MINEROPAR
BIBLIOTECA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
GRUPO DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES DO AMBIENTE – GEMA

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DA FOLHA TOPOGRÁFICA DE MARINGÁ – PR
ESCALA 1:100.000

MARINGÁ – 2005

624.13
(816.21m)
G249m

Registro n. 5276
Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
MAPOTECA
Reg. 5276 Data 3/06/06

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
GRUPO DE ESTUDOS MULTIDISCIPLINARES DO AMBIENTE – GEMA

MAPEAMENTO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO DA FOLHA TOPOGRÁFICA DE MARINGÁ – PR
ESCALA 1:100.000

Coordenação:

Prof. Dr. Nelson Vicente Lovatto Gasparetto
Prof[a]. Dr[a]. Marta Luzia de Souza

Equipe Técnica:

Prof. Dr. Edison Fortes
Prof. Dr. José Cândido Stevaux
Prof. Dr. Manoel Luiz dos Santos
Prof[a]. Dr[a]. Suzana Volkmer

Técnica de Laboratório:

Maria de Moraes

Maringá - 2005

SUMÁRIO

Introdução	1
Localização da área	2
Metodologia	4
Mapa de documentação	6
Mapa de bacias hidrográficas	8
Mapa do substrato rochoso	11
Mapa de materiais inconsolidados	17
Carta de declividade	26
Mapa de feições do terreno (*landforms*)	29
Carta de potencial a erosão	38
Considerações finais	42
Agradecimentos	42
Referências	43
Anexos	

Introdução

A ocupação da região norte-central do Paraná alterou de forma drástica as condições originalmente existentes sobre a cobertura pedológica, principalmente com a retirada da vegetação e ocupação do solo, provocando a alteração do escoamento superficial, do regime hídrico dos materiais e do sistema de drenagem como um todo. A conseqüência dessas alterações foi o desenvolvimento de diferentes formas erosivas, como sulcos, ravinas, voçorocas, erosão laminar, além de movimentos de massa em materiais inconsolidados.

Assim, o conhecimento das características do meio físico é de fundamental importância para a implantação adequada das diversas formas de ocupação, como também para a execução de medidas preventivas e corretivas de áreas a serem ocupadas. Nesse contexto, deve-se destacar a importância do mapeamento geotécnico como um dos instrumentos capazes de levantar e analisar os atributos do meio físico, com o emprego de metodologias específicas para cada objetivo a ser alcançado.

O presente trabalho teve a finalidade de elaborar uma série de mapas, cartas e textos explicativos sobre o levantamento das principais características geotécnicas da Folha de Maringá, escala 1:100.000, enfatizando os componentes geológicos (substrato rochoso e materiais inconsolidados), geomorfológicos (declividade, *landforms*), águas superficiais (densidade de canais/km) e processos geológicos (potencial de risco a erosão). Nesse sentido, acredita-se que os resultados desta pesquisa possam ser utilizados na preservação, proteção e gerenciamento do meio físico, além de evidenciar a importância do uso e ocupação racional dos recursos naturais, visando à preservação ambiental.

A finalidade do mapeamento geotécnico é prever o comportamento do meio físico e possibilitar a implantação de medidas de intervenção no planejamento ambiental da área pesquisada.

Localização da Área

A área onde foi realizada esta pesquisa está localizada na região norte-central do estado Paraná e compreende as Folhas Topográficas (1:50.000) de Maringá, Sabáudia, Santa Fé e Astorga. No entanto, este trabalho foi realizado sobre uma base cartográfica na escala 1:100.000, a qual foi denomina informalmente de Folha de Maringá (1:100.000). A referida área está compreendida entre as coordenadas 23°30' S, 52°00' W e 23° 00' S, 51°30', W com altitude média variando de 450 a 700 metros (Fig.1). Os municípios pertencentes à área de estudo são Maringá, Sarandi, Marialva, Astorga, Sabáudia, Santa Fé, Jaguapitã, Flórida, Lobato, Iguaraçu e Ângulo

No contexto geomorfológico regional, a área mapeada se encontra inserida no Terceiro Planalto Paranaense, onde partes das rochas vulcânicas estão recobertas por sedimentos da Formação Caiuá (Maack, 2002) [Fig.2]. A área mapeada é drenada pelas bacias hidrográficas do rio Ivaí, ao sul, e do rio Paranapanema, ao norte, ambas pertencentes à bacia do rio Paraná.

A vegetação típica da região, à época de sua ocupação, era exuberante, formada pela Floresta Estacional Semidecidual, constituindo-se em uma das mais ricas áreas de floresta do país, com árvores que alcançavam até 40 metros de altura. A vegetação foi quase totalmente devastada durante o processo de ocupação, que se iniciou por volta dos anos 1930, sendo substituída principalmente pelas plantações de café e pastagens naturais e, posteriormente, pelas culturas temporárias. Pequenos segmentos de mata nativa e, sobretudo, reflorestamentos de eucaliptos e grevíleas aparecem na área.

O clima da região é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfa), com verões quentes e geadas pouco freqüentes (Köeppen, 1948). A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês mais frio é inferior a 18°C. A precipitação média anual varia de 1.250mm a 1.600mm, sendo que no verão ocorrem os maiores índices pluviométricos, concentrados nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março.

Localização da Área

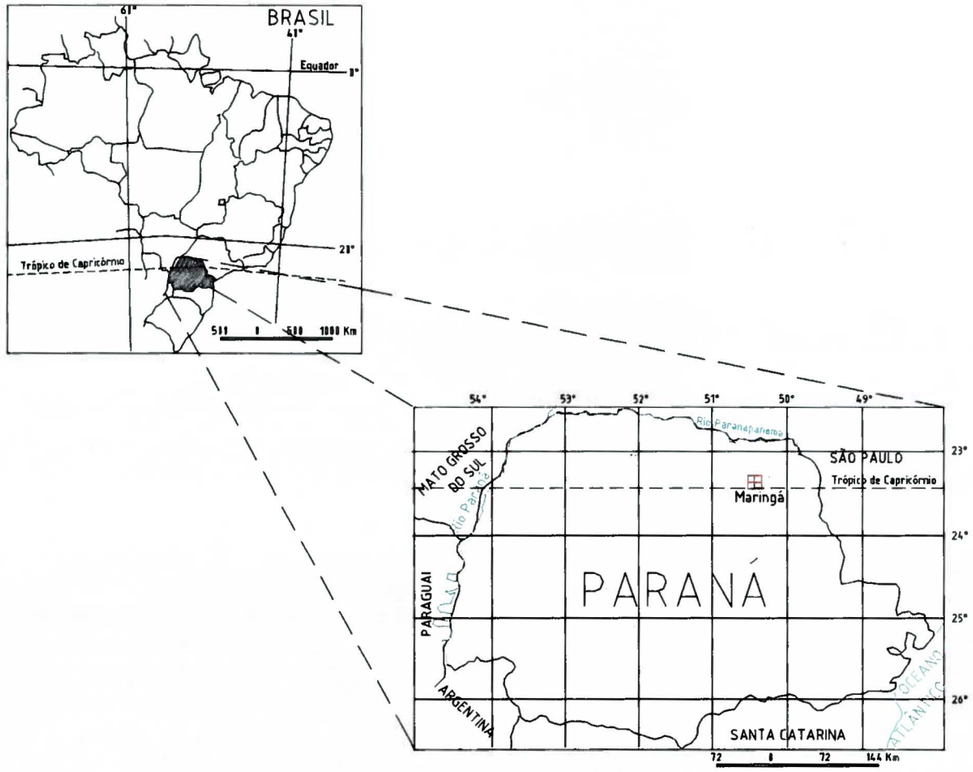


Figura 1 – Localização da área estudada

Figura 2 – Visão geral da área composta de rochas basálticas e areníticas

Metodologia

O mapeamento geotécnico da área do projeto foi realizado na escala 1:100.000, classe regional, segundo a proposta metodológica de Zuquette e Gandolfi (2004), que tem como fundamento principal os trabalhos de Zuquette (1987; 1993). Foram realizados em etapas distintas, campo e laboratório, o levantamento e a análise de um grupo de atributos do meio físico, os quais foram utilizados na elaboração de vários produtos cartográficos hierarquizados (Quadro1).

Os principais materiais e equipamentos utilizados na pesquisa, em campo e laboratório, foram os seguintes:

Cartográficos

Folha topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), escala 1:250.000, Londrina (SF-22-Y-D), 1977;

Folhas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), escala 1:50.000: Santa Fé (SF-22-Y-D-II-1), 1992; Astorga (SF-22-Y-D-II-2), 1990; Sabaúdia (SF-22-Y-D-II-4), 1991;

Folha topográfica do Ministério do Exército, escala 1:50.000, Maringá (MI- 27857/3), 1997.

Sensores remotos

Fotografias aéreas, escala 1:50.000, COPEL (1994);

Fotografias aéreas, escala 1:25.000, ITC -PR (1980);

Mosaico de imagens de radar digital, escala 1:250.000, EMBRAPA (2005).

Equipamentos

Campo

GPS – *Global Positionning System;*

Trena laser – 30m;

Máquinas fotográficas digital e analógica;

Bússola.

Laboratório

Determinação da propriedade erodibilidade (absorção de água e perda de massa por imersão) e umidade.

Os demais ensaios foram realizados nos laboratórios da Mineropar em Curitiba.

Softwares

Spring 4.1/ Arcmap: elaboração de documentos cartográficos;

Coreldraw12: tratamento de imagens;

Word for Windows NT da Microsoft : editoração do texto.

Quadro 1 – Síntese dos principais atributos da área pesquisada

Tipos de Documentos Cartográficos	**Nível Hierárquico**	**Componentes**	**Atributos**	**Formas de Obtenção**
Documentação: Auxiliar	I		Pontos de observação Pontos de amostragens Pontos de sondagens Pontos de extração de materiais de construção	Folha topográfica Trabalhos de campo (observação) Laboratório (digitalização)
Mapa de Bacias Hidrográficas: Fundamental Básico	I	Águas Superficiais	Profundidade do lençol freático Densidade de canais/km	Trabalhos de campo (observação) Fotointerpretação Folha topográfica Laboratório (digitação)
Mapa do Substrato Rochoso: Fundamental Básico	I	Geologia	Litoestratigrafia Espessura (m) Estruturas; Índice RDE Mineralogia/Petrografia Grau de alteração	Levantamentos bibliográficos Trabalhos de campo (observação, medidas de espessuras) Fotointerpretação Laboratório (digitalização)
Mapa de Materiais Inconsolidados: Fundamental Básico	I	Geologia	Gênese Espessura (m); Distribuição em área (km^2) Presença de matacões Grau de alteração Índices físicos (cor, textura, massa específica dos sólidos, massa específica seca de campo, índice de vazios, porosidade, permeabilidade, grau de saturação, massa específica aparente úmida, limites de consistência, erodibilidade) Índices químicos (CTC, SE solo/argila, Acb, pH)	Levantamentos bibliográficos Trabalhos de campo (observação, coletas de amostras, sondagens tipo SPT, medidas de espessuras); Fotointerpretação Ensaios de laboratório Laboratório (digitalização)
Carta de Declividade: Fundamental Básica	I	Geomorfologia	Classes de declividade (%, °)	Folha topográfica Trabalhos de campo (observação) Fotointerpretação Laboratório (digitalização)
Mapa de Feições do Terreno (*landforms*): Fundamental Básico	I	Geomorfologia	Declividade Amplitude do relevo Formas de vertentes Profundidade média dos vales Profundidade média dos compartimentos	Folha topográfica Trabalhos de campo (observação) Fotointerpretação Interpretação de mosaico de radar Laboratório (digitalização)
Mapa de Bacias Hidrográficas: Fundamental Básico	I	Águas Superficiais	Escoamento superficial Poços existentes	Trabalhos de campo (observação) Fotointerpretação
Carta de potencial a erosão: Carta Analítica Básica	IV		Classes de potencial a erosão (muito alta, alta, média e baixa)	Superposição controlada (manual e automatizada) a partir dos documentos cartográficos do nível hierárquico I

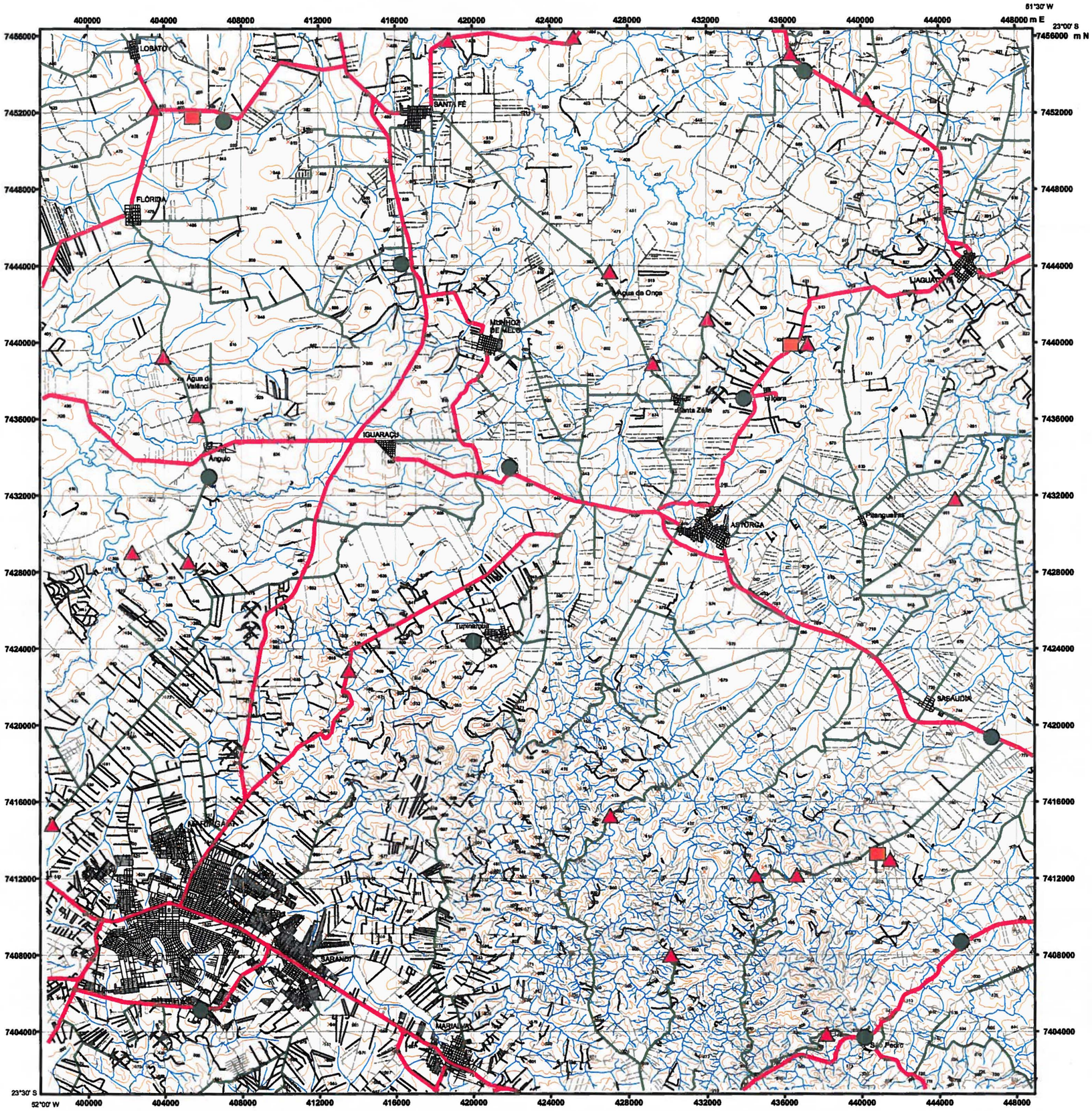
Produtos Cartográficos-Mapa de Documentação

Os produtos cartográficos obtidos, segundo a metodologia adotada, foram hierarquizados no nível I os do tipo auxiliar (mapa de documentação) e fundamentais básicos: mapa de bacias hidrográficas, mapa do substrato rochoso, mapa de materiais inconsolidados, carta de declividade e mapa de feições do terreno (*landforms*). No nível hierarquizado IV do tipo analítico foi elaborada a carta de potencial a erosão. A importância, as características e as aplicações de cada um desses produtos cartográficos são descritas a seguir.

