

República Federativa do Brasil
Ministério de Minas e Energia
Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Superintendência Regional de Porto Alegre



**PROGRAMA TÉCNICO PARA O GERENCIAMENTO
DA REGIÃO METROPOLITANA
DE PORTO ALEGRE**

PROTEGER

**GEOLOGIA
DO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA - RS**

Execução

Geól. Antonio Sílvio Jornada Krebs - CPRM ✓
Geól. Cláudio Rodrigues da Silva - Bolsista CNPq ✓
Geól. Vitório Orlandi Filho - CPRM ✓

Consultoria

Eng. Civil Regina Davison Dias - UFRGS ✓

Elaboração do Texto

Geól. Antonio Sílvio Jornada Krebs - CPRM ✓
Geól. Vitório Orlandi Filho - CPRM

I-96

CPRM - BIBLIOTECA	
Relatório	2283 5
N.º de Volume	PHL - 011372

**Série Cartas Temáticas - Porto Alegre
Volume 07
1994**

Ministério de Minas e Energia - MME

Delcídio do Amaral Gomes
Ministro Interino

Secretaria de Minas e Metalurgia - SMM

Breno Augusto dos Santos
Secretario

Governo do Estado do Rio Grande do Sul

Alceu Collares
Governador

Secretaria de Planejamento Territorial e Obras

Jorge Decken Debiagi
Secretário

**Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CPRM**

Carlos Oití Berbert
Presidente

Hermes Augusto Verner Inda
Diretor de Geologia e Recursos Hídricos

Antonio Juarez Milmann Martins
Diretor de Recursos Minerais

Augusto Wagner Padilha Martins
Diretor de Administração e Finanças

Gil Pereira de Souza Azevedo
Diretor de Relações Comerciais

Valter José Marques / Helion França Moreira
Coordenador Nacional do GATE

Cladis Antonio Presotto
Superintendente Regional de Porto Alegre

Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN

Newton Paulo Baggio
Diretor Superintendente

Cilon Estivalet
Diretor Técnico

Halley Filipouski / Joaquim A.A. Braz
Diretor de Operações

Hermes De Souza
Diretor Administrativo

Pedro Geraldo Greve
Coord. do Grupo de Saneamento Ambiental

O Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre - **PROTEGER** é vinculado ao Programa de Informações para Gestão e Administração Territorial - GATE da CPRM e ao Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado da METROPLAN.

EQUIPE TÉCNICA

PROJETO CARTAS TEMÁTICAS DO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA - RS

*Eduardo Camozzato/
Luiz Fernando Fontes de Albuquerque*
Gerente de Recursos Minerais

Vitório Orlandi Filho
Coordenação Técnica - CPRM

Nanci Begnini Giugno
Coordenação Técnica - METROPLAN

Antonio Sílvio Jornada Krebs
Chefe do Projeto

Luís Edmundo Giffoni
Serviço de Editoração Regional CPRM

Geól. Antonio Sílvio Jornada Krebs - CPRM
Geól. Cláudio Rodrigues da Silva - Bolsista CNPq
Geól. Douglas Roberto Trainini - CPRM
Eng. Flor. Flávia Muradas Bulhões - Autônoma
Geól. José Luiz Flores Machado - CPRM
Eng. Agr. Júlio Cesar Volpi - METROPLAN
Biól. Lisiane Ferri - Autônoma
Arq. Luciana Petry Anele - METROPLAN
Arq. Luiz Merino Xavier - METROPLAN
Arq. Maria Cristina Ramos Leal - Pref. E.Velha
Arq. Maria Elisabete G. Aguiar - METROPLAN
Eng. Quím. Marisa F. B. dos Reis - Pref. E.Velha
Eng. Civil Mauro Jungblut - Autônomo
Eng. Civil Nanci Begnini Giugno - METROPLAN
Eng. Minas Telmo Süffert - CPRM
Geól. Vitório Orlandi Filho - CPRM
Estag. geologia Ana Cláudia Viero

Ficha Catalográfica

K92 Krebs, Antonio S. J.

Geologia do Município de Estância Velha - RS / Antonio S. J. Krebs; Vitório Orlandi Filho. - Porto Alegre : CPRM/METROPLAN, 1994.

1 v.:il; mapa - (Série Cartas Temáticas - Porto Alegre - Volume 07)

"Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre - **PROTEGER**".

1. Planejamento Territorial Regional - Rio Grande do Sul

2. Geologia - Rio Grande do Sul

I. Orlandi Fº, Vitório

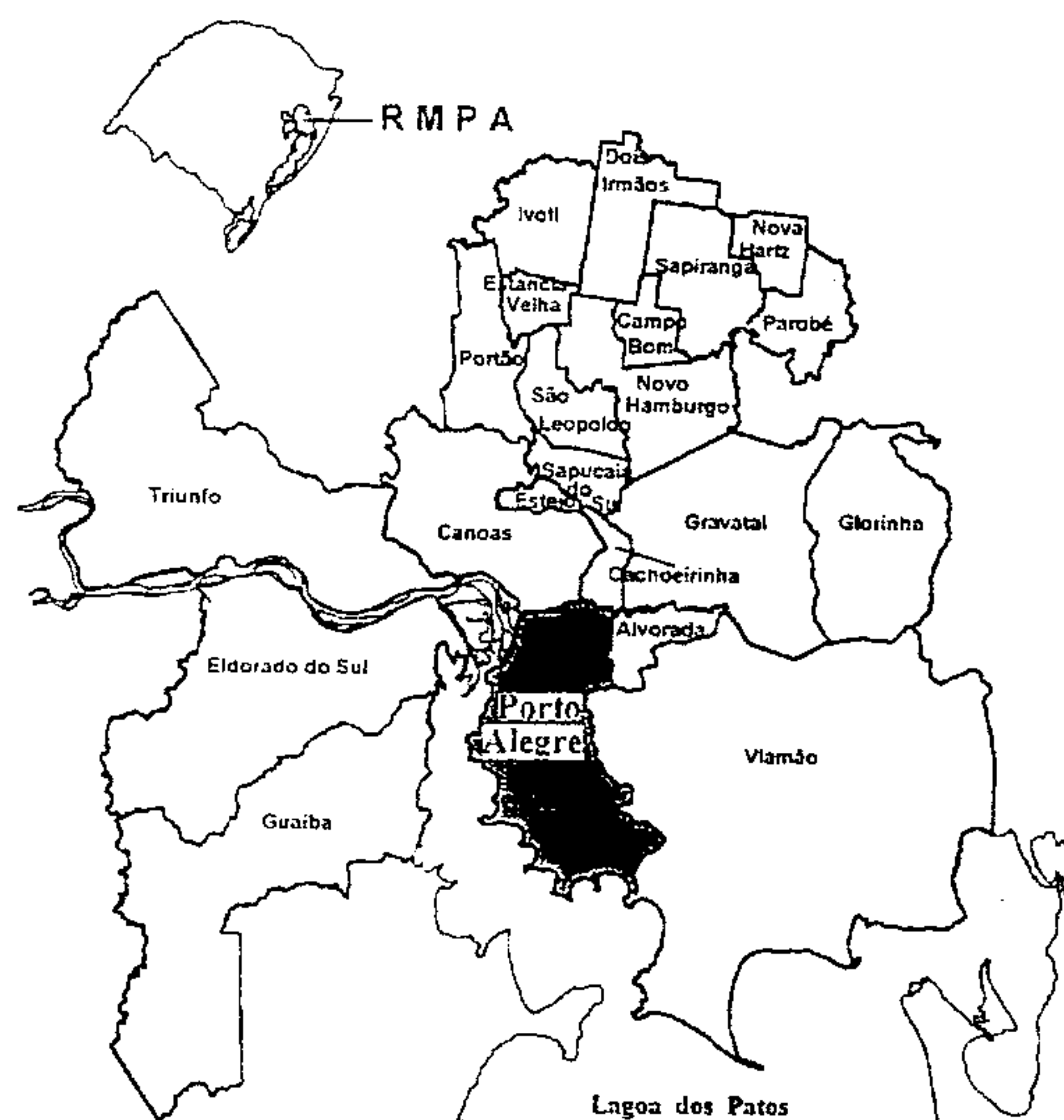
II Título

CDU 711.2 (816.5)
55 (816.5)

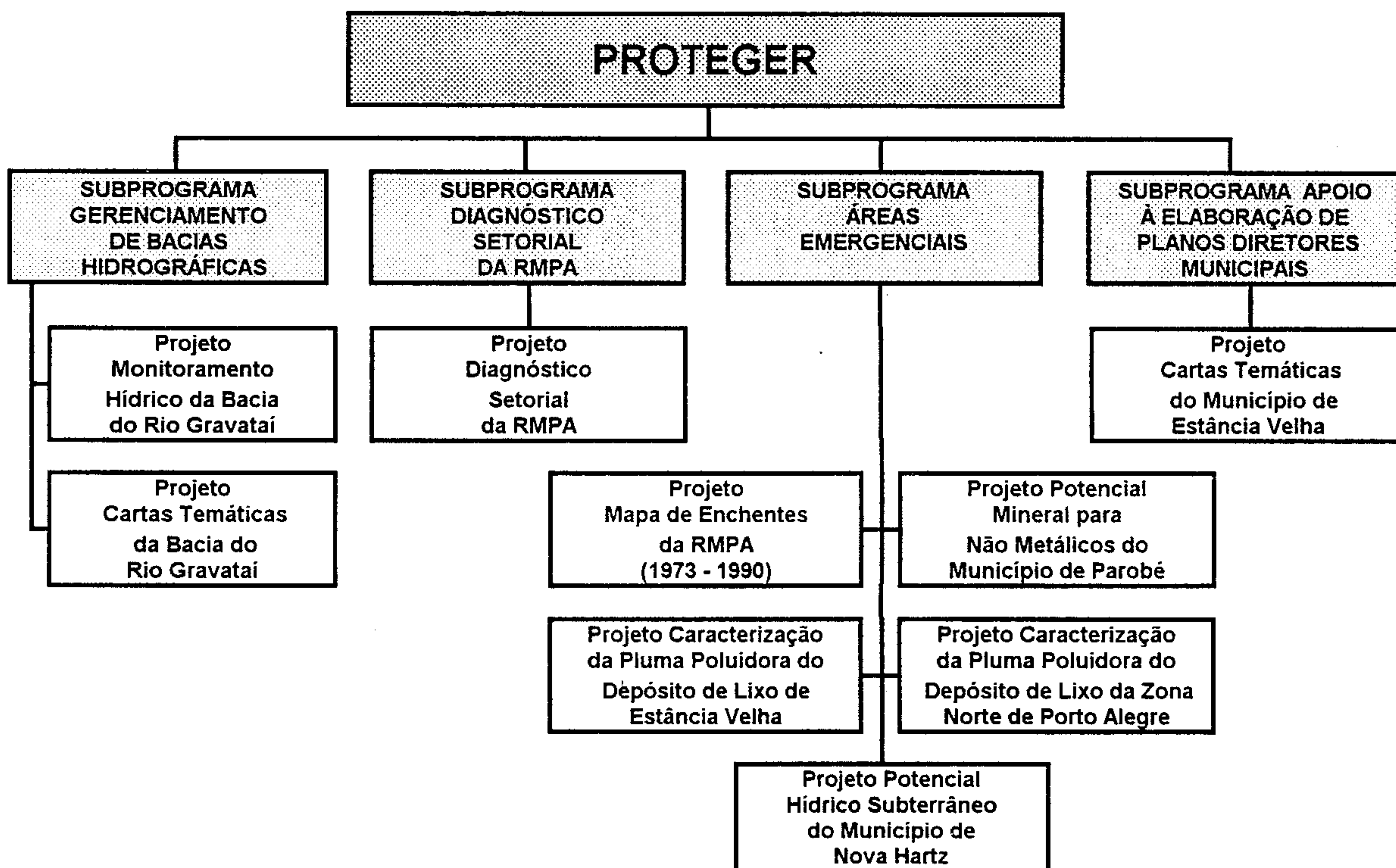
Ilustração da capa: imagem multiespectral do satélite LANDSAT TM-5, de 16/09/90, abrangendo o Delta do Jacuí e Estuário do Guaíba.

O PROTEGER

Com o objetivo de incorporar efetivamente as características do meio físico ao planejamento regional e urbano, a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM e a FUNDAÇÃO DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO E REGIONAL - METROPLAN, através de convênio firmado em 1991, vem desenvolvendo o PROGRAMA TÉCNICO PARA O GERENCIAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - PROTEGER. Este programa está assentado no conhecimento dos diferentes atributos do meio físico: declividade, geologia, geomorfologia, pedologia, formações superficiais e hidrogeologia, entre outros, e contou com a participação de uma equipe técnica multidisciplinar. A correlação deste conhecimento com os requisitos locacionais das atividades antrópicas, tais como, habitação, indústria, mineração, disposição de resíduos, agricultura, torna-se a base sobre a qual são definidas as ações preventivas, em especial de planejamento do uso do solo e as ações corretivas, notadamente obras de saneamento e de controle de riscos



A primeira fase do PROTEGER teve seu desenvolvimento através de quatro subprogramas, aos quais estão vinculados nove projetos :



Como resultado desta primeira fase, foram elaborados trinta e nove Cadernos Técnicos e setenta e nove cartas e mapas temáticos que se encontram à disposição dos interessados nos escritórios da CPRM e METROPLAN.

Este volume trata especificamente dos resultados obtidos com a elaboração do **MAPA GELÓGICO DO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA**, que é parte integrante do conjunto de 19 mapas executados pelo projeto ***Cartas Temáticas do Município de Estância Velha-RS***.

Este projeto, que compõe o subprograma ***Apoio à Elaboração de Plano Diretor Municipal do Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre - PROTEGER***, tem seus resultados divulgados através de uma série de volumes, a seguir relacionados:

- Isodeclividade do Município de Estância Velha - RS.
- Geologia do Município de Estância Velha - RS.
- Geomorfologia do Município de Estância Velha - RS.
- Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha - RS.
- Formações Superficiais do Município de Estância Velha - RS.
- Pedologia do Município de Estância Velha - RS.
- Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha - RS.
- Documentação Básica do Projeto Estância Velha - RS.
- Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha - RS.
- Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha - RS.
- Áreas de Proteção do Município de Estância Velha - RS.
- Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha - RS.
- Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha - RS.
- Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha - RS.
- Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha - RS.

Originalmente este trabalho foi editado através de uma série regional de publicações, intitulada ***Série GATE - Estância Velha***, sob a designação de ***Caderno Técnico 02***. Visando sua integração às séries nacionais de publicações do GATE, passa a constituir o ***Volume 07*** da ***Série Cartas Temáticas*** da Superintendência Regional de Porto Alegre.

Em decorrência, os termos ***Volume*** e ***Caderno Técnico*** são apresentados neste trabalho com o mesmo significado.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - METODOLOGIA.....	4
3 - ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS.....	6
3.1 - Formação Botucatu	6
3.1.1 - Caracterização Geológica	6
3.1.2 - Caracterização Hidrogeológica	7
3.1.3 - Caracterização Geotécnica	9
3.1.4 - Aspectos Econômicos	10
3.2 - Formação Serra Geral	10
3.2.1 - Caracterização Geológica	10
3.2.2 - Caracterização Hidrogeológica	12
3.2.3 - Caracterização Geotécnica	12
3.2.4 - Aspectos Econômicos	13
3.3 - Depósitos de Encostas	13
3.3.1 - Tálus	13
3.3.1.1 - Caracterização Geológica	13
3.3.1.2 - Caracterização Hidrogeológica	14
3.3.1.3 - Caracterização Geotécnica	14
3.3.1.4 - Aspectos Econômicos	14
3.3.2 - Depósitos Coluvionares - (Rampas de Colúvio)	14
3.3.2.1 - Caracterização Geológica	14
3.3.2.2 - Caracterização Hidrogeológica	15
3.3.2.3 - Caracterização Geotécnica	15
3.3.2.4 - Aspectos Econômicos	15
3.4 - Depósitos de Várzeas	15
3.4.1 - Depósitos Aluviais Subatuais	15
3.4.1.1 - Caracterização Geológica	15
3.4.1.2 - Caracterização Hidrogeológica	16
3.4.1.3 - Caracterização Geotécnica	16
3.4.1.4 - Aspectos Econômicos	16
3.4.2 - Depósitos Aluviais Atuais	16
3.4.2.1 - Caracterização Geológica	16
3.4.2.2 - Caracterização Hidrogeológica	17
3.4.2.3 - Caracterização Geotécnica	17
3.4.2.4 - Aspectos Econômicos	17
4. ASPECTOS ESTRUTURAIS	18
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	22
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

- ANEXO

Documentação Fotográfica

- ENCARTE

Mapa Geológico do Município de Estância Velha-RS - Escala 1:25.000

Mapa apresentado em escala reduzida para fins de ilustração. Cópia deste mapa, na escala original, poderá ser obtida na METROPLAN ou na CPRM-Porto Alegre.

1 - INTRODUÇÃO

O Município de Estância Velha, situado na porção norte da Região Metropolitana de Porto Alegre-RMPA (Figura 1), foi criado em 8 de setembro de 1959, abrangendo atualmente uma área de 51,74 km². De acordo com o Censo Demográfico, realizado pelo IBGE em 1991, o município apresenta uma população de 28.169 habitantes.

A sede municipal de Estância Velha dista cerca de 50 km de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul. A cidade tem como principal via de ligação com Porto Alegre a rodovia federal BR-116, a qual dá acesso ao centro urbano através da Av. Presidente Vargas, um dos eixos estruturadores do município. Na direção norte-sul, um outro eixo estruturador é a Rua Presidente Lucena, que permite a ligação com o município de Ivoti.

A principal atividade econômica do município é representada pela indústria de beneficiamento e acabamento de couros, bem como pela indústria de calçados. Existe uma estreita vinculação espacial entre a atividade industrial e suas atividades complementares e a ocupação residencial, ocasionando alguns problemas à dinâmica urbana.

No que se refere à distribuição espacial da população no território municipal, constata-se um acentuado processo de concentração demográfica urbana. A população rural representa menos de um décimo da população urbana, a qual se concentra em apenas 15% da área do município.

