

Secretaria de Estado da
Indústria e do Comércio,
Ensino Superior, Ciência
e Tecnologia.

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Guaíra

Convênio
MINEROPAR - FAMEPAR-Prefeitura Municipal de Guaíra

Geologia de Planejamento Caracterização do Meio Físico da Área Urbana de Guaíra

MINEROPAR

Minerais do Paraná S.A

1992

.131.1
6.216)
-64g

Registro n. 4555



Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 4555 Data 1/4/92

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
Roberto Requião de Mello e Silva
Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO, ENSINO SUPERIOR,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA
Adhail Sprenger Passos
Secretário

MINERAIS DO PARANÁ S/A - MINEROPAR

José Henrique Popp
Diretor Presidente

Antônio Manuel de Almeida Rebelo
Diretor Técnico

Noé Vieira dos Santos
Diretor Administrativo Financeiro

PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO URBANO PARA GUAÍRA
CONVÊNIO MINEROPAR/FAMEPAR/PREFEITURA MUNICIPAL DE GUAÍRA

COORDENADORIA DE GEOLOGIA
- C O G E O -

Geólogo Luís Tadeu Cava
Coordenador

ELABORAÇÃO
Geólogo Sérgio Maurus Ribas

APOIO
Geólogo Luís Marcelo de Oliveira
Geólogo Rogério da Silva Felipe
Geógrafo Clóvis do Espírito Santo Júnior

GEOPROCESSAMENTO CARTOGRÁFICO
Engenheira Cartógrafa Cyntia Mara Costa
Técnico Processamento de Dados Eduardo Devitz

DATILOGRAFIA
Alice Aparecida Fabianovick

DIGITAÇÃO
Beatriz Rodacoski

DESENHO
Roseneide Ogleari Gonçalves

REVISÃO
Geólogo Edir Edemir Arioli

BIBLIOTECA
Marlene Mengarda Martelli

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - OBJETIVOS.....	2
3 - METODOLOGIA.....	3
4 - ASPECTOS FISIAGRÁFICOS REGIONAIS.....	7
4.1 - Localização.....	7
4.2 - Relevo e Hidrografia.....	8
4.3 - Clima e Vegetação.....	9
5 - TRABALHOS ANTERIORES.....	10
5.1 - Considerações sobre os Trabalhos Existentes.....	10
5.2 - Bases Cartográficas.....	12
5.3 - Levantamentos Aerofotogramétricos.....	13
6 - GEOLOGIA LOCAL.....	14
6.1 - Aspectos Litoestratigráficos.....	14
6.2 - Formação Serra Geral.....	15
6.3 - Formação Caiuá.....	21
6.4 - Relações de Contato da Formação Serra Geral e Formação Caiuá.....	23
6.5 - Sedimentos Cenozóicos.....	27
6.5.1 - Formação Paranaíba.....	27
6.5.2 - Depósitos Aluviais.....	30
7 - PEDOLOGIA.....	33
7.1 - Aspectos dos Solos da Região de Guaíra.....	33
7.2 - Latossolos (LEe1, LEe2, LREe1).....	34
7.3 - Solos Podzólicos (PE2).....	36
7.4 - Solos Aluviais.....	37

8 -	HIDROLOGIA.....	38
8.1 -	Considerações sobre Poluição de Aquíferos.....	38
8.2 -	Aspectos do Sistema Hidrográfico Guaíra.....	40
8.3 -	Hidrogeologia.....	42
9 -	O MEIO FÍSICO E O PLANEJAMENTO DE GUAÍRA.....	47
9.1 -	Considerações sobre a Geologia no Planejamento Urbano.....	47
9.2 -	Cartas Temáticas.....	48
9.2.1 -	Mapa do Substrato Geológico e Estrutural....	48
9.2.2 -	Mapa de Solos.....	49
9.2.3 -	Mapa de Declividades.....	56
9.2.4 -	Mapa Hidrogeológico.....	58
10 -	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	59
11 -	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63

ANEXOS

- 01 - Mapa Topográfico
- 02 - Mapa Geológico
- 03 - Mapa de Solos
- 04 - Mapa de Declividades
- 05 - Mapa Hidrogeológico
- 06 - Mapa de Indicações da Geologia para o Planejamento

1 - INTRODUÇÃO

O processo de ocupação do solo nas cidades brasileiras sempre se caracterizou por não obedecer a qualquer critério de planejamento em relação aos recursos naturais existentes e do interesse maior do bem estar da coletividade. Com a promulgação da Constituição Federal e das Constituições dos Estados, os municípios brasileiros passaram a ter maiores responsabilidades, assumindo novas atribuições quanto ao planejamento do seu espaço territorial e à gerência do seu próprio desenvolvimento, materializada na elaboração das Leis Orgânicas e nos Planos Diretores Municipais.

Neste momento, todos os municípios com mais de 20.000 habitantes encontram-se diante da tarefa de elaborar os seus Planos Diretores, os quais passam a ser "o instrumento básico da política de desenvolvimento e de expansão urbana" (Art. 182, parágrafo 1º da Constituição Federal), com a finalidade de orientar e ordenar tanto as atividades do executivo municipal, quanto as dos cidadãos.

O Plano Diretor Municipal procura equacionar problemas de natureza social e econômica, físico-territorial, institucional, e de infra-estrutura, visando a organização racional do espaço para promoção do desenvolvimento do município e melhoria da qualidade de vida de seus habitantes. O Plano Diretor Municipal é específico para cada município e deve estar vinculado às vocações regionais. Desse modo, considerando as condicionantes, deficiências e potencialidades territoriais, o Plano Diretor deve

apresentar um conjunto de diretrizes que devem ser adotadas orientando a distribuição das atividades sociais e econômicas.

A elaboração do Plano Diretor Municipal envolve o levantamento de informações atualizadas, multidisciplinares, geo-referenciadas, que, quando analisadas e inter-relacionadas, revelam os principais problemas regionais, suas causas, efeitos e tendências de crescimento, indicando as intervenções necessárias à minimização e equacionamento dos problemas detectados e subsidiando as ações político-administrativas da Prefeitura Municipal.

A MINEROPAR, como entidade estadual, foi solicitada pela FAMEPAR para desenvolvimento dos trabalhos visando a caracterização do meio físico ou natural, necessária na elaboração do Plano Diretor de cidades solicitantes. Guaíra enquadra-se como uma das primeiras cidades onde a MINEROPAR desenvolveu este trabalho, em função das prioridades estabelecidas pela FAMEPAR.

2 - OBJETIVOS

O objetivo principal desse trabalho é a caracterização do meio físico ou natural da área onde assenta a malha urbana de Guaíra. Compreende o atual perímetro urbano da cidade e a área conhecida como Vila da ELETROSUL, contígua à cidade, que deverá ser englobada na elaboração do Plano Diretor. Do ponto de vista prático o trabalho deve gerar subsídios para que a Prefeitura

local oriente o seu Plano Diretor visando a racionalização do uso e ocupação do solo urbano.

O planejamento do uso do solo requer informações diversas envolvendo especialistas de várias áreas do conhecimento humano, numa atividade integrada multi e interdisciplinar. Cabe à geologia de planejamento definir as limitações do ambiente físico e planejar tecnicamente a utilização mais racional, segura e econômica do ambiente físico. Neste aspecto, o presente trabalho teve também como objetivos implícitos o estabelecimento de técnicas de coordenação, correlação, sistematização e apresentação de informações geológicas, dirigidas a administradores e planejadores, bem como o desenvolvimento e a capacitação técnica da equipe.

3 - METODOLOGIA

Com o objetivo de caracterizar o comportamento físico dos materiais existentes na região de Guaíra, bem como para definir suas condicionantes, deficiências e potencialidades na utilização do espaço físico, foi adotada uma metodologia simples, baseada na fotointerpretação de aerofotos na escala 1:25.000 (levantamento aéreo de 1980) e na escala 1:10.000 (levantamento aéreo de 1991).

Os dados obtidos no exame das fotos aéreas foram registrados em decalques, que serviram de base para a elaboração das cartas temáticas, sendo comprovados com observações de campo. Após a transferência dos dados para uma carta topográfica básica, na

escala 1:20.000, com auxílio de "aero-sketchmaster", fez-se a devida integração e finalmente a interpretação. Essa sequência de atividades visou obter o máximo de informações das fotos com o sentido de orientar um melhor planejamento dos recursos do solo e da água da região de Guaíra.

O trabalho foi direcionado para apresentar caráter demonstrativo e qualitativo para que qualquer especialista, utilizando as cartas temáticas elaboradas, pudesse interpretá-las em função de um problema específico e aplicar as suas conclusões, na fase de planejamento ou mesmo de projeto. Nesse sentido a preocupação principal foi a de fornecer o máximo de subsídios necessários para um melhor aproveitamento do meio físico, de acordo com as suas potencialidades, e assim evitar conseqüências negativas por eventual ocupação inadequada.

Sob tal enfoque, a geologia de planejamento por meio das cartas temáticas destaca-se como uma das ferramentas mais úteis para apoiar o trabalho do planejador no sentido de orientar e definir as investigações necessárias para uma melhor caracterização, preservação e ocupação do meio físico.

A apresentação dos estudos executados na forma de mapas com legendas auto-explicativas traduz-se na maneira mais eficiente e prática de transmitir as informações para o planejamento. Os mapas elaborados nesse trabalho enquadram-se na categoria de mapas de primeira ordem (observacionais) segundo o esquema para a ordenação da informação geológica para decisões do uso do solo proposto por Mathewson e Font (1974)(apud: Infanti Jr, 1976).