O mapa de documentação elaborado agrupa os dados levantados em campo. As informações foram colocadas no mapa topográfico Folha de Maringá, escala 1:100.000, na forma de pontos numerados com símbolos e cores diferentes para facilitar a sua localização.

Os dados levantados compreendem 22 pontos de observação, 11 pontos de amostragem dos materiais inconsolidados, com coletas de amostras deformadas e indeformadas, três pontos de sondagem a percussão tipo SPT, seis pontos de identificação de locais para a extração de materiais de construção (pedreiras, cascalheiras).

Para as informações básicas da área mapeada: localização, fins ocupacionais, bem como para os componentes do meio físico, geologia, geormorfologia e águas superficiais, foram utilizadas fichas de levantamento de campo adequadas aos objetivos do projeto, ou seja, para retratar os atributos da área. As fichas de observação em campo foram georreferenciadas e são ferramentas fundamentais em mapeamentos geotécnicos. Essas fichas têm a função de armazenar, recuperar e adicionar dados de forma rápida, uma vez que podem ser utilizadas isoladamente em um banco de dados digital ou inseridas em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).



PONTOS DE DOCUMENTAÇÃO

- Controle de Campo
- Sondagem a Percussão (SPT)
- Coleta de amostra deformada e indeformada
- Pedreiras

ESTRADAS DE RODAGEM

- Auto-Estrada
- Estrada sem Pavimentação - Tráfego Permanente
- Estrada sem Pavimentação - Tráfego Periódico
- Caminhos
- Áreas Urbanas

N
W E
S

0 2 4 6 8 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich

acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente

Eqüidistância das Curvas de Nível: 40 metros

Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG

Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

SEMA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

Produtos Cartográficos-Mapa de Bacias Hidrográficas

O mapa de bacias hidrográficas se reveste de grande importância em trabalhos de mapeamento geotécnico, uma vez que o mesmo pode revelar a concentração e o tempo de permanência da água no interior da bacia até chegar ao exutório. De modo geral, as bacias hidrográficas apresentam forma de leque ou pêra, enquanto as pequenas bacias hidrográficas variam muito no seu formato, uma vez que dependem fundamentalmente do substrato rochoso.

Na Folha topográfica de Maringá, escala 1:100.000, foi possível delimitar quatro sub-bacias hidrográficas: a sub-bacia do rio Pirapó, a sub-bacia do rio Bandeirantes do Norte, a sub-bacia do ribeirão Centenário e a sub-bacia do ribeirão Pingüim, todas pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraná.

A bacia do rio Pirapó se destaca das demais por apresentar a maior área, desenvolvendo-se na direção SE – NW. No setor SE do mapa apresenta padrões de drenagem tipo treliça e dendrítico bastante adensado, reflexo do substrato formado por rochas basálticas, de pequena espessura dos materiais inconsolidados, aliada ao relevo mais acidentado.

À medida que a bacia avança para o setor NE, o padrão se mantém, porém os canais de drenagem se tornam mais espaçados, devido ao relevo pouco acidentado e também por apresentar os materiais inconsolidados mais espessos, o que favorece a infiltração, reduzindo o número de canais de drenagem.

A sub-bacia do ribeirão Bandeirantes do Norte é a segunda em ordem de grandeza, e abrange o setor N-NE do mapa, excetuando-se uma pequena área localizada no extremo NE do mapa, ocupada pela sub-bacia hidrográfica do ribeirão Centenário (Fig. 3). O substrato geológico da sub-bacia do rio Bandeirantes é constituído, nas partes mais elevadas, por arenitos, enquanto nas áreas mais deprimidas, como nos fundos de vales, ocorre rocha basáltica.

Os canais de drenagem principais, tanto os da margem esquerda quanto os da direita do rio Bandeirantes, tendem a desenvolver padrões de drenagem tipo subparalelo e secundariamente retangular, enquanto os canais menores podem desenvolver padrão subdendrítico. Essa tendência parece estar associada ao encaixe tectônico apresentado pelo rio Bandeirantes e ao substrato rochoso da área.

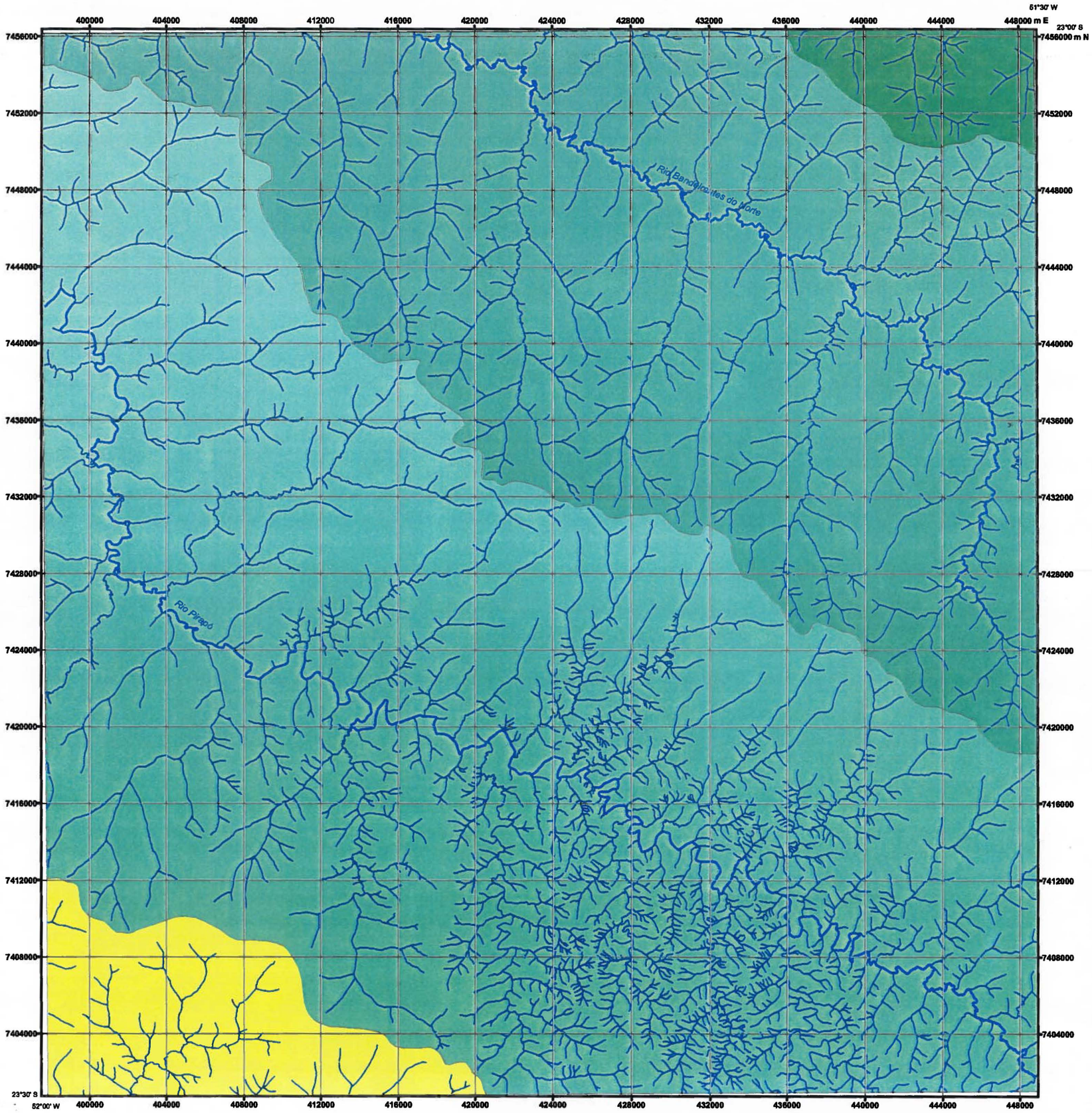
Produtos Cartográficos-Mapa de Bacias Hidrográficas

Figura 3 – Corredeira do ribeirão Bandeirantes do Norte, substrato basáltico

As sub-bacias hidrográficas do ribeirão Pingüim e do ribeirão Centenário ocupam pequenas áreas nos extremos opostos, isto é, SW e NE do mapa respectivamente. O substrato geológico da bacia do ribeirão Pingüim é composto essencialmente por rochas basálticas, enquanto que o substrato geológico da bacia do ribeirão Centenário é composto por rochas sedimentares. Embora essas bacias apresentem substrato rochoso diferente, os padrões de drenagem são semelhantes, ou seja, sub-retangular e subdendrítico.

Durante a realização deste trabalho foram percorridos centenas de quilômetros em estradas vicinais e ruas dos municípios, para medição da profundidade do nível freático em poços cacimbas. No entanto, em poucos locais pôde ser determinada a profundidade do nível freático, uma vez que, na maioria dos locais visitados, a água é obtida a partir de poços escavados profundos.

De modo geral, a profundidade do nível freático, nas áreas planas, sobre os interflúvios mais elevados e nos pequenos platôs formados de rochas vulcânicas, é superior a 10m, podendo, eventualmente, ultrapassar 30 metros, como no arenito, o que de certa forma o resguarda de um risco maior de contaminação. Por outro lado, grande parte da área mapeada se encontra sobre rochas basálticas, muitas vezes extremamente fraturadas, recobertas com material inconsolidado de pequena espessura e com nível freático próximo da superfície. Essa condição favorece um aumento da vulnerabilidade do aqüífero.



BACIAS HIDROGRÁFICAS

- Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó
  - Sub-bacia Rio Bandeirantes do Norte
  - Sub-bacia Ribeirão do Pacú / Ribeirão Centenário
- Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí
  - Sub-bacia Ribeirão Pinguim

N
W E
S

0 2 4 6 8 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich
acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente
Eqüidistância das Curvas de Nível: 40 metros
Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

SEMA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

Produtos Cartográficos-Mapa do Substrato Rochoso

O mapa do substrato rochoso é um documento cartográfico que pode mostrar vários tipos de informações referentes aos aspectos litoestratigráficos, aos elementos estruturais e ao comportamento geotécnico dos maciços rochosos.

Na área que compreende a Folha de Maringá, escala 1:100.000, pertencente à bacia sedimentar do Paraná, afloram rochas dos Grupos São Bento e Bauru, descritos a seguir.

Grupo São Bento

O Grupo São Bento está representado na área apenas pelas rochas extrusivas e intrusivas associadas da Formação Serra Geral. Essa litologia compõe cerca de 60% da área da Folha de Maringá, atingindo sua cota mais alta de ocorrência com cerca de 709m de altitude, no extremo sudeste da área, no município de Mandaguari. As menores cotas compreendem os afloramentos ao longo do canal do rio Pirapó a cerca de 360m de altitude, no município de Flórida, no setor noroeste da folha.

Não existem informações quanto à espessura total dessa formação na área, sendo a mais próxima fornecida pelo poço estratigráfico da PETROBRÁS Apst-1-PR, situado próximo a Londrina, o qual apresentou 1.200m de espessura.

O mapeamento das isópacas acima do topo da Formação Botucatu, efetuado pela PETROBRÁS - NEXPAR (1995), indica para a região norte-central do Paraná uma espessura em torno de 1.000m a 1.200m para o pacote das vulcânicas da Formação Serra Geral. Portanto, assume-se esse valor de espessura para a região ora mapeada.

De modo geral, a Formação Serra Geral, na área, é constituída por uma seqüência de derrames de basalto com espessuras que variam de decímetros até 50m, com a presença mais rara de corpos sedimentares intertrapeanos decimétricos. Em regra constitui-se de basalto maciço ou amigdaloidal, sendo este último predominante no topo dos derrames. O basalto é geralmente afanítico, constituído principalmente por plagioclásio (labradorita) e piroxênio (augita). Ostenta geralmente cores cinza-esverdeada-escura e cinza-escura a preta. As amígdalas são geralmente preenchidas por calcedônia, zeólitas, quartzo, cloritas e calcita.

Produtos Cartográficos-Mapa do Substrato Rochoso

É rara a ocorrência natural de rocha sã ou levemente alterada (graus I e II na classificação de Price (1993), sendo que estas afloram, mais restritamente, ao longo das drenagens. No setor sudeste da folha, onde as declividades são mais acentuadas, afloram nas vertentes basaltos moderadamente alterados a intensamente alterados (graus III e IV, segundo Price, op cit) [Fig. 4]. Matacões de basalto são de comum ocorrência em todo o setor sudeste da Folha de Maringá.

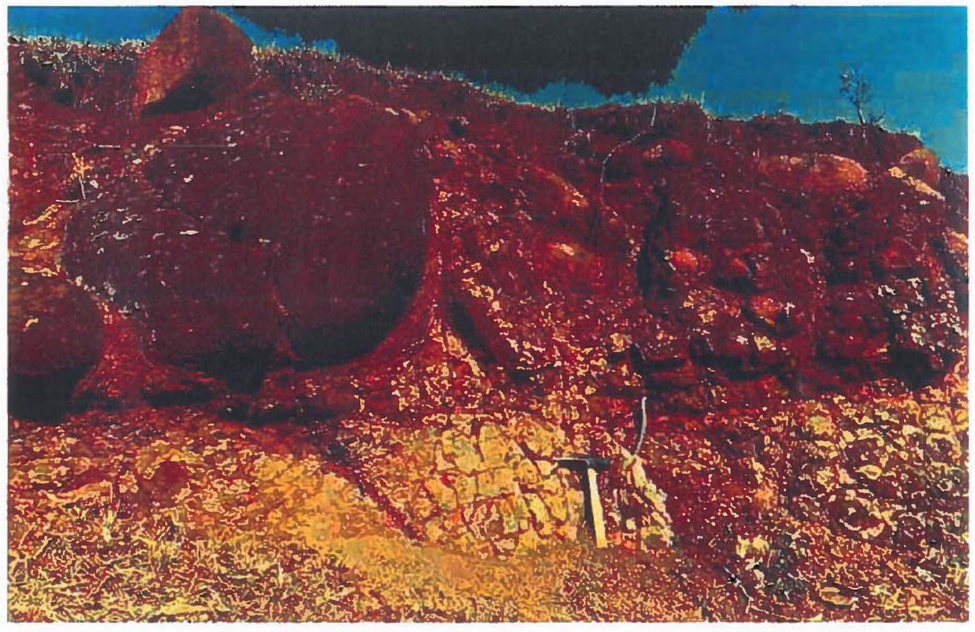


Figura 4 - Afloramento de basalto em vários graus de alteração

Não foram encontrados afloramentos de rochas vulcânicas ácidas na área mapeada, embora Pinese e Nardy (2003) relatem a ocorrência de litotipos ácidos da Formação Serra Geral no Terceiro Planalto Paranaense, ao norte do alinhamento magnético-tectônico do rio Piquirí.