Os usos do solo predominantes na área rural são os campos e pastagens que utilizam cerca de 35% do município, seguidos do reflorestamento que ocupa aproximadamente 29% da área municipal. O reflorestamento é fundamentalmente representado pelo plantio de acácia-negra, utilizada como matéria-prima para a obtenção do tanino, de emprego na indústria de couro.

Quanto a atividade mineral, destaca-se a extração de basalto para obtenção de brita, utilizada nas obras rodoviárias e na construção civil.

No município de Estância Velha, com uma área relativamente pequena, onde se

desenvolvem atividades bastante diversificadas, podem ser caracterizados interesses especialmente conflitantes na utilização de seus recursos minerais, na ocupação do meio físico e na preservação do meio ambiente. Estes usos conflitantes se intensificam na medida em que os problemas decorrentes das atividades industriais, com seu grande número de curtumes, da exploração mineral em zona urbana e periurbana, da ocupação inadequada de encostas e de terrenos suscetíveis à erosão, interferem de forma negativa no meio ambiente, comprometendo o seu equilíbrio e, em decorrência, a própria qualidade de vida da população.

Objetivando dotar a municipalidade de um instrumental eficiente que permita a tomada de decisões adequadas para o equacionamento dos problemas decorrentes da ocupação do território, preservando seus recursos naturais, o **PROTEGER** contemplou-a com o projeto "Cartas Temáticas do Município de Estância Velha". Os resultados deste projeto visam subsidiar a reavaliação do Plano Diretor Municipal, na medida em que fornecem informações multidisciplinares sobre o meio físico.

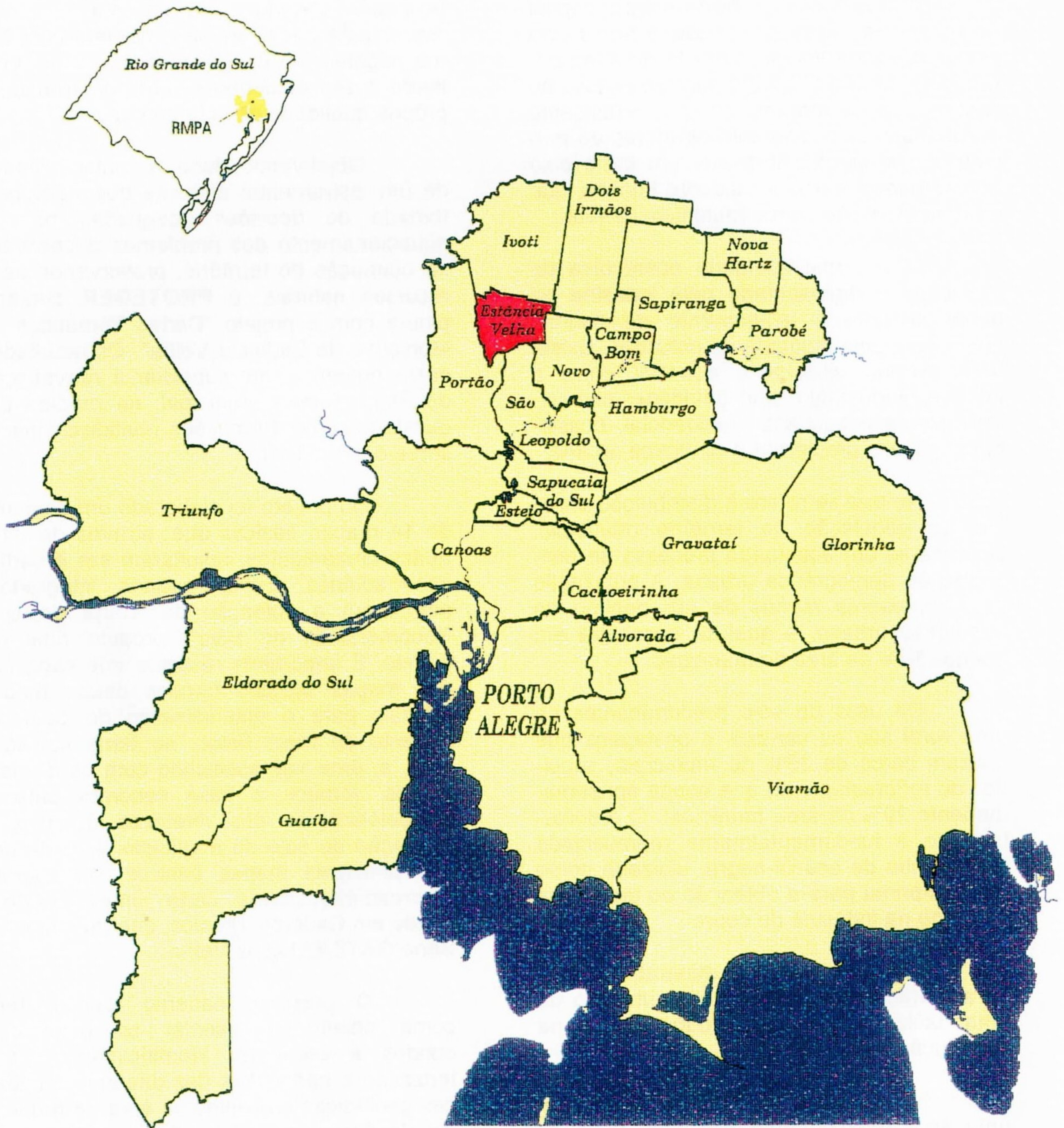
No projeto foi elaborado um conjunto de 14 mapas básicos que, através de diferentes cruzamentos, resultaram em 4 cartas intermediárias. Estas, quando integradas, permitiram a obtenção da "Carta de Uso Recomendado do Solo", produto final do projeto. É importante ressaltar que cada um dos mapas básicos fornece dados fundamentais para o entendimento do comportamento do meio físico, no tema considerado, e, uma vez associado com os demais mapas, fornece a base concreta para o estabelecimento das diretrizes de uso e ocupação do solo do município. A cada um dos principais mapas básicos, das cartas intermediárias e da carta síntese corresponde um Caderno Técnico, que faz parte da Série GATE-Estância Velha.

O presente caderno técnico tem como objetivo apresentar os resultados obtidos a partir da identificação, caracterização e cartografia das diferentes unidades geológicas presentes na área do município de Estância Velha. São ressaltados os

REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE

MAPA DE LOCALIZAÇÃO

FIGURA 1



MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA

aspectos litológicos, estruturais e texturais, bem como algumas características geotécnicas das referidas unidades.

A caracterização geotécnica das unidades contou com a valiosa colaboração da Eng^a Civil Regina Davison Dias e com o apoio do setor de geotecnia do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da

UFRGS.

São também abordados aspectos relacionados aos diferentes tipos de solos desenvolvidos sobre o substrato rochoso, suscetibilidade desses solos e rochas aos processos erosivos, bem como sua potencialidade hídrica e econômica.

2 - METODOLOGIA

Para a elaboração do Mapa Geológico efetuou-se, inicialmente, uma fotointerpretação, utilizando-se fotografias aéreas na escala 1:40.000, realizadas pela Força Aérea Brasileira (FAB 1990), fotos 1:20.000, realizadas pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem e Departamento de Estudos e Projetos (DAER/DEP - 1978) e, em determinados locais onde foi necessário um detalhamento maior, fotos na escala 1:8.000, realizadas pelo Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem e Departamento de Estudos e Projetos (1972-1973).

Concomitantemente a esta etapa, foi feita uma pesquisa bibliográfica em todos os trabalhos disponíveis, relacionados à área estudada.

Lançou-se uma série de "overlays" sobre fotos na escala 1:20:000, tais como: rede de drenagem, contatos entre unidades geológicas, delimitação de depósitos de encosta (tálus ou rampas de colúvio), planícies aluviais atuais e subatuais (terraços) e ainda elementos estruturais como falhas, fraturas, atitudes de camadas e paleocorrentes.

Todos esses elementos fotointerpretados e aqueles obtidos através de pesquisa bibliográfica foram plotados em seis cartas na escala 1:10:000 do cadastro metropolitano da METROPLAN (folhas 2970.2.K; 2970.2.L; 2970.2.M; 2970.2.P; 2970.2.Q e

2970.2.R), que abrangem toda a área do município.

Os mapas fotogeológicos resultantes foram submetidos à verificação de campo.

Durante essa etapa realizou-se o mapeamento geológico propriamente dito, em que foram descritos todos os afloramentos mais representativos, dando-se ênfase também a aspectos pedológicos, geomorfológicos e geotécnicos das distintas unidades geológicas, bem como avaliada sua potencialidade mineral e de recursos hídricos subterrâneos.

Ainda nesta fase de campo foi efetuada uma série de furos utilizando-se trado mecanizado modelo MB-1 (Foto 1). Sempre que possível estas sondagens foram aprofundadas até alcançar a rocha alterada, permitindo desta forma avaliar com bastante precisão a espessura das formações superficiais e profundidade do nível freático (Foto 2).

Em uma última etapa, as informações obtidas foram registradas na planta-base do município de Estância Velha, na escala 1:25:000, digitalizada a partir de cartas do CCAuEX de 1978, em escala 1:50.000.

A Figura 2 mostra a inter-relação do mapa geológico com os demais mapas e cartas elaboradas pelo projeto.

MAPAS E CARTAS TEMÁTICAS MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA

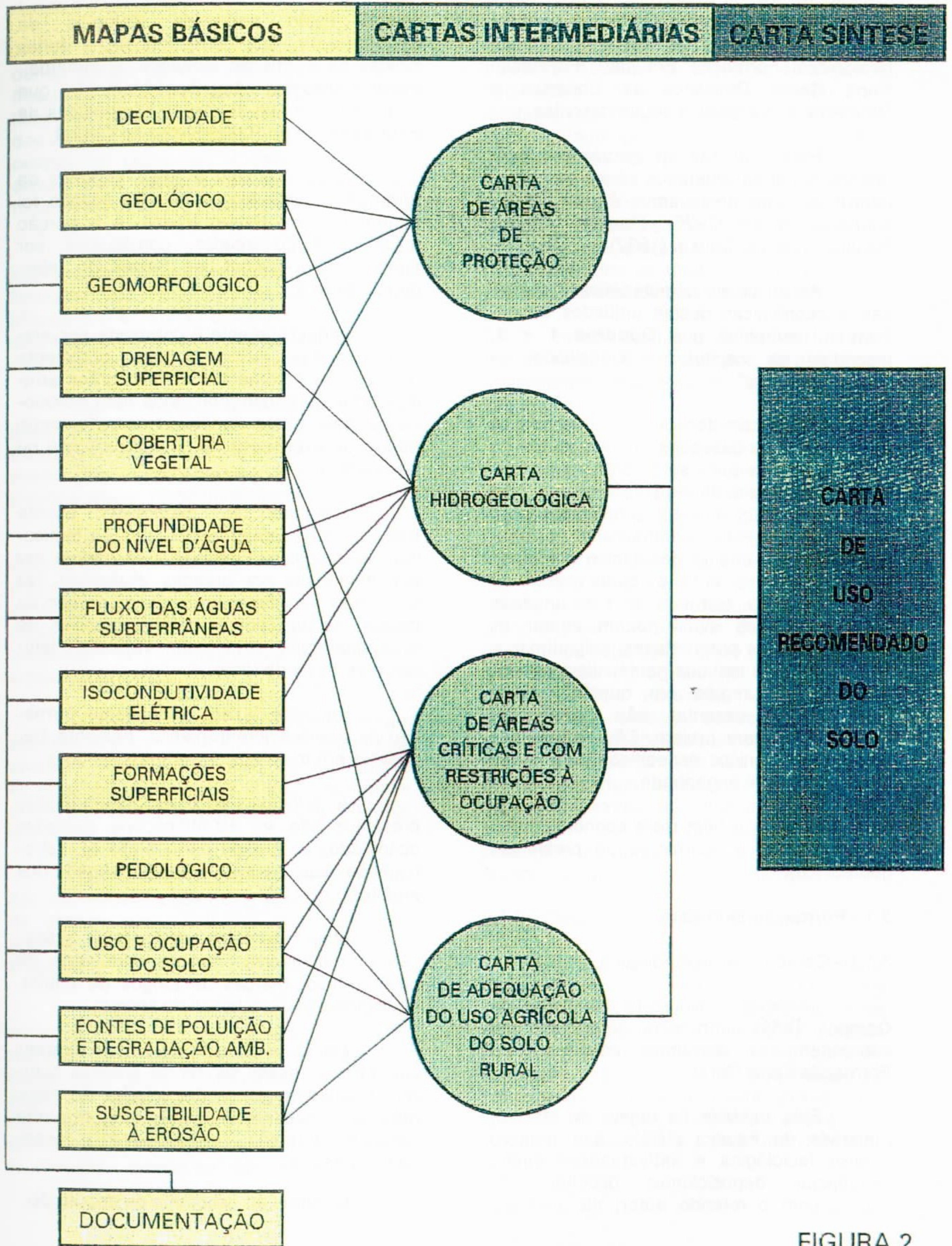


FIGURA 2

3 - ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS

O mapeamento geológico permitiu identificar a presença das seguintes unidades geológicas: Formação Botucatu, Formação Serra Geral, Depósitos de Encostas e Depósitos de Várzeas, a seguir descritas.

Para a abordagem geológica / geotécnica foram considerados vários trabalhos, dentre os quais destacamos Aguiar (1989); Camargo et alii (1976); Coulon (1974); Portillo (1988) e Souza (1992).

As principais características geológicas e geotécnicas destas unidades encontram-se resumidas nos **Quadros 1 e 2**, inseridos no capítulo "Conclusões e Recomendações".

As características geotécnicas descritas foram baseadas em resultados de ensaios obtidos para solos com características similares aos da região em estudo. Não foram realizados ensaios geotécnicos para os solos em questão. É importante observar que o comportamento geotécnico é afetado por vários fatores, entre os quais história de tensões, textura, estrutura, teor de umidade entre outros, os quais podem alterar as características e propriedades, salientando a necessidade de estudos geotécnicos específicos para a região em questão. Estas características descritas não podem ser consideradas para projeto. São necessários estudos geotécnicos específicos para o seu uso em obras de engenharia.

Projetar é bem mais econômico que restaurar após a ocorrência de problemas geotécnicos.

3.1 - Formação Botucatu

3.1.1 - Caracterização Geológica

Formação Botucatu (Gonzaga de Campos, 1889) compreende os arenitos que antecedem os derrames basálticos da Formação Serra Geral.

Esta unidade foi objeto de tese de mestrado de Faccini (1989), que realizou análise faciológica e individualizou quatro seqüências deposicionais distintas. De acordo com o referido autor, na área em

estudo estão presentes litologias da Seqüência IV, que correspondem a dunas eólicas da Formação Botucatu, e eventualmente litologias da Seqüência I, que correspondem aos depósitos interdúnicos da Formação Rio do Rasto/Sanga do Cabral.

Neste trabalho o terço superior da formação, constituído por arenitos eólicos, foi denominado de Fácies Eólica, e a porção média e terço inferior, constituídos por arenitos flúvio-eólicos, de Fácies de Interdunas (**Foto 3**).

Litologicamente é composta por arenitos bimodais, médios a finos, localmente grossos e conglomeráticos, com grãos arredondados ou subarredondados bem selecionados, geralmente cinza-avermelhado sendo freqüente a presença de cimento silicoso ou ferruginoso.

Constitui um expressivo pacote arenoso, com camadas tabulares ou lenticulares e espessura variável, que podem ser acompanhadas por grandes distâncias. No terço médio e inferior há maior proporção de pelitos, sendo comuns interlaminações de areia/silte/argila, bem como variações laterais e verticais de fácies.

Também fazem parte desta formação os arenitos intertrapianos, bastante freqüentes em meio aos derrames basálticos.

As principais estruturas sedimentares presentes são as estratificações cruzadas acanaladas de grande porte (**Foto 4**), estratificação plano-paralela e a bimodalidade dos arenitos.

Mais raramente verificam-se graduação normal/inversa, marcas onduladas de baixo relevo, marcas de pingos de chuva, *ripples* de adesão e linhas de seixos.

Devido à atuação da erosão diferencial, no topo dessa seqüência arenosa ocorrem freqüentes grutas. No interior de algumas delas existem desenhos que, segundo pessoas da região, correspondem a inscrições rupestres.

Quanto ao ambiente de deposição,

as estruturas sedimentares presentes indicam ambiente desértico, com depósitos de dunas e interdunas.

Dessa forma, os grandes campos de dunas seriam caracterizados pela presença freqüente de estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, pela bimodalidade dos arenitos, evidenciando a atuação de processos de *grain fall*, e pelas cunhas de arenito com gradação inversa, que caracterizam processo de *grain flow*.

Os depósitos interdúnicos (Fácies de Interdunas) são caracterizados pelos arenitos bimodais com estratificação plano-paralela (Fotos 5 e 6), linhas de seixos, marcas onduladas de baixo relevo, *ripples* de adesão e raras marcas de pingos de chuva.

As intercalações de pelitos ou de arenitos médios conglomeráticos, com estratificação cruzada acanalada de pequeno e médio porte representariam os depósitos de *ponds* e *wadis*, respectivamente.

A diminuição gradativa das intercalações pelíticas, à medida que se dirigem para o topo da formação, sugere que as condições de aridez tornavam-se cada vez mais enérgicas, à medida que se processava a sedimentação, até a implantação definitiva do ambiente desértico.

Para efeito de mapeamento foram individualizados dois domínios para esta unidade: um mais arenoso correspondente ao terço médio e superior, e outro com maior proporção de argila, correspondente ao terço inferior da formação.

As medidas de paleocorrentes, tomadas em estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, indicam que o sentido preferencial dos ventos era de SW para NE (Figura 3).