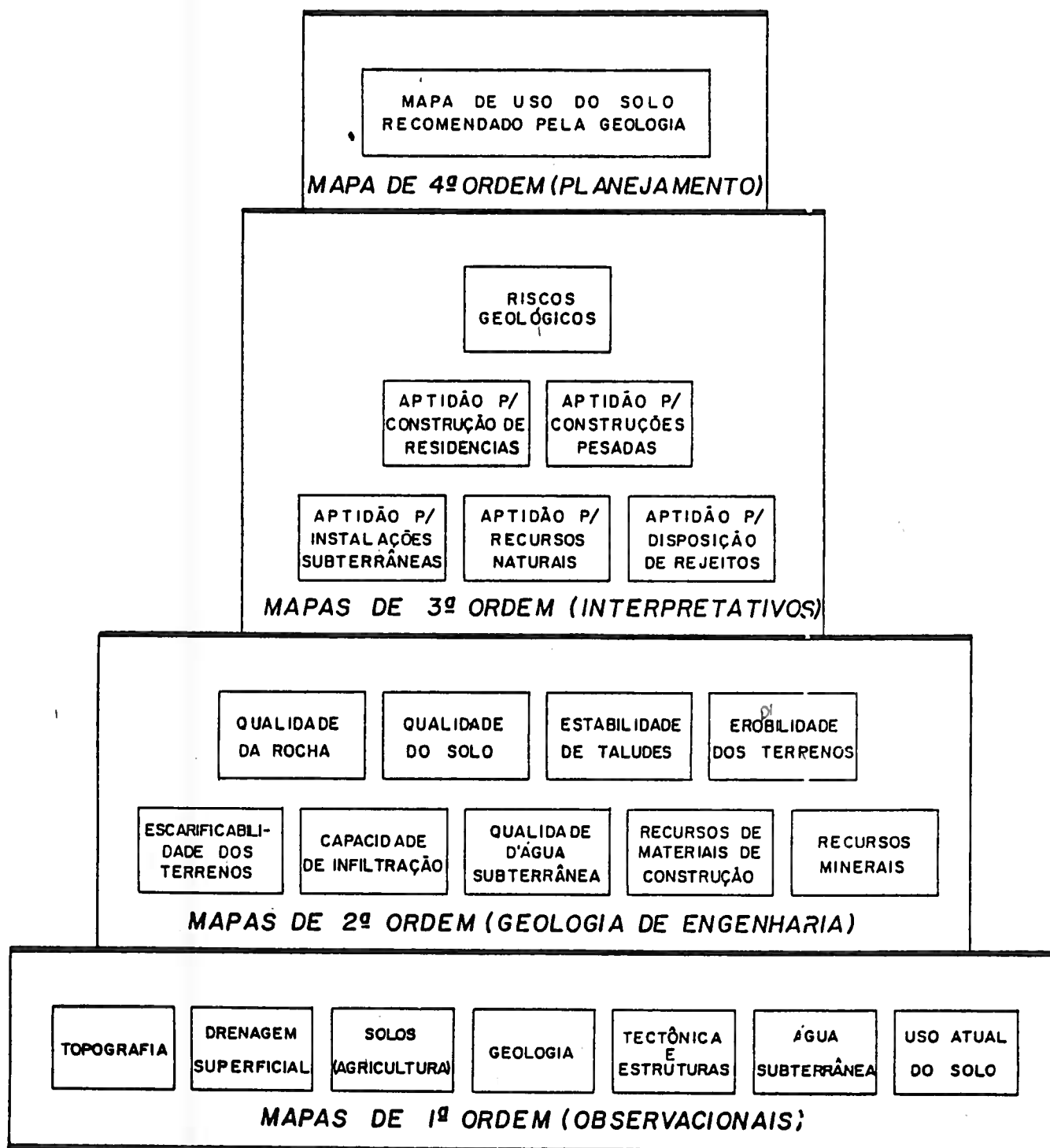
Nessa categoria situam-se o mapa topográfico e de declividades; o mapa do substrato geológico e estrutural; o mapa de solos e coberturas inconsolidadas; o mapa hidrogeológico e o mapa de uso atual do solo (Quadro 01).

Segundo o mesmo esquema os mapas de segunda ordem são projetados para o uso dos engenheiros, projetistas ou empreiteiros que lidam diretamente com os materiais locais nos projetos de construção. São mapas que apresentam entre outros temas: a qualidade da rocha e do solo; erodibilidade e escarificabilidade dos terrenos; estabilidade de taludes; capacidade de infiltração; qualidade da água subterrânea; recursos minerais e de materiais de construção. São temas que requerem estudos específicos de geologia de engenharia, com o devido suporte em análises químicas e físicas de materiais, normalmente morosos e dispendiosos, considerados desnecessários para a finalidade do presente estudo em Guaíra. Deve-se salientar contudo que as informações necessárias para a elaboração dos mapas interpretativos (ou de 3ª ordem no esquema adotado) são destacadas no texto do presente relatório e compõe o mapa de indicações da geologia para o planejamento urbano destacando: áreas com potencial de erosão; áreas de proteção dos recursos hídricos; áreas inadequadas à ocupação; áreas potenciais ao reflorestamento e proteção ambiental.

QUADRO I

ESQUEMA DA ORDENAÇÃO DA INFORMAÇÃO GEOLÓGICA PARA
DECISÕES DE PLANEJAMENTO DO USO DO SOLO.

(MODIFICADO DE MATHEWSON E FONT, 1974)



4 - ASPECTOS FISIOGRAFICOS REGIONAIS

4.1 - Localização

O município de Guaíra situa-se no extremo oeste do estado do Paraná, compreendido aproximadamente pelos paralelos $24^{\circ}05'$ e $24^{\circ}25'$ de latitude sul e os meridianos $54^{\circ}10'$ e $54^{\circ}20'$ de longitude oeste de Greenwich. O município é limitado a sul pelo arroio Guaçu, a oeste e a norte pelo rio Paraná (ou lago de Itaipu), divisa com a República do Paraguai, e com o estado de Mato Grosso do Sul respectivamente; e a leste por poligonal não referenciada à acidentes geográficos que forma a divisa com o município de Terra Roxa do Oeste (Fig. 01).

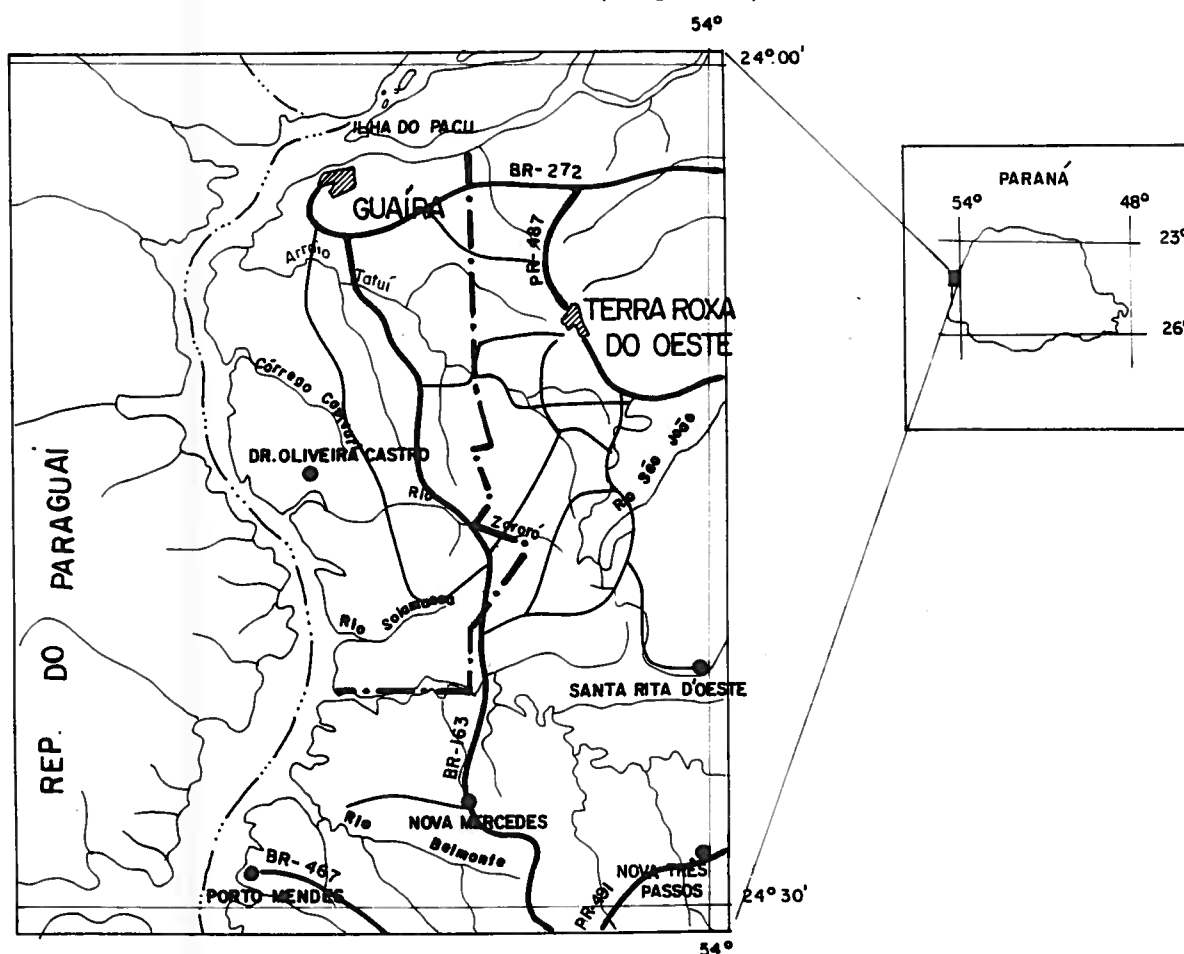


FIG. 01 - MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE GUAÍRA

A cidade sede municipal localiza-se na porção norte do município, no limite com o lago de Itaipu, que propicia o acesso hidroviário ao estado do Mato Grosso do Sul e à República do Paraguai. Outra importante localidade é o distrito Dr. Oliveira Castro situado na porção centro-oeste do município.