A disjunção colunar é uma característica marcante dos basaltos na área. As fraturas, por sua vez, têm extensão de poucos metros e têm sua gênese ligada principalmente ao resfriamento da lava e por alívio de sobrecargas, o que confere aos basaltos graus muito variáveis de fraturamento, desde medianamente fraturados até extremamente fraturados.

O conjunto de falhas alinhadas preferencialmente nas direções N40-60E e N40-60W (IPT,1982) tem origem tectônica, segue os grandes alinhamentos estruturais dos diques básicos da Formação Serra Geral, comuns na área mapeada, e apresenta, em regra, maiores extensões que nos casos anteriores.

Produtos Cartográficos-Mapa do Substrato Rochoso

A área de estudo está situada na região compreendida entre a zonas de falhamento do rio Alonzo e São Gerônimo-Curiúva, que compreende o eixo do arco de Ponta Grossa e se caracteriza por intenso fraturamento e falhamento, orientados quase que exclusivamente segundo a direção NW-SE, o que promove a ocorrência de exame de diques nessa região.

Assim, a principal drenagem da região, o rio Pirapó e seu maior afluente, o rio Bandeirantes do Norte, tem seu curso fortemente condicionado a esses lineamentos, sendo determinada em vários pontos de suas bacias a presença de um forte condicionamento tectônico.

Áreas de soerguimentos e rebaixamentos foram identificadas por meio da análise da drenagem, assim como conjuntos de falhamentos e movimentação vertical de blocos por Martinez (2005). Esse autor, utilizando-se do índice de Relação Declividade e Extensão – RDE - (HACK, 1973), nos perfis longitudinais dos rios mencionados e em seus tributários, identificou anomalias em vários locais da área mapeada, os quais foram interpretadas como estruturas neotectônicas, de caráter vertical tanto positivo como negativo.

Grupo Bauru

Muito embora a definição da hierarquia estratigráfica, referente às rochas cretáceas do oeste de São Paulo e Paraná, ainda seja motivo para discussão (GASPARETTO, 1999), para este trabalho foi considerada a denominação de Grupo Bauru, como originalmente proposta por Almeida et al. (1980). Esse grupo abrange as Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina, Uberaba e Marília, aflorantes nos estados do Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás. Embora o mapeamento geológico efetuado pela Paulipetro (1981) apresente a ocorrência das formações Caiuá e Santo Anastácio na região desse mapeamento, neste trabalho são consideradas como Formação Caiuá todas as ocorrências de arenito mapeadas. Isso se deve à falta de afloramentos confiáveis para determinação das diferentes unidades litoestratigráticas, à grande homogeneidade litológica apresentada pelo arenito e à ausência de fácies lamíticas associadas.

Produtos Cartográficos-Mapa do Substrato Rochoso

Muito embora algumas quebras do relevo possam sugerir um contato entre litotipos diferentes. Para a determinação mais precisa dos contatos entre essas duas formações, no entanto, seria necessário o mapeamento de uma área mais ampla, para o norte, onde a Formação Santo Anastácio ocorre tipicamente.

A área de abrangência da Formação Caiuá corresponde a cerca de 40% da folha, principalmente em seu setor norte, compondo, preferencialmente, o divisor de águas das duas drenagens mais importantes da área: o rio Pirapó e seu afluente, o ribeirão Bandeirantes do Norte.

Os arenitos da Formação Caiuá ocorrem entre as cotas de 540m, na região de Tupinambá - Iguaraçu (PR), e 450m, na região de Lobato, indicando um caimento regional dessa unidade para noroeste de 5m/km a 6m/km. Não foi possível medir a espessura dessa formação na área estudada; contudo, dados provindos de perfurações de poços tubulares profundos realizadas no município de Santa Fé alcançaram espessura de 35m a 40m.

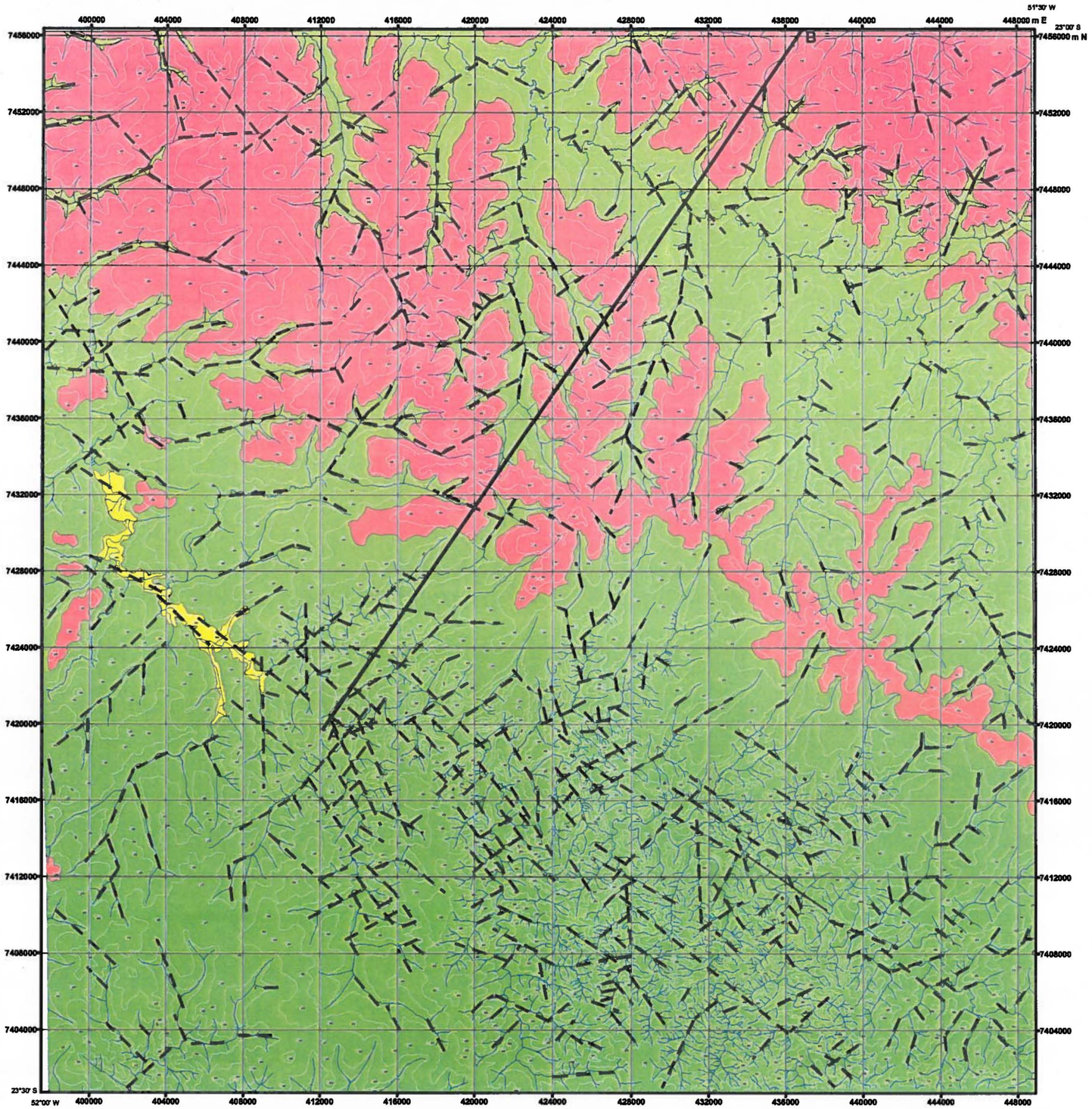
A Formação Caiuá é constituída de arenito bem selecionado de granulação predominantemente fina a média e com pouca matriz argilosa. Constitui-se predominantemente de quartzo (85%) e secundariamente de feldspato (10%), tendo minerais opacos como acessórios (5%). Os grãos da fração média a fina apresentam formas no geral subesféricas, foscas e arredondamento bom a muito bom (GASPARETTO E SANTOS, 2001). Podem apresentar quantidades variadas de cimento e matriz, constituídos por oxi-hidróxidos de ferro e argilominerais respectivamente. Os oxi-hidróxidos de ferro que ocorrem em maior freqüência dão à rocha a coloração avermelhada típica.

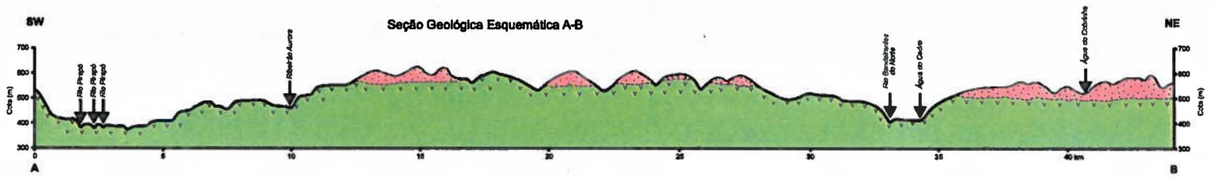
Muito embora não ocorram na área afloramentos com estruturas visíveis, a Formação Caiuá apresenta estratificação cruzada tabular de grande porte, com estratos variando de ordem decimétrica a centimétrica, constituídos de lâminas milimétricas, distintas pela variação granulométrica e/ou pela matriz argilosa.

Produtos Cartográficos-Mapa do Substrato Rochoso

A Formação Caiuá assenta-se discordantemente sobre a Formação Serra Geral, discordância essa demarcada por delgados níveis de brecha na base do arenito. Para o topo desenvolve contato gradativo com a Formação Santo Anastácio. Essa interdigitação entre as duas unidades faz com que muitos autores atribuam a ocorrência de dois membros, no caso Mamborê e Porto Rico (JABUR E SANTOS,1984), ou as elevem à categoria de grupo (Grupo Caiuá), com as Formações Goio-Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio (FERNANDES E COIMBRA, 1994).

Na área de estudo, a Formação Caiuá tem poucos afloramentos, em geral, situados no fundo das drenagens, estando no restante da área recoberta por espessa cobertura superficial arenosa de origem pedogenética e/ou coluvial.





UNIDADES LITOESTRÁTIGRÁFICAS

QUATERNÁRIO

Qr - Aluviões em terraços alçados em relação ao leito atual da drenagem (desníveis de meia uma dezena de metros) constituídos predominantemente por depósitos arenosos.

CRETÁCEO SUPERIOR

Formação caiuá - kc - arenitos predominantemente médios e secundáriamente finos e grossos, quarzosos, com feldispato, calcedônia, e opacos, apresentam-se cimentados por pequenas quantidades de hidróxidos de ferro e argila, podendo ocasionalmente apresentar fraca cimentação por sílica. Coloração arroxeada e avermelhada. Os arenitos apresentam estrátificações cruzadas tabulares ou por vezes acanaladas, de grande porte, ocorrendo raramente bancos maciços.

EO CRETÁCEO

Jksg - Seqüência de derrames tabulares com intercalações de arenitos a siltitos e brechas intertrapianas (espessura máxima dos derrames ao redor de 50 metros).

Rochas intrusivas hipoabissais basáltica - diabásico na forma de diques.

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Dique de diábasio

Lineamento fotogeológico

A — B Seção Geológica

N
W E
S

0 2 4 6 8 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente

Eqüidistância das Curvas de Nível: 40 metros

Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG

Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

SEMA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

O mapa de materiais inconsolidados fornece informações sobre o comportamento geotécnico dos materiais geológicos (solos e sedimentos) que recobrem o substrato rochoso. A obtenção desse mapa tem por finalidade subsidiar a avaliação de terrenos quanto à erodibilidade, à potencialidade para disposição de resíduos, à capacidade de suporte de obras civis, entre outras finalidades, como formas ordenadas de uso e ocupação.

Os materiais inconsolidados que ocorrem na área deste trabalho foram classificados em residuais e retrabalhados e individualizados em quatro unidades. Para a delimitação dessas unidades de materiais inconsolidados, além das descrições de perfis típicos de alteração realizada principalmente em afloramentos das principais vias de acesso da área, foram utilizados os resultados das sondagens de simples reconhecimento (SPT) [Anexo 1] realizadas no decorrer do projeto, assim como os resultados obtidos de ensaios laboratoriais realizados em amostras deformadas e indeformadas.

Os ensaios laboratoriais físicos e químicos executados em cada unidade foram: cor análise granulométrica conjunta, limites de consistência (LL e LP), massa específica dos sólidos, índice de campo (massa específica seca de campo, índice de vazios, porosidade, grau de saturação), proctor normal (massa específica aparente seca, massa específica aparente úmida), permeabilidade, erodibilidade (absorção de água e perda de massa por imersão); pH do solo (água e KCl), absorção de azul de metileno (CTC, SE, Vb e Acb) [Tabela – Anexo 2].

Unidade 1

Essa unidade ocorre essencialmente sobre as rochas basálticas distribuídas ao longo de uma faixa no setor SE da área abrangendo 545,1Km^2, e também ao longo das drenagens dos afluentes do ribeirão Bandeirantes do Norte. É constituída por uma associação de materiais residuais e retrabalhados oriundos da Formação Serra Geral, com espessuras variando entre 0m e 2m e textura argila (>40%).

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Nessa unidade é comum a presença de blocos rochosos (matacões), com diâmetro variando de 0,20m a 2m, com diferentes estágios de alteração (Fig. 5), distribuídos ao longo das vertentes mais íngremes, que podem desenvolver, em determinadas situações, movimentos de massa.

Os materiais inconsolidados do tipo residual, representativos dessa unidade, apresentam as seguintes características físicas: predomínio da cor vermelha (2,5YR4/6), massa específica dos sólidos (3,1g/cm^3), massa específica seca de campo (1,1g/cm^3), índices de vazios (1,8), porosidade (63,8%), grau de saturação (56,5%), massa específica aparente seca (1,3g/cm^3), massa específica aparente úmida (34,9%)], limites de consistência (LL=63,0; LP=48,9; IP= 4,1), permeabilidade média (K=10^{-3}) e erodibilidade: alta. Entre os parâmetros químicos dos materiais inconsolidados dessa unidade, destacam-se os seguintes índices: capacidade de troca catiônica (solo=10,8meq/100g, argila=22,9meq/100g), superfície específica (solo=85,2m^2/g, argila=180m^2/g), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de solo (Vb=3,5), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de argila (Acb=7,4), pH (água=4,8, KCl=3,7).

este valor indica solo não laterítico

Unidade 2

Essa unidade se desenvolve principalmente ao longo das principais drenagens da área e abrange uma área de aproximadamente 976Km^2. Apresenta como substrato as rochas basálticas pertencentes à Formação Serra Geral, composta por materiais residuais, em diferentes graus de alteração, espessuras variando entre 2m a 5m e textura muito argilosa (>60%). Nessa unidade é comum a presença de pequenos afloramentos de rochas alteradas, localizadas nas quebras do relevo, ao longo das principais drenagens (Fig.6). Devido à sua proximidade com a superfície do terreno, esses materiais são extraídos e utilizados como revestimento em estradas vicinais da região. Esses afloramentos não foram destacados no mapa devido à escala de trabalho adotada. No entanto, devem ser delimitados em mapeamentos de detalhe. Convém salientar também, que, ao longo dos cursos d'água mais importantes, como nos rios Pirapó e Bandeirantes do Norte, pode ocorrer uma associação de materiais residuais e retrabalhados aluvionares.