Sobre estas rochas desenvolvem-se solos residuais ou transportados. De uma maneira geral, no topo da formação logo abaixo dos derrames basálticos, as rochas arenosas estão bastante recozidas e algo silicificadas, resistindo bem aos processos erosivos, ao passo que na sua porção média e inferior comportam-se como rochas

brandas muito friáveis, sendo facilmente esculpidas pelos processos erosivos, resultando formas de relevo pouco movimentadas, constituídas por colinas ou morros de formas alongadas ou arredondadas, com encostas côncavas ou convexas de pequena declividade. Nesta porção verificou-se, também, que nas interfácies que correspondem à superposição de uma camada arenosa sobre uma predominantemente argilosa, ou no contato superior da rocha arenosa com os depósitos de rampas de colúvios, ocorrem, às vezes, pequenas quebras de declives com embaciamentos que, geralmente, resultam em uma zona alongada com pequenos depósitos aluviais suspensos.

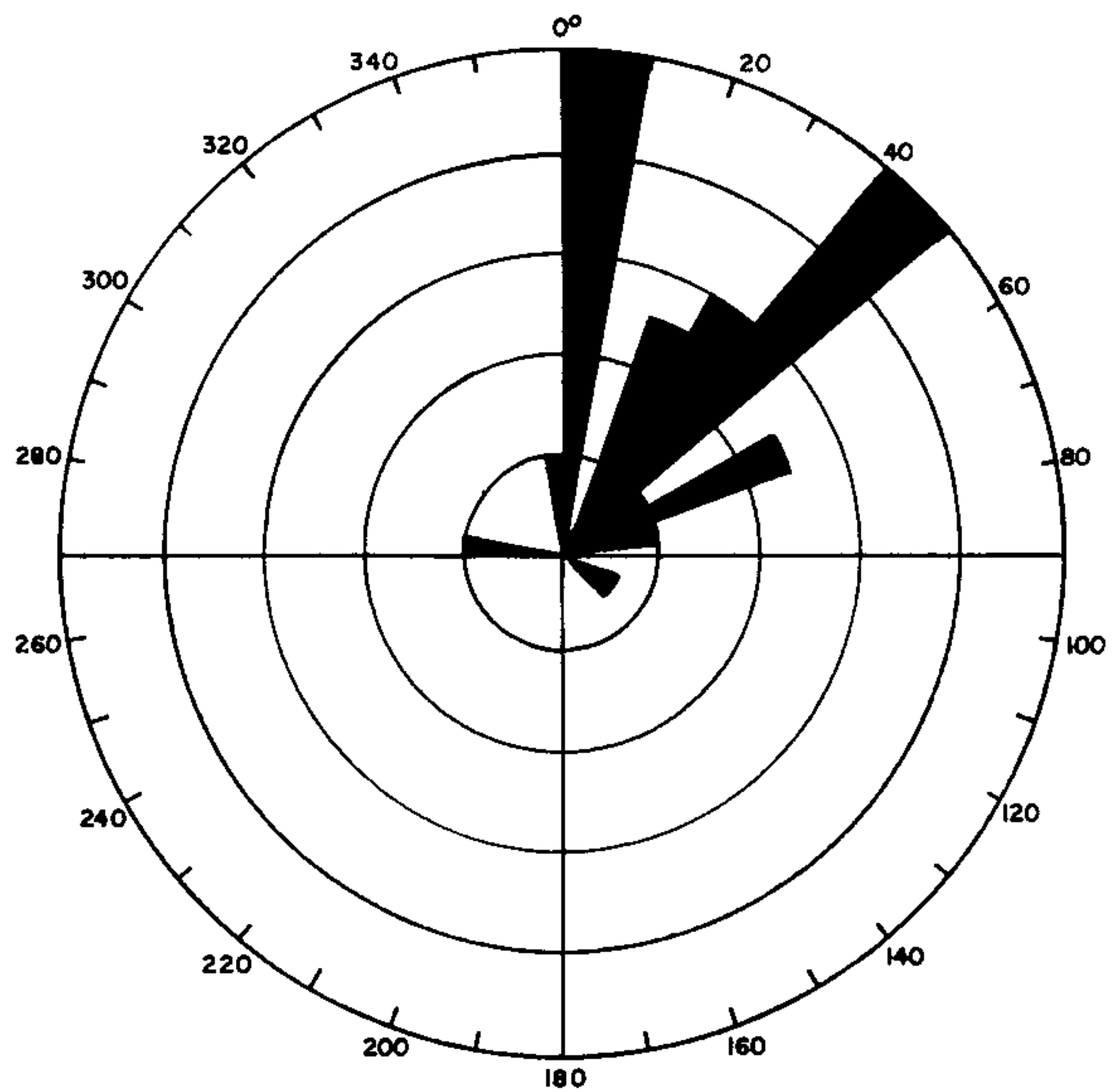
Nestes locais, geralmente, há indícios de erosão remontante que, se não forem devidamente manuseados, evoluirão para voçorocas.

Outros solos transportados, também freqüentes sobre esta unidade, são os depósitos coluviais, que geralmente apresentam espessuras inferiores a 10 metros.

Os solos residuais são do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo, caracterizando-se por serem mal estruturados, com textura areno-argilosa, perfis bem desenvolvidos e com nítida distinção entre horizontes. A concentração de argilas no horizonte B é proveniente do horizonte A, através de processos de iluviação, controlando a maior ou menor permeabilidade e porosidade deste tipo de solo. Geralmente são solos bastante profundos e muito suscetíveis aos processos erosivos, através da atuação das águas superficiais e subsuperficiais, devido à passagem abrupta do horizonte A (franco-arenoso) para o horizonte B (argiloso).

3.1.2 - Caracterização Hidrogeológica

Quanto ao comportamento hidrogeológico, o arenito Botucatu, juntamente com seus solos, caracteriza-se por possuir uma alta permeabilidade, constituindo desta forma um excelente aquífero. Na área de exposição desta unidade, a alimentação se processa por infiltração direta através dos solos e por recarga indireta, através de drenagem descendente a partir dos derrames basálticos.



Total de medidas	- 45
Azimute do vetor médio	- 29°07'
Módulo do vetor médio	- 39,3561
Índice de consistência	- 81,9920
Desvio padrão	- 0,0276

Figura 3 - Diagrama de paleocorrentes dos arenitos eólicos da Formação Botucatu.

3.1.3 - Caracterização Geotécnica

• Fácies Eólica

A Formação Botucatu apresenta horizontes de solos com diferentes características geotécnicas ao longo do perfil. O horizonte A, com espessuras geralmente inferiores a 80 cm, com caráter arenoso, boa drenagem, presença de matéria orgânica, pode geralmente estar no estado fofo ou medianamente compacto. Em maiores profundidades ocorre o horizonte B, com cores mais avermelhadas, textura arenosa fina com presença de argila e silte. São geralmente pouco compactos e bem drenados. Alguns destes solos mostraram, em ensaios de laboratório, características colapsíveis com a inundação. Estes podem apresentar deformações quando inundados, como em casos de rupturas de canalizações. Em maiores profundidades são encontradas camadas de solos residuais areno-siltosos, do horizonte C, pouco compactos a medianamente compactos, drenados, que guardam a estrutura e toda a aparência da rocha, mas ao contrário do material rochoso podem ser desmanchados com a pressão dos dedos. Estes solos também apresentaram-se colapsíveis nos ensaios de laboratório. A rocha arenítica é encontrada em profundidades variáveis, muitas vezes próxima da superfície, não ocorrendo os horizontes de solos acima citados. Outras vezes em profundidades variáveis, estando presentes todos ou alguns dos horizontes acima citados.

Resultados geotécnicos de características físicas, compressibilidade e resistência ao cisalhamento estão descritos por Orlandini & Davison Dias, (1990) e Orlandini (1991), em perfis da Formação Botucatu em Novo Hamburgo.

Os perfis de solos que ocorrem acima da rocha, solos dos horizontes A, B e C, podem apresentar facilidade quanto a sua escavação, sendo que dificuldades se iniciam à medida que a escavação ocorre próximo ao material rochoso. Neste caso o desmonte é realizado através dos planos de fraturas do material rochoso.

A suscetibilidade à erosão é alta no solo residual areno-siltoso do horizonte C

(Foto 7). Este fato tem sido constatado quando da retirada dos horizontes superficiais (A e B), deixando o horizonte C exposto. Ocorre também em cortes de estrada. Os solos avermelhados, que constituem o horizonte B ou mesmo os solos arenosos do horizonte A, também apresentam alta suscetibilidade à erosão, quando submetidos ao escoamento superficial, e média, nos cortes de taludes.

A estabilidade dos taludes é variável de acordo com a profundidade dos horizontes solicitados. Cortes no horizonte B avermelhado, quando pouco profundos, para canalizações, são estáveis. Em maiores profundidades estas escavações podem instabilizar-se em épocas chuvosas, fato este agravado quando o mergulho favorece o escorregamento (Foto 8). Estudos geotécnicos são necessários para prever escorregamentos em escavações de maior vulto. Trabalhos de campo têm mostrado a ocorrência de taludes antigos estáveis ao longo das estradas. Entretanto, pesquisas devem ser levantadas de quais os horizontes de solos são solicitados nestes taludes, ou espessura da rocha. Maciel Filho (1990) comenta que inclinações mais adequadas, sugeridas por Constanzo Jr., Virgili & Maciel Filho (1978) para cortes na Formação Botucatu, podem ser de 1H:3V. Este também chama a atenção para as quedas de blocos de arenito que podem ocorrer em taludes altos e quase verticalizados, os quais se manifestam esporadicamente junto às escarpas.

Estudos feitos por Maciel Filho (1990), para um perfil da Formação Botucatu que ocorre em Santa Maria, descrevem que esta unidade apresenta uma boa capacidade de suporte para subleito, com valores de índice de suporte Califórnia (CBR) iguais a 13,12 e 9 para os horizontes A, B e C, respectivamente, e baixa expansividade. Nunez (1991), estudando um solo residual do arenito da Formação Botucatu de São Leopoldo, encontrou valores de CBR para o horizonte C, com valores máximos iguais a 9 na Energia do Proctor Normal, e valores de máximo de expansão de 1.6%.

Ensaio laboratoriais já desenvolvidos no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS têm mostrado que esta unidade apresenta potencial de

jazidas de solos para pavimentos de baixo custos, como demonstrado por Aranovich (1989), Nogami (1989) e ainda Passos, Dias & Ceratti (1991). Os solos residuais do horizonte C, quando estabilizados com cimento ou cal, têm potencial para seu uso no corpo estrutural de um pavimento, conforme resultados de Nunez (1991).

• Fácies de Interdunas

Esta unidade apresenta perfis formados por solos com espessuras geralmente superiores a 5.0 m. É formada por um horizonte A arenoso e um horizonte B argilo-silto-arenoso, de consistência média, eventualmente mais rijo. O horizonte C é mais argiloso que o horizonte C do arenito Botucatu eólico e menos permeável. São frequentes intercalações argilosas. O lençol freático encontra-se geralmente profundo.

Em alguns casos, em que o lençol freático encontra-se mais raso, pode haver a interação do escoamento superficial e subsuperficial, ocasionando fenômenos de *piping*, que poderão evoluir para voçorocas.

Estes solos apresentam facilidade quanto à escavação. Cortes para canalizações rasas são geralmente estáveis. Cortes mais profundos, que atingem o horizonte C, podem apresentar problemas. Alguns surgem quando as intercalações argilosas estão no sentido do mergulho das camadas. Como material de empréstimo, o horizonte B pode apresentar boas características. Estudos devem ser realizados no horizonte C.

A atual área de descarte de lixo industrial e doméstico posiciona-se sobre os solos desta unidade. Apesar destes solos apresentarem no horizonte B altas porcentagens de argila, estes podem permitir a infiltração, devido à estrutura grumosa presente nos solos no estado natural. Entretanto, quando adequadamente compactados, estes podem ter comportamento impermeável.

3.1.4 - Aspectos Econômicos

Quanto aos aspectos econômicos, embora em municípios vizinhos estas litologias sejam intensamente exploradas para obtenção de blocos de alicerces, tijoletas, lajotas e guias para calçamentos, em Estância Velha a exploração se limita aos seus

solos residuais, para obtenção de material de empréstimo.

3.2 - Formação Serra Geral

3.2.1 - Caracterização Geológica

Constitui espessa seqüência vulcânica, que foi introduzida como unidade estratigráfica por White (1906) e definida como Formação Serra Geral por Gordon Jr. (1947).

Abrange uma sucessão de derrames de lavas predominantemente básicas, contendo domínios ácidos e intermediários, principalmente no terço médio e superior.

Na área estudada afloram principalmente na porção norte (Foto 9), onde constituem platôs com topos planos ou ondulados, cujas cotas máximas atingem 317m. Também estão presentes no topo dos morros-testemunho.

Foram observados termos básicos a intermediários, de cores cinza-escuro a preta, de granulação fina a afanítica, com termos variando desde amigdaloidal até maciços. Geralmente, encontram-se bastante fraturados, exibindo fraturas conchoidais características.

Em nível de afloramento verificam-se nitidamente três zonas de resfriamento: amigdaloidal, disjunção horizontal e disjunção vertical.

Os estudos realizados sugerem, para esta área, a presença de pelo menos três derrames, sendo o inferior mais característico e predominante, pois pode ser bem estudado desde sua base em contato com o arenito Botucatu, até sua porção superior que corresponde a uma primeira quebra morfológica, indicando uma espessura total de 70m. Os dois outros derrames provavelmente existentes na área não puderam ser estudados, pelo fato de ocorrerem em áreas escarpadas e sem exposição de suas zonas estruturais.

De uma maneira geral, nesta região as estruturas mais proeminentes correspondem a escarpas de basalto com disjunção vertical.

Localmente ocorrem diques de diabásio com direções preferenciais NW-SE ou N-S, que seccionam essas rochas basálticas (Foto 10).

Petrograficamente as rochas estudadas mostram texturas holocristalinas a hipocristalinas, equigranulares finas a médias ou porfiríticas. Neste último caso, fenocristais ou microfenocristais de plagioclásio e/ou piroxênio, de grão fino a médio, estão imersos em matriz fanerítica fina, afanítica ou vítrea.

As principais estruturas encontradas são as amígdalas, de forma subesférica ou amebóide, com diâmetro de 6mm (AK-33a) a 0,4mm (AK-33b), normalmente preenchidas por polimorfos de sílica (calcedônia e opala), zeolitas e argilo-minerais (provavelmente celadonita). São comuns venulações de espessura submilimétrica e descontínuas, preenchidas por estes mesmos minerais (Foto 11).

Mineralogicamente, constituem-se de 40-70% de plagioclásio (An 44-55), 0-30% de clinopiroxênio (augita e subordinadamente pigeonita), 0-3% de quartzo e 0-2% de olivina; a mineralogia acessória é apatita e opacos, em porcentagens próximas à unidade. Como produtos secundários destacam-se: sericita, clorita, calcita, polimorfos de sílica, como a calcedônia e a opala, zeolitas e argilo-minerais. Essa composição modal, aliada ao teor de An do plagioclásio, permite classificar essas rochas, segundo Streckisen (1973), como transicionais entre basaltos e andesitos. Na passagem de um basalto para um andesito a labradorita torna-se mais sódica, passando a andesina. Para uma classificação mais precisa são necessárias análises químicas.

O plagioclásio varia de andesina a labradorita; ocorre como fenocristal (3mm), ocasionalmente glomeroporfirítico, zonado, sericitizado e epidotizado. São freqüentes como cristalitos (diâmetro inferior a 0,15mm) na matriz (texturas *quench*). Essas texturas mostram que o plagioclásio inicia sua cristalização precocemente e estende-se até as fases finais de cristalização magmática. A composição do plagioclásio é indicativa de dois grupos preferenciais de rochas: uma de composição básica e outra intermediária, confirmados, respectivamente, pela presen-

ça de olivina nos termos com labradorita e de quartzo nos termos onde predomina a andesina.

O piroxênio é a augita, que ocorre como fenocristal (4mm), ou na matriz, com grão fino (3mm a 0,2mm), isolado ou em texturas intergranulares e subofíticas com o plagioclásio, mostrando que a cristalização do piroxênio é simultânea ou posterior ao plagioclásio.

A principal alteração verificada nestas rochas é a cloritização.

A olivina é pouco freqüente (AK-37a), ocorrendo globular de grão fino (0,5mm) como constituinte da matriz.

O quartzo é fino (0,5 mm), amebóide, e constitui a matriz ou preenche cavidades, indicando que sua formação se deu nos estágios finais da cristalização magmática.

A matriz constitui-se de agregados de grãos finos, em arranjos intergranulares a intersticiais, predominantemente de plagioclásio e piroxênio, localmente *quench*, fibrorradiados. Com menor freqüência é vítrea, com domínios anisótropos, indicando a devitrificação, principalmente pela cloritização.

Como é do conhecimento geral, os basaltos e rochas associadas da Formação Serra Geral têm afinidade toleítica. Mesmo assim cabe ressaltar que a supersaturação em sílica, como indica a ocorrência de quartzo, é evidência suficiente para definir uma rocha basáltica como toleítica. A ausência de titano-augita em todas as amostras é evidência negativa da afinidade alcalina.

Relacionados a esta unidade geológica, foram identificados diferentes tipos de solos, cada qual em uma determinada situação geomorfológica, ou seja, bordas e topos de platôs.

Nas bordas, os solos encontrados são dos tipos Litólico e Cambissolo, sendo mal estruturados, pouco desenvolvidos, permeáveis, porosos e com freqüentes fragmentos rochosos.

No topo dos platôs, foram observados solos do tipo Brunizém Avermelhado,

que se caracterizam por serem bem estruturados, bem drenados, porosos, permeáveis, e apresentarem altos índices de pedregosidade.

Pelo fato de esses solos possuírem pequenas espessuras, porosidade e permeabilidade elevadas e principalmente por apresentarem um substrato rochoso impermeável subaflorante, são muito suscetíveis aos processos erosivos.

3.2.2 - Caracterização Hidrogeológica

Quanto ao comportamento hidrogeológico desta unidade, a permeabilidade está intimamente relacionada a fraturas presentes.

A permeabilidade dessas rochas é do tipo fissural, o que, conseqüentemente, faz com que estes aquíferos apresentem pequena capacidade de armazenamento, a qual vai depender das dimensões e do espaçamento das fraturas. Outro aspecto que também influi na permeabilidade se relaciona às interfaces correspondentes às zonas de diaclasamento horizontal e vertical, onde ocorrem aquíferos suspensos, responsáveis pela surgência nas encostas dos platôs (fontes).