Os principais acessos rodoviários à Guaíra são: a BR-163 que liga com Marechal Cândido Rondon, a BR-272 com Francisco Alves e Iporã e as PR-487 e PR-364 que ligam a Terra Roxa do Oeste, Palotina e Assis Chateaubriant.

4.2 - Relevo e Hidrografia

A paisagem topográfica da região de Guaíra é dominada por relevo aplainado com suaves ondulações, caracterizado por colinas baixas com grande amplitude, normalmente com topos aplainados e vertentes convexas que terminam em planícies aluviais de fundo de vale. Na área da cidade de Guaíra as altitudes variam de aproximadamente 220 m às margens do lago de Itaipu, até cerca de 300 m no divisor de águas a norte do rio Tatuí. O perfil típico das colinas apresenta inclinações que variam de 0° até 5° na porção superior, evoluindo para inclinações que variam de 5° a 11° na porção intermediária, passando a inclinações da ordem de 11° a 24° na porção inferior, no limite com os depósitos de fundo de vale.

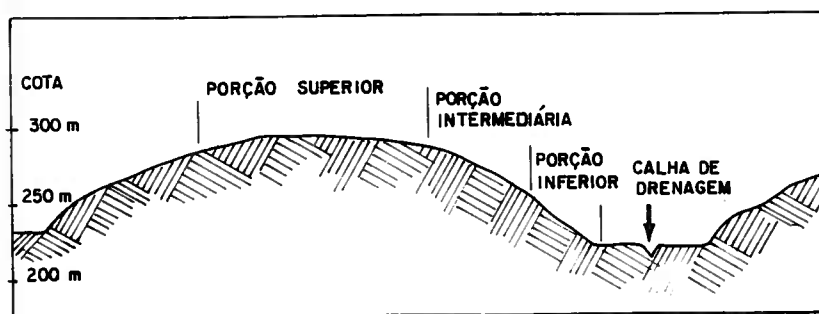


FIG.02 - PERFIL TÍPICO DAS COLINAS DA REGIÃO DE GUAÍRA

O padrão da rede de drenagem formada pelos afluentes do rio Tatuí a sul da cidade, e pelos córregos Água da Onça, Água do Bugre e Água da Forquilha, apresenta arranjo retangular que evidencia o padrão estrutural da seqüência litoestratigráfica aflorante.

4.3 - Clima e Vegetação

De acordo com a Carta Climática do Estado do Paraná (Godoy e Correia, 1976) e com a Divisão Climática do Estado do Paraná (Maack, 1968), ambas baseadas em Koppen (1918 e 1936), verifica-se que a região de Guaíra está sob influência do tipo climático Cfa, caracterizado por clima mesotérmico, com verões quentes e com média do mês mais quente superior a 22°C e temperaturas médias do mês mais frio inferiores a 18°C. A temperatura mínima absoluta pode chegar a 10°C e a máxima a 40°C.

Normalmente as precipitações são bem distribuídas durante o ano, apesar de poder ocorrer períodos secos durante o inverno, em alguns anos.

Outro aspecto importante refere-se à destruição da floresta primária e a sua substituição por culturas agrícolas sem deixar reservas ou matas de proteção às nascentes. Devido a isso, em dois decênios aumentou significativamente o coeficiente de variação das precipitações, conforme ressaltado por Maack (1968). Isto indica que as precipitações tornaram-se mais irregulares, registrando-se ocasiões de abundância e escassez de chuvas, fenômeno que tem se ampliado nos dias atuais, provocando enchentes e secas sazonais com maior frequência.

5 - TRABALHOS ANTERIORES

5.1 - Considerações Sobre os Trabalhos Existentes

Diversos trabalhos de cunho regional, e alguns trabalhos específicos em outras regiões do Brasil, serviram de base para o presente relatório, agregando dados e informações bibliográficas úteis à análise do meio físico da região de Guaíra.

Entre os trabalhos regionais destacam-se os estudos pioneiros de Reinhard Maack, que publicou o primeiro mapa geológico do estado do Paraná, na escala 1:750.000, no ano de 1953. Maack apresentou as primeiras observações sobre a geologia do estado, com a delimitação das várias litologias. De lá para cá muito pouco se avançou no conhecimento da geologia na região oeste do estado, que, em termos litológicos, é dominada pelas rochas efusivas basálticas e sedimentos arenosos da formação

Caiuá. O mesmo autor publicou em 1968 o compêndio sobre a geografia física do estado do Paraná onde descreveu a fisiografia, o relevo, o clima, a hidrografia e a vegetação do estado, constituindo em importante fonte de informações. Em 1975, José Henrique Popp e João José Bigarella reconheceram uma unidade de sedimentos arenosos e conglomeráticos, com níveis argilosos de origem colúvio-aluvionar, que recobre em grande parte a formação Caiuá e em pequenas partes os basaltos da formação Serra Geral. Os autores atribuíram a essa seqüência a denominação de formação Paranavaí e consideram-na de idade Cenozóica.

Com respeito à hidrogeologia consultou-se a Dissertação de Mestrado de Carlos Gilberto Fraga, apresentada em 1986, na USP, sobre o zoneamento do sistema aquífero Serra Geral no estado do Paraná. O autor propõe uma compartimentação hidrogeológica de acordo com as principais bacias hidrográficas da região estudada, apresentando dados hidrometeorológicos e hidrogeoquímicos, com a composição química média das águas subterrâneas. Esse estudo indica também as áreas mais favoráveis para a captação de água subterrânea próximas às cidades, incluindo Guaíra.

Ainda entre os trabalhos de cunho regional deve-se registrar o projeto realizado pela EMBRAPA e o IAPAR de levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná publicado em 1984, como nota explicativa ao Mapa de Solos do Estado, em escala 1:600.000, editado em 1981, que se constitui hoje num atlas dos tipos e descrições dos solos no Paraná.

Em termos de estudos locais, são escassos os trabalhos que apresentam informações sobre o meio físico da região de Guaíra. Neste sentido podem ser citados especificamente: o relatório dos estudos geológico-geotécnicos da ligação Ferroviária Guarapuava-Cascavel-Guaíra, em sua fase de projeto pela FERROESTE, o qual apresenta os resultados de ensaios geotécnicos dos materiais prospectados no eixo da ferrovia, e as descrições de poços tubulares profundos executados pela SANEPAR.

Digno de menção também é o volumoso relatório do plano de desenvolvimento/ação imediata para Guaíra, fruto do convênio ELETROSUL - SEPL, estado do Paraná e Universidade Federal do Paraná que reúne um grande volume de dados e projeções, tendo como objetivo geral propor um plano de desenvolvimento urbano para Guaíra, em função das suas características e das necessidades impostas pela construção da usina hidrelétrica de Ilha Grande, fato esse que não se consumou, o que tornou obsoleto e praticamente inaproveitável o trabalho.

5.2 - Bases Cartográficas

A base cartográfica constitui-se no instrumento essencial para a realização desse trabalho e, por princípio, deve constituir-se num documento incontestável em termos de precisão, fornecendo informações adequadas sobre a altimetria e planimetria.

Para a região de Guaíra são disponíveis: a folha topográfica SG-21-X-B-III (Guaíra), em escala 1:100.000, elaborada pela

Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército, impressa em 1973; e, a base topográfica utilizada pelo convênio ELETROSUL/SEPL/UFPR para o plano de desenvolvimento para Guaíra em escala 1:20.000.

Abrangendo o atual perímetro urbano de Guaíra e a área da Vila da ELETROSUL, objetos deste trabalho, foi elaborada uma base cartográfica contendo essencialmente a planimetria, em escala 1:10.000, atualizada a partir das aerofotos do levantamento de 1991, na mesma escala. As curvas de nível que indicam a situação topográfica da malha urbana foram transferidas a partir de mapas antigos. Esta base apresenta problemas de distorção, de coordenadas UTM e, pelo fato de não conter restituição com curvas de nível em toda a área de abrangência somente pode ser utilizada como "mapa de serviço. Posteriormente toda a informação coletada deverá ser transferida para bases cartográficas adequadas a serem elaboradas.

5.3 - Levantamentos Aerofotogramétricos

A MINEROPAR dispõe de fotos aéreas do levantamento coordenado pelo ITC-DENGE e executado por ESTEIO S/A em 1980, na escala 1:25.000. Para o trabalho em questão, essas fotos forneceram informações sobre aspectos regionais da geologia e estruturação das rochas que compõem o subsolo do meio físico de Guaíra.

A Prefeitura Municipal de Guaíra possui fotos aéreas do levantamento coordenado pela FAMEPAR e realizado em 1991, na

escala 1:10.000, as quais foram utilizadas para detalhamento e atualização de informações na área trabalhada. Esse aerolevantamento deverá ser utilizado para a execução da restituição planialtimétrica e produção de bases cartográficas atualizadas, necessárias ao trabalho.