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Figura 5 – Distribuição de matacões ao longo de uma vertente da Unidade 1

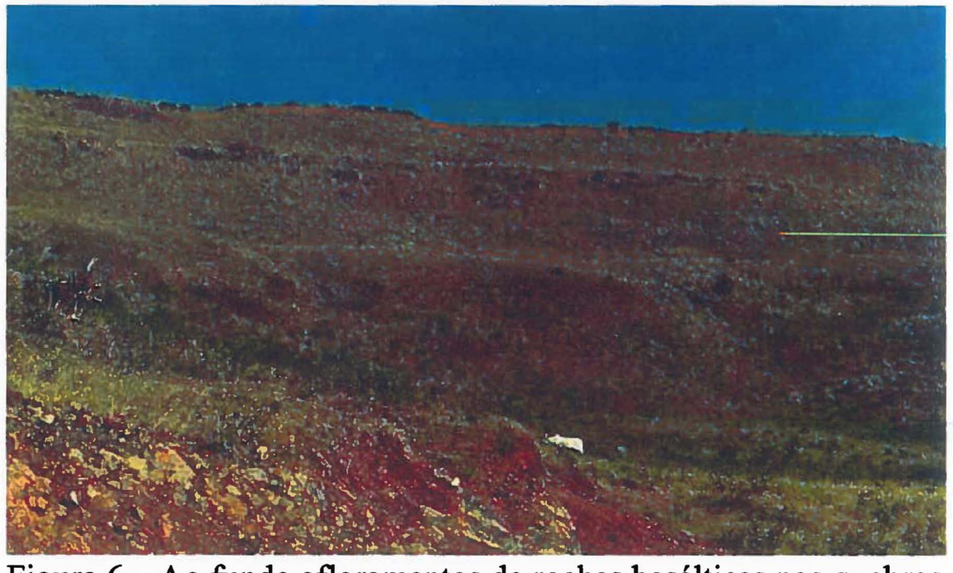


Figura 6 – Ao fundo afloramentos de rochas basálticas nas quebras de relevo

Os depósitos aluvionares são restritos a uma pequena área no extremo oeste da folha, devido ao grande entalhamento das drenagens, que não permite o desenvolvimento de uma planície de inundação e de depósitos a ela associados. Esses depósitos ocorrem como terraços isolados, com alturas que variam de 5m a 10m de altura em relação ao nível atual do rio Pirapó. São constituídos predominantemente por depósitos de textura argilo-arenosa, pouco espessos e, secundariamente, por depósitos de cascalhos maciços com matriz areno-argilosa. Raramente, ao longo do canal do rio Pirapó, se desenvolvem diques marginais e, quando presentes, são pouco desenvolvidos, de estrutura maciça e textura areia fina a muito fina. Em uma faixa com cerca de 15km de extensão e uma largura que varia de 100m a 200m, desenvolvida de forma assimétrica nas margens do canal do rio Pirapó, ocorrem depósitos pelítico-arenosos de origem aluvial, que são retrabalhados pelo curso atual do rio.

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Os materiais inconsolidados dessa unidade, descritos em perfis representativos, apresentam as seguintes características físicas: cores que variam do vermelho ao marrom-avermelhado (2,5YR4/6, 2,5YR4/4), e os índices físicos levantados foram: massa específica dos sólidos (3,0g/cm^3), massa específica seca de campo (1,2g/cm^3), índices de vazios (1,6), porosidade (61,1%), grau de saturação (61,5%), proctor normal [massa específica aparente seca (1,4g/cm^3), massa específica aparente úmida (32,0%)], limites de consistência (LL=54,2; LP=39,9; IP=14,3), permeabilidade baixa (K=10^{-4}) e erodibilidade: baixa a alta. Entre os parâmetros químicos dos materiais inconsolidados dessa unidade, destacam-se os seguintes índices: capacidade de troca catiônica (solo=7,0meq/100g, argila=10,0meq/100g), superfície específica (solo=82,2m^2/g, argila=78,0m^2/g), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de solo (Vb=2,2), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de argila (Acb=3,2), pH (água=5,4; KCl=4,2).

solo não laterítico

Unidade 3

Essa unidade abrange uma área de aproximadamente 474Km^2. Apesar de essa unidade apresentar o substrato rochoso semelhante à da Unidade 1, diferencia-se da anterior pela menor ocorrência de canais de drenagem. Ela ocorre sobre interflúvios amplos de topos planos a levemente convexos (Fig. 7), desenvolvendo topografia suavemente ondulada, contornando grosso modo a Unidade 1 nos setores N e SW. A espessura desses materiais residuais, determinada por sondagem de simples reconhecimento (SPT), mostrou que ela varia entre 5m a 10m e se encontra sobreposta aos saprólitos e/ou rocha sã, apresentando geralmente textura muito argilosa (>60%). Em profundidade superior a 10m, o material residual maduro transiciona para um material composto de rocha alterada, apresentando cores variando do creme até o lilás.

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Os materiais residuais inconsolidados que fazem parte dessa unidade foram identificados e descritos a partir de perfis residuais representativos, sendo determinados os seguintes índices físicos: apresenta cor marrom-avermelhada (2,5 YR 4/3), massa específica dos sólidos (3,1g/cm^3), massa específica seca de campo (1,0g/cm^3), índices de vazios (1,9), porosidade (66,0%), grau de saturação (48,4%), proctor normal [massa específica aparente seca (1,4g/cm^3), massa específica aparente úmida (28,9%)], limites de consistência (LL=49,0; LP=36,4; IP=12,6), permeabilidade média (K=10 $^{-3}$) e erodibilidade: alta. Entre os parâmetros químicos dos materiais inconsolidados dessa unidade, destacam-se os seguintes índices: capacidade de troca catiônica (solo=5,0meq/100g, argila=7,6 meq/100g), superfície específica (solo=39,1 m^2/g, argila=59,3 m^2/g), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de solo (Vb=1,6), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de argila (Acb=2,4), pH (água=4,7; KCl=4,0).

Solo LATERÍTICO

Figura 7 – Visão geral da Unidade 3 dos materiais inconsolidados

Unidade 4

É constituída de materiais residuais e retrabalhados predominantemente da Formação Caiuá e residuais da Formação Serra Geral e compreende uma área de aproximadamente 879Km^2. Essa unidade ocorre preferencialmente ao norte da área, porém tendo a máxima expressão no setor NW da mesma e desenvolvendo relevo suavemente ondulado. Os materiais que compõem essa unidade são homogêneos e friáveis, demonstrando avançado estágio de alteração intempérica.

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Os canais de drenagem tornam-se bastante espaçados quando comparados aos da Unidade 1, refletindo a maior facilidade de infiltração dessa unidade. A realização de duas sondagens de simples reconhecimento permitiu verificar que as espessuras desses materiais ultrapassam a 10m de profundidade, podendo ocasionalmente alcançar 30m (SPT e SPT).

Para a identificação dos materiais que compõem essa unidade, foram realizadas análises a partir de diversas descrições de perfis representativos, bem como a partir dos seguintes índices físicos: os materiais dessa unidade apresentam cores variando do vermelho ao marrom-avermelhado (2,5YR4/6; 2,5YR4/3,4/4), massa específica dos sólidos (2,7g/cm^3), massa específica seca de campo (1,5g/cm^3), índices de vazios (0,8), porosidade (45,0%), grau de saturação (35,5%), proctor normal [massa específica aparente seca (1,9g/cm^3), massa específica aparente úmida (12,5%)], limites de consistência (LL=22,5; LP=16,8; IP=5,7), permeabilidade média (K=10^{-3}) e erodibilidade: alta.

Entre os parâmetros químicos dos materiais inconsolidados dessa unidade, destacam-se os seguintes índices: capacidade de troca catiônica (solo=1,7 meq/100g, argila=7,0 meq/100g), superfície específica (solo=13,3 m^2/g, argila=54,6 m^2/g), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de solo (Vb=0,5), quantidade de azul de metileno gasto em 100g de argila (Acb=2,2), pH (água=4,5; KCl=3,8).

Para complementar as informações referentes às espessuras dos materiais inconsolidados da área, foram utilizadas informações bibliográficas referentes a dados de sondagens de simples reconhecimento com SPT. Esses dados permitiram verificar as características dos materiais, derivados das rochas basálticas, encontrados nos topos das vertentes da região de Maringá. Belincanta e Costa Branco (2003) descrevem esse material como uma camada superficial de solo evoluído tipo Latossolo Vermelho distroférrico, argiloso, de espessura variável, podendo em alguns pontos ultrapassar 10m de espessura. Esses solos são porosos, com índices de vazios em torno de dois, com características de bem drenados, o que lhes confere valores de permeabilidade na ordem de grandeza 10^{-3}cm/s. Os valores de resistência à penetração N do SPT são relativamente baixos na parte superior da camada, com valores inferiores a três ou menos, em muitos casos de um. Isso geralmente tem acontecido nos primeiros quatro ou cinco metros de profundidade.

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Na parte inferior da camada superficial os valores de N do SPT geralmente têm sido na ordem de sete, podendo em muitos casos chegar a 10. Abaixo dessa camada superficial de solo evoluído, encontra-se solo residual proveniente da alteração do basalto. Essa camada é de espessura variável, de poucos metros a dezenas de metros, chegando em muitos casos à espessura de 25m. Apresenta-se com índice à penetração variável e flutuante, não sendo necessariamente crescente com a profundidade.

O nível do lençol freático geralmente encontra-se nessa camada de material residual. Sob essas camadas de solo, ocorre o basalto com grau de alteração variável, podendo ser do tipo maciço, vesicular e/ou amigdalóide.

Os materiais inconsolidados oriundos do Arenito Caiuá que ocorrem nas partes altas dos interflúvios da área do projeto, segundo os mesmos autores, formam uma camada de solo evoluído tipo Latossolo Vermelho distroférrico, arenoso, podendo apresentar espessuras superiores a 20m. Esses materiais são porosos, com características de bem drenados, o que lhes confere valores de permeabilidade na ordem de grandeza de 10^{-3}cm/s.

Os valores de resistência à penetração N do SPT são relativamente baixos na parte superior da camada, com valores inferiores a três, sendo em muitos casos próximo de um. Isso pode acontecer não só até quatro ou cinco metros de profundidade, mas até sete ou oito metros. Na parte inferior dessa camada superficial, os valores de N do SPT geralmente têm sido na ordem de até 10.

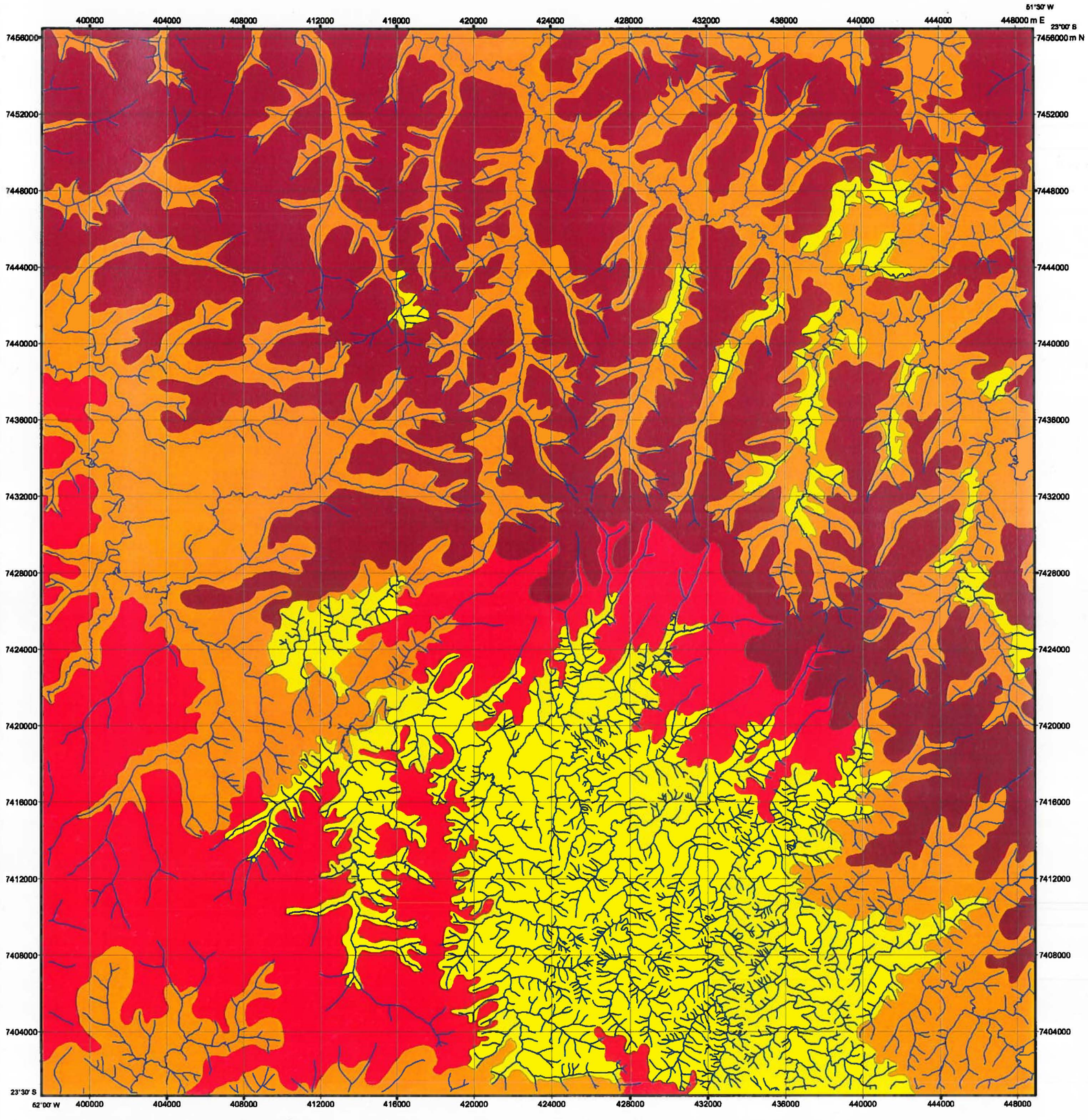
Abaixo dessa camada superficial de solo evoluído, encontra-se o solo residual proveniente do Arenito Caiuá. Essa camada é de espessura variável, apresentando-se com índice de resistência à penetração variável e flutuante, não sendo necessariamente crescente com a profundidade. O nível do lençol freático geralmente se encontra nessa camada de solo residual, isto é, no material de alteração. Abaixo dessas duas camadas de solo, encontra-se o Arenito Caiuá de alteração variável.

Solo residual jovem

Solo residual maduro

Produtos Cartográficos-Mapa de Materiais Inconsolidados

Em geral os materiais inconsolidados analisados na área, com textura argilosa, apresentam características de solos argilosos tropicais típicos (Latossolo Vermelho, textura argilosa) oriundos de rochas basálticas, pois alguns índices físicos e químicos obtidos nesses materiais, índices de vazios na ordem de 2,0, porosidade em torno de 65%, umidade em torno de 30%, grau de saturação média em 50% e massa específica média de 3g/cm^3, indicam elevada quantidade de óxidos e hidróxidos e CTC, variando de 6 a 12 meq/100g, indicando a predominância de argilominerais do grupo das caulinitas. Sendo assim, esses resultados corroboram os obtidos por Gutierrez et al. (2003) no município de Maringá, quando da análise de perfis típicos de solos da região com a finalidade de levantar a ocorrência ou não da propriedade colapsibilidade. Esses autores afirmam que tais solos, apesar do teor elevado de argila, não revelam comportamento de textura argilosa e não apresentam nem elevada plasticidade nem mesmo expansão, pois o comportamento é como o de pseudo-siltes e pseudo-areias.