A alimentação desses aquíferos ocorre de maneira indireta, por infiltração através dos solos residuais ou depósitos de talus.

Esses aquíferos desempenham um papel fundamental na alimentação dos aquíferos subjacentes da Formação Botucatu, que se constituem no principal reservatório de águas subterrâneas no município de Estância Velha. A profundidade média do lençol freático é superior a 5,0 metros.

3.2.3 - Caracterização Geotécnica

Os solos de Estância Velha, que se desenvolvem sobre a Formação Serra Geral, apresentam, em geral, pequena espessura sob o ponto de vista geotécnico. O horizonte A apresenta matéria orgânica, algumas vezes com cores bem escurecidas. As fundações e os aterros não são assentes nestes solos e como material de construção também não é aproveitado. O horizonte B é de pequena espessura, geralmente inferior a

1,5m, argiloso, com cores em tons de marrom ou vermelho. O horizonte C também pode estar desenvolvido nos perfis, guardando ainda a estrutura das rochas basálticas e marcas dos planos de fraturas. Foram constatados horizontes C com espessuras aproximadas de 1,5m. Muitos perfis apresentam também pequenos blocos ou mesmo matacões de material rochoso em decomposição, mostrando alteração esferoidal (Foto 12).

Os solos superficiais apresentam em geral consistência média, algumas vezes no estado mais mole, devido a escorregamentos recentes. Fundações nestes solos, sem atingir material rochoso, devem ser feitas com maiores cuidados, uma vez que estes solos apresentam, com certa freqüência, minerais expansivos, que dilatam em épocas de chuva e contraem-se em épocas secas, podendo provocar fissuras nas edificações ou aterros neles assentes. Estudos geotécnicos específicos são necessários neste caso. É importante salientar que o material rochoso muitas vezes se encontra a menos de 4,0 m de profundidade. Rocha decomposta com solo já desenvolvido entre os planos de fratura também pode apresentar material expansivo, bem como alguns minerais de preenchimento de vesículas podem ser expansivos. Cuidados devem ser tomados em construções em encostas mais íngremes, pois muitos destes materiais são suscetíveis a escorregamentos ou rastejos.

Escavações nos solos dos platôs podem ser feitas. Entretanto ressalta-se a presença de blocos ou matacões e cuidados com fendas provenientes de expansão e retração dos minerais expansivos. O material rochoso decomposto pode ser extraído com escavações junto aos planos de fratura. No material rochoso inalterado o desmonte deve ser feito com explosivos.

A estabilidade dos taludes depende do grau de intemperismo do material rochoso e da evolução pedogenética dos solos constituintes do perfil. O material rochoso no estado inalterado não apresenta, em geral, problemas de estabilidade. Quando submetido ao intemperismo físico pode apresentar desagregação na massa rochosa, havendo quedas de blocos depois da realização do corte. Camadas de solos acima do material rochoso podem sofrer rastejos no contato solo material mais resistente, situação agravada

em épocas de muita chuva, devido à elevação da pressão piezométrica. Cortes no pé dos taludes podem instabilizá-los. Alguns deslizamentos podem ocorrer ao longo do tempo. Constanzo Jr. apud Maciel Filho (1990) recomenda inclinações 1H:3V a 1H:5V para os taludes em material rochoso. Em solos, este sugere menores inclinações. As encostas da Serra Geral têm apresentado freqüentes problemas de rastejo, fato já constatado em várias estradas da Serra Gaúcha e por Maciel Filho (op. cit.) em Santa Maria.

Os trabalhos de campo indicaram que, nas encostas dos platôs, ocorrem fenômenos de rastejos, caracterizados pela inclinação anômala de algumas árvores.

Em épocas de chuvas intensas, podem ocorrer também escorregamentos, quedas de blocos e corridas de lama. Estudos geotécnicos devem ser feitos para estabilizar estas áreas de risco com estruturas de retenção, sistema de drenagem eficiente, reflorestamento com espécies que facilitam a fixação do material instável, ou outros com o objetivo do reaproveitamento desta área.

Os solos superficiais desta formação apresentam problemas quanto ao seu uso como solo compactado, devido à presença de mineral expansivo, tanto no horizonte superficial como no horizonte C residual, neste último ocorrendo com relativa freqüência minerais verdes do grupo da montmorilonita. Maciel Filho (1990) encontrou para o horizonte residual saprolítico valores de CBR de 7 e expansividade igual a 0,81.

3.2.4 - Aspectos Econômicos

Quanto aos aspectos econômicos, a principal forma de exploração destas rochas no município consiste na extração de basaltos para obtenção de britas graduadas do tipo 0, 1, 2 e 3 e para produção de concreto asfáltico, empregado nas obras rodoviárias e na construção civil.

Devido ao intenso fraturamento, essas rochas não se prestam à obtenção de paralelepípedos, pedras de alicerces ou chapas de revestimentos.

Assim, com exceção das pedreiras da Sultepa e Incopel, que produzem brita e

são explotadas por métodos mecanizados, as demais são lavradas por métodos rudimentares, manuais, e produzem somente pedras irregulares utilizadas para calçamentos.

As características tecnológicas do minério bruto no município de Estância Velha, obtidas na Brita Portoalegrense, são as seguintes:

- densidade real = 2,84
- densidade aparente = 1,60
- resistência à compressão = 3.390 kg/m³
- absorção de água = 0,42 %
- teste de abrasão = 30 (Resistência)
- 17 (Los Angeles)
- 3 (Deval)
- tamanho no máximo = 500 mm

Na pedreira da SULTEPA, a produção de brita é da ordem de 30.000 toneladas por mês.

3.3 - Depósitos de Encostas

3.3.1 - Tálus

3.3.1.1 - Caracterização Geológica

Estes depósitos são freqüentes junto às escarpas íngremes dos platôs, onde a declividade geralmente é superior a 30%.

Constituem depósitos de material heterogêneo, com abundantes blocos e matações de rochas vulcânicas e areníticas dispersas caoticamente em uma matriz areno-argilosa. Ocorrem como pequenos depósitos com a forma de cones coalescentes ou constituem depósitos contínuos, em forma de franjas. Geralmente iniciam logo abaixo das escarpas, nas vertentes superiores do platô, e se estendem até suas porções mais inferiores, junto às áreas planas, onde alcançam espessuras superiores a 15 metros (**Foto 13**).

Desenvolvem-se, sobre esta unidade, solos Podzólico Vermelho-Amarelo, caracterizados por serem mal estruturados, de textura areno-argilosa e com perfis bem desenvolvidos, com nítida distinção entre os horizontes. São solos bastante profundos e suscetíveis aos processos erosivos, facilmente desagregáveis pela atuação das águas.

3.3.1.2 - Caracterização Hidrogeológica

Quanto ao seu comportamento hidrogeológico, esses talus desempenham importante papel na alimentação dos aquíferos da Formação Botucatu, pois, pelo fato de serem constituídos por materiais heterogêneos com permeabilidades moderadas, muitas vezes retêm a água das encostas basálticas e, por drenagem indireta, alimentam os aquíferos subjacentes.

3.3.1.3 - Caracterização Geotécnica

O material da zona de talus ocorre nos locais íngremes, constituído por conjunto heterogêneo de solo e fragmentos de rochas. Contém uma matriz formada por solos finos, com quantidades variáveis de blocos de rochas vulcânicas e areníticas dispersas na massa de solo. Do ponto de vista geotécnico este material pode estar no estado fofo e instável. As fundações não podem estar assentes neste material. Costumam também apresentar minerais expansivos na massa de solo, com expansão em épocas chuvosas e retração em épocas secas. Cuidados devem ser tomados nas fundações pela presença de matacões e dos blocos de rochas neste tipo de material. Algumas vezes, em locais mais suaves, perfis mais maduros podem ser encontrados sem a presença de minerais expansivos no horizonte B.

Os solos desta unidade podem ser escavados, mas apresentam a ocorrência de blocos e matacões na massa heterogênea. Em épocas de chuvas intensas, com elevação da carga piezométrica, pode ocorrer instabilidade das encostas, com conseqüentes rastejos ou escorregamentos. A massa argilosa pode escorregar, caracterizando esta como uma área de risco. Retirada de vegetação e cortes em pés de taludes podem também instabilizar locais estáveis. Estudos geotécnicos, com uso de estruturas de retenção, são necessários nestas áreas de risco para a sua ocupação.

Como material de compactação estes solos podem apresentar minerais expansivos. Nos relevos mais suaves podem ser encontrados solos sem a presença de minerais expansivos que podem ser usados para aterros. Ensaio específicos são importantes para o seu melhor aproveitamento.

3.3.1.4 - Aspectos Econômicos

Do ponto de vista econômico esses depósitos são explorados somente para retirada de material de empréstimo (saibreiras).

3.3.2 - Depósitos Coluvionares (Rampas de Colúvio) - QHc

3.3.2.1 - Caracterização Geológica

Os depósitos coluvionares, ou rampas de colúvio, são outro tipo de depósito de encosta presente na área estudada.

São muito freqüentes e, ao contrário dos depósitos de talus, sua identificação através da fotointerpretação ou mesmo por verificações de campo nem sempre é fácil, devido ao fato de apresentarem características fotogeológicas semelhantes às das rochas sotopostas. Não apresentam blocos imersos, raramente possuem linhas de seixos na base e são depósitos com uma certa estruturação. Ocorrem com espessuras menores que 10 metros (Foto 14).

São formados pela atuação contínua dos processos erosivos sobre as rochas aflorantes, nas suas cotas mais altas, originando depósitos de formas lenticulares nas encostas dos morros. Também, ao contrário dos talus, que geralmente ocupam as encostas côncavas, as rampas de colúvio distribuem-se principalmente naquelas elevações cujas encostas são planas ou convexas.

Litologicamente são constituídos por materiais areno-argilosos provenientes da atuação do escoamento superficial sobre as rochas areníticas.

Sobre esses depósitos ocorrem, principalmente, solos Podzólico Vermelho-Amarelo e, localmente, Cambissolos, com espessuras variáveis, porosidade e permeabilidade altas, moderadamente estruturados e facilmente desagregáveis. Se esses solos não forem decapados, resistem bem aos processos erosivos porque são permeáveis, profundos e posicionam-se sobre um substrato rochoso também permeável, o que dificulta a ação do fluxo subterrâneo, responsável por fenômenos de *piping*. Por outro lado, se forem expostos, serão imediata-

mente dissecados pela atuação das águas superficiais, originando sulcos ou assoreando os cursos d'água através da erosão laminar, porque apresentam altos índices de desagregação superficial.

3.3.2.2 - Caracterização Hidrogeológica

Quanto aos aspectos hidrogeológicos, têm um comportamento semelhante ao do arenito Botucatu, isto é, apresentam permeabilidade e porosidade altas e boa transmissividade. São largamente utilizados para o abastecimento d'água para consumo doméstico, através de poços escavados pela população rural.

3.3.2.3 Caracterização Geotécnica

De acordo com a caracterização geológica não há evidência da presença de blocos de rochas imersos na massa de solo. Apresentam melhores características que os solos de talus. São muitas vezes formados por solos mais maduros no horizonte B, com espessuras superiores a 1,5 m. São parcialmente saturados e podem apresentar colapsividade com a inundação.

As escavações nestes solos são possíveis. Escavações para a colocação de canalizações são geralmente estáveis. Cortes profundos devem ser analisados com métodos de análise de estabilidade de encostas. Estudos estão sendo feitos para o uso destes solos como áreas de empréstimos em pavimentos de baixo custo, com ou sem estabilizantes.

As rampas de colúvio que se desenvolvem na interfaces basalto/arenito, com presença de linhas de seixos ou pedregulhos dentro da massa de solo, e onde a declividade é acentuada, são suscetíveis a problemas de escorregamentos em chuvas intensas.

3.3.2.4 Aspectos Econômicos

Até o momento não são explorados do ponto de vista econômico, mas estudos têm sido feitos para o uso deste solo como material de empréstimo para pavimentos de baixo custo.

3.4 - Depósitos de Várzeas

3.4.1 - Depósitos Aluviais Subatuais (Terraços)

3.4.1.1 - Caracterização Geológica

Estão presentes nas planícies aluviais dos principais cursos d'água, onde contituem terraços, com superfície suavemente ondulada ou plana (Foto 15).

A análise fotogeológica demonstrou que ocorrem intimamente relacionados às aluviões atuais, distinguindo-se destas por uma discreta quebra de relevo que não ultrapassa 5 m. Estão presentes desde a cota 25 m até a cota 65 m, onde são capeados por depósitos de encostas ou fazem contato com as rochas areníticas.

Litologicamente, são constituídos por material areno-argiloso ou argilo-arenoso, de cores variadas, geralmente amarelo-avermelhado ou amarelo-esbranquiçado, com porosidade e permeabilidade moderadas.

Os trabalhos de sondagens a trado demonstraram que, nesses terraços, são comuns variações de fácies, tanto lateral como verticalmente, ocorrendo freqüentes lentes de materiais essencialmente argilosos em meio a esse material areno-argiloso. Também ficou constatado que, no terço inferior, há uma predominância de argila sobre areia e, à medida que se dirige para o topo, aumenta a contribuição arenosa. Localmente, verificou-se também a presença de níveis de seixos intercalados nestes depósitos.

As perfurações mais profundas indicaram que esses depósitos possuem espessuras bastante variáveis, com média em torno de 10 metros.

Sobre esta unidade desenvolveram-se Planossolos de natureza areno-argilosa, mal estruturados, porosos e moderadamente permeáveis. Devido ao fato de ocorrerem sobre sedimentos inconsolidados, é difícil avaliar sua espessura. São solos mal drenados e, como ocorrem em áreas planas, são pouco suscetíveis aos processos erosivos.

3.4.1.2 Caracterização Hidrogeológica

Os sedimentos areno-argilosos constituem um aquífero, que apesar da boa alimentação e permeabilidade, fornece pequenas vazões, devido à pequena espessura desses depósitos e conseqüente baixa transmissividade.

As captações neste aquífero devem ser consideradas apenas para abastecimento doméstico, em áreas de pequena densidade ocupacional.

3.4.1.3 Caracterização Geotécnica

Nesta unidade são encontrados solos com uma camada superficial areno-siltosa, com espessura inferior a 10 m. Abaixo ocorre um solo argiloso, cinzento, em geral de consistência muito mole a média e impermeável. Contém, muitas vezes nesta camada argilosa, mosqueados vermelhos e amarelos que modificam o seu comportamento, tornando o material mais rígido no seu estado natural.

O comportamento destes solos, quando saturados e impermeáveis, varia com o tempo, apresentando recalques por adensamento e resistência variável. Logo após a solicitação, seja de uma fundação, aterro ou escavação, a resistência deste solo é diferente ao longo do tempo. Estes solos apresentam comportamento diferente a curto e a longo prazo, tanto no que diz respeito a deformações quanto à ruptura.

São solos que podem ser escavados com facilidade. Entretanto, cuidados devem ser tomados quanto à estabilidade destes cortes. Escavações provisórias são possíveis à pequena profundidade e, algumas vezes, necessitam o uso de estruturas de retenção. Em maiores profundidades são exigidos estudos geotécnicos. Podem apresentar argilas expansivas, restringindo seu uso em aterros e quanto as condições de suporte, sem estudos específicos. Atualmente tem sido estudado o aproveitamento de solos com mosqueados vermelhos e amarelos, que ocorrem em planícies ou terraços em pavimentos (Oliveira et alii, 1992).

Grande parte da área urbana se desenvolveu sobre este tipo de solo. Saliencia-se a necessidade de maiores estudos

geotécnicos para melhor adequação destes solos para fins de edificações e loteamentos. Desta maneira, há a possibilidade de uma definição mais precisa dos locais com presença de argilas moles e impermeáveis ou ocorrência de lentes permeáveis próximas da superfície, permitindo o escoamento de fossas e sumidouros, ou ainda os locais em que o lençol freático se encontra próximo da superfície. Este último pode necessitar operações de bombeamento durante a execução de obras no subsolo.

3.4.1.4 Aspectos Econômicos

Até o presente momento estes depósitos subatuais não são explorados economicamente.

As sondagens a trado realizadas indicam a existência de leitos essencialmente argilosos, que poderão ser utilizados na indústria de cerâmica vermelha.

Também estão sendo realizados estudos no sentido de aproveitar o material desses depósitos em pavimentos de baixo custo.

3.4.2 - Depósitos Aluviais Atuais

3.4.2.1 Caracterização Geológica

São bastante freqüentes na área do município, embora em nenhum lugar apresentem extensões expressivas. Constituem as áreas de várzeas e ocorrem desde a cota 15 até 45 metros.

Representam os depósitos fluviais atuais, constituídos por materiais areno-argilosos inconsolidados, variegados, geralmente em tons vermelho-amarelados, pouco plásticos e facilmente desagregáveis. Geralmente possuem espessuras que não ultrapassam 5 metros. (Foto 16).

Sobre esta unidade foram identificados solos do tipo Glei Húmico e Pouco Húmico, que correspondem a solos hidromórficos que se diferenciam por possuírem proporções variáveis de matéria orgânica e água.

Como ocorrem em áreas deprimidas, praticamente planas, não são suscetíveis aos processos erosivos, embora sejam facilmente desagregáveis.

3.4.2.2 Caracterização Hidrogeológica

Como a maior parte das drenagens que recortam estes sedimentos recebem diariamente grande carga de água contaminada, proveniente dos efluentes industriais ou domésticos, não se recomenda a escavação de poços para complementar o abastecimento doméstico, pelo menos a uma distância razoável destas drenagens. Isto se deve ao fato de que estes sedimentos inconsolidados apresentam permeabilidade média a alta, nível freático subaflorante e, conseqüentemente, são vulneráveis à contaminação.

3.4.2.3 Caracterização Geotécnica

Apresentam em geral solos muito moles a moles com baixa capacidade de carga, argilosos, saturados, plásticos a muito plásticos, impermeáveis e com comportamento diferenciado a curto e a longo prazo. Material firme encontra-se em profundidades variáveis, algumas vezes próximas da superfície. Muitas vezes são encontrados perfis com mosqueados vermelhos e amarelos, argilo-arenosos, com consistência média mole a média nesta camada.