6 - GEOLOGIA LOCAL

6.1 - Aspectos Litoestratigráficos

A região de Guaíra está inserida nos domínios do Terceiro Planalto Paranaense (planalto de Guarapuava), limitado a leste pela Serra da Boa Esperança ou escarpa triássico-jurássica.

A constituição geológica da extensa região do Terceiro Planalto é relativamente simples. Representa a região dos grandes derrames de lavas básicas do vulcanismo Gondwânico Mesozóico, referidos à formação Serra Geral. As possantes massas de lavas ascenderam através de fendas tectônicas de tração, que atualmente cruzam os planaltos com rumo W como diques de diabásio. Os derrames constituem uma série de unidades superpostas, representativas de um intenso vulcanismo fissural que ocorreu em condições não explosivas, dando origem a extensos platôs hoje profundamente dissecados pelos processos de intemperismo.

O arenito eólico Caiuá que se estende sobre os derrames de lavas básicas documenta um clima árido durante a era mesozóica, do Neo-triássico até o Eo-Cretáceo.

Seqüências cenozóicas fazem-se presentes na região, representadas pelos sedimentos arenosos da formação Paranavaí e sedimentos fluviais e pantanosos mais recentes, encontrados principalmente no vale do rio Paraná.

As unidades estratigráficas da região acham-se cartografadas no mapa geológico em anexo, e são descritas a seguir.

6.2 - Formação Serra Geral

Compreende o conjunto de sucessivos derrames de lavas sub-horizontais, constituídos por basaltos vítreos, maciços ou amigdalóides (com vesículas preenchidas por minerais secundários), de composição toleítica e rochas mais grosseiras de composição diorítica, denominadas correntemente "basaltos".

A distribuição destas variedades de rochas nos limites da área enfocada neste trabalho, está condicionada pela existência de uma falha posicionada e encaixada ao longo do córrego Água do Bugre, de direção N20°W, que delimita dois blocos geológicos distintos, a saber: bloco Guaíra e bloco Vila Eletrosul, conforme esboço da figura a seguir:

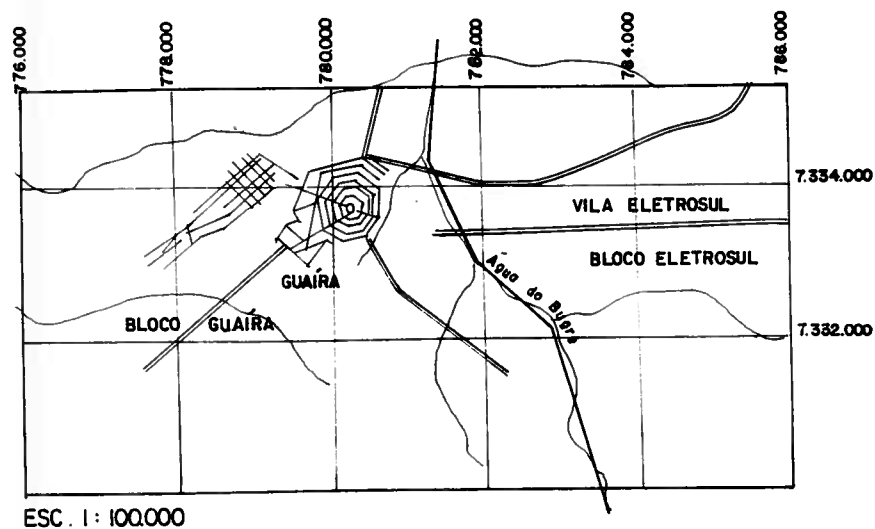


FIG.03 - ESBOÇO DA REGIÃO DE GUAÍRA COM OS BLOCOS
GEOLÓGICOS GUAÍRA E VILA ELETROSUL SEPARADOS
PELA FALHA DO CÓRREGO ÁGUA DO BUGRE .

Sobre o bloco Guaíra, onde se posiciona o atual perímetro urbano da cidade, predominam as rochas basálticas grosseiras, porfiróides, de coloração castanho-amarronada de aspecto maciço e composição diorítica. Essas rochas constituem matéria-prima para brita, cuja área-fonte é a atual pedreira explorada para a Prefeitura Municipal, situada a sul do centro de Guaíra (foto 01).

Os "basaltos" grosseiros mostram um grau de fraturamento médio a alto com predomínio das fraturas com direções N40°E e N50°W, sendo comum também fraturas sub-horizantalizadas.



Foto 01 - Pedreira explorada para a Prefeitura de Guaíra, propriedade da Andreis Mineração. Notar o padrão de fraturamento vertical e o diaclasamento horizontal.

Quando alteradas, essas rochas desenvolvem um solo argiloso de coloração avermelhada, muito coeso, com espessuras que variam de centímetros até vários metros.

O relevo desenvolvido nesta região é constituído por morros e colinas suaves, com topos achatados ou convexos e vertentes com perfis em geral retilíneos ou levemente convexos.

O bloco Vila Eletrosul expõe uma reduzida faixa aflorante de rochas basálticas com feições macroscópicas que permitem individualizar os sucessivos derrames de lava. Cada derrame em termos geoesstruturais possui um conjunto de estruturas de fluxo

de lava e resfriamento bem definidos, identificados pela alternância textural de zonas vítreas maciças e zonas de desgaseificação (Fig. 4).

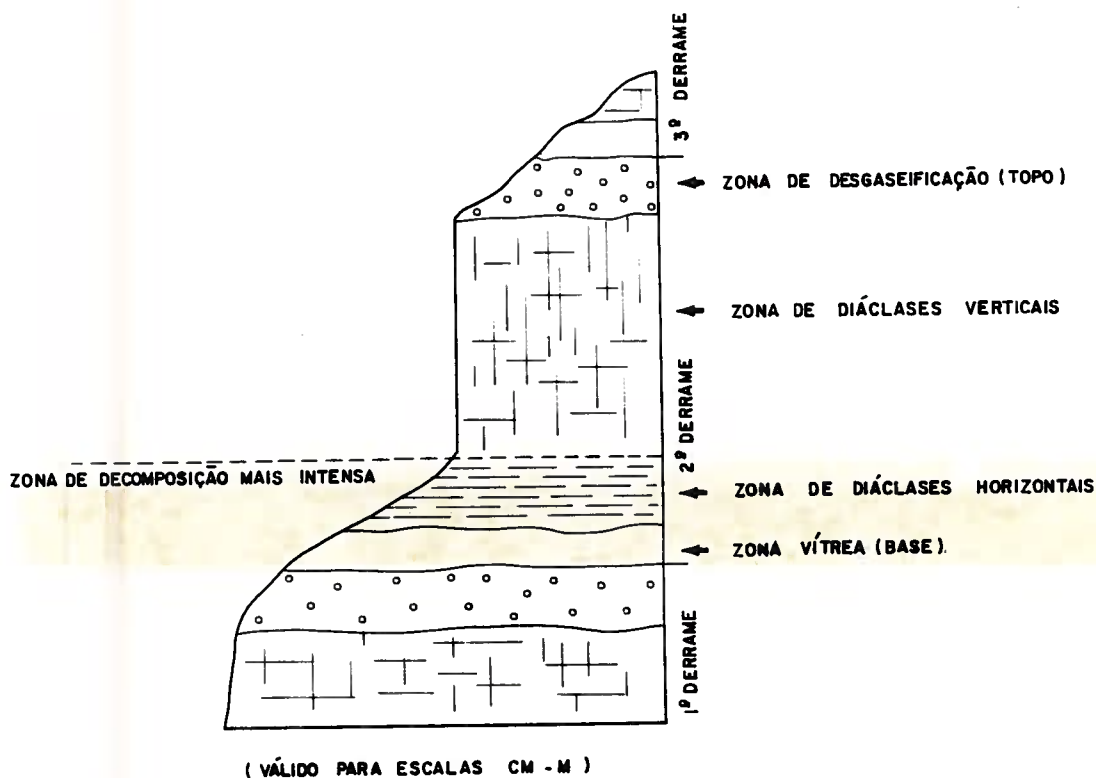


FIG. 4 - ESTRUTURA DE DERRAMES BASÁLTICOS DA FM. SERRA GERAL. NOTAR A VARIAÇÃO TOPOGRÁFICA RESULTANTE DA VARIAÇÃO DA ESTRUTURA DOS DERRAMES. A ZONA DE DIÁCLASSES VERTICAIS PRODUZ "ESCARPAS" ÍNGREMES AO PASSO QUE O DECLIVE ACENTUADO SE LOCALIZA NA ZONA DAS DIÁCLASES HORIZONTAIS. A ZONA VESICULAR, MAIS FACILMENTE DECOMPOSTA, RETÉM MAIOR QUANTIDADE DE ÁGUA, DANDO ORIGEM À AQUÍFEROS E FONTES.

A parte inferior de cada derrame constitui a zona vítrea em virtude do contato direto com o substrato durante a extrusão e, portanto, com o resfriamento rápido. Essa zona, quando alterada, ocorre na forma de uma camada argilosa de espessura variada. As

zonas centrais dos derrames caracterizam-se por dois tipos de planos de disjunção. O primeiro tipo é representado por juntas horizontais paralelas à base e ao topo de cada derrame, originadas pelo fluxo das lavas em resfriamento. O segundo aparece na forma de juntas verticais, cuja intersecção gera estruturas colunares de base-hexagonal, e cuja origem deve-se ao processo de resfriamento.