UNIDADES DE MATERIAIS INCONSOLIDADOS

- Associação de materiais residuais e retrabalhados da Formação Caiuá (arenito) e Formação Serra Geral (vulcânicas); espessuras (> 10 m); textura franco-argilo-arenosa (> 55% areia)
- Residuais da Formação Serra Geral (vulcânicas); espessuras (5 - 10 m); textura muito argilosa (> 60%)
- Associação de materiais residuaisda Formação Serra Geral (vulcânicas) e retrabalhados aluvionares; espessuras (2 - 5 m); textura argila (> 40%)
- Associação de materiais residuais e retrabalhados da Formação Serra Geral (vulcânicas); espessuras (0 - 2 m); textura argilosa (> 40%)

N
W E
S

0 4 8 12 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich
acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente
Eqüidistância das Curvas de Nível: 40 metros
Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

SEMA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

Produtos Cartográficos-Carta de Declividade

A carta de declividade ou clinográfica é de fundamental importância para o desenvolvimento de atividades relacionadas ao mapeamento geotécnico. Para Nascimento (1990), a carta de declividade consiste basicamente num instrumento com o qual se podem representar e verificar a utilização e o aproveitamento de forma racional do terreno, procurando assim melhor adequação dos usos e projetos que a sociedade tem para o meio físico. Segundo ainda esse autor, a carta de declividade é de grande utilidade em trabalhos que exijam correlações com outros atributos geográficos, elevando o seu grau de importância, bem como ampliando a sua aplicação. Assim, esse produto cartográfico pode ser considerado fator preponderante na associação com outras cartas.

Essa carta foi elaborada segundo De Biasi (1990) que define as finalidades das classes de declividade, que podem ter um caráter eminentemente particular, de acordo com os objetivos do trabalho, ou ser estabelecidas por meio da legislação vigente para os diferentes usos e ocupação territorial.

Baseados nos critérios do autor citado, assim como também a partir de uma análise das variações topográficas mais representativas da área em estudo, as classes de declividades com suas respectivas inclinações do terreno foram definidas em razão da escala (1:100.000), da eqüidistância das curvas de nível (40m) e do espaçamento entre elas (Quadro 2).

Quadro 2 – Classes de declividade (% e °) adotadas na área mapeada

Classes de declividade (%)	Inclinações do terreno (°)
> 30	> 16,6
20 - 30	11,3 -16,6
10 - 20	5,7 – 11,3
5 – 10	2,8 – 5,7
0 - 5	0 – 2,8

A Folha topográfica de Maringá - escala 1:100.000 apresenta em geral um predomínio de classes de declividade variando de 0% a 10 %.

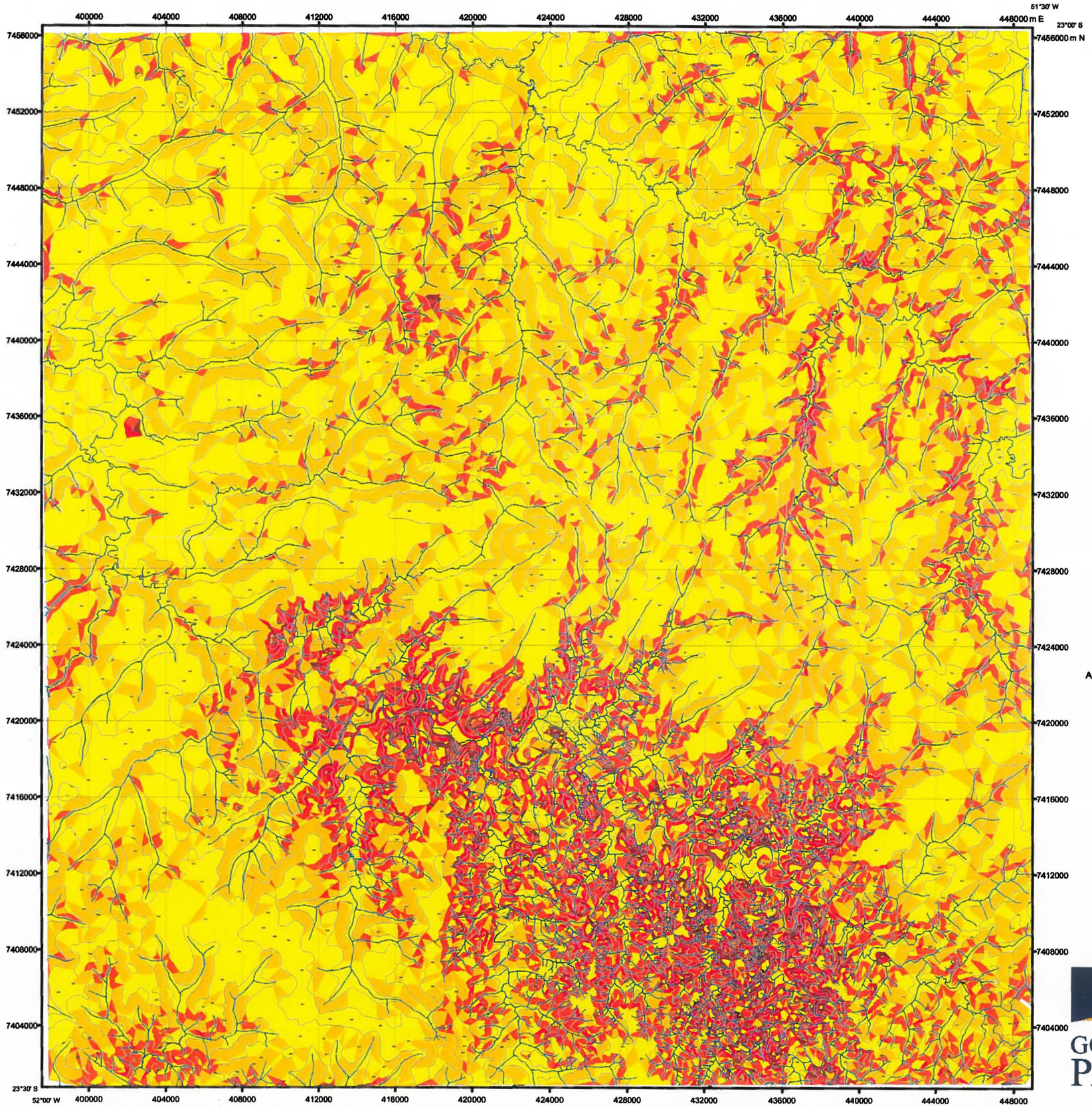
Produtos Cartográficos-Carta de Declividade

No entanto, no setor SE da carta, onde o substrato rochoso é formado essencialmente por rochas basálticas, desenvolve-se o relevo mais acidentado da área mapeada, com declividades variando de 20% a mais de 30%. Nessa área, o que determina os diferentes padrões de drenagem é o substrato rochoso, capeado por materiais inconsolidados de pequenas espessuras. Em geral, predominam nesse setor vertentes curtas de perfil côncavo e retilíneo. Devido à sua inclinação mais elevada e à presença de blocos de basalto, podem ocorrer pequenos deslizamentos e movimentos de massa dos materiais inconsolidados (Fig. 8).

As áreas onde predomina a classe de declividade compreendida entre 10% e 20% se desenvolvem, principalmente, a partir da média vertente até os fundos de vales nos setores N-NE, SE e num pequeno segmento a SW da carta (sub-bacia do ribeirão Pingüim), tendo como substrato rochoso o basalto. Esses vales correspondem ao encaixe das drenagens desenvolvidas pelo ribeirão Bandeirantes do Norte e seus respectivos afluentes de ambas as margens (N-NE), e pelo rio Pirapó no extremo E da área mapeada. Os vales são profundos e originam vertentes de perfil retilíneo e convexo.

A classe de declividade de maior ocorrência na área é a compreendida entre 0% a 10% e correspondem a essa classe todos os topos dos interflúvios ocorrentes sobre litologias do Arenito Caiuá, bem como aqueles platôs formados de rochas vulcânicas com espesso manto de materiais inconsolidados. O relevo se apresenta na forma de colinas suaves, com topos amplos e planos semelhantes aos encontrados na região de Tupinambá e Santa Fé.

Figura 8 – Vertente evidenciando movimentos de massa



CLASSES DE DECLIVIDADE

%

- Superior a 30
- 20 - 30
- 10 - 20
- 5 - 10
- 0 - 5

BASE ALTIMÉTRICA

- Curvas de Nível
- Pontos Cotados

N
W E
S

0 2 4 6 8 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR

Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich

Acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente

Equidistância das Curvas de Nível: 40 metros

Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG

Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

SEMA

Produtos Cartográficos-Mapa de Feições do Terreno (*landforms*)

Para a elaboração do presente mapa, levou-se em consideração o conceito de *landforms*, proposto por Zuquette (1993). O autor define *landforms* como sendo todos aqueles elementos do meio físico que possuem constituição definida e apresentam variações em termos de forma topográfica, modelo de drenagem e morfologia. Os *landforms* foram diferenciados a partir de níveis hierárquicos, conforme sugerido por Lollo e Zuquette (1996) para escalas menores que 1:100.000. O primeiro nível, mais geral, constitui o chamado sistema de relevo (*land system*); o segundo nível corresponde à unidade de relevo (*land unit*); o terceiro nível hierárquico (mais específico) equivale ao elemento do relevo (*land element*), que não foi considerado neste trabalho em virtude da escala adotada.

O sistema de relevo (*land system*) consiste num conjunto de formas de relevo cuja expressão espacial reflete a combinação de processos evolutivos de materiais constituintes. Estes, por sua vez, representam um conjunto de processos ou um intervalo de tempo em que os referidos processos se encontraram ativos, e que resultaram na uniformidade do substrato rochoso.

A unidade de relevo (*land unit*) corresponde às formas individuais do terreno distinguidas das demais pela associação com subconjuntos de processos do sistema de relevo ao qual está associada. Tais processos refletem as diferenças existentes em cada material inconsolidado associado à sua respectiva unidade.

Com base nos conceitos arrolados acima, foram levados em consideração os seguintes atributos na definição dos sistemas de relevo (*land systems*) e das unidades de relevo (*land units*): grau de dissecação do relevo (representado pela densidade de crênulas), altitude, declividade, padrões de drenagem, e formas de vertentes, de topos e de vales.

Na área abrangida pela Folha de Londrina (1:250.000) foram identificados quatro sistemas de relevo associados, aos quais foi possível determinar oito unidades de relevo. Os sistemas de relevo foram identificados por letras maiúsculas, e as unidades de relevo correspondentes, por letras e números. Dessa maneira, o sistema de relevo A, por exemplo, apresenta as unidades de relevo A1 e A2; os demais sistemas e unidades seguem o mesmo critério.

Produtos Cartográficos-Mapa de Feições do Terreno (*landforms*)

Sistemas de relevo

Sistema A - Esse compartimento de relevo ocupa todo o setor nordeste da área, e corresponde às zonas de interflúvios e fundos de vale. Faz limite com os sistemas B e C a partir de um amplo divisor de águas dos rios Bandeirantes do Norte e Pirapó. O principal curso fluvial desse sistema é o Bandeirantes do Norte, que flui no sentido SE-NW e cujas principais afluentes, na sua margem direita, são: água do Irajá, água do Salto, água da Onça, água da Cobra, água Bonita e ribeirão Santa Rita. Os afluentes da margem esquerda são: água das Laranjeiras, água dos Morangos, ribeirão Dríades, água de Içara, ribeirão Fernão Dias, água Ouro Verde, ribeirão dos Interventos, água do Braz e água do Ó. Os padrões de drenagem associados são de tipo dendrítico e subdendrítico, vinculados ao substrato arenito-basáltico.

O sistema de relevo A apresenta altitudes que variam de 630m a 755m. As litologias predominantes são os basaltos da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Caiuá. Os primeiros ocupam os compartimentos de fundo de vale, muitas vezes aflorando junto ao leito dos rios.

O Arenito Caiuá ocupa os compartimentos de topo dos interflúvios até a média ou baixa vertente. As formas de relevo predominantes são os interflúvios amplos, convexos ou planos. Os vales são em "v" profundos, com vertentes predominantemente convexas e retilíneas, com declividades que variam de 5% a 20% .

Sistema B - Encontra-se localizado no setor noroeste da área mapeada. Constitui o sistema com menor área de abrangência. Está representado por zonas de interflúvio e pequenos vales estreitos dos afluentes do rio Bandeirantes do Norte, ao norte, e do Pirapó, ao sul.

Os principais cursos fluviais estão representados por água do Ó, água Uruatu, água do Trigo e água do Araçu, todos afluentes do rio Bandeirantes no Norte na sua margem esquerda. A água Valmarino, o córrego Colorado e o ribeirão Flórida constituem os afluentes da margem direita do rio Pirapó, e drenam esse sistema na sua parte sudoeste. Predominam nesse sistema litologias do Grupo Bauru, representadas pelo Arenito Caiuá, onde se desenvolve um padrão de drenagem dendrítico e subdendrítico.

Essa litologia se distribui ao longo dos compartimentos dos interflúvios, podendo chegar até os fundos dos vales. Os basaltos da Formação Serra Geral constituem litologias secundárias, distribuindo-se nos fundos dos vales mais encaixados.

O relevo é marcado por colinas baixas, cujas altitudes variam de 430m até 555m. Predominam vertentes convexas e retilíneas com declividades entre 0% a 10%. Os topos dos interflúvios são amplos e convexos, sendo estes resposta aos processos de alteração intempérica desenvolvida em domínio morfoclimático tropical úmido.

Sistema C – Está localizado na parte central e sudoeste da área mapeada. Esse sistema compreende as zonas de interflúvio e fundo de vale, de maneira análoga aos sistemas descritos anteriormente.

O principal rio que drena esse sistema é o Pirapó, que flui na direção SE - NW, sendo ele paralelo ao seu principal afluente, o rio Bandeirantes do Norte.

Os demais afluentes do rio Pirapó no sistema em questão são os rios Jacupiranga, água Atalaia, água Caçapava, ribeirão Atlântico, córrego do Lombo, ribeirão Maringá e ribeirão Sarandi (margem esquerda). O ribeirão Flórida, a água Alves, o ribeirão do Coqueiro, a água do Expedicionário, a água Valência, a água Iguaraçu e a água do Muriaé correspondem aos afluentes do Pirapó na sua margem direita. A rede de drenagem forma padrões de tipo dendrítico e subdendrítico.

O basalto da Formação Serra Geral constitui a única litologia desse sistema, evidenciado principalmente pelos espessos mantos de alteração argilosos, que deram origem a Latossolos Vermelhos, bem como a Nitossolos Vermelhos.

O relevo desse sistema apresenta como característica mais conspícua as colinas suaves onduladas, com topos amplos, convexos e planos. Estes últimos são mais freqüentes no limite com a unidade D1. As altitudes variam de 380m a 656m, e as vertentes são convexas e retilíneas, com declividades variando de 5% a 10%.