Algumas vezes solos compactos ocorrem. Entretanto, fundações assentadas nestes solos devem considerar o efeito do bulbo de pressões que pode solicitar solos moles, de baixa capacidade de carga, que freqüentemente ocorrem abaixo destes solos

arenosos, acima da superfície rochosa.

Na porção leste da área, junto à BR-116, ocorrem solos turfosos muito moles numa área densamente ocupada. Tais solos apresentam problemas de resistência ao cisalhamento e recalques ao longo do tempo. A curto prazo tem-se nestes solos comportamento diferente de a longo prazo.

Nível freático próximo da superfície, exigindo operações complementares de bombeamento para a execução de obras viárias e civis.

3.4.2.4 Aspectos Econômicos

A importância econômica desta unidade reside na possibilidade de fornecimento de matéria-prima para a construção civil e para a indústria cerâmica.

Os furos indicaram a presença de lentes essencialmente argilosas, com plasticidade média, pouco permeáveis, de cores escuras, com espessuras de até 2m, e lentes essencialmente arenosas, constituídas por areias finas de cor cinza-clara, facilmente desagregáveis, que não ultrapassam 0,50m. Localmente, em uma pequena aluvião posicionado no extremo leste da área (furo de trado T.11), foi constatado também a existência de um material de cor preta, rico em matéria orgânica, muito semelhante à turfa. Este intervalo possui espessura de aproximadamente 1,50 metros.

4 - ASPECTOS ESTRUTURAIS

Uma vez que o objetivo desta carta é fornecer subsídios para o planejamento urbano, não houve a preocupação de fazer uma abordagem relacionada aos aspectos geotectônicos. Realizou-se tão somente uma descrição sucinta das estruturas primárias presentes nos litotipos e dos principais sistemas de fraturamentos.

Nas rochas areníticas da Formação Botucatu, são muito freqüentes estratificações cruzadas acanaladas de grande porte, cruzadas tabulares tangenciais na base e, mais raramente, plano-paralelas. Em alguns locais, ocorrem marcas onduladas assimétricas de baixo relevo e linhas de seixos.

Embora o diagrama de paleocorrentes (**Figura 3**) tenha indicado grande dispersão, pode-se admitir que a direção preferencial dos ventos era para NE.

O monitoramento das atitudes das camadas de arenitos mostrou que elas possuem direções predominantemente NE, com mergulhos regionais de aproximadamente 5° para NW. Devido a movimentações tectônicas, verificou-se que são freqüentes os basculamentos de blocos, havendo inclusive inversão no mergulho das camadas.

Na área estudada foram identificados dois sistemas de fraturas: N15-35W e N25-45E, ambos muito bem impressos, tanto nas rochas vulcânicas como nas areníticas (**Figura 4**).

Na pedreira Incopel, seccionando essas rochas basálticas, verificaram-se vários diques de diabásio, com direção N5W e N-S. Esses diques possuem espessuras variáveis desde 30cm até no máximo 3,0m e caracterizam-se por apresentar um fraturamento subhorizontal, com pequeno espaçamento entre as fraturas.

Na pedreira da Sultepa identificou-se uma falha inversa N20E, 80NW, com um rejeito em torno de 15 metros.

Nesse local, o arenito que aflora logo abaixo do piso da bancada inferior da pedreira apresenta mergulhos acentuados, sugerindo uma movimentação de blocos.

Na pedreira Morro Agudo, as rochas basálticas estão intensamente fraturadas e são seccionadas por um dique de diabásio de direção N15W. Também são muito freqüentes no piso da pedreira pequenas fraturas com direção preferencial N-S, preenchidas por calcita.

Com relação às rochas areníticas, junto ao ponto AK-37 ocorre uma pequena falha N15W-SW, na qual está encaixado um dique de diabásio com 1 metro de espessura.

No ponto AK-11 há uma falha normal N50E;60SE, cuja zona possui 2,5m de espessura, e onde a rocha está intensamente tectonizada, recortada por filonetes quartzosos, apresentando material claro, semelhante a *gouge*.

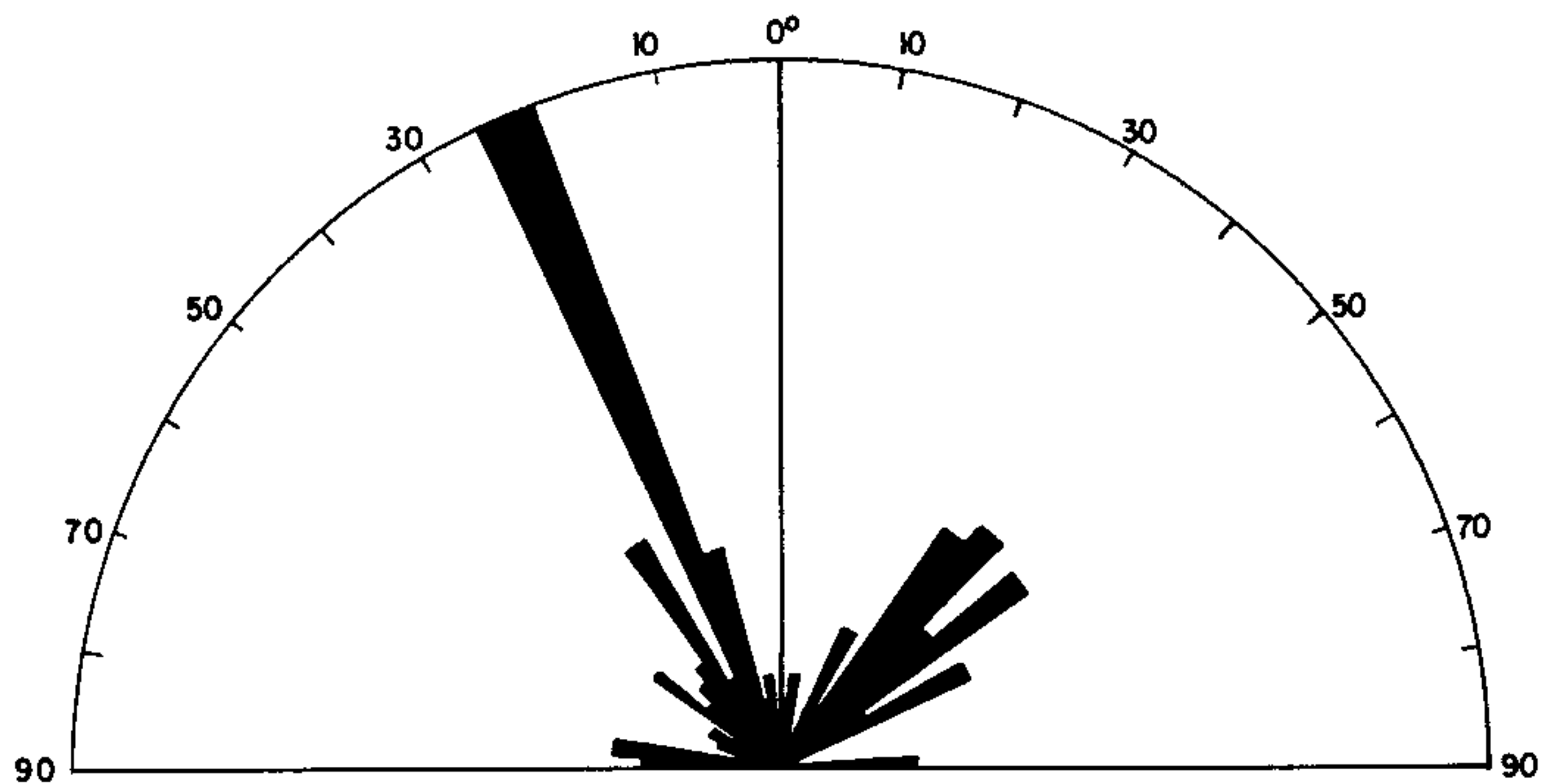
Os marcadores cinemáticos presentes são os *drags*, que indicam que a falha é normal e que o bloco abatido se posiciona a SE.

De uma maneira geral, todas as fraturas ou falhas identificadas na área possuem pequenas dimensões e seus planos de falhas correspondem a zonas bastante fraturadas, com espessuras raramente superiores a 3,0 metros.

A persistência de diques de diabásio encaixados na falha N15W ou NS sugere que este *trend* NS corresponde às fraturas abertas ou extensionais (T).

A análise fotogeológica e a leitura de mapa indicam que freqüentemente as fraturas N20-30E e N20-30W seccionam-se, constituindo pares conjugados, sugerindo que os esforços compressionais responsáveis por esses fraturamentos atuaram segundo N-S.

Embora não tenha sido verificado nenhum lineamento estrutural expressivo, é importante salientar que praticamente em todas as pedreiras de basalto as rochas estão muito fraturadas, não se prestando para obtenção de blocos regulares para calçamento. Dessa forma, pode-se supor que o intenso fraturamento apresentado por estas rochas seja devido ao resfriamento



ATITUDE DAS FRATURAS	NW 15°-35°	NW 40°-65°	E-W 80°-90°	N-S 0°-15°	NE 25°-45°	NE 45°-65°	
Nº DE MEDIDAS	85	28	29	21	54	53	270
%	32	10	11	8	20	19	
ORDEM DE GRANDEZA DAS FRATURAS	1ª	5ª	4ª	6ª	2ª	3ª	

Figura 4 - Diagrama de fraturas do município de Estância Velha.

diferencial, responsável pela ocorrência de zonas de disjunções verticais e zonas de disjunções horizontais nos derrames basálticos.

Não se constatou nenhum dobramento na área estudada, com exceção de pequenos "drags" de falhas.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O levantamento geológico do município de Estância Velha, objeto deste caderno técnico, permitiu a delimitação na escala 1:25:000 de quatro unidades geológicas (Figura 5):

- Formação Botucatu
- Formação Serra Geral
- Depósitos de Encostas
- Depósitos de Várzeas

Paralelamente à caracterização litológica e estrutural destas unidades (Quadro 1), o levantamento realizado permitiu definir seu comportamento geotécnico (Quadro 2), quanto aos seus aspectos de escavabilidade, estabilidade de cortes e condições de suporte de obras civis.

As conclusões e recomendações constantes deste capítulo serão referidas individualmente a cada uma das unidades geológicas cartografadas.

Formação Botucatu

Litologicamente, esta formação é constituída, na área do município, por duas porções distintas. A primeira, constituindo o seu terço superior (Fácies Eólica), com uma espessura de aproximadamente 50m, é representada por arenitos bimodais médios a finos, bem selecionados. Caracteriza-se por apresentar estruturas sedimentares tipo estratificação cruzada acanalada de grande porte, constituindo depósitos eólicos de dunas.

Normalmente estas rochas oferecem boas condições de escavabilidade. Entretanto, junto ao contato com a Formação Serra Geral, devido ao recozimento dos arenitos, encontram-se bastante endurecidas, oferecendo maior resistência ao desmonte e/ou escavabilidade. Devido a sua boa estruturação interna (coesão) e ao baixo grau de fraturamento, apresentam condições variáveis de estabilidade de corte, mas em cortes rasos são estáveis. Permite taludes com inclinação próxima a vertical. Localmente, na zona de fraturamento ou em cortes profundos, esta estabilidade fica comprometida.

As formações superficiais associadas a esta fácies apresentam alta suscetibilidade à erosão. Possuem excelente capacidade de suporte, não apresentando problemas especiais para fundações de obras e para subleitos de aterros e de estradas.

A segunda, constituindo a sua porção média a inferior (Fácies de Interdunas), com uma espessura de cerca de 50m, é representada por arenitos bimodais intercalados com porções pelíticas, decorrentes de processos flúvio-eólicos.

De uma maneira geral, apresentam boas características geotécnicas para realização de obras viárias ou para implantação de loteamentos, pois possuem boas condições de escavabilidade nos cortes rasos. Em casos de cortes muito profundos exigem estudos mais detalhados.

Os solos geralmente são espessos e de consistência média, sendo que o horizonte B apresenta boas características como material de empréstimo.

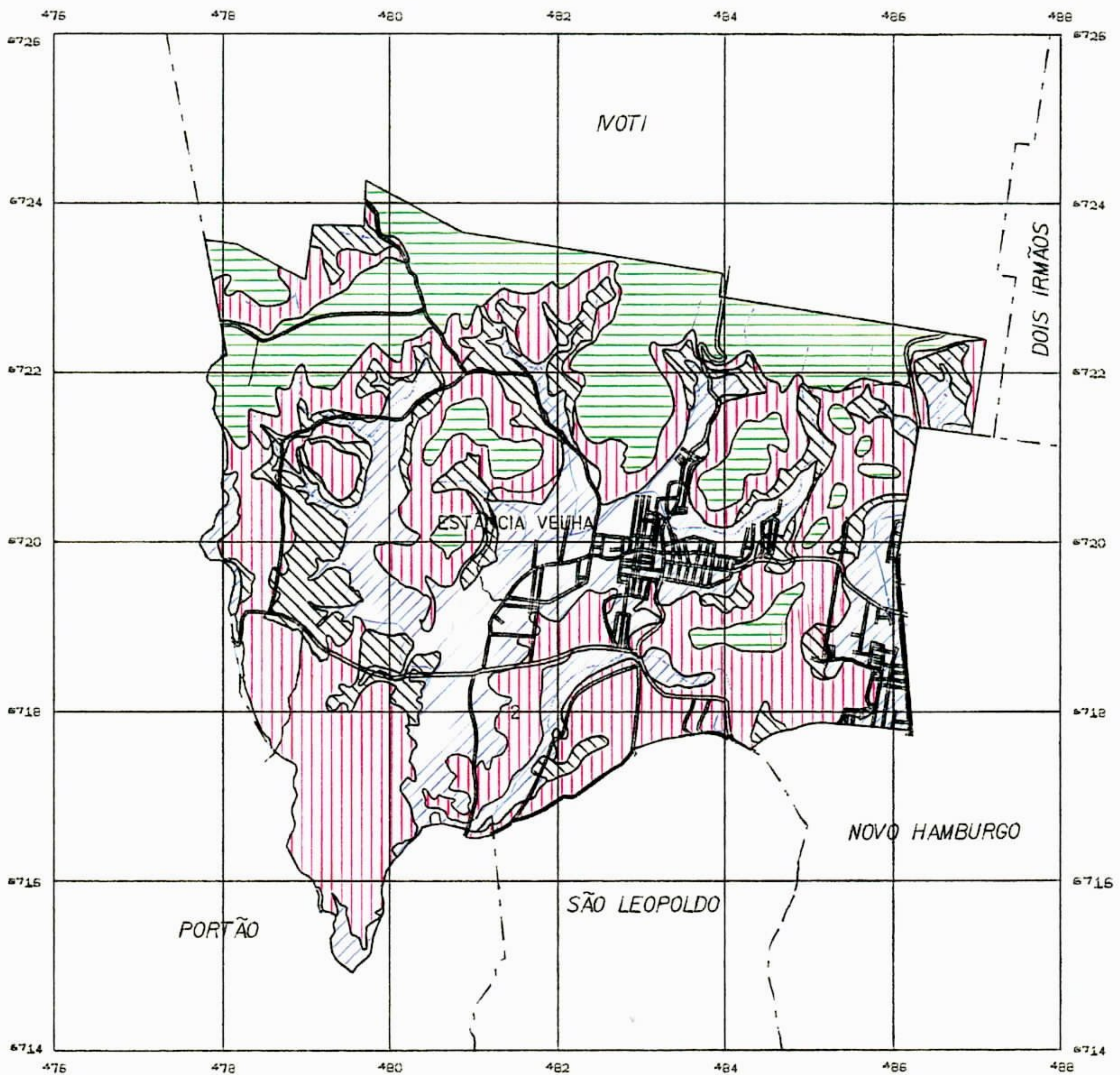
A atual área de descarte de lixo industrial e doméstico posiciona-se sobre esta unidade. Ressaltamos que embora o horizonte B apresente altas percentagens de argila, este pode permitir a infiltração devido à estrutura grumosa presente nos solos no estado natural. Entretanto, quando adequadamente compactados, têm comportamento impermeável. Possuem boas condições para abertura de fossas sépticas seguidas de sumidouros.

Do ponto de vista econômico, somente seus solos residuais são explorados para obtenção de material de empréstimo (Foto 17), visto que a rocha arenítica encontra-se bastante fraturada, não se prestando para a confecção de lajota ou pedras de alicerce.