As espessuras dessas zonas são variáveis, mais comumente de 30 a 40 cm, representando em regra as porções mais resistentes dos basaltos. A parte superior (topo) de cada derrame é caracterizada pela presença de amígdalas e vesículas, em faixas de espessura e distribuição irregulares (zona de desgaseificação).

Os vacúolos presentes nesta zona podem ser vazios (vesículas) ou preenchidos por minerais secundários (amígdalas) e possuem diâmetros que variam de milímetros até dezenas de centímetros. A permeabilidade da zona de desgaseificação depende da disposição espacial dos vacúolos. Quando os mesmos são interconectados por sistemas de fraturamento, as condições de armazenamento de águas subterrâneas são excelentes. Essas feições associadas as rochas basálticas foram bem caracterizadas nos afloramentos existentes na antiga pedreira da ELETROSUL (eixo da barragem de Ilha Grande), atual Tanques-Rede.

Os derrames basálticos aflorantes na pedreira são inúmeros e delgados, com zonas brechóides e fraturamento sub-horizontal abundante, cortadas por lineações tectônicas, revelando-se

bastante propícios para o aproveitamento das águas em profundidade (foto 02).

Na composição dos basaltos, segundo Ruegg (1975), os minerais essenciais são os feldspatos álcali-cálcicos e os piroxênios, perfazendo os dois 70 a 90% do volume total da rocha.

Os plagioclásios situam-se principalmente na faixa da andesina, sendo também comuns os feldspatos potássicos, geralmente microcristalinos, perfazendo muitas vezes mais de 10% da composição da rocha. Dentre os piroxênios, predominam as pigeonitas e os clinopiroxênios subalcalinos, enquanto que as augitas e ferroaugitas, ricas em cálcio são encontradas nos equivalentes intrusivos. Magnetitas, ilmenitas e sulfetos são os opacos geralmente encontrados. Na matriz, que preenche os espaços entre os cristais de plagioclásios e piroxênios, encontram-se além de feldspatos potássicos, cloritas, serpentinas, quartzo e outros minerais em pequena quantidade. Os basaltos amigdaloidais podem ter seus espaços preenchidos principalmente por quartzo, variedades microcristalinas ou hidratadas de sílica, calcita, zeólitas e cloritos.



Foto 02 - Detalhe da zona de desgaseificação do topo de derrame basáltico na antiga pedreira da ELETROSUL (Tanques-Rede). Notar o padrão de fraturamento subvertical, que, em escala maior, condiciona as drenagens da região.

6.3 - Formação Caiuá

O arenito eólico Caiuá, descrito originalmente por Waslburne (1930), jaz em discordância litológica sobre a formação Serra Geral, anteriormente descrita.

No Paraná, a formação Caiuá domina todo o noroeste do estado perfazendo uma área de 24.000 km², onde via de regra, apresenta-se encoberta pela seqüência arenosa correspondente à formação Paranavaí.

Segundo Jabur & Santos (1984), a formação Caiuá é subdividida em duas fácies: Porto Rico e Mamborê.

O fácies Porto Rico é constituído de arenito fino a médio, avermelhado, ostentando estratificação cruzada de grande porte, de origem eólica, típica de ambientes desérticos.

O fácies Mamborê é composto por arenito litificado, com cimento calcífero e ferruginoso, de coloração vermelho escura a clara. As estruturas mais freqüentes são as estratificações horizontais, cruzadas de pequeno a médio porte, do tipo corte-e-preenchimento, indicando um ambiente de sedimentação em regime lacustre efêmero, sem variações significativas de energia no suprimento de material, sugerindo como área fonte para estes sedimentos o fácies Porto Rico.

Dessa forma, no ambiente desértico generalizado, tinha-se a ocorrência de bacias restritas e localizadas que permitiam o estabelecimento de pequenos lagos lentamente colmatados pelos sedimentos oriundos das porções mais altas, acarretando a formação de drenagem anastomosada no final do sistema deposicional.

Na região de Guaíra, os arenitos da formação Caiuá ocorrem principalmente nos limites do bloco Vila Eletrosul, nas porções mais elevadas onde assenta a malha urbana e a sul, no divisor d'águas do arroio Tatuí. As melhores exposições da seqüência são observadas na antiga pedreira da ELETROSUL (atual tanques-rede). Neste local, capeando a pedreira de rochas basálticas, o arenito

mostra coloração avermelhada com tons violáceos, roxos e acinzentados, granulometria fina, algo micáceo, imaturo, com pronunciada estratificação plano-paralela. Os níveis arenosos são milimétricos de aspecto rítmico, com a diminuição progressiva da granulação da base para o topo de cada seqüência, evidenciando a perda de energia no ambiente durante os ciclos de deposição.

A seqüência mostra-se impregnada por óxidos de ferro, com níveis mais enriquecidos formando verdadeiras crostas limoníticas (lateritas), de espessuras centimétricas.

Este fenômeno de laterização pode estar associado a flutuações do nível freático, bem como a processos pedogenéticos.

A área de ocorrência dos arenitos eólitos da formação Caiuá, é facilmente identificada em fotos aéreas, por meio de texturas indicativas de pequenos sulcos anastomosados que se constituem em zonas de ravinamento incipiente, precursoras na geração de vossorocas. Essas áreas merecem especial atenção por serem propícias ao desenvolvimento de processos erosivos, que quando detectados em fase inicial podem ser facilmente controlados.

6.4 - Relações de Contato da Formação Serra Geral e Formação Caiuá

As relações de contato entre as rochas basálticas e os arenitos da formação Caiuá mostram feições peculiares que podem trazer implicações de ordem hidrogeológica e geotécnica nos programas de planejamento e desenvolvimento urbano.

Como já mencionado anteriormente o contato entre as duas formações faz-se por discordância litológica, sendo comum a presença de diques clásticos de arenitos "intrudidos" no topo das seqüências basálticas. Essa feição é muito característica na área da antiga pedreira da ELETROSUL (tanques-redes), onde os corpos arenosos se mostram irregulares e com dimensões métricas, penetrando a massa basáltica vesicular (Fig. 05 e Foto 03).

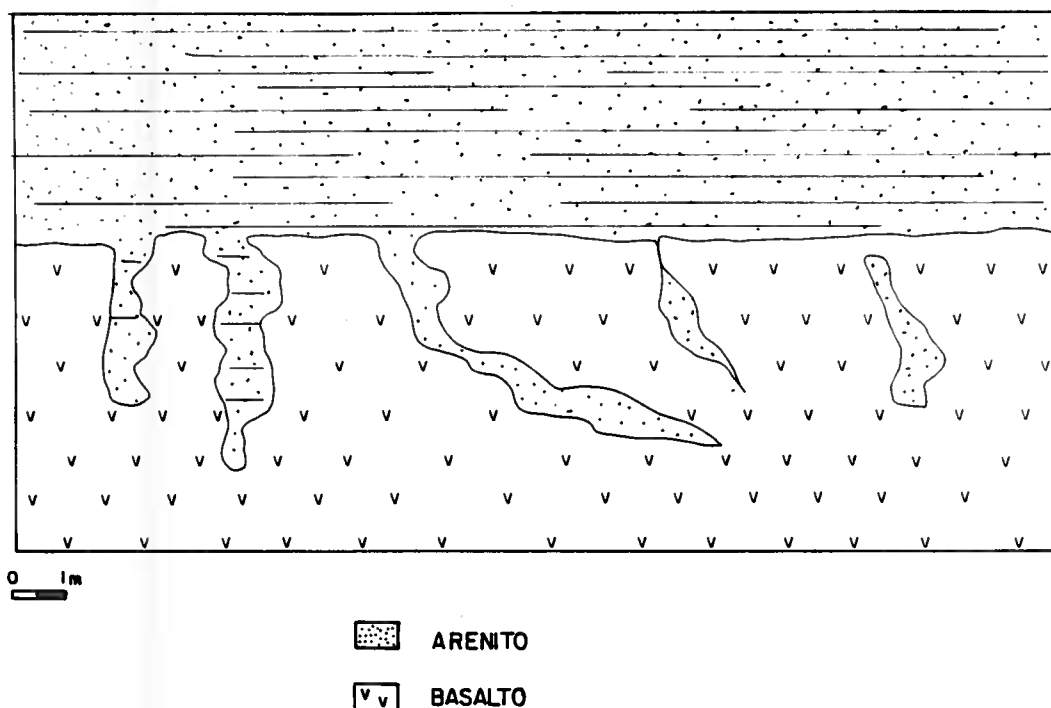


FIG 5 - RELAÇÃO DE CONTATO ENTRE ARENITOS DA FORMAÇÃO CAIUÁ E BASALTOS DA FORMAÇÃO SERRA GERAL.

A EXISTÊNCIA DE DIQUES CLÁSTICOS (ARENOSOS) EM MEIO A MASSA BASÁLTICA TRAZ IMPLICAÇÕES GEOTÉCNICAS E HIDRO - GEOLÓGICAS. OS CORPOS ARENOSOS PODEM SE CONSTITUIR EM IMPORTANTES ZONAS DE RECARGA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E/OU AQUÍFEROS, PORÉM MOSTRAM CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS E FÍSICAS DIFERENTES DOS BASALTOS.

Segundo Washburne os diques clásticos podem ocorrer de duas maneiras. Um tipo localiza-se mais próximo à base dos derrames, e seria formado por intrusão de areias inconsolidadas subindo através de fraturas da rocha. O segundo tipo de invasão corresponderia à areia que cai em fraturas abertas em superfícies expostas das lavas.