Produtos Cartográficos-Mapa de Feições do Terreno (*landforms*)

Sistema D – Localiza-se na parte sul e sudeste da área mapeada. Diferencia-se dos demais sistemas pela quebra de monotonia, característica marcante do relevo do norte paranaense. O rio Pirapó, em segmento de montante, é o principal curso fluvial que drena esse sistema. Na sua margem direita encontram-se os afluentes ribeirão Gramado, ribeirão Astorga, ribeirão Sorria, água do Cebolão, ribeirão Paranaguá, ribeirão Pau d'Alho, ribeirão Lajeado, água da Ilha e água da Taiuva. Na margem esquerda do rio Pirapó, encontram-se os afluentes ribeirão Alegre, ribeirão Araçu, córrego da Prata, ribeirão Vitória, ribeirão Dourados, água da Baitaca e água do Abutre.

A característica marcante desse sistema e que permite diferenciá-lo facilmente dos demais é a alta densidade de drenagem associada à grande quantidade de fraturas presentes no basalto. Os padrões de drenagem verificados no sistema D são de tipo sub-retangular, em treliça e subdendrítico.

Esse sistema apresenta um relevo naturalmente dissecado, com altitudes que variam de 380m a 710m. Os vales são profundos e associados ao fraturamento das rochas. Predominam as vertentes côncavas e retilíneas, muitas vezes escarpadas, com declividades que variam de 20% a mais de 30%.

Unidades de relevo

Unidade A1 - Corresponde ao compartimento dos topos, cujas declividades são inferiores a 10%. Estes são convexos e sustentados pelos Arenitos Caiuá, em sua maioria (Figuras 9 e 10).

Unidade À2 - É representada pelo vale do rio Bandeirantes do Norte e seus afluentes, que formam vales profundos em forma de "v". O substrato é constituído por basaltos e arenito, que ocorrem do topo até a média e baixa vertente. Predominam nessa unidade vertentes convexas com declividades que variam de 10% a 20% (Figuras 11 e 12).

Produtos Cartográficos-Mapa de Feições do Terreno (*landforms*)

Unidade B1 - Essa unidade compreende topos convexos e divisores amplos, cujas declividades não ultrapassam 5%. O arenito da Formação Caiuá constitui a única litologia da unidade, formando espessos mantos de alteração e podendo chegar até 30m de espessura (Figuras 11 e 12).

Unidade B2 - Compreende pequenos vales dos afluentes do rio Pirapó (margem direita) e Bandeirantes do Norte (margem esquerda). São vales em forma de "v" com vertentes convexas e declividades inferiores a 10%. Os basaltos afloram nos fundos dos vales, junto aos canais de drenagem, podendo estender-se até a baixa vertente (Figuras 11 e 12).

Unidade C1 – Essa unidade equivale aos topos das colinas com declividades inferiores a 5%. O basalto confere uma morfologia convexa e plana e cobertura pedológica argilosa espessa, representada principalmente por Latossolo Vermelho (Figuras 10, 13 e 14).

Unidade C2 – Essa representada na área por compartimentos dos vales, em forma de "v", com drenagens encaixadas em fraturas no basalto. O rio Pirapó tem fundo chato vinculado à deposição fluvial nesse compartimento. Apresenta vertentes convexas e retilíneas, com declividades que variam de 10% a 20% (Figuras 12 e 13).

Unidade D1 - Compreende compartimentos de topos e vales da bacia do rio Pirapó na parte centro-sul da área mapeada. O relevo é o mais movimentado entre todos os estudados. O padrão de drenagem mantém forte relação com o substrato rochoso, sendo ele predominantemente sub-retangular e em treliça, ambos vinculados à alta densidade de fraturas do basalto, que constitui a única litologia aflorante. Predominam vertentes côncavas e retilíneas, muitas vezes escarpadas e escalonadas com altas declividades (20% ou mais de 30%), que permitem o desenvolvimento de corredeiras e cachoeiras. O escalonamento das vertentes vincula-se aos diferentes níveis dos derrames.

O nível vesicular sustenta os topos dos interflúvios, que são estreitos e curtos. Essas características não permitem o desenvolvimento de mantos de alteração espessos, predominando solos rasos (Cambissolos e Neossolos Litólicos) com exposições freqüentes do basalto na superfície (Figuras 14 e 15).

Unidade D2 - Corresponde aos compartimentos dos topos dos interflúvios e dos vales, vinculados à bacia do rio Ivaí, localizada na parte sul da área mapeada. Essa unidade apresenta um nível intermediário de dissecação do relevo, entre as unidades C2 e D1. As vertentes são côncavas e retilíneas, com declividades que variam de 5% a 20%. O basalto da Formação Serra Geral constitui a litologia dominante, desde o topo ao fundo do vale. Os vales são profundos, encaixados e em forma de "v", vinculados a um padrão de drenagem subdendrítico (Figura 16).

Produtos Cartográficos-Mapa de Feições do Terreno (*landforms*)

Figura 9 – Vista geral das Unidades A1 e A2. Topos e vertentes convexos, com materiais inconsolidados de arenito. Ao fundo água do Dante, próximo a Santa Fé

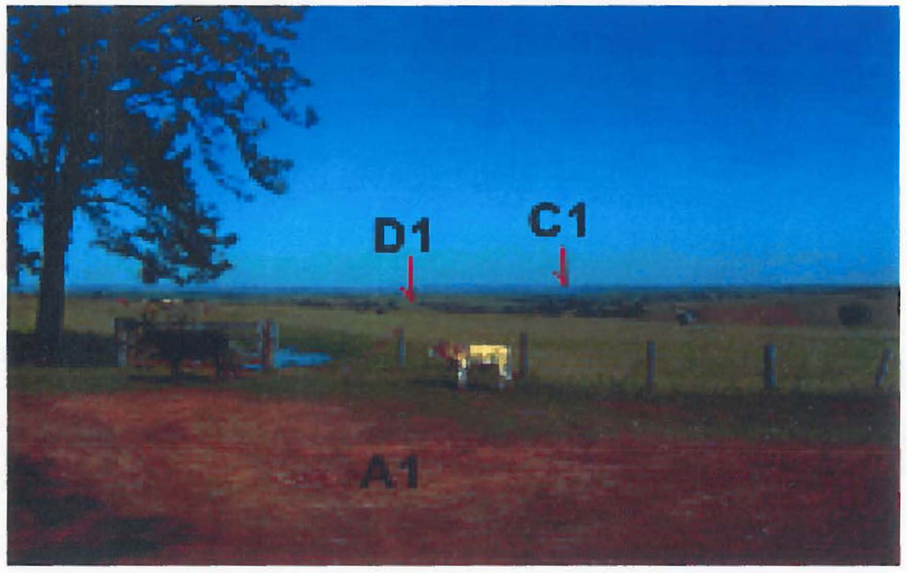


Figura 10 – Em primeiro plano, borda da Unidade A1, com vale profundo da Unidade D1. Ao fundo relevo mais elevado da Unidade C1, interflúvio onde situa-se Maringá

Figura 11 – Topos de interflúvios e vertentes convexos das Unidades B1 e B2 (Arenito Caiuá). Na parte mediana da figura vale do ribeirão Colorado ao norte de Flórida

Figura 12 – Topos convexos a planos da Unidade B1 constituídos de arenito. Ao fundo vales com vertentes convexas da Unidade C2.

Produtos Cartográficos-Mapa de Feições do Terreno (*landforms*)

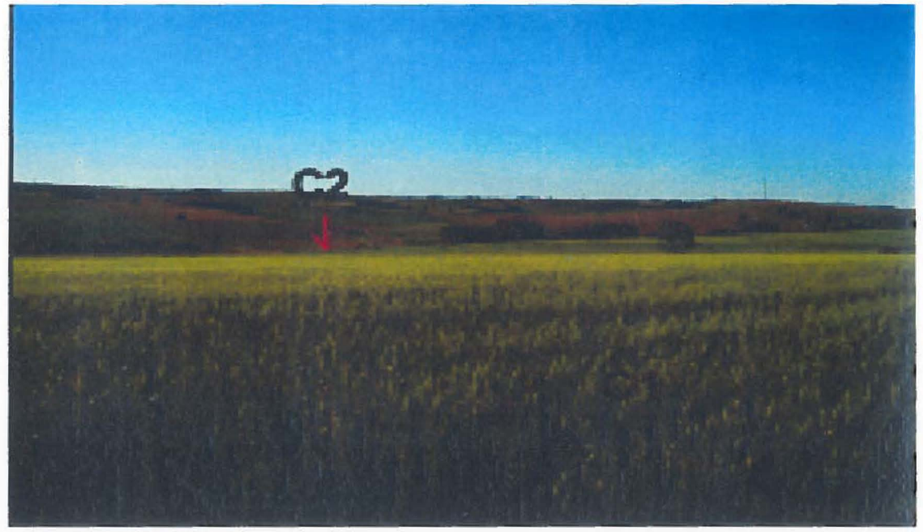


Figura 13 – Visão geral ribeirão Queçaba. Vales em "v" aberto com vertentes e topos convexos das Unidades C1 e C2

Figura 14 – Em primeiro plano a Unidade C1 formada por topo plano, com leve caimento para SW. Ao fundo Unidade D1, que faz contato abrupto com a Unidade C1, mostrando relevo dissecado

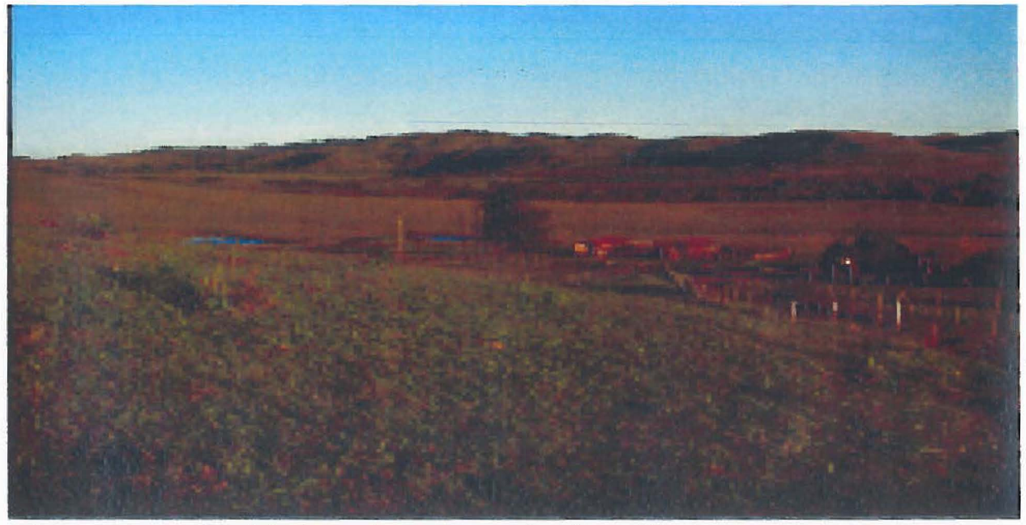
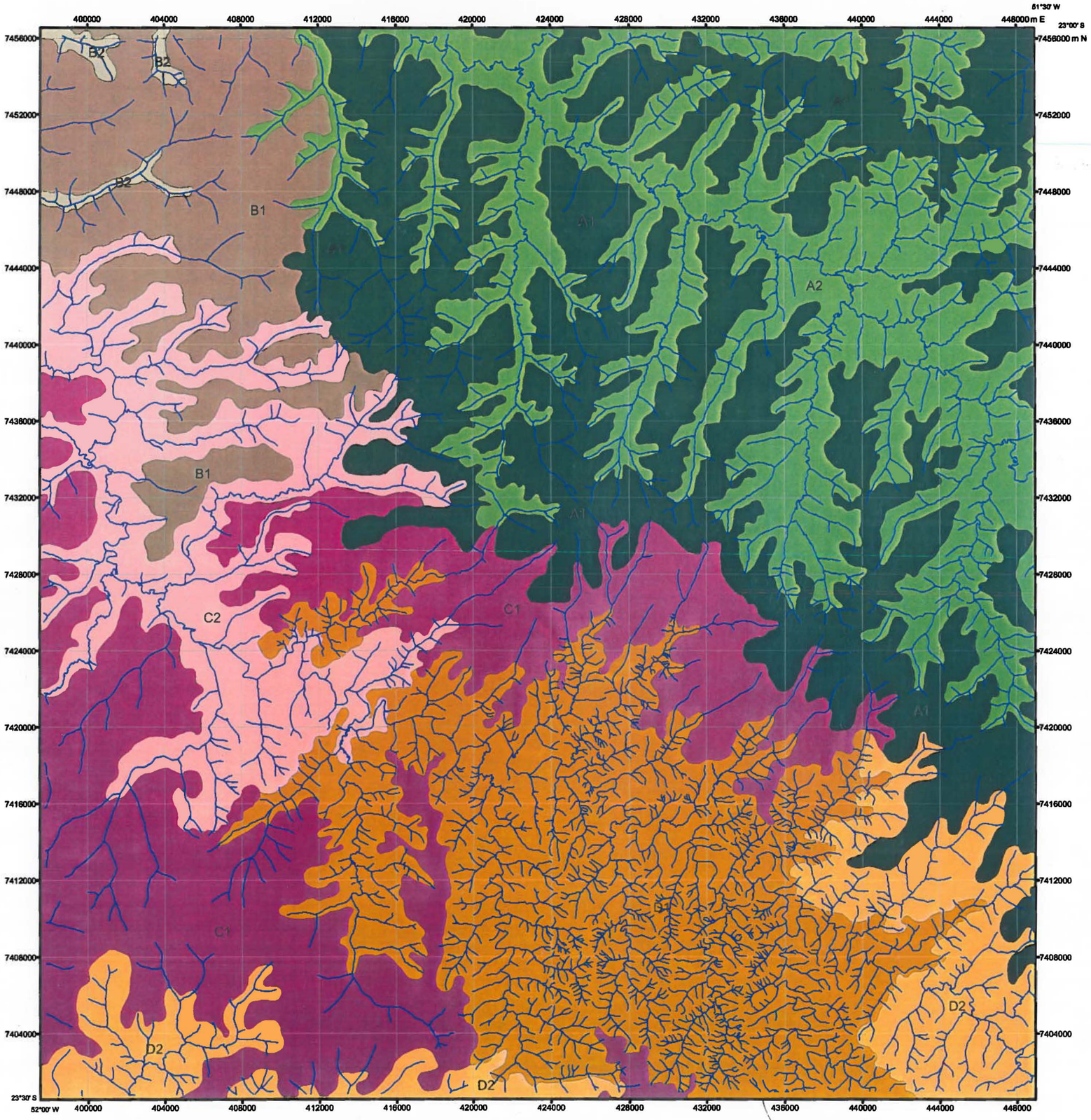


Figura 15 – Unidade D1, mostrando interflúvios curtos e vertentes côncavas com rupturas de declive associadas aos derrames vulcânicos. Na parte mediana da figura vale do ribeirão Paranaguá

Figura 16 – Unidade D2. Relevo de topos planos com vertentes côncavas. As rupturas de declive mostram diferentes níveis de basalto



D1 ?
IDENTIFICAR

FEIÇÕES DO TERRENO - LANDFORMS

Sistemas de Relevo

A	Colinas suave-onduladas, topos e vertentes convexos, vales em "V", substrato de arenito e basalto.
B	Colinas suave-onduladas, topos e vertentes convexos, divisores amplos, vales em "V" aberto, substrato de arenito e basalto
C	Colinas suave-onduladas, topos convexos e planos, divisores amplos, vertentes convexas com vales em "V" aberto, substrato basáltico
D	Relevo acidentado, divisores estreitos, vertentes retilíneas e côncavas, vales curtos em litologia tipo basalto

Unidades de Relevo

- Topos convexos, divisores amplos, substrato arenítico
- Vales em "V", vertentes convexas, substrato basáltico no fundo do vale
- Topos convexos, divisores amplos, substrato arenítico
- Vales em "V", vertentes convexas, substrato basáltico no fundo do vale
- Topos convexos e planos, divisores amplos, substrato basáltico
- Vales em "V", vertentes convexas e retilíneas, substrato basáltico
- Divisores curtos e planos, vertentes retilíneas e côncavas, vales profundos, substrato basáltico
- Vales encaixados, vertentes retilíneas e convexas, substrato basáltico

N W E S

0 2 4 6 8 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich
acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente
Eqüidistância das Curvas de Nível: 40 metros
Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

SEMA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

Produtos Cartográficos-Carta de Potencial a Erosão

É um produto cartográfico que deve revelar a potencialidade do meio físico quanto à ocorrência de feições erosivas. É uma carta analítica e normalmente obtida de uma superposição controlada, manual e/ou automatizada, a partir de alguns dos documentos cartográficos fundamentais básicos e/ou de cartas derivadas e interpretativas.