Formação Serra Geral

Relacionados a estas rochas ocorrem distintos tipos de solos, dependendo do seu posicionamento geomorfológico. No topo dos

MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA



CONVENÇÕES

-  - GRUPO 1 - FORMAÇÃO SERRA GERAL
-  - GRUPO 2 - FORMAÇÃO BOTUCATU :
 - Fácies Eólicas
 - Fácies de Interdunas
-  - GRUPO 3 - DEPÓSITOS DE ENCOSTA
-  - GRUPO 4 - DEPÓSITOS DE VARZEAS

ESCALA 1:85.000

FIGURA 5

QUADRO 1- Características Gerais das Unidades Geológicas do Município de Estância Velha

	UNIDADE GEOLÓGICA	LITOLOGIA/ESTRUTURA	ESPESSURA	POTENCIAL MINERAL	LENÇOL FREÁTICO
D E P O S I T O S A S	PLANÍCIE ALUVIAL ATUAL	Constituída por materiais areno-argilosos, variegados, plásticos e facilmente desagregáveis.	Em torno de 5 metros	Areia Argila para a indústria de cerâmica vermelha.	Subaflorante
	PLANÍCIE ALUVIAL SUBATUAL "TERRAÇOS"	Constituídos por material areno-argiloso ou argilo-arenoso, cores variadas, com freqüentes lentes argilosas. Ocorrem níveis de seixos intercalados.	Média de 10 metros	Argila para indústria de cerâmica vermelha.	Profundidade média de 3 metros
D E P O S I T O S A S	DEPÓSITOS COLUVIONARES	Materiais areno-argilosos. Depósitos em forma lenticular nas encostas dos morros.	Menor que 10 metros	-	Profundidade superior a 5 metros
	DEPÓSITOS DE TÁLUS	Material heterogêneo, com abundantes blocos e matacões de rochas vulcânicas e areníticas, dispersas caoticamente em uma matriz areno-argilosa, em forma de cones ou leques.	Superior a 15 m na base	Saibro	Profundidade superior a 5 metros
FORMAÇÃO SERRA GERAL		Rochas vulcânicas básicas e intermediárias, variando entre basaltos e andesitos, com cores cinza-escuro a preto, granulação fina a afanítica. Exibem fratura conchoidal característica. Ocorrem três zonas de resfriamento: amigdaloidal, disjunção vertical e disjunção horizontal. Foram identificados dois sistemas de fraturas principais: N20-30E; N20-30W e diques de diabásio com direções N15W, N5W e N-S.	Cerca de 70 metros	Basalto para brita. Pedras irregulares para calçamento de vias.	Profundidade superior a 5 metros
F O R M A Ç Ã O B O T U C A T U	FÁCIES EÓLICA	Arenitos médios a finos, localmente grossos e conglomeráticos, c/grãos arredondados, bem selecionados. Estratificações cruzadas acanaladas de grande porte. Bimodalidade, evidenciando processos de "grain fall" e cunhas de arenito com graduação inversa, caracterizando "grain flow". As medidas de paleocorrente indicaram direção preferencial dos ventos para NE. As camadas de arenito apresentam direções gerais NE, com mergulhos aproximadamente 5 para NW. Foram identificados dois sistemas de fraturas: N20-30E e N20-30W. Falha normal: N50E; 60 SE.	50 metros	Blocos para alicerce, tijoletas, guias para meio fio, lajes. Água subterrânea	Profundidade média de 3 metros
	FÁCIES DE INTERDUNAS	Nesta porção ocorre maior proporção de pelitos, sendo comuns interlaminações areia/silte/ argila. Arenitos bimodais, com estratificação plano-paralela, linhas de seixos, marcas onduladas, ripples de adesão e raras marcas de pingos de chuva.	50 metros	Água subterrânea	Profundidade superior a 3 metros

QUADRO 2 - Características Geotécnicas das Unidades Geológicas do Município de Estância Velha

UNIDADE GEOLÓGICA	CAPACIDADE DE CARGA DE FUNDAÇÕES E ATERROS	ESTABILIDADE DE CORTES	COMPACTAÇÃO, ESCAVAÇÃO E TERRAPLANAGEM
Planície Aluvial Atual	Solos muito moles a moles, baixa capacidade de carga. Impermeáveis. Com lençol freático próximo à superfície. Solos sujeitos à deformações variáveis com o tempo. Material firme encontra-se em profundidades variáveis. Aterros sobre estes solos devem ser dimensionados contra a ruptura e deformações excessivas ao longo do tempo.	Solos apresentam o lençol freático próximo da superfície. Cuidados devem ser feitos em escavações nestes solos. A resistência ao cisalhamento a curto e a longo prazo são diferentes. Estudos geotécnicos são necessários nestes solos. Necessitam estruturas de retenção.	Podem ser escavados com relativa facilidade. Entretanto o lençol freático encontra-se próximo da superfície. Muitas vezes são muito pegajosos. São solos saturados, plásticos e com alto teor de umidade. Apresentam dificuldade de compactação. Material resistente à escavação ocorre em profundidades variáveis.
Planície Aluvial Subatual Terraços	Podem apresentar perfis com características semelhantes aos da planície aluvial atual. Algumas vezes apresentam-se mais arenosos próximos da superfície. Podem também apresentar outros perfis com lençol freático mais profundo e solos com média capacidade de carga mais próximos da superfície, geralmente apresentando mosqueado amarelo e vermelho. Dependendo do tipo do perfil são necessários estudos geotécnicos mais detalhados quanto à ruptura de deformações.	Em solos com mosqueados amarelos e vermelhos, e quando o lençol de água for mais profundo, são possíveis pequenos cortes. Em outros casos os cortes só podem ser realizados com estudos geotécnicos. Geralmente necessitam estruturas de retenção.	Solos com alto teor de umidade podem apresentar condições semelhantes aos solos da unidade 1. Solos mosqueados vermelhos e amarelos apresentam uma moderada facilidade a escavação. Nestes em geral o lençol freático ocorre em profundidades maiores. Estudos estão sendo feitos no aproveitamento destes solos em pavimentos de baixo custo, conforme referência no texto.
Rampas de Colúvio	O material de fundação pode apresentar médias condições de suporte. Entretanto em construções nas encostas, com declividade mais acentuada, pode ocorrer uma ruptura generalizada do talude, encosta e fundação, com deslizamentos progressivos, ocasionados por retirada de vegetação	As paredes de pequenas escavações são estáveis nestes solos. Obras de maior vulto necessitam estudos geotécnicos detalhados. Cuidados especiais em encostas íngremes.	Podem ser escavados facilmente. O lençol freático geralmente encontra-se profundo. Estudos estão sendo feitos para uso de solos semelhantes como área de empréstimos de pavimentos de baixo custo.
Tálus	Solo problemático, devido à ocorrência de blocos de rochas imersos numa matriz geralmente no estado fofo, com alto teor de umidade suscetível a rastejo e escorregamento por se localizar em áreas de declividades elevadas. Em locais mais suaves podem ser encontrados solos com melhor capacidade de suporte, geralmente de consistência média.	Condições problemáticas de estabilidade, devido à presença de blocos de rochas imersos na massa de solo. São muito suscetíveis a rastejos e escorregamentos.	Apresenta dificuldade de escavação devido à frequência de blocos e matações na massa de solo. A presença também de minerais expansivos dificulta o seu emprego na pavimentação.

(continua)

QUADRO 2- Características Geotécnicas das Unidades Geológicas do Município de Estância Velha (Cont...).

UNIDADE GEOLÓGICA	CAPACIDADE DE CARGA DE FUNDAÇÕES E ATERROS	ESTABILIDADE DE CORTES	COMPACTAÇÃO, ESCAVAÇÃO E TERRAPLANAGEM
<p>Formação Serra Geral</p>	<p>Material rochoso, com alta capacidade de carga, pode ser encontrado próximo da superfície. Devido à alteração esférica podem ocorrer nestes locais matacões ou blocos de rocha. Também podem ocorrer camadas de solos expansivos sobre o material rochoso. Este solo, submetido a ciclos de molhagem e secagem, está sujeito à expansão e contração, ocasionando fissuras na superestrutura.</p>	<p>O material rochoso, no estado inalterado, não apresenta problemas de estabilidade. Zonas de contato entre solos e rochas são suscetíveis a escorregamentos, principalmente em épocas de chuvas intensas. Material expansivo presente nos solos podem apresentar trincas, formando planos de fraqueza. Nas encostas dos platôs ocorrem freqüentes fenômenos de rastejo, deslizamentos e quedas de blocos.</p>	<p>Escavações são dificultadas pela presença de blocos de tamanho variáveis. Apresentam solos expansivos, dificultando o seu uso na pavimentação. Rocha decomposta pode apresentar minerais expansivos e degradação, quando sujeita a ciclo de molhagem e secagem.</p>
<p>Formação Botucatu (Fácies Eólica)</p>	<p>Horizonte B com textura areno-silto-argilosa, pouco compacto. O horizonte C com estrutura semelhante à da rocha, desagregável sob a ação dos dedos, é formado por solos areno-siltosos, pouco a medianamente compactos. Ambos podem apresentar colapsividade quando inundados. Estes solos apresentam uma boa drenagem e recalques geralmente imediatos. Resultados de outros locais mostraram que estes solos apresentam boa capacidade de suporte para subleito. (CBR entre 9 e 12 e baixa expansão).</p>	<p>A estabilidade dos taludes é variável de acordo com as profundidades dos horizontes solicitados. Cortes rasos no horizonte B são estáveis. Estudos geotécnicos são necessários para escavações de maior vulto. Quedas de blocos tem sido constatadas em taludes altos e quase verticalizados, principalmente quando o mergulho da camada coincide com a inclinação do talude.</p>	<p>Estes solos são facilmente escavados até próximo do material rochoso. No material rochoso o desmonte é realizado através dos seus planos de fratura. Tem potencial de jazidas de solos para pavimentos de baixo custo, com ou sem estabilizante. O lençol freático encontra-se profundo.</p>
<p>Formação Botucatu (Fácies de Interdunas)</p>	<p>Solos espessos, com horizontes B argilo-silto-arenosos, de consistência média. Estes solos podem apresentar colapsividade com a inundação. O horizonte C, geralmente no estado pouco compacto ou medianamente compacto, apresenta freqüentes intercalações de argilas entre as camadas arenosas.</p>	<p>Cortes rasos nos solos desta formação são estáveis. Cortes profundos exigem estudo mais detalhado. Problemas podem ocorrer quando o mergulho for coincidente com a inclinação do talude.</p>	<p>Apresentam facilidade quanto à escavação. Como material de empréstimo o horizonte B pode apresentar boas características. O lençol freático encontra-se profundo. Podem apresentar potencial de jazidas de solos de pavimento de baixo custo.</p>

OBS.: Quadro elaborado com base nas características geotécnicas obtidas a partir de ensaios realizados em unidades pedológicas e geológicas, estudadas em detalhe em áreas vizinhas ao município de Estância Velha.

platôs, onde geralmente ocorre uma topografia plana ou pouco ondulada, desenvolvem-se preferencialmente solos tipo Brunizém Avermelhado, os quais caracterizam-se por serem bem estruturados, porosos e permeáveis, com altos teores em álcalis, sendo, portanto, solos férteis, adequados para agricultura.

Nas encostas ocorrem, principalmente, Cambissolos e Litólicos, geralmente mal estruturados, pouco desenvolvidos, porosos e permeáveis. Também pelo fato de serem oriundos de rochas básicas são ricos em álcalis, sendo, portanto, solos férteis. Apresentam restrições para agricultura, devido a alta declividade do terreno e altos índices de pedregosidade.

Quanto aos processos erosivos, todos estes solos, pelo fato de serem bastante porosos e permeáveis, pouco espessos, apresentando um substrato rochoso impermeável a baixa profundidade, são suscetíveis aos processos erosivos, através da atuação das águas superficiais e subsuperficiais. Recomenda-se para o seu uso o emprego de técnicas de prevenção quanto à erosão.

Quanto ao comportamento hidrogeológico, estas rochas apresentam permeabilidade fissural, dependendo, portanto, do seu grau de fraturamento. De uma maneira geral, os aquíferos possuem pequena capacidade de armazenamento, mas nem por isso, às vezes, em zonas de falhas, deixam de apresentar vazões expressivas, compatíveis para complementar o abastecimento público.

Nas interfaces entre as zonas de diaclasamento vertical e horizontal, freqüentes nestas encostas basálticas, às vezes ocorrem pequenas fontes que correspondem às cabeceiras de drenagens, as quais deverão ser preservadas por tratarem-se de áreas de nascentes.

Estas rochas basálticas desempenham papel fundamental na alimentação dos aquíferos subjacentes da Formação Botucatu, que se constituem no principal reservatório de águas subterrâneas do município. Portanto devem ser preservadas,

evitando-se a abertura de novas frentes de lavra e desmatamentos.

Quanto às suas características geotécnicas, os solos superficiais apresentam consistência média, e o material rochoso no estado inalterado não apresenta problemas de estabilidade e possui alta capacidade de carga. Localmente podem ocorrer camadas de solos expansivos, que podem provocar fissuras nas edificações ou aterros neles assentados. Neste último caso, recomendamos estudos geotécnicos específicos antes de iniciar as obras. Escavações podem ser realizadas com relativa facilidade, mas poderão ser dificultadas quando houver grande quantidade de blocos de rocha inalterada, proveniente da alteração esferoidal, no meio do solo.

Estas rochas basálticas se constituem no principal bem mineral do município, sendo intensamente exploradas para obtenção de brita, utilizada na produção de concreto asfáltico, empregado nas obras viárias e para uso na construção civil (**Foto 18**). Também é explorada para obtenção de pedras irregulares, muito utilizadas para calçamento de ruas. Recomenda-se que esta atividade mineira seja desenvolvida na porção nordeste do município, próximo a BR-116, visto que neste caso causará menor impacto ao ambiente.

Depósitos de Encostas

Nesta unidade estão agrupados dois tipos de depósitos: os de tálus e os de rampas de colúvios.

Junto aos platôs basálticos, onde geralmente as declividades são acentuadas, ocorrem os depósitos de tálus, constituídos por freqüentes blocos de rochas vulcânicas imersas, caoticamente, em uma matriz areno-argilosa mal compactada. Por se constituírem em áreas de risco, são inadequadas à qualquer tipo de ocupação, sem medidas que garantam a estabilidade dos depósitos. Dentro destas medidas destacam-se a necessidade de um sistema de drenagem superficial eficiente, manutenção da cobertura vegetal, evitando a ocupação intensiva e edificações que necessitem fundações profundas.

Nas encostas dos morros-testemunho ou morros alongados, constituídos por rochas areníticas, onde as declividades são moderadas a baixas, ocorrem os colúvios de encostas (rampas de colúvios), que são formados por material homogêneo, proveniente dos arenitos. Do ponto de vista geotécnico não apresentam problemas significativos para a implantação de obras viárias ou loteamentos, porque geralmente se posicionam em áreas de declividade situada entre 5% e 30%, possuem boas características de escavabilidade, capacidade de carga e o nível freático raramente é subaflorante. Por terem uma boa permeabilidade são adequados para implantação de sistemas de fossas sépticas seguidas de sumidouros.

Pelas suas características geológicas e geotécnicas somente os talus representam áreas de risco à ocupação, devido a instabilidade desses locais, quando submetidos à ação antrópica intensa. Estas áreas possuem também grande capacidade de retenção d'água, sendo facilmente saturadas durante

épocas de precipitações pluviométricas intensas.

Depósitos de Várzeas

As áreas correspondentes aos depósitos aluviais subatuais não oferecem grandes restrições à expansão urbana, por constituírem locais com declividade moderada e baixa suscetibilidade aos processos erosivos, e também por possuírem solos arenos-argilosos permeáveis, com boas características de escavabilidade e capacidade de carga. Já as aluviões atuais apresentam problemas à ocupação, devido ao fato de apresentarem nível freático subaflorante e por serem constituídos por material de baixa capacidade de carga, podendo apresentar problemas geotécnicos, tais como: fundações muito profundas e operações complementares de bombeamento para rebaixamento do nível freático. Em épocas chuvosas estas áreas estão sujeitas também a eventuais alagamentos. Desta forma recomenda-se estas áreas para cultivo de hortifrutigranjeiros, por serem constituídas por solos férteis e bem drenados, ou áreas de lazer.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, R.L. 1989. **Mapeamento Geotécnico da Área de Expansão Urbana de São Carlos, SP: contribuição ao planejamento.** São Carlos: EESC/USP. 2 v. (Dissertação de Mestrado).
- ARANOVICH, L.A. dos S. 1989. Pavimento de baixo custo com bases argilosas lateríticas no sul do Brasil. IN: COLÓQUIO DE SOLOS TROPICAIS E SUBTROPICAIS, 2, Porto Alegre, 1989. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p. 73-81.
- CAMARGO, F.P. et alii 1976. Modelos Geomecânicos de Fundações de Barragens: metodologia de elaboração aplicada a três Projetos. IN: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 11, Fortaleza, 1976. **Anais...** Fortaleza: CBGB. p. 1-19.
- CONSTANZO Jr., J.; VIRGILLI, J.C. & MACIEL Fº, C.L.M. 1978. Contribuição à Cartografia Geotécnica da região de Santa Maria, RS. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 2, São Paulo, 1978. **Anais...** São Paulo: ABGE. v1. p.267-280.
- COULON, F.K. 1974. **Mapa Geotécnico das folhas Morretes e Montenegro-RS.** Porto Alegre: Tecnosolo. 1 v.
- FACCINI, U.F. 1989. **O Permo-Triássico do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS. 2v. (Dissertação de Mestrado).
- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. 1889. Seção Geológica. IN: São Paulo, Comissão Geographica e Geologica. **Relatório...** 1889. São Paulo: J. Skeller. p.21-34.
- GORDON Jr., M. 1947. Classificação das Formações Gonduânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Notas Preliminares e Estudos**, DGM/DNPM. n 38. 20 p.
- MACIEL Fº, C.L.M. 1990. **Carta Geotécnica de Santa Maria.** Santa Maria: UFSM. 1 v.
- NOGAMI, J.S. 1989. Ensaio MCT e suas Aplicações em Pavimentação. IN: COLÓQUIO DE SOLOS TROPICAIS E SUBTROPICAIS, 2, Porto Alegre, 1989. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS. p. 59-72.
- NUNEZ, W. P. 1991. **Estabilização Físico-Química de um Solo Residual de Arenito Botucatu, Visando seu Emprego na Pavimentação.** Porto Alegre: UFRGS. 2 V. (Dissertação de Mestrado. Cursos de Pós-Graduação).
- OLIVEIRA, J.A.; PASSOS, M.C. & SOMACAL, L. 1992. **Estrada do Inferno: Uma solução a Baixo Custo.** (A ser publicado pelo DAER).
- ORLANDINI, R. & DAVISON DIAS, R. 1990. Mapeamento Geotécnico dos Municípios de Novo Hamburgo e Campo Bom, RS. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6 e CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E FUNDAÇÕES, 9, Salvador. 1990. **Anais...** v. 2.
- ORLANDINI, R. 1991. **Unidades Geotécnicas dos Municípios de Novo Hamburgo e Campo Bom - RS e Caracterização Geomecânica de Perfis Típicos de Solos de Arenito.** Porto Alegre: UFRGS. 1v. (Dissertação de Mestrado. Curso de pós-Graduação em Engenharia Civil - UFRGS).
- PASSOS, M.C.; DIAS, R.D. & CERATTI, J.A. 1991. Aplicação da Metodologia MCT a Solos Finos do Estado do Rio Grande do Sul. IN: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 25, São Paulo, 1991. São Paulo: s.n. p. 221-238.