Em Guaíra, os arenitos da formação Caiuá são correlacionáveis ao fácies Mamborê (Jabur & Santos, 1984), que se caracteriza pela ocorrência de arenitos com cimento calcífero. Pela ação das águas de infiltração superficial, esses arenitos podem tornar-se friáveis e inconsolidados devido a processos de dissolução dos minerais de cálcio. Esse tipo de material inconsolidado em subsuperfície pode ter influência negativa nas fundações de obras civis de médio e grande porte, gerando movimentos e acomodações na estrutura de edificações (rachaduras, recalques, etc), conforme esboçado na Fig. 06.

As formações arenosas com características de boa porosidade e permeabilidade revelam-se excelentes zonas de percolação e acúmulo de águas subterrâneas. Quando próximas à superfície, estas zonas devem ser caracterizadas e preservadas contra os agentes que promovem a poluição e degradação do meio ambiente, por constituírem áreas de fluxo e recarga de aquíferos e mananciais. Nestes locais, deve-se evitar principalmente a instalação de indústrias e depósitos de resíduos sólidos (lixões), fontes de contaminação pela liberação de substâncias tóxicas lixiviadas, "chorume", etc (Fig. 07).



Foto 03 - Contato dos arenitos da formação Caiuá e os basaltos da formação Serra Geral. Notar os "diques" de arenito penetrando em fraturas do basalto.

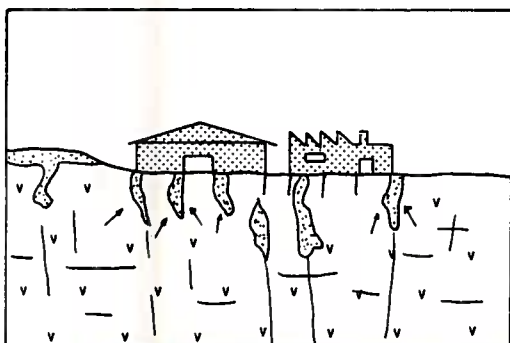


FIG. 6 - RISCOS DE DANIFICAÇÃO NA ESTRUTURA DE EDIFICAÇÕES, CAUSADO POR PROBLEMAS DE FUNDAÇÃO.

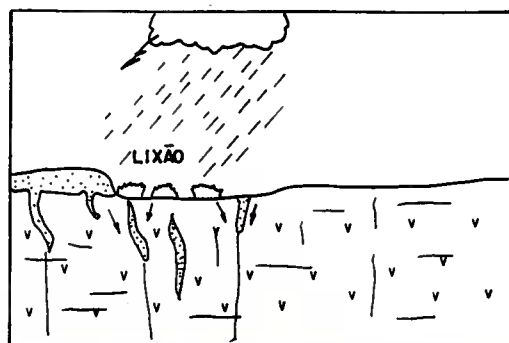


FIG. 7 - RISCOS DE CONTAMINAÇÃO DE ÁREAS DE RECARGA DE AQUÍFEROS (MANANCIAIS)

6.5 - Sedimentos Cenozóicos

6.5.1 - Formação Paranavaí

As seqüências sedimentares cenozóicas da formação Paranavaí, definida por Popp e Bigarella (1975), afloram na porção noroeste do Paraná, correspondendo à área de distribuição do arenito Caiuá.

Embora os referidos autores tenham atribuído à essa formação uma origem coluvial-aluvial, outros pesquisadores indicam uma origem a partir da meteorização da formação Caiuá, sugerindo sua caracterização como unidade edafo - estratigráfica (Santos, 1987).

No Paraná, a formação assenta em discordância sobre a formação Caiuá e, no sul do Mato Grosso do Sul, sobre vulcânicas da formação Serra Geral, através de um depósito conglomerático, com espessura de 60 cm, constituído por seixos de quartzo.

A formação, segundo Popp e Bigarella (op. cit), seria constituída de quatro unidades separadas entre si por discordâncias erosivas. A seqüência I, mais antiga, é constituída de areia pouco consolidada, castanho-avermelhada, com estratificação incipiente sob a forma de segmentos de planos horizontais alternados e esparsos. Concentrações de fragmentos de arenitos avermelhados podem ocorrer, dando aspecto conglomerático.

A seqüência II sobrepõe-se à I, em discordância, podendo ocorrer nível de paleosolo entre as duas. Ela é constituída de areias castanho claras e amareladas. Ocorrem estratificações irregulares, mal definidas.

A seqüência III é constituída de areias esbranquiçadas, com nítidas estratificações irregulares, formando ondulações e lentes, diferenciadas por concentrações de argila, óxidos de ferro hidratados e humatos. Ocorrem também camadas contorcidas. A discordância entre as seqüências II e III é bem nítida, com estruturas de corte-e-preenchimento cavadas na superfície de topo da seqüência II.

A seqüência IV, disposta em discordância sobre a seqüência III, é constituída de uma sucessão de camadas arenosas, subparalelas, irregulares, ressaltadas pela variação de coloração castanha alternando-se com claras.

Todo o conjunto possui espessuras de poucos metros e as areias possuem grau de seleção moderada a má devido às

impregnações posteriores de argila. Distinguem-se do arenito Caiuá subjacente pela menor coesão, estruturas sedimentares e coloração de seus sedimentos. Ter-se-iam formado por fluxos arenosos densos, que dissiparam as dunas eólicas da formação Caiuá, em condições de clima semi-árido. O paleosolo que separa as seqüências I e II, bem como as discordâncias que separam as seqüências, seriam devidos a flutuações climáticas.

Em Guaíra, os sedimentos correlacionáveis à formação Paranavaí têm a sua área de ocorrência restrita aos limites da formação Caiuá nos blocos Vila Eletrosul e Guaíra. Assenta-se discordantemente sobre os arenitos Caiuá, e os basaltos grosseiros, através de um depósito conglomerático, com espessura média de 60 cm constituído predominantemente por seixos arredondados de quartzo e sílex, semelhantes aqueles descritos por Popp e Bigarella (1975), em Amambaí, Mato Grosso do Sul (Foto 04).

Sobreposto à camada conglomerática, são evidenciadas seqüências areno-argilosas, de coloração avermelhada, com incipientes estratificações irregulares, provavelmente correlacionáveis ao nível I da seqüência.

O mapa geológico anexo apresenta os principais pontos de ocorrência dos sedimentos da formação Paranavaí, caracterizados durante a inspeção de campo. Porém, a escassez de afloramentos e a inexistência de bons indicadores fotogeológicos impedem que se delimite com precisão a área de abrangência da seqüência.

A ocorrência de sedimentos correlacionáveis à formação Paranavaí, na área em estudo, traz à pauta a necessidade e importância da caracterização de unidades litoestratigráficas quaternárias na solução de problemas práticos ligados à geotecnia, combate à erosão, e agricultura, conforme enfatizado por Popp e Bigarella (1975). Formações superficiais estão ligadas aos numerosos problemas que dizem respeito a agentes erosivos, causadores das "vossorocas" na região noroeste do estado.

Cumprе salientar que o arenito Caiuá não se constitui na formação problema no que se refere à erosão, mas sim às seqüências arenosas sobrejacentes, para as quais reservamos especial atenção no tocante a programas de planejamento e desenvolvimento urbano.

6.5.2 - Depósitos Aluviais

Ocorrem associados aos principais cursos d'água que drenam a região de Guaíra, formando as áreas de várzea ou planícies de inundação dos rios.

A principal área de ocorrência dos sedimentos aluviais é aquela associada à planície do rio Paraná, formando extensa faixa de direção E-W, logo a norte de Guaíra. Os depósitos associados são constituídos por sedimentos finos (areias, silte e argilas), havendo um predomínio das areias finas em função da grande contribuição de sedimentos arenosos da formação Caiuá, que domina quase toda a porção noroeste do estado.



Foto 04 - Depósitos conglomeráticos com seixos arredondados de quartzo e sílex da base da formação Paranaíba.

Os demais depósitos aluviais possuem pequena expressão e ocorrem associados aos afluentes secundários do rio Paraná, que drenam o perímetro urbano de Guaíra e a Vila Eletrosul (córrego Água da Onça, Água do Bugre, etc).

Os depósitos situados sobre o bloco Guaíra, onde predominam as rochas basálticas, são constituídos pelas argilas escuras a amarronadas, utilizadas pelas olarias da região como matéria-prima no fabrico de tijolos e telhas (cerâmica vermelha).

Sobre o bloco Vila Eletrosul, os aluviões são principalmente constituídos por sedimentos arenosos provenientes da alteração dos pacotes arenosos da formação Caiuá, que predomina neste setor.

Essas drenagens secundárias ocorrem encaixadas em falhas originando um padrão retilíneo de drenagem, com vales em forma de "u". Essas áreas de fundo de vale se constituem nas principais zonas de escoamento do fluxo laminar das águas superficiais e compõem um importante sistema de recarga de aquíferos.

Assim, são áreas altamente susceptíveis a processos de poluição superficial podendo comprometer sobremaneira a qualidade de água armazenada em profundidade. Em Guaíra, o abastecimento de água é feito exclusivamente através de poços artesianos, o que torna as zonas de baixios e planícies aluviais importantes áreas de preservação e que devem receber especial atenção nos programas de planejamento e expansão urbana.

7 - PEDOLOGIA

7.1 - Aspectos dos Solos da Região de Guaíra

A descrição dos solos da região de Guaíra baseou-se no levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná executado pelo convênio SUDESUL - EMBRAPA - IAPAR. Esse levantamento é de caráter generalizado e visa atender aos interesses da agricultura, da pecuária e do planejamento regional.