A ação dos agentes erosivos não é uniforme e depende de fatores naturais, clima, formas do relevo, substrato rochoso, presença de materiais inconsolidados, cobertura vegetal e ações antrópicas. Nesse sentido, foi elaborada uma carta de potencial a erosão a partir da análise dos atributos do meio físico que podem favorecer a ocorrência de feições erosivas na área estudada.

O fenômeno da erosão consiste na ação combinada de vários fatores que são responsáveis pela desagregação e transporte dos materiais ao longo das vertentes. Essa forma de desagregação torna-se facilitada, e seus resultados são mais drásticos em regiões de clima tropical, devido aos elevados índices pluviométricos.

O principal agente deflagrador dos processos erosivos, em áreas tropicais, é a água das chuvas, em razão do impacto das gotas, que podem desagregar as partículas do substrato rochoso e dos materiais inconsolidados desprovidos de cobertura vegetal. Essas partículas são facilmente carreadas nos diversos tipos de escoamentos superficiais, que podem desencadear diferentes formas erosivas.

Quando se analisa o escoamento superficial em relação à forma do terreno, é fundamental que se considere a declividade como controladora de boa parte da velocidade do escoamento superficial, pois esta pode interferir no tempo que a água da chuva necessita para atingir o leito das drenagens. Para Vilela e Mattos (1975), a variação dos picos das enchentes, a maior ou menor probabilidade de infiltração de água e a vulnerabilidade dos solos ante os processos erosivos dependem basicamente da velocidade do escoamento superficial.

Produtos Cartográficos-Carta de Potencial a Erosão

A carta analítica de potencial a erosão elaborada neste trabalho foi gerada a partir da superposição dos mapas e carta fundamentais, descritos anteriormente, os quais enfatizam os atributos do meio físico que podem favorecer a ocorrência de feições erosivas na área estudada.

Os principais atributos que foram levantados e podem ser considerados nessa carta são: declividade; *landforms*; densidade de canais/km; profundidade do lençol freático; litologia; gênese, erodibilidade, espessuras, índices físicos e químicos dos materiais inconsolidados. No entanto, devido ao fato de a escala de trabalho adotada ser pequena, foram considerados somente os atributos relacionados à gênese, à textura e à espessura dos materiais inconsolidados, bem como à propriedade erodibilidade e à densidade de canais/km.

Ressalta-se que os aspectos relativos à cobertura vegetal e ação antrópica não foram considerados na elaboração dessa carta.

Da combinação dos vários atributos elencados e da escala adotada no mapeamento foram delimitadas áreas com quatro classes diferenciadas de potencial a erosão. Essas classes foram denominadas muito alta, alta, média e baixa, e são descritas a seguir.

Classe muito alta

Corresponde à área de ocorrência dos materiais inconsolidados derivados do Arenito Caiuá, apresenta em média espessuras superiores a 10m e baixa densidade de canais/km (<1). No entanto, em decorrência da sua textura arenosa e baixa concentração de argila, que infere a esses tipos de materiais um alto grau de friabilidade e erodibilidade, essas características favorecem a ocorrência de vários tipos de feições erosivas, ou seja, desde erosão laminar até sulcos, ravinas e voçorocas (Fig.17).

Produtos Cartográficos-Carta de Potencial a Erosão

Figura 17 – Vertente evidenciando feições erosivas.

Classe alta

Abrange as áreas situadas ao longo das drenagens e dos fundos de vales com materiais inconsolidados oriundos das rochas basálticas, textura argila, grau de erodibilidade variando de baixo a alto, espessuras de 2m a 5m e densidade de canais/km (2 a 5), uma vez que engloba uma parte considerável das cabeceiras de drenagens da área. Devido à pequena espessura desses materiais inconsolidados, em algumas partes da área pode ocorrer durante o período chuvoso uma rápida saturação nesses materiais, favorecendo o escoamento superficial e conseqüentemente a ocorrências de feições erosivas. Convém salientar, também, que nessa classe estão incluídos os depósitos aluvionares da planície de inundação do rio Pirapó, que desenvolvem feições erosivas típicas desses materiais.

Produtos Cartográficos-Carta de Potencial a Erosão

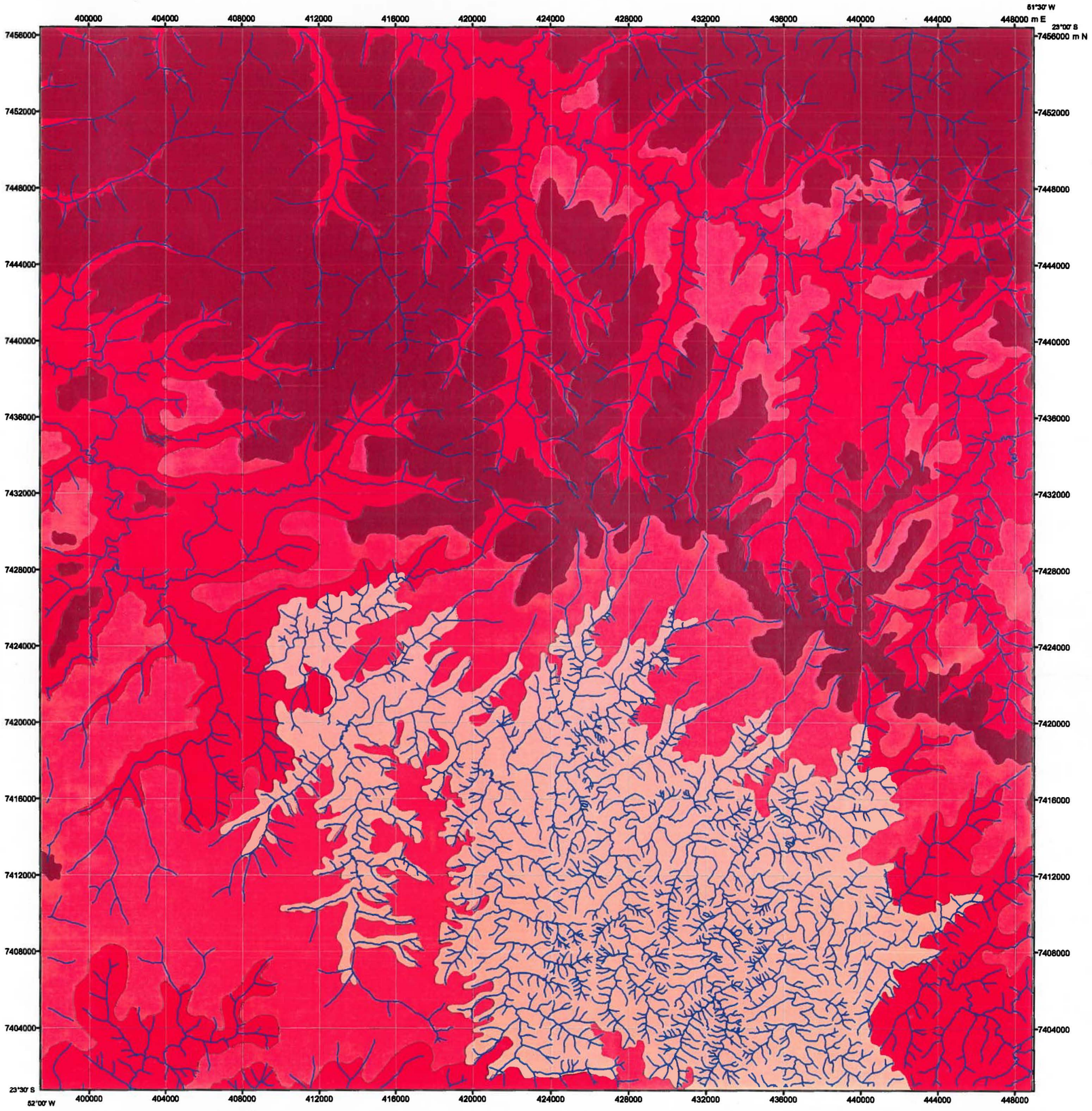
Classe média

Essa classe abrange os materiais inconsolidados oriundos das rochas basálticas e compreende áreas com colinas suave-onduladas de topos planos a levemente convexos. Os materiais inconsolidados são oriundos de rochas basálticas. Devido à suavidade do relevo, desenvolvem-se materiais com espessuras de 5m a 10m e baixa densidade de canais/km (0 a 2). Embora os materiais dessa unidade apresentem textura muito argilosa e estrutura microagregada, lhe conferem alto grau de erodibilidade em decorrência da concentração de água, uma vez que o comportamento dos microagregados assemelha-se à textura dos materiais oriundos do arenito e pode favorecer a ocorrência de feições erosivas.

Classe baixa

Compreende os materiais inconsolidados oriundos das rochas basálticas de textura argilosa, erodibilidade alta, espessuras de 0m a 2m e alta densidade de canais/km (>5). Todos esses atributos são favoráveis ao desenvolvimento de feições erosivas em materiais inconsolidados. Entretanto, a predisposição ao desenvolvimento de processos erosivos é baixa, devido à pequena espessura dos materiais e à presença de substrato rochoso aflorante.

Ao analisar os valores obtidos dos ensaios de erodibilidade de cada unidade dos materiais inconsolidados aliados aos índices físicos e químicos correspondentes, conclui-se que os materiais com textura argilosa a muito argilosa, derivados do basalto, apresentam comportamento semelhante àqueles dos materiais derivados do arenito. Isto é, a propriedade morfológica que determina esse comportamento ante os processos erosivos é a estrutura dos materiais e não a textura como é freqüentemente enfatizado na literatura.



CLASSES DE POTENCIAL À EROSÃO

- Muito Alta
- Alta
- Média
- Baixa

N
W E
S

0 4 8 12 km

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
Origem da Quilometragem: Equador e Meridiano 51° W Greenwich
acrescidas as constantes de 10.000 km e 500 km, respectivamente
Eqüidistância das Curvas de Nível: 40 metros
Datum Horizontal: Córrego Alegre / MG
Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba / SC

ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS TOPOGRÁFICAS, ESCALA 1/50.000

SANTA FÉ SF-22-Y-D-II-1	ASTORGA SF-22-Y-D-II-2
MARINGÁ SF-22-Y-D-II-3	SABÁUDIA SF-22-Y-D-II-4

GOVERNO DO PARANÁ

SEMA

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

Considerações finais

O mapeamento geotécnico realizado permitiu a elaboração de documentos cartográficos de documentação, de bacias hidrográficas, do substrato rochoso, de materiais inconsolidados, de declividades e de feições do terreno (*landforms*). Esses documentos subsidiaram a elaboração da carta analítica do potencial a erosão da área estudada. No levantamento dos principais atributos do meio físico verificaram-se características peculiares, principalmente no substrato rochoso e nos materiais inconsolidados, os quais devem ser levantadas em escalas de detalhes apropriadas, em consonância com os objetivos de medidas que visem ao uso e ocupação racional dos recursos naturais da área estudada.

Os dados deste trabalho devem ser disponibilizados aos órgãos de pesquisa, instituições acadêmicas e a outros profissionais envolvidos com essa temática, proporcionando assim, a partir destes resultados, o encaminhamento para a elaboração de possíveis soluções para a problemática de uso e ocupação desordenada desse meio físico.

Agradecimentos

Expressamos agradecimentos especiais à Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA), pelos recursos financeiros concedidos a partir de Convênio SEMA/MINEROPAR/UEM; à Universidade Estadual de Maringá, pela estrutura física concedida, e à equipe técnica do Grupo de Estudos Multidisciplinares do Ambiente (GEMA), pela execução do projeto.

Referências

ALMEIDA, M.A; STEIN, D.P.;MELO, M.S.; BISTRICHI, C.A.; PNÇANO, W.L.; HASUI, Y.;ALMEIDA, F.F. (1980). Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos estados do Mato Grosso do Sul e Paraná. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 31, Camboriu. *Anais do...*, SBG, v. 5:2699-2812.

BELINCANTA, A.; COSTA BRANCO, C. J. M. (2003). Resultados de investigações geotécnicas no norte e noroeste do Paraná. I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense, Maringá. *In: Anais do ...*, Maringá, 1 - 34.

DE BIASI, M. (1990). Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização, *Geomorfologia*, São Paulo 21:8-13.

FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. (1984). O Grupo Caiuá: Revisão estratigráfica e contexto deposicional. *Revista Brasileira de Geociências*, 24 (3): 164-176.

GASPARETTO, N. V. L.; SANTOS, M. L. (2001). Origem e morfologia dos grãos quartzo da cobertura pedológica na região Noroeste do Paraná – PR. *Pesquisas em Geociências*, Porto Alegre, 28(2):197-203.

GASPARETTO, N. V. L. (1999). *As formações superficiais do noroeste do Paraná e sua relação com o Arenito Caiuá*. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 185p. Tese de Doutoramento.

JABUR I. C.; SANTOS, M. L. dos (1984). Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. *Boletim de Geografia*, Universidade Estadual de Maringá, 2 (2): 91-100.

KOEPPEN, W. (1948). *Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra*. FCE, México.

LOLLO, J. A.; ZUQUETTE, L. V. (1996). A técnica de avaliação do terreno e suas possibilidades de aplicação no mapeamento geotécnico: exemplo de um sistema de terreno identificado na região de São Carlos (SP).*Geociências*, São Paulo, 15(1):147-161.

MAACK, R. (2002). *Geografia física do estado do Paraná*. 3ª ed., Curitiba, PR. Imprensa Oficial, 440pp.

MARTINEZ, M (2005). *Aplicação de parâmetros morfométricos de drenagem na bacia do rio Pirapó: o perfil longitudinal*. Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá. Paraná, 83p. Dissertação de Mestrado.

NASCIMENTO, M. V. (1990). Carta clinográfica ou de declives confecção e utilização. *Revista de Geografia e Ensino*, Belo Horizonte, 3(10).

PAULIPETRO-Consórcio CESP/IPT (1981). Mapa geológico do bloco SF22.