- PORTILLO, E.Z.F. 1988. **Considerações sobre a Caracterização Tecnológica, a Exploração e os Usos do Arenito Botucatu Silicificado na Região de São Carlos, SP.** São Carlos:EESC/USP.85 p. (Dissertação de Mestrado).
- SOUZA, N.C.D.C. de, 1992. **Mapeamento Geotécnico Regional da Folha de Aguaí: com base na compartimentação por formas de relevo e perfis típico de alteração.** São Carlos: EESC/USP. 207 p. (Dissertação de Mestrado).
- STRECKEISEN, A.L. 1973. International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks, Plutonic Rocks, Classification and Nomenclature recommended by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. **Geotimes**,18(10):26-30.
- WHITE, I.C. 1906. Geologia do Sul do Brasil. **Boletim Diretoria de Agricultura Viação Indústria Obras Públicas**, Salvador, 8(6): 582-586. (Tradução de Manuel I. Ornellas).

Documentação Fotográfica

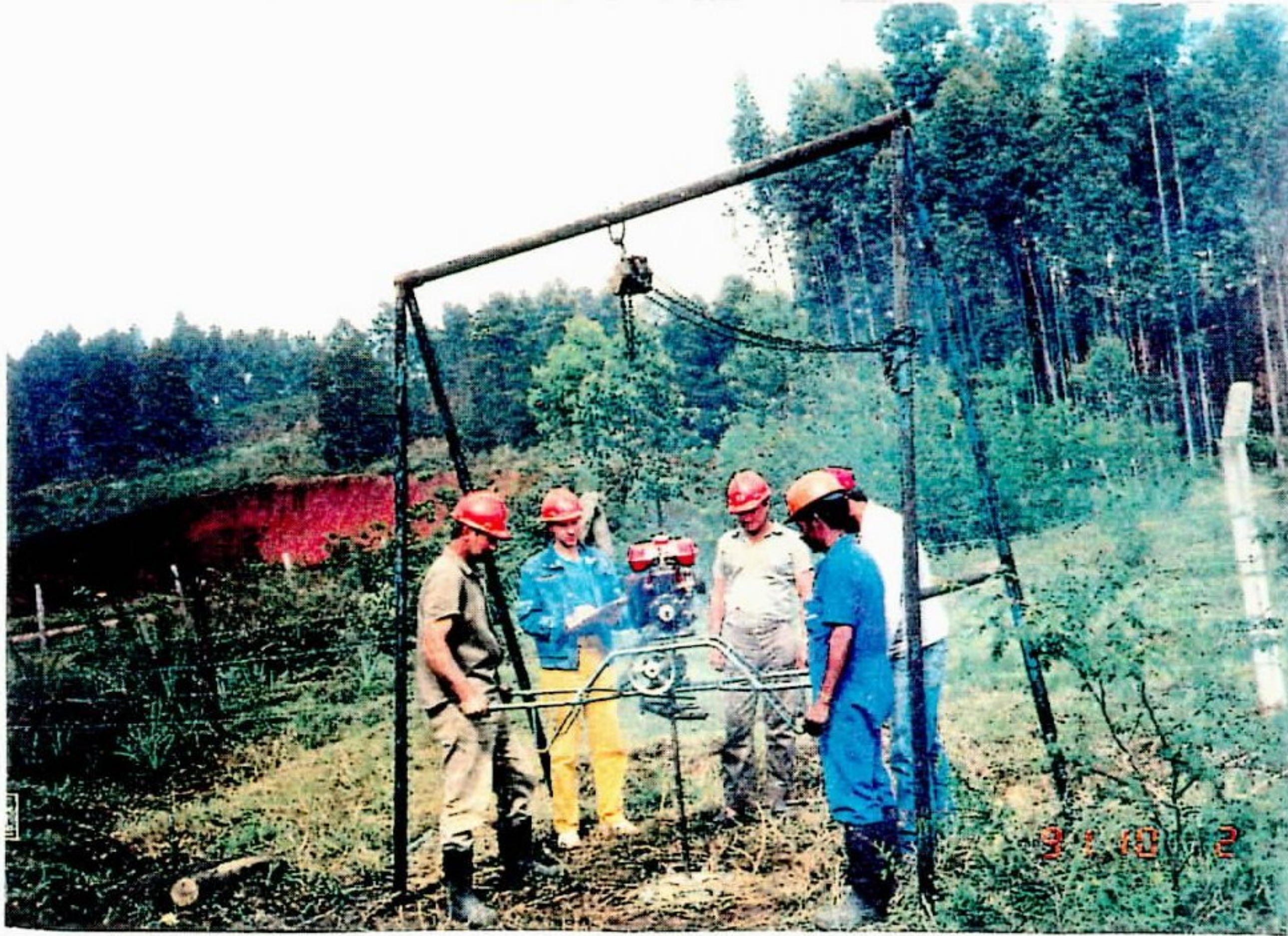


Foto 1 - Sondagem com trado mecanizado modelo MB-1. Foram realizados furos com até 15 m de profundidade. Quando o material perfurado era muito pegajoso ou quando havia caimento no furo, utilizou-se uma talha acoplada em um suporte para retirada das hastes.



Foto 2 - Detalhe da amostragem do material. Para todos os furos realizados efetuou-se uma descrição litológica e, quando necessário, realizou-se amostragem do material. A broca utilizada é tipo concha com 3" de diâmetro.



Foto 3 - Vista panorâmica da porção noroeste da área. No topo do platô ocorrem rochas vulcânicas (Fm. Serra Geral). Na porção intermediária ocorrem arenitos eólicos (Fácies Eólica) e, na porção inferior, afloram arenitos fluvio-eólicos (Fácies de inter-dunas) pertencentes à Formação Botucatu.



Foto 4 - Arenitos eólicos do terço superior (Fácies Eólica) da Formação Botucatu- A estruturação interna das camadas é constituída por estratificação cruzada acanalada de grande porte - Ponto AK.41. Localidade próxima à Picada das Mulas.



Foto 5 - Arenitos bimodais pertencentes à Fácies de Interdunas da Formação Botucatu. Apresentam camadas com geometria tabular, com intercalações de arenitos finos e pelitos. Afloramento próximo ao ponto AK-25. Próximo à área urbana do município.

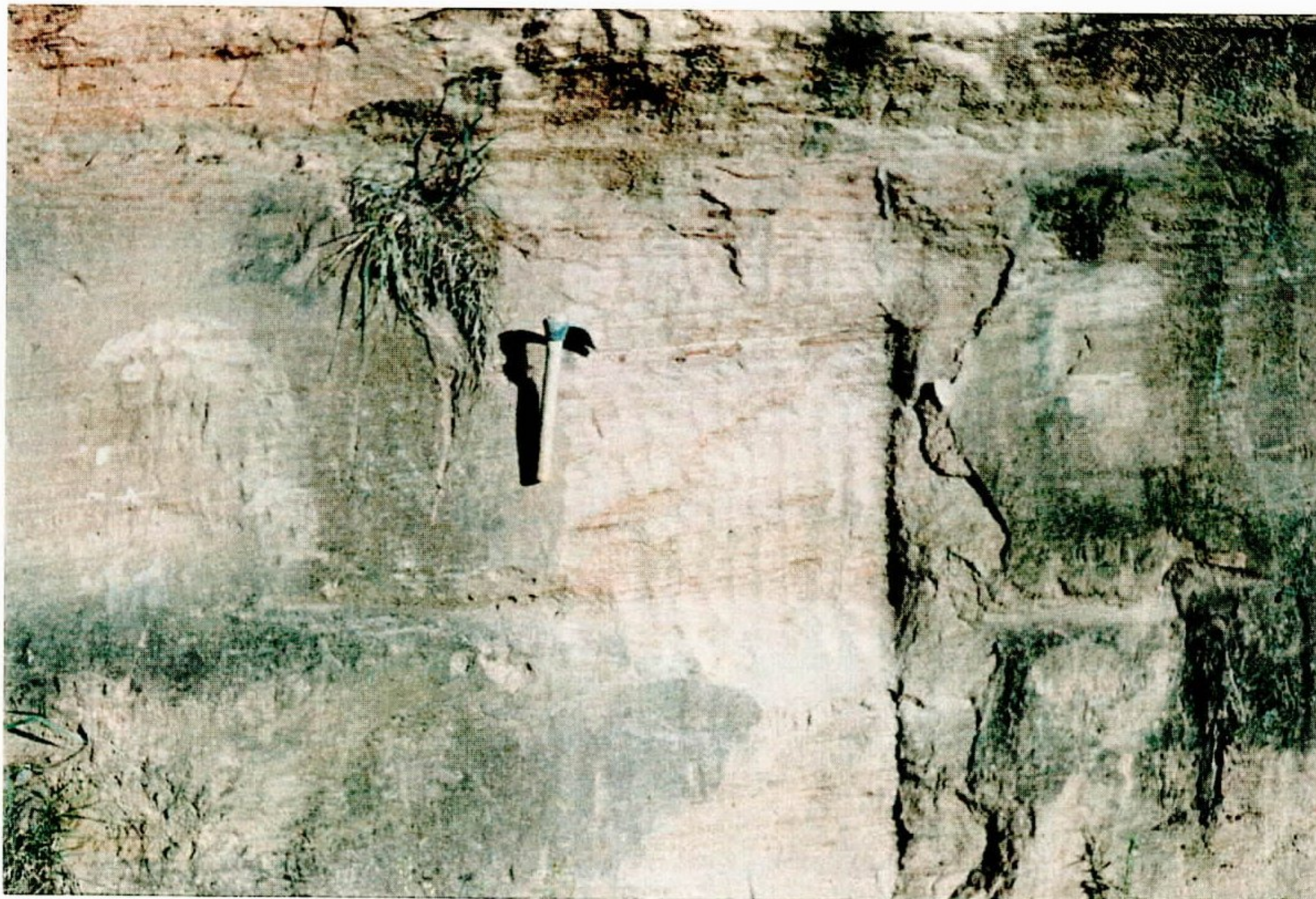


Foto 6 - Detalhe da fotografia anterior, ressaltando que a estruturação interna das camadas é constituída por estratificação plano-paralela. A alternância de tonalidades claras e escuras evidenciam intervalos arenosos e pelíticos, respectivamente.



Foto 7 - Evidência dos processos erosivos no horizonte C do arenito da Formação Botucatu - Fácies Eólica; salientando os problemas provenientes da retirada do horizonte superficial. Ponto AK-08.



Foto 8 - Escorregamento de uma cunha de solo onde o mergulho regional das camadas favorece o escorregamento, ocorrido durante chuvas intensas. Corte de talude nas proximidades da estação de tratamento da indústria Bender/Schuck.



Foto 09 - Vista panorâmica da encosta do platô, onde se destaca uma expressiva frente de lavra de rocha basáltica. A porção basal da frente corresponde à zona de contato da Formação Serra Geral/ Formação Botucatu. Parte norte da área-Ponto AK-29.



Foto 10 - Pedreira de rocha basáltica. Observa-se, no canto direito da foto, um dique de diabásio seccionando as rochas basálticas da Formação Serra Geral. Ponto AK-37



Foto 11 - Zona amigdaloidal de um derrame basáltico. Verifica-se que as porções mais claras representam amígdalas com diâmetros variados. Ocorrem venulações descontínuas, preenchidas por calcedônias e zeolitas. Ponto AK-33.



Foto 12 - Solo residual desenvolvido sobre rochas basálticas. Alteração esferoidal destas rochas originam blocos e matacões comuns nestes solos. Ponto próximo ao AK-33.



Foto 13 - Extenso depósito de tálus em forma de cone que inicia logo abaixo da escarpa nas vertentes superiores do platô, e se estende às porções mais inferiores junto à áreas mais planas. Observa-se que na porção inferior deste tálus já ocorre ocupação urbana. Encosta de platô à esquerda da estrada geral que leva à Ivoti.



Foto 14 - Depósito coluvionar, tipo rampa de colúvio, que ocorre capeando rochas areníticas da Formação Botucatu. Na base deste depósito verifica-se um nível de seixo. Ponto AK-03.



Foto 15 - Planície aluvial subatual: Terraços - constituem extensas áreas planas que ocupam a maior parte da planície aluvial das principais drenagens. Sobre esta unidade ocorre a maior porção da zona urbanizada. Próximo ao ponto AK-05.



Foto 16 - Depósito Aluvial Atual - observa-se a pequena espessura destes depósitos, pois no nível da água já aflora rocha arenítica. Ponte sobre o arroio Portão, próxima da Indústria Estância dos Couros.



Foto 17 - Expressiva saibreira sobre solos residuais dos arenitos da Fácies de Interdunas da Formação Botucatu. Ponto AK- 03.



Foto 18 - Depósito de brita utilizada na produção de concreto asfáltico para emprego em obras viárias e construção civil. Pedreira Incopel. Ponto AK37.

INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA A GESTÃO TERRITORIAL - GATE

Objetivam a criação de produtos relacionados ao meio físico e às gestões ambientais, destinados a subsidiar tecnicamente as decisões dos planejadores e administradores dos diversos tipos de espaços geográficos do território nacional.

As publicações decorrentes dessa linha de atuação da CPRM apontam contribuições das mais diversas áreas do conhecimento ao interesse da ocupação e aproveitamento do meio ambiente, respeitado o condicionamento do meio físico.

Nesse contexto, as publicações foram agrupadas consoante os temas a seguir discriminados:

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS
SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
SÉRIE DOCUMENTAÇÃO
SÉRIE ORDENAÇÃO TERRITORIAL
SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS
SÉRIE RECURSOS MINERAIS

SÉRIE CARTAS TEMÁTICAS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Geomorfologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 02 - Pedologia da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 03 - Geologia do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 04 - Geomorfologia do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 05 - Pedologia do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 06 - Cobertura Vegetal do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 07 - Geologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 08 - Geomorfologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 09 - Cobertura Vegetal do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 10 - Formações Superficiais do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 11 - Pedologia do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 12 - Vegetação e Uso Atual do Solo do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Levantamento Gravimétrico da Área Sedimentar de Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

SÉRIE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 02 - Caracterização da Pluma Poluidora Gerada pelo Depósito Municipal de Lixo da Zona Norte de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 03 - Fontes de Poluição e Degradação Ambiental do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 04 - Catástrofe de Igrejinha - RS. 1994.
- Vol. 05 - Catástrofe de Nova Hartz - RS. 1994.
- Vol. 06 - Avaliação Geofísica da Pluma Poluidora Gerada por um Depósito de Lodo de Curtume - Estância Velha - RS. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Os Aterros Sanitários e a Poluição das Águas Subterrâneas - Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de ,Belo Horizonte

- Vol. 01 - Espeleologia, Inventário de Cavidades Naturais, Região de Matozinhos, Mocamboeiro - MG. 1994.

SÉRIE DOCUMENTAÇÃO

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Documentação Básica Do Projeto - Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 02 - PROTEGER - Sinopse dos Trabalhos Realizados. RS. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.
- Vol. 02 - Subsídios para Caracterização do Meio Físico - Informações Básicas. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

- Vol. 01 - Índice de Informações Cartográficas - Região Metropolitana de Fortaleza. CE. 1994.
- Vol. 02 - Índice de Informações Cartográficas - Região Costeira do Ceará - CE. 1994.

SÉRIE ORDENAMENTO TERRITORIAL

Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte

- Vol. 01 - Socioeconomia, Zoneamento Geomorfológico, Geologia, Uso da Terra e Cobertura Vegetal, Caracterização dos Solos e Avaliação da Capacidade de Uso das Terras do Município de Capim Branco. MG-1994.
- Vol. 02 - Hidrologia (Uso das Águas Subterrâneas), Hidrogeologia (Favorabilidade à Exploração de Água Subterrânea), Geotecnia (Zoneamento Geotécnico), Espeleologia e Declividade do Município de Capim Branco. MG-1994.

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

- Vol. 01 - Diagnóstico Setorial da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 02 - Cobertura Vegetal e Ocupação Atual do Solo da Área de Influência da Barragem Olaria Velha e da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 03 - Suscetibilidade à Erosão da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 04 - Adequação do Uso Agrícola do Solo da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 05 - Isodeclividade da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.
- Vol. 06 - Áreas de Inundação, Alagamento e Banhados da Região Metropolitana de Porto Alegre - RS. 1994.
- Vol. 07 - Isodeclividade do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 08 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 09 - Áreas com Restrição à Mineração do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 10 - Áreas com Maior Favorabilidade à Mineração e Menor Risco Ambiental do Município de Parobé - RS. 1994.
- Vol. 11 - Isodeclividade do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 12 - Suscetibilidade à Erosão do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 13 - Uso e Ocupação do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 14 - Áreas de Proteção do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 15 - Áreas Críticas e com Restrições à Ocupação do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 16 - Adequação do Uso Agrícola do Solo Rural do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 17 - Uso Recomendado do Solo do Município de Estância Velha - RS. 1994.
- Vol. 18 - Diagnóstico Preliminar dos Aspectos Ambientais do Litoral Norte do Rio Grande do Sul. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

- Vol. 01 - Metodologia para Estudos Neotectônicos Regionais. Caso João Câmara. RN. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de Salvador

- Vol. 01 - Parque Nacional da Chapada Diamantina - BA. Informações Básicas do Meio Físico. BA. 1994.
- Vol. 02 - Área de Proteção Ambiental de Mangue Seco. Plano Manejo. BA. 1994.

Superintendência Regional da CPRM de São Paulo

- Vol. 01 - Áreas Naturais sob Proteção - Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.
- Vol. 02 - Cartas Temáticas de Planejamento da Região Metropolitana de Curitiba - PR. 1994.

SÉRIE PUBLICAÇÕES ESPECIAIS

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Turismo Geocientífico: Uma Viagem no Tempo - PE. 1994.

SÉRIE RECURSOS HÍDRICOS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Hidrogeológico do Município de Estância Velha - RS. 1994.

Vol. 02 - Monitoramento Hídrico da Bacia do Rio Gravataí - RS. 1994.

Vol. 03 - Potencial Hídrico Subterrâneo do Município de Nova Hartz - RS. 1994.

Vol. 04 - Avaliação Geofísica das Águas Subterrâneas no Balneário de Capão Novo - RS. 1994.