A divisão das diversas classes de solos da região foi executada sobre fotos aéreas, aliada a observações de campo, onde a existência de escavações permitiu a caracterização tipológica. Tendo em vista que não foram executadas escavações com o fim específico de descrever e classificar os solos de Guaíra, os mesmos foram divididos no presente trabalho, a nível de grandes grupos adotando-se a denominação e a legenda do trabalho acima citado.

Os solos provenientes principalmente da intemperização do arenito Caiuá, e da mistura em proporções variáveis com os resíduos intemperizados das rochas basálticas, que ocorrem no bloco da Vila Eletrosul e no divisor d'águas do arroio Tatuí, a sul de Guaíra, são classificados como latossolos vermelho-escuros eutróficos (alta saturação de bases), com horizonte A moderado, textura argilosa (LEe1) e textura média (LEe2). No quadrante sudoeste da cidade aparecem solos derivados da intemperização das

rochas basálticas, classificados como latossolos roxo eutrófico, A moderado e textura argilosa (LRe1).

Os solos que ocorrem onde assenta a malha urbana de Guaíra são classificados como podzólicos vermelho-amarelos eutróficos, Tb abrupto, A moderado, textura arenosa (PE2), provenientes principalmente dos arenitos da formação Caiuá.

Os solos hidromórficos "gleyzados" e os solos orgânicos indiscriminados (Ho), que ocorrem em fundos de vale e às margens do rio Paraná, são agrupados aos solos aluviais devido à sua gênese a partir de depósitos aluvionares ou colúvio-aluvionares Quaternários.

7.2 - Latossolos (LEe1, LEe2 e LREe1)

São solos profundos, com espessura A+B superior a 3 metros, muito porosos e permeáveis, bem acentuadamente drenados quando de textura argilosa e acentuada e fortemente drenados quando de textura média. A variedade eutrófica é moderadamente ácida e, por vezes, praticamente neutra.

A espessura do horizonte A varia normalmente entre 10 e 60 cm, podendo atingir mais de 1 metro. O horizonte B apresenta espessura superior a 2,50 m. A sua consistência varia de dura a ligeiramente dura quando secos e de plástica a ligeiramente plástica quando molhados, o que confere características geotécnicas homogêneas e comportamento resistente às solicitações de carga e/ou fundações. É notável a sua reduzida

susceptibilidade à erosão podendo ocorrer sulcos e voçorocas nos locais onde há concentrações acentuadas de águas de escoamento superficial. Os latossolos são desenvolvidos a partir do arenito Caiuá e também da mistura deste arenito com rochas do derrame basáltico. As principais variações dos solos desta classe são:

- a) para areias quartzosas;
- b) para latossolo roxo;
- c) para podzólico vermelho-amarelo.

Em termos de utilização, as condições favoráveis de fertilidade natural e o relevo aplainado, contribuem em muito para o uso desses solos, mas a sua susceptibilidade à erosão e a deficiência de água, que poderá ocorrer em alguns anos mais secos, constituem problemas que podem ser contornados se manejados tecnicamente. No estudo destes solos na região de Guaíra constatou-se a ocorrência de ravinamento incipiente, proveniente de erosão provocada principalmente por escoamento laminar superficial de águas pluviais, em vertentes com declividades acima de 10% (acima de 5° de inclinação). Essas áreas estão indicadas no mapa de indicações da geologia para o planejamento.

A classe dos latossolos roxos (LREel) é formada a partir das rochas eruptivas básicas, de coloração arroxeada, muito profundos, com mais de 3 metros de espessura, não sendo raros solos com até 10 metros de profundidade. Apresentam textura argilosa, porosa, de consistência macia quando seco a plástica quando molhado. Essas características conferem aos solos desta

classe uma inerente resistência à erosão em estado natural.

No entanto, quando sob cultivo, o grau de declividade, o comprimento da pendente, o tipo de manejo, o tipo de cobertura e o tempo de utilização têm uma influência na maior ou menor resistência à erosão. Na região de Guaíra observaram-se áreas de ravinamento incipiente em regiões ocupadas por essa classe de solo, indicadas no mapa e indicações da geologia para o planejamento. Outros autores observaram ainda que o uso contínuo de maquinário pesado ocasiona a formação de uma camada adensada (pé de grade), entre 15 e 20 cm de profundidade, diminuindo a capacidade de infiltração, a qual propicia perdas de solo por escoamento superficial da água.

7.3 - Solos Podzólicos (PE2)

São solos profundos com espessura A+B variando desde 1 m até 2 m ou mais, com textura predominantemente arenosa, de estrutura maciça e coesa, consistência firme, duros ou ligeiramente duros, características estas que conferem propriedades geotécnicas resistentes. Sua textura arenosa implica em alta permeabilidade, sendo fortemente drenados, atuando como áreas de alimentação dos aquíferos subterrâneos dos basaltos sotopostos.

São formados a partir da decomposição do arenito Caiuá e apesar de sua razoável fertilidade natural apresentam restrições à sua utilização, pois além do acelerado decréscimo desta fertilidade devido à textura arenosa do horizonte A, também a erosão é fortemente favorecida em situações topográficas com declividades acima de 10% (superior a 5º de inclinação).

As variedades de solos texturalmente mais arenosos a conglomeráticos, provenientes da intemperização dos depósitos da formação Paranaíba, indicada no mapa geológico, possuem baixo grau de coesão nos horizontes superficiais. Esse fato, associado com situações topográficas de mais alta declividade, propicia ou favorece uma erosão que em certos casos pode evoluir de forma catastrófica. Essas áreas são indicadas como de proteção contra a erosão no mapa das indicações da geologia para o planejamento.

7.4 - Solos Aluviais

Sob esta denominação estão compreendidos solos pouco desenvolvidos, derivados de sedimentos aluviais ou colúvio-aluviais inconsolidados, com horizonte A sobre camadas usualmente estratificadas, sem relação pedogenética, de granulometria bastante variada.

Os sedimentos que originam estes solos referem-se ao Quaternário e sua natureza depende grandemente do tipo de rochas da qual se originam. Em geral são solos moderadamente profundos, de fertilidade variável e drenagem moderada. Ocorrem em relevo plano de fundos de vale, nos terraços próximos ao rio Paraná, ou ocupando as ilhas fluviais.

São incluídos nesta unidade os solos hidromórficos "gleyzados" indiscriminados e os solos orgânicos. Os solos hidromórficos são muito mal drenados apresentando em alguns casos acúmulo superficial de matéria orgânica, como por exemplo a grande área aluvial às margens do rio Paraná.

Os solos aluviais apresentam limitações ao uso pelo fato de ocuparem áreas de relevo normalmente plano nos lugares mais baixos da paisagem, o que além de propiciar inundações dificulta o escoamento pela quase ausência de declividade.

8 - HIDROLOGIA

8.1 - Considerações sobre Poluição de Aquíferos

Os estudos hidrológicos para fins de planejamento urbano visam soluções de problemas relacionados com o abastecimento de água, sendo importante tanto a quantidade como a qualidade das águas.

A qualidade da água é definida por sua composição, que resulta das diferentes substâncias lançadas nos cursos superficiais, ou, no caso das águas subterrâneas, é função da incorporação pelo contato com os terrenos por onde percola.

A água é considerada potável quando pode ser consumida pelo homem sem causar perigo para a sua saúde. Cabe aqui ressaltar que nem sempre a água natural é de boa qualidade, e os critérios que definem a potabilidade da água são químicos e bacteriológicos. Em termos de água subterrânea e principalmente no caso de aquíferos confinados, a degradação bacteriológica é muito menos freqüente que a química. De um modo geral as bactérias são eliminadas rapidamente quando a água penetra no solo.

Com o aumento da população nos centros urbanos, a poluição das águas tende a aumentar nas mesmas proporções. Isto porque as atividades antrópicas são as principais responsáveis pelos processos de degradação das condições ambientais. As principais origens da poluição das águas superficiais e subterrâneas são entre outras:

a) Águas Superficiais

1 - Esgotos domésticos - provocam poluição tanto bacteriológica como química.

2 - Esgotos industriais - são poluentes essencialmente químicos.

3 - Percolação em depósitos de resíduos sólidos ou aterros sanitários - nos resíduos domésticos predominam os poluentes bacteriológicos enquanto nos resíduos industriais são mais comuns os químicos.

4 - Produtos químicos agrícolas - poluição química por adubos, corretivos, inseticidas e herbicidas.

5 - Produtos de atividades pecuárias e granjeiras - poluição essencialmente orgânica e biológica.

b) Águas Subterrâneas

As fontes de poluição citadas para águas superficiais podem também poluir aquíferos desde que haja infiltração daqueles poluentes nas zonas de recarga e alimentação. Para as águas subterrâneas incluem-se mais três tipos de agentes poluidores:

6 - Poluição por águas superficiais contaminadas.

7 - Poços mal construídos ou abandonados.

8 - Poluição por poços de injeção de resíduos.

8.2 - Aspectos do Sistema Hidrográfico Guaíra

O sistema hidrográfico da cidade de Guaíra é constituído basicamente por pequenos afluentes do rio Paraná, hoje lago de Itaipu, que limita o município em seu contorno norte e oeste. Os córregos que drenam a área estudada são: Água da Onça, Água do Bugre e Água da Forquilha, na microbacia para norte, e os afluentes da microbacia do arroio Tatuí para sul e oeste. A atual malha urbana de Guaíra desenvolveu-se principalmente nos divisores d'água ou interflúvios do sistema hidrográfico formado por essas microbacias.