Referências

PETROBRAS - NEXPAR (1995). Mapa de isópacas acima do aqüífero. Aqüífero gigante do Mercosul no Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai: Mapas hidrogeológicos das Formações Botucatu, Pirambóia, Rosário do Sul, Buena Vista, Missiones e Tacuarembó.

PINESI, J.P.P.; NARDY, A. J. R. (2003). Contexto Geológico da Formação Serra Geral no Terceiro Planalto Paranaense. I Encontro Geotécnico do Terceiro Planalto Paranaense, Maringá. *In: Anais do ...*, Maringá, 38-52.

PRICE, D. G. (1993). A suggested method for the classification of rocks mass weathering by a ratings system. *Quarterly Journal of Engineering Geology, v. 26.*

VILLELA, S. M.; MATTOS, S. (1975). *A hidrologia aplicada.* São Paulo. McGrow-Hill do Brasil.

ZUQUETTE, L. V.; GANDOLFI, N. (2004). *Cartografia geotécnica.* São Paulo. Oficina de Textos. 190p.

ZUQUETTE, L. V. (1993). Importância do mapeamento geotécnico no uso e ocupação do meio físico: fundamentos e guia para elaboração. *Tese de Livre Docência*, EESC-USP, São Carlos, SP, 1993.

ZUQUETTE, L. V. (1987). Análise critica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 3v. *Tese de Doutoramento.*

ANEXOS

ANEXO 1 – DESCRIÇÕES DAS SONDAGENS SPT

1 – Cliente: GEMA/UEM
2 – Local: Bloco 24 (Campus da UEM)
3 – Cidade: Vila Vitória(Sabaudia), Içara(Astorga) e Lobato
4 – Estado: Paraná

Foram executados 03 (tres) furos de sondagem de reconhecimento do subsolo perfazendo um total de 35,90 metros perfurados.

As perfurações foram executadas pelo processo de percussão a seco, com avanço à trado,conforme NBR 6484.

Foram feitas extrações de amostras do subsolo de metro em metro mediante a utilização de Barrilete Amostrador tipo Raimond, com diâmetro interno de 1"3/8 e diâmetro externo de 2"; sendo que as medidas de resistência à penetração, estão expressas pelo número de golpes necessários para a cravação de 30 cm, desse amostrador no subsolo, de metro em metro, provocada pela queda livre de um peso de 65 kg, a uma altura constante de 75 cm.

Para a avaliação dessa resistência, o amostrador foi cravado 45 cm, contando-se separadamente o número de golpes necessários à penetração contínua e sucessiva de cada parcela de 15 cm; sendo que nos perfis individuais e nas seções prováveis do subsolo acham-se indicadas as somas das 1ª e 2ª parcelas de 15 cm, isto é, dos 30 cm iniciais e a soma das 2ª e 3ª parcelas de 15 cm, isto é dos 30 cm finais, os quais representam a consistência das argilas e compacidade das areias.

Houve a ocorrência do lençol freático durante a realização das sondagens em Içara.
Nas localidades de Vila Vitória e Lobato o Lençol freático não foi encontrado.

Na sondagem foi encontrado:
IÇARA: 0.00 à 10.00 metros - Argila de coloração marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência mole,média r rija.
10.00 ao limite da sondagem – Piçarra de cor marrom escuro com veios amarelados, de consistência rija.

VILA VITÓRIA: 0.00 à 10.00 metros - Argila siltosa de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência mole,média e rija.
10.00 metros ao limite da sondagem – Basalto alterado de cor cinza amarronado, de consistência dura.

LOBATO: 0.00 à 15.00 metros – Areia pouco argilosa à argilosa de coloração marrom escuro, de compacidade fofa, pouco compacta e compacta, passando à consistência média, rija e dura.

Estaremos à disposição de V.Sas. para esclarecimentos ou providências que se façam necessárias.

Atenciosamente,

Marcos Roberto
Neves – Engº Civil Crea-Pr. 27.159-D

Gráfico do Número de Golpes / 30 cm (Finais / Iniciais; 10 20 30 40)	Ensaio de Penetração Golpes /cm	Posição das Amostras e convenções	Nível d'água e Datas	Cotas (m)	Prof. (m)	Classificação do Material
	2 2 2	1			0.00	Argila siltosa de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência mole...
	2 3 3	2	não encontrado		2.00	Argila siltosa de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência média...
	3 3 3	3				
	3 3 3	4				
	4 4 5	5				
	7 6 6	6			6.00	Argila siltosa de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência média a rija...
	6 6 5	7				
	7 7 7	8				
	8 9 12	9			9.00	Argila de coloração marrom escuro, de consistência rija...
	12 12 25	10			10.00	Basalto alterado de cor cinza amarronado, de consistência dura...
		11			10.45	Limite da sondagem.
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				
		17				
		18				
		19				
		20				

GEOSOLOS ESTACAS E SONDAGENS
Munhoz da Rocha, nº 1034 - CEP: 87030-010 - Maringá-Pr - Tel: (44) [illegible]929

sondagem 01
Inicio: **27/05/2005**
27/05/2005

Amostrador "Raimond" Dl : 1 3/8" De : 2"
Diâmetro Revestimento
Peso do Martelo : 65 Kg
Altura de Queda : 75 cm

Contrat: UNIVERSIDADE EST.MARINGÁ
Cliente: **GEMA/UEM**
Local : **VILA VITÓRIA**
Cidade: **SABAUDIA - PARANÁ**
Data : [illegible]

Marcos Roberto Neves
Engº civil

Gráfico do Número de Golpes / 30 cm (Finais / Iniciais; 10 20 30 40)	Ensaio de Penetração Golpes /cm	Posição das Amostras e convenções	Nível d'água e Datas	Cotas (m)	Prof. (m)	Classificação do Material
	3 3 3	1			0.00	Argila de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência mole...
	2 2 2	2				
	2 3 3	3	encontrado		3.00	Argila de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência média...
	4 5 5	4				
	4 5 5	5				
	5 5 5	6				
	9 8 8	7			7.00	Argila de cor marrom escuro, plástica e pegajosa quando molhada, de consistência rija...
	10 8 6	8	à			
	7 6 7	9				
	7 7 7	10	10.00 m		10.00	Piçarra de cor marrom escuro com veios amarelados, de consistência rija...
		11			10.45	Limite da sondagem.
		12				
		13				
		14				
		15				
		16				
		17				
		18				
		19				
		20				

GEOSOLOS ESTACAS E SONDAGENS
Munhoz da Rocha, nº 1034 - CEP: 87030-010 - Maringá - Pr - Tel: (44) [illegible]929

sondagem 02
Inicio: **27/05/2005**
27/05/2005

Amostrador "Raimond" Dl : 1 3/8" De : 2"
Diâmetro Revestimento
Peso do Martelo : 65 Kg
Altura de Queda : 75 cm

Contrat: UNIVERSIDADE EST.MARINGÁ
Cliente: **GEMA/UEM**
Local : **DISTRITO DE IÇARA**
Cidade: **ASTORGA - PARANÁ**
Data : [illegible]

Marcos Roberto Neves
Engº civil

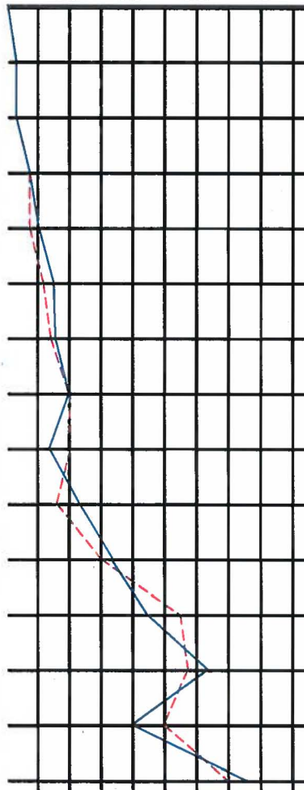


Gráfico do Número de Golpes / 30 cm
Finais
Iniciais

Ensaio de Penetração Golpes /cm			*Posição das Amostras e convenções*	*Nível d'água e Datas*	*Cotas (m)*	*Prof. (m)*	*Classificação do Material*
1	1	1	1	não encontrado		0.00	Areia pouco argilosa de coloração marrom escuro, fofa...
1	1	1	2				
2	2	2	3				
2	2	3	4			4.00	Areia pouco argilosa de coloração marrom escuro, pouco compacta...
3	3	5	5				
3	4	4	6				
5	5	5	7				
6	4	3	8				
4	4	8	9			9.00	Areia argilosa de coloração marrom escuro, de consistência média a rija...
8	7	10	10				
16	12	11	11			11.00	Areia argilosa de coloração marrom escuro, de consistência rija...
14	15	17	12			12.00	Areia argilosa de coloração marrom escuro, de consistência dura...
13	12	8	13			13.00	Areia argilosa de coloração marrom escuro, de consistência rija...
17	18	20	14			14.00	Areia argilosa de coloração marrom escuro, de consistência dura...
			15			15.00	Limite da sondagem.
			16				
			17				
			18				
			19				
			20				

GEOSOLOS ESTACAS E SONDAGENS
Munhoz da Rocha, nº 1034 - CEP: 87030-010 - Maringá - Pr - Tel: (44) 3226-3929

sondagem 03
Inicio: **03/06/2005**
Fim: **03/06/2005**

Amostrador "Raimond"
Dl : 1 3/8" De : 2"
Diâmetro Revestimento
Peso do Martelo : 65 Kg
Altura de Queda : 75 cm

Contrat: UNIVERSIDADE EST.MARINGÁ
Cliente: **GEMA/UEM**
Local : **LOBATO**
Cidade: **LOBATO - PARANÁ**
Data : **07/06/2003**

Marcos Roberto Neves
Engº civil

ANEXO 2 – RESULTADOS ENSAIOS DE LABORATÓRIO

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

CERTIFICADO OFICIAL DE ANÁLISE Nº 045/05

SELAB - Serviço de Laboratório

Projeto: Zoneamento Ecológico Econômico Folha Maringá - PR

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Área: Maringá - PR

Número da Amostra / Número Laboratório	Sedimento Ag %	Si %	Ar %	Classe Textural *	Índice de campo s g/cm3	dc g/cm3	eo	n %	Sr %	Proctor Normal dmx g/cm3	wot %	LL	LP	Absorção de Azul de Metileno CTC MEQ / 100g solo	argila	SE m²/g solo	argila	Vb	Acb	pH do solo em água	em KCl	pH	Permeabilidade cm/s K	Erodibilidade S	P %	E	Argilo Mineral **	Cor ***
P 1 (1,20m) ZAC 495	21	4	75	Fran. Arg Arenoso	###	###	###	###	###	###	###	.....	.....	###	###	###	###	0	###	4,2	4,0	###	$7,3 \times 10^{-3}$ 0,00735cm/s	###	###	###	.....Marr. Avermelha	2,5 YR 4/3
P 2 (0,60m) ZAC 496	64	13	23	Muito Argiloso	2,9	1,4	###	53	69	###	###	##	##	###	5,9	30	46	1	1,9	5,4	4,1	###	$7,3 \times 10^{-3}$ 0,00735cm/s	###	###	3,0	.....Marr. Avermelha	2,5 YR 4/4
P 3 (5,00m) ZAC 497	22	8	70	Fran. Arg Arenoso	###	###	###	###	###	###	###	.....	.....	###	###	###	###	##	###	4,8	3,8	###	$1,9 \times 10^{-3}$ 0,00192cm/s	###	###	###	.....	2,5 YR 4/6 Vermelho
P 4 (3,50m) ZAC 498	27	5	68	Fran. Arg Arenoso	###	###	###	###	###	###	###	##	##	###	###	###	###	##	###	4,7	3,7	###	$3,2 \times 10^{-3}$ 0,00320cm/s	###	###	0,5	.....Marr. Avermelha	2,5 YR 4/3
P 5 (8,00m) ZAC 499	29	14	57	Fran. Arg Arenoso	###	###	###	###	###	###	###	##	##	###	###	###	###	##	###	4,4	4,1	###	$1,2 \times 10^{-3}$ 0,00121cm/s	###	###	0,7	.....	2,5 YR 4/6 Vermelho

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

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

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

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

Antônio Perdoná Alano
Técnico Mineração CREA 734-TD / SC

Rogério da Silva Felipe
Geólogo CREA 6386-D / PR

Rua Máximo João Kopp, 274, bloco 3/M, Santa Cândida - Curitiba - PR, CEP 82630 - 900 Fone: 351 - 6900

ARRIVOU 4/3

MINEROPAR
MINERAIS DO PARANÁ SA

CERTIFICADO OFICIAL DE ANÁLISE Nº 046/05

SELAB - Serviço de Laboratório

Projeto: Zoneamento Ecológico Econômico Folha Maringá - PR

QUADRO RESUMO DOS ENSAIOS GEOTÉCNICOS

Área: Maringá - PR

Número da Amostra / Número Laboratório	Sedimento Ag %	Sedimento Si %	Sedimento Ar %	Classe Textural *	Índice de campo s g/cm3	Índice de campo dc g/cm3	Índice de campo eo	Índice de campo n %	Índice de campo Sr %	Proctor Normal dmx g/cm3	Proctor Normal wot %	LL	LP	Absorção de Azul de Metileno CTC MEQ / 100g solo	CTC MEQ / 100g argila	SE m²/g solo	SE m²/g argila	Vb	Acb	pH do solo em água	pH do solo em KCl	pH	Permeabilidade cm/s K	Erodibilidade S	Erodibilidade P %	Erodibilidade E	Argilo Mineral **	Cor ***
P 6 (1,50m) ZAC 500	66	20	14	Muito Argiloso	###	###	###	###	###	###	###	##	##	###	###	###	###	##	2,4	4,7	4,0	#6,0	$5,2 \times 10^{-3}$ 0,00522cm/s	##	###	0,5	.....Marr. Avermelhad	2,5 YR 4/3
P 7 (2,00m) ZAC 501	28	7	65	Fran. Arg Arenoso	2,8	1,4	###	50	39	###	###	##	##	###	6,7	15	52	##	2,1	4,3	3,8	#6,0	$6,9 \times 10^{-3}$ 0,00699cm/s	##	###	0,8	.....Marr. Avermelhad	2,5 YR 4/4
P 8 (5,50m) ZAC 502	49	23	28	Argila	###	###	###	###	###	###	###	##	##	###	###	###	###	##	###	4,8	3,8	#6,0	$1,5 \times 10^{-3}$ 0,00154cm/s	##	###	0,5	.....	2,5 YR 4/6 Vermelho
P 8 (7,00m) ZAC 503	46	31	23	Argila	###	###	###	###	###	###	###	##	##	###	###	###	###	##	###	4,9	3,6	#6,0	$3,6 \times 10^{-3}$ 0,00367cm/s	##	###	0,5	.....	2,5 YR 4/6 Vermelho
P 9 (2,20m) ZAC 504	69	21	10	Muito Argiloso	###	###	###	###	###	###	###	##	##	###	###	###	###	##	###	5,3	3,8	#6,0	$7,7 \times 10^{-3}$ 0,00775cm/s	##	###	0,1	.....	2,5 YR 4/6 Vermelho

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

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

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

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

Antônio Perdoná Alano
Geólogo Mineração CREA 734-TD / SC

Rogério da Silva Felipe
Geólogo CREA 6386-D / PR

Rua Máximo João Kopp, 274, bloco 3/M, Santa Cândida - Curitiba - PR, CEP 82630 - 900 Fone: 351 - 6900