zoneamento e a diminuição da contaminação ambiental;
e) **Levantamento de dados**: serão verificados os índices pluviométricos da região, que resíduos serão depositados, densidade e peso especifico dos resíduos, levantamento topográfico e geotécnico, recursos hídricos, tipo de vegetação, etc.

### 1.4 Gestão de aterros sanitários

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

**Tipo de solo:** solos residuais pouco espessos são considerados inaptos e solos permeáveis, com espessuras superiores a 3 m, facilitam a depuração de bactérias, chorume, compostos químicos, etc;

**Nível freático:** superior a 5 m, evitando a contaminação direta com águas de subsuperfície;

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

- **Direção dos ventos:** preferencialmente contrária à ocupação urbana.

### 1.4.1 Informações gerais

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

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

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

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

### 1.4.2 Requisitos de engenharia de um aterro sanitário

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

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

O aterramento simples é valido, entretanto, apenas para os resíduos domésticos e industriais comuns, sem materiais tóxicos, tais como, resíduos hospitalares e embalagens de defensivos agrícolas. Já os resíduos tóxicos exigem total impermeabilização do aterro, que pode ser feita pela deposição de uma camada de argila selecionada na região, pelo uso de lonas plásticas, mantas de bidin ou camadas de concreto.

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

sua lenta percolação pelo solo permite que as argilas extraiam a maior parte dos metais e reduzam a acidez, anulando os seus efeitos nocivos sobre a água.

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

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

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

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

- Determinação dos tratamentos prévios dos resíduos, dos métodos e processos de disposição.
- Instalação e execução do monitoramento operacional e pós-operacional.

# 2 GESTÃO TERRITORIAL

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

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

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

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

Segundo Cerri e Amaral (1998), as medidas de prevenção de acidentes geológicos podem ser dirigidas para evitar a ocorrência ou reduzir a magnitude do(s) processo(s) geológico(s), para eliminar ou reduzir as conseqüências sociais e/ou econômicas decorrentes, ou para ambas, simultaneamente. Os autores consideram ainda que, além da possibilidade de remoção definitiva dos moradores das áreas

sujeitas a risco (procedimento raramente colocado em prática devido às dificuldades inerentes a esta ação), a prevenção de acidentes geológicos urbanos deve considerar os seguintes objetivos:

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

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

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

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

**Tabela 1 -** Medidas de prevenção de riscos geológicos

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

Fonte: Cerri e Amaral (1998)

Existem diversas leis que regulamentam a liberação de loteamentos por parte das prefeituras. A principal delas é a Lei de Lehman, Lei Federal n° 6.766 de 19/12/1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e se constitui num dos principais dispositivos legais deste assunto. Esta Lei determina que não pode haver parcelamento do solo nas seguintes condições:

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

- em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis até a sua correção.

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

Nos trabalhos de campo, observou-se que existem problemas de gestão territorial em Santa Helena. São nascentes e áreas aluvionares englobadas pelo perímetro urbano, não preservadas e ocupações em áreas impróprias, encostas abruptas, alta declividade. São pouco expressivas, porém deve-se atentar para impedir novas ocupações dessas áreas consideradas inadequadas, que podem ser observadas no mapa síntese para o planejamento Anexo 10 .