Na interpretação fotogeológica é notável o padrão centrípeto das linhas de fluxo de escoamento de águas pluviais superficiais, em direção aos fundos de vale drenados pelos córregos maiores. Por vezes, e em áreas restritas, esse padrão centrípeto conduz as águas pluviais para depressões fechadas do terreno, na forma de falsas dolinas, onde as águas infiltram em solos de textura

arenosa. Essas depressões ocupam área de aproximadamente 3.000 m² dentro da malha urbana, na porção do topo achatado das colinas. Esta feição é desenvolvida caracteristicamente sobre os arenitos da formação Caiuá.

A rede de drenagem da área estudada reflete o aspecto estrutural de fraturamento das rochas vulcânicas basálticas, o qual condiciona fortemente os cursos dos rios e afluentes. As drenagens desenvolvem-se em grande parte segundo o sentido de mergulho regional das rochas vulcânicas, ocorrendo trechos com mudanças bruscas de orientação face aos efeitos das direções de fraturamento. Essa feição é bem caracterizada pelo padrão do arroio Tatuí a sul da área estudada.

As direções principais de fraturamento assinaladas no mapa geológico são NW-SE e NE-SW. A figura a seguir apresenta o padrão de fraturamento da seqüência litoestratigráfica aflorante na região de Guaíra e as áreas mais favoráveis à captação de água subterrânea, adaptado de Fraga (1986)(Fig. 8).

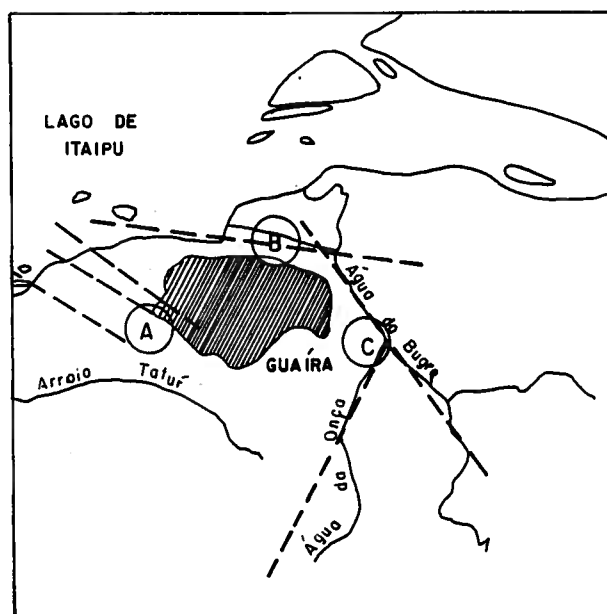


FIG.8 - PADRÃO DE FRATURAMENTO DA SEQUÊNCIA LITOESTRATIGRÁFICA AFLORANTE NA REGIÃO DE GUAÍRA E ÁREAS MAIS FAVORÁVEIS À CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (A,B,C).
(ADAPTADO DE FRAGA, 1986).

8.3 - Hidrogeologia

O comportamento da água subterrânea nos basaltos da bacia do Paraná está condicionado a fatores relacionados com a formação dos derrames e com eventos tectônicos que os afetaram posteriormente. No primeiro caso, tem-se as superfícies de disjunção horizontal e vertical, próprias de cada derrame, cuja interação condiciona a permeabilidade horizontal. No segundo, as zonas de fraturamento regional afetam a sequência basáltica em boa parte da sua espessura e intercomunicam as estruturas aquíferas interderrames.

Estas condicionantes geram um padrão tipicamente irregular e heterogêneo na distribuição espacial da permo-porosidade através dos derrames basálticos, requerendo estudos detalhados para a

determinação do comportamento da água subterrânea tendo em vista o seu uso no abastecimento urbano. As variações de qualidade, profundidade e vazão são suficientemente grandes, através de uma região, para exigirem tais estudos.

Segundo Rebouças (1976) (apud Fraga, 1986) as condições de ocorrência da água subterrânea nos basaltos da formação Serra Geral são de aquíferos livres, podendo evoluir para aquíferos confinados em profundidade quando restritos aos contatos e juntas horizontais.

Em termos estruturais os diversos derrames de rocha basáltica apresentam em sua porção inferior uma zona vítrea de característica impermeável à água subterrânea. Sobre a zona vítrea ocorre a zona de disjunção horizontal caracterizada por diaclasamento em planos horizontais espaçados de poucos centímetros, condicionando a água subterrânea a uma circulação horizontal. Já a percolação da água subterrânea na zona de disjunção vertical vai alimentar as diáclases horizontais subjacentes. No topo de cada derrame ocorre a zona de desgaseificação, de aspecto esponjoso, com vacúolos (vesículas e/ou amígdalas) com diâmetros que variam de milímetros até dezenas de centímetros. A permeabilidade da zona de desgaseificação depende da disposição espacial dos vacúolos. Quando os mesmos são interconectados por sistemas de fraturamento as condições de armazenamento da água subterrânea são excelentes.

Na área de ocorrência da formação Caiuá os derrames basálticos subjacentes parecem corresponder aos últimos eventos

magmáticos, dada a presença marcante de estruturas vacuolares. Os mananciais subterrâneos dos sistemas aquíferos Serra Geral e Caiuá estão intimamente relacionados. A formação Caiuá é o grande instrumento de recarga dos derrames subjacentes, onde se processa com maior amplitude a circulação da água subterrânea.

A grande parte das informações acima pode ser observada na antiga pedreira do eixo da barragem de Ilha Grande, no bloco da Vila Eletrosul, conforme ilustrado nas fotos a seguir



Foto 05 - Detalhe da distinção dos derrames basálticos pela ocorrência marcante de zonas de desgaseificação no topo dos derrames. Essas zonas sub-horizontais condicionam a permeabilidade e armazenamento de água em subsuperfície.



Foto 06 - Detalhe do contato dos arenitos da formação Caiuá (superior) e os basaltos da formação Serra Geral (inferior). A formação Caiuá é o grande agente de recarga de água subterrânea dos basaltos subjacentes.

Da análise e integração geral dos dados selecionados conclui-se que são muitas as variáveis envolvidas na escolha de áreas produtoras. Para tal deve-se levar em conta as seguintes observações, hierarquizadas da seguinte forma:

FEIÇÕES ESTRUTURAIS ALIADAS À DRENAGEM E À TOPOGRAFIA

||
ESPESSURA DOS DERRAMES

||
TIPO DE ROCHA

||
ESPESSURA DO SOLO

Das informações e interpretações obtidas a partir do mapa geológico e estrutural, aliado ao mapa de solos, ao mapa topográfico e ao mapa hidrogeológico, foi possível delimitar as áreas de proteção dos aquíferos subterrâneos da região de Guaíra, assinaladas no mapa das indicações da geologia para o planejamento. Essa informação é particularmente importante para o planejamento de Guaíra tendo em vista que o abastecimento de água da cidade é proveniente em sua totalidade dos aquíferos subterrâneos.

9 - O MEIO FÍSICO E O PLANEJAMENTO DE GUAÍRA

9.1 - Considerações sobre a Geologia no Planejamento Urbano

A geologia de planejamento surgiu da necessidade de se apresentarem soluções aos problemas de ocupação do meio físico. Não se trata de um novo campo da geologia, mas sim da aplicação de todas as disciplinas geológicas associadas a uma nova técnica de coordenação, correlação, sistematização e apresentação de informações geológicas dirigidas a administradores e planejadores do uso do solo.

Cabe à geologia de planejamento: a) definir as limitações do ambiente físico; b) planejar tecnicamente a utilização mais racional, segura e econômica do ambiente físico; c) participar do acompanhamento da implantação do planejamento do uso do solo, da elaboração de normas, e da fiscalização do uso; d) participar da concepção de métodos de recuperação e controle de processos de degradação ambiental já em desenvolvimento.

Levando-se em conta os inúmeros condicionantes abordados pela geologia, pode-se afirmar que somente dispondo das informações sobre o meio físico ou natural as prefeituras conseguirão orientar adequadamente a utilização dos espaços, minimizando os custos de urbanização e os riscos de ocupação.

9.2 - Cartas Temáticas

9.2.1 - Mapa do Substrato Geológico e Estrutural

O substrato geológico constitui o embasamento sobre o qual atuaram os processos intempéricos e de evolução geomorfológica que hoje retratam a paisagem de Guaíra. Ou seja, a partir da rocha-mãe e em função de sua composição, sob determinado processo climático no passado recente, desenvolveram-se os diferentes tipos de solos e o modelado atual do relevo.

Na região de Guaíra foram reconhecidas e cartografadas basicamente quatro unidades litoestratigráficas distintas, com variações internas descritas no capítulo da geologia local, que são: a) basaltos da formação Serra Geral; b) arenitos da formação Caiuá; c) depósitos arenosos e conglomeráticos da formação Paranavaí; d) depósitos aluviais.

Para efeito de descrição a área trabalhada foi dividida em dois blocos denominados Bloco Guaíra e Bloco Vila da Eletrosul, separados pela falha do córrego Água do Bugre.

No bloco Guaíra predominam basaltos grosseiros, maciços, medianamente fraturados. No bloco Vila da Eletrosul ocorrem basaltos de granulação fina, amigdalóides, com distinção clara de sucessivos derrames métricos, de composição básica, bastante fraturados. Sobre os basaltos e ocupando as porções superiores das colinas da região aparecem os arenitos da formação Caiuá, tanto no bloco Guaíra como no bloco Eletrosul. Em discordância sobre