Vol. 05 - Qualidade das Águas Superficiais do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Vulnerabilidade das Águas Subterrâneas da Região Metropolitana do Recife - PE. 1994.

SÉRIE RECURSOS MINERAIS

Superintendência Regional da CPRM de Porto Alegre

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Parobé - RS. 1994.

Vol. 02 - Áreas Mineradas para Carvão - Município de Criciúma - SC. 1994.

Vol. 03 - Potencial Mineral para Não Metálicos do Município de Criciúma - SC. 1994.

Superintendência Regional da CPRM do Recife

Vol. 01 - Insumos Minerais no Sertão do Pajeú: Calcários e Mármore. PE. 1994.

Vol. 02 - A Mineração na Região Metropolitana do Recife. PE. 1994.

Vol. 03 - A Atividade Extrativa Mineral em Jaboatão dos Guararapes. PE. 1994.

Residência da CPRM de Fortaleza

Vol. 01 - Potencial Mineral para Não Metálicos da Região Metropolitana de Fortaleza - CE. 1994.

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

Sede

SGAN - 603 - Módulo "I" - 1º andar - Cep: 70830.030 - Brasília - DF

Telefones: (061)312-5121 - (061)223-1059 (PABX),
Telex: 611355 - Fax: (061)225-3985

Escritório Rio

Av. Pasteur, 404 - Urca - Cep: 22290.240 - Rio de Janeiro - RJ

Telefones: (021)295-5337 - (021)295-0032 (PABX)
Telex: 2122685 - 2132525 - FaX: (021)542-3647

Diretoria de Geologia e Recursos Hídricos

Telefones: (021)295-6647 (021)295-6797
Fax: (021)542-3647

Departamento de Geologia

Telefone: (021)295-4992
Fax: (021)295-6347

Centro de Documentação Técnica

Telefone: (021)295-5897
Fax: (021)295-6347

Superintendência Regional de Belém

Av. Dr. Freitas, 3645 - Marco - Cep: 66095.110 - Belém - PA
Telefones: (091)226-0016 - (091)226-6066 (PABX)
Telex: 911149 - Fax: (091)226-0016

Superintendência Regional de Belo Horizonte

Av. Brasil, 1731 - Funcionários - Cep: 30140.000 - Belo Horizonte - MG
Telefones: (031)222-2037 - (031)201-5977 (PABX)
Telex: 311011 - Fax: (031)226-4401

Superintendência Regional de Goiânia

Rua 148, 485 - Setor Marista - Cep: 74170.110 - Goiânia - GO
Telefones: (062)281-1709 - (062)281-1522 (PABX)
Telex: 622157 - Fax: (062)281-1709

Superintendência Regional de Manaus

Av. Carvalho Leal, 1017 - Cachoeirinha - Cep: 69065.000 - Manaus - AM

Telefones: (092)622-4387 - (092)622-4723(PABX)
Telex: 922265 - Fax: (092)622-2977

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Cep: 90840.030 - Porto Alegre - RS

Telefones: (051)233-4643 - (051)233-7311 (PABX)
Telex: 511062 - Fax: (051)233-7772

Superintendência Regional de Recife

Av. Beira Rio, 45 - Madalena - Cep: 50750.520 - Recife - PE

Telefones: (081)228-2988 - (081)227-0277 (PABX)
Telex: 811368 - Fax: (081)228-2142

Superintendência Regional de Salvador

6ª Avenida do Centro Administrativo da Bahia
Estrada da Sussuarana, 2862 - Cep: 41213.000 - Salvador - BA

Telefone: (071)371-2835 - (071)230-9977 (PABX)
Telex: 711182 - Fax: (071)371-4005

Superintendência Regional de São Paulo

Rua Domingos de Moraes, 2463 - Vila Mariana - Cep: 04035.000 - São Paulo - SP

Telefones: (011)570-9296 - (011)549-1133 (PABX)
Telex: 1123758 - Fax: (011)549-1565

Residência de Fortaleza

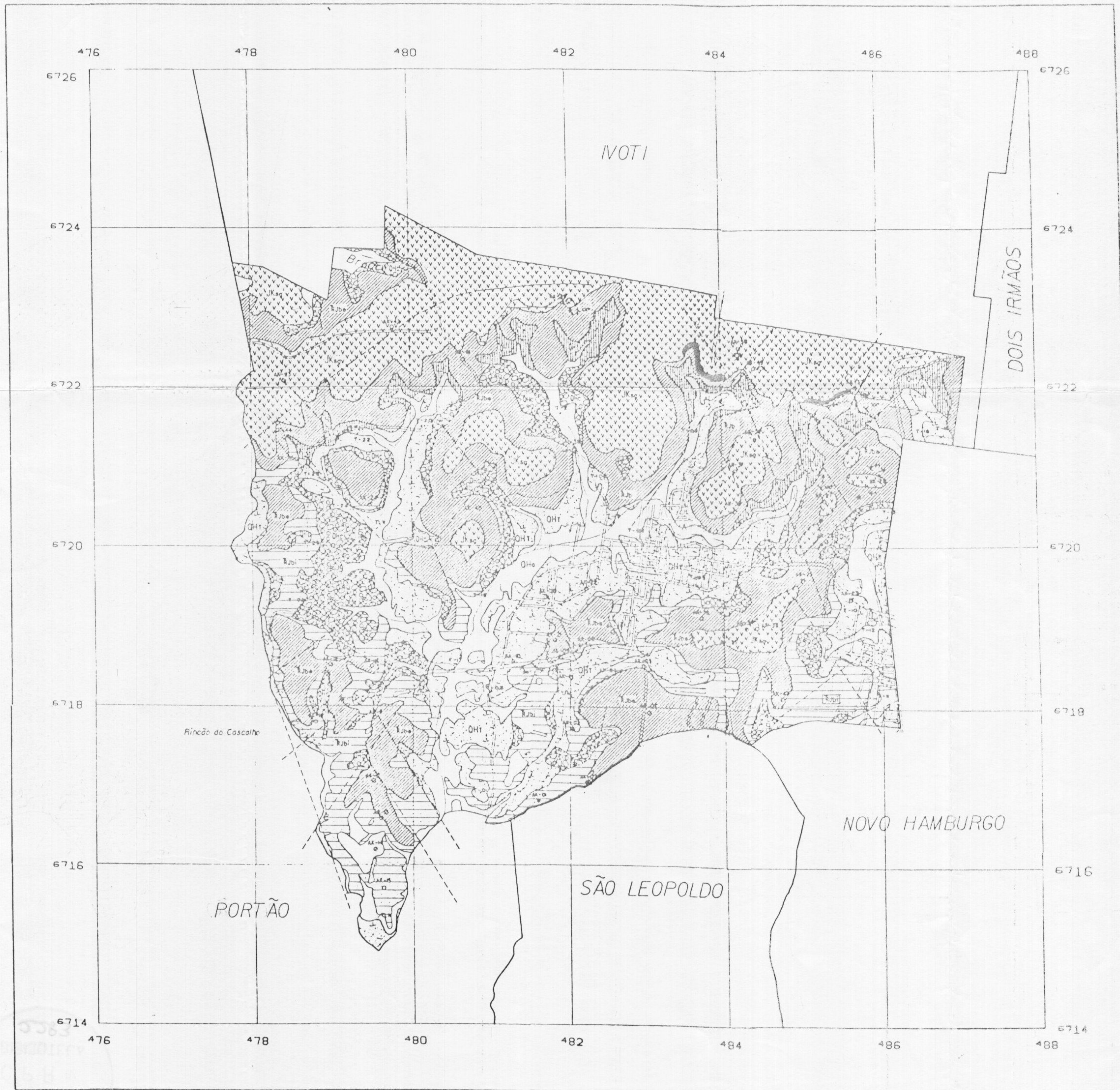
Rua Henriqueta Galeno, 380 - Dionísio Torres - Cep: 60135.420 - Fortaleza - CE

Telefone: (085)244-7177 (PABX)
Telex: 851532 - Fax: (085)244-7237

Residência de Porto Velho

Av. Lauro Sodré, 2561 - Bairro Tanques - Cep: 78904.300 - Porto Velho - RO

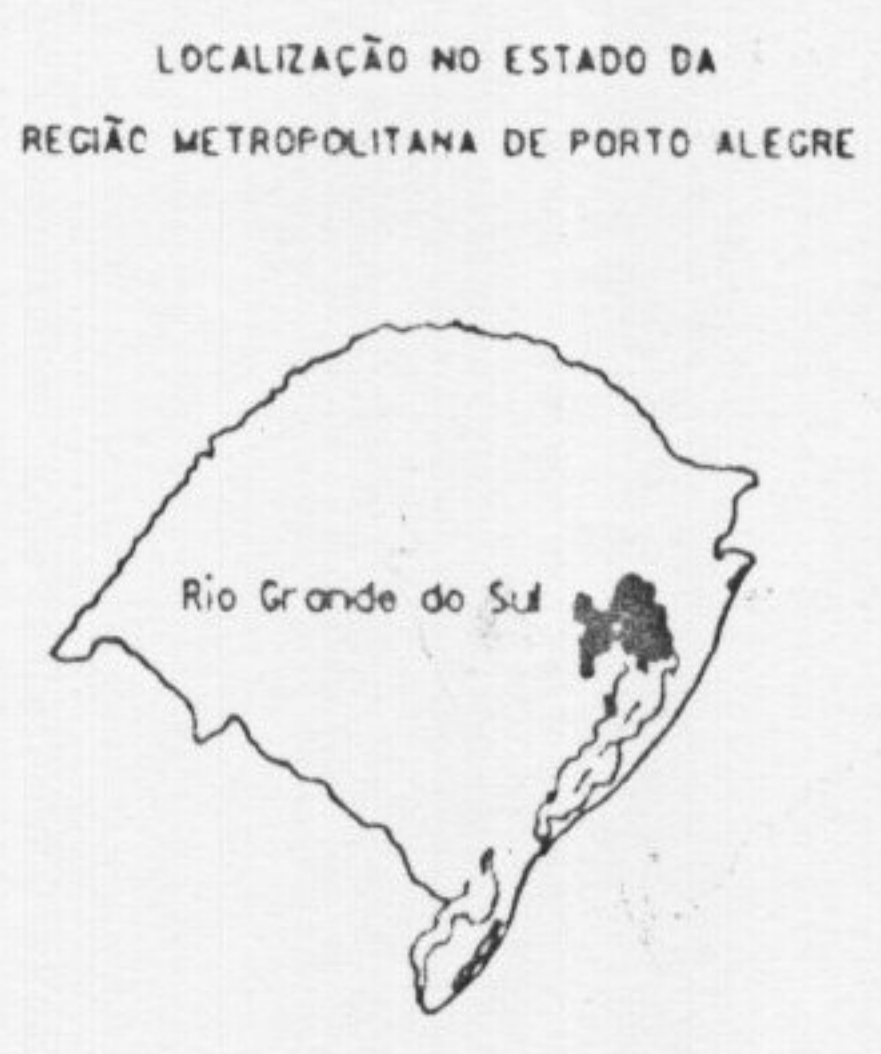
Telefone: (069)223-3544 (PABX)
Telex: 0692124 - Fax: (069)221-5435



COLUNA ESTRATIGRÁFICA

UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADE LITO-ESTRATIGRÁFICA	DESCRIÇÃO FACIOLÓGICA	
CENOZÓICO QUATERNÁRIO	HOLOCENO	OH0	PLANÍCIE ALUVIAL ATUAL - CONSTITUÍDA POR ALUVIÕES DE NATUREZA ARBOREOLIOSA OU ARBOREOLIOSA, DE CORES CASTANHO-VERMELHADAS OU CINZA-AMARELADAS.
		OH1	PLANÍCIE ALUVIAL SUBATUAL - TERRAÇOS CONSTITUÍDOS POR MATERIAIS ARENO-ARGILOSOS E LOCALMENTE APRESENTAM NÍVEIS DE SEIXOS, CORES CASTANHO-VERMELHADAS.
			DEPÓSITO DE TALUS - DEPÓSITO DE MATERIAL HETEROGÊNEO, COM ABUNDANTES BLOCOS DE ROCHAS VULCÂNICAS E ARENÍTICAS DISPERSOS EM UMA MATRIZ ARENO-ARGILOSA.
MESOZÓICO	BENTO		DEPÓSITOS COLUVIONARES - CONSTITUÍDOS POR MATERIAIS ARENO-ARGILOSOS FORMANDO DEPÓSITOS DE ESPESURAS VARIÁVEIS.
			DISCORDÂNCIA EROSIONAL
			FORMAÇÃO SERRA GERAL - ROCHAS BÁSICAS E INTERMEDIÁRIAS, EVENTUALMENTE RELACIONADAS À INTRUSÕES IMBIBAISIS DE DIABÁSIO, CORES PRETAS À CINZA ESCURAS APRESENTANDO FREQUENTE DIACLASAMENTO, COM INTERCALAÇÕES DE ARENITOS INTERTRAPEZADOS.
TRIASSICO-JURASSICO	GRUPO SÃO BENTO	T.100	FORMAÇÃO BUTUCATU - ARENITOS BINOVAIS, FINOS À MÉDIOS, GRãos ABREDONDADOS BEM SELECIONADOS, CORES CINZA-VERMELHADAS, ESTRATIFICAÇÕES ORIZONTAIS ACANALADAS DE GRANDE PORTE, ESTRATIFICAÇÕES PLANO-PARALELAS, AMBIENTE DESÉRTICO, COM DEPÓSITO DE DUNAS E INTERDUNAS, FACES LÂMBDAS.
		T.101	FORMAÇÃO BUTUCATU - NO TERÇO MÉDIO À INTERIOR DESTA FORMAÇÃO HÁ UMA MAIOR PROPORÇÃO DE PELITOS, SENDO COMUM INTERCALAÇÕES ARENOSAS/ARGILAS, COM FREQUENTES VARIAÇÕES DE FACES LATERAL E VERTICAL, FACES INTERDUNAS.
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	A/B	FALHA DEFUNDA COM INDICAÇÃO DE MOVIMENTOS VERTICAIS - (A) ALTO (B) BAIXO
		---	FALHA INFERIDA
		---	FALHA DEFUNDA
		▲	ATITUDE DA CAMADA COM INDICAÇÃO DE MERIDIANO
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	●	ATITUDE DE CAMADAS SUB-HORIZONTAIS
		▲	PALEOCORRENTES
		○	AFLORAMENTOS DESCRITOS
		T-10	FURROS DE TRADO - TUV - FURROS DE TRADO - LITÃO VELHO
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	T-10	FURROS DE TRADO - TUV - FURROS DE TRADO - LITÃO NOVO
		○	CONTATO DEFUNDO
		—	FRENTE DE LAVRA CONTÍNUA
		○	ROOPIVA
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	○	CAPIÃO
		○	ÁREA URBANIZADA
		—	CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
		—	CURSO D'ÁGUA PERENE
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	○	ROOPIVA
		○	CAPIÃO
		○	ÁREA URBANIZADA
		—	CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	—	CURSO D'ÁGUA PERENE
		○	ROOPIVA
		○	CAPIÃO
		○	ÁREA URBANIZADA
GEOLOGICAS	CONVENÇÕES	—	CURSO D'ÁGUA INTERMITENTE
		—	CURSO D'ÁGUA PERENE
		○	ROOPIVA
		○	CAPIÃO

Base planimétrica produzida por tecnologia digital e ampliada através do Sistema INTERGRAPH disponível em arquivos magnéticos do Gabinete de Informática e Cartografia do METROPLAN.
 Ampliação obtida a partir do folho SH.22-X-CH-VI, 1978, escala 1:50.000, do DSG/MEX.
 Coordenador do Gabinete de Informática e Cartografia:
 Eng. FRANCISCO CARLOS PAGAÇA DE SOUZA
 Chefe do Setor de Cartografia:
 RODNEY BOHRER DE AGUIAR
 Digitalizadores:
 CARLOS HATSEK e MARTA CABRON
 Digitalização da base cartográfica:
 CCALEX/Brasília
 Este mapa tem caráter orientativo, não substituindo estudos e levantamentos específicos exigidos para fins de elaboração de projetos e obras.



PROGRAMA TÉCNICO PARA O GERENCIAMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE - PROTEGER -
 Mapa Geológico do Município de Estância Velha, RS
 Escala 1:25.000

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
 DATUM VERTICAL: NADIRIANO DE TORRES - NO GRUPO DE SUA DATUM HORIZONTAL: CONEJO ALZEM - BRASIL 5400
 ORICEM NA BUNDAZINHA VIZINHO ÀS BUNDAZINHAS DE SUAS HORIZONTAIS DE CONTADELAÇÃO NA E. 500.000.000.000.000



O Programa Técnico para o Gerenciamento da Região Metropolitana de Porto Alegre - PROTEGER - vinculado ao Programa Nacional de Gestão e Administração Territorial (GATE), vem sendo executado pelo Superintendência Regional de Porto Alegre - SUREG-PA da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e a Fundação de Planejamento Metropolitano e Regional - METROPLAN, com base no Convênio firmado em 20/06/84, entre a CPRM e o Governo do Estado do Rio Grande do Sul, representado pelo Secretário do Planejamento Territorial e Obras - SEOT com a intervenção do METROPLAN.
 Coordenação Geral do GATE:
 Geol. VALTER JOSÉ BARDEUS
 Coordenação Regional do GATE:
 Geol. EDUARDO CAMOZZATO
 Coordenação Técnica PROTEGER-CPRM:
 Geol. VÍTORIO ORLANDI FARIAS
 Coordenação Técnica PROTEGER-METROPLAN:
 Eng. RAIMUNDO OLIVEIRA
 Chefe de Projeto:
 CARL ANTÔNIO SÉLVIO J. KREBS
 Responsáveis Técnicos:
 Geol. ANTÔNIO SÉLVIO J. KREBS
 Geol. CLÁUDIO RODRIGUES DA SILVA

FUNDAÇÃO DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO E REGIONAL - METROPLAN
 COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

PROTEGER - MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA, RS.

ESPECIALISTA: GEÓLOGO DO MUNICÍPIO DE ESTÂNCIA VELHA

ESCALA: 1:25.000 DATA: JANEIRO DE 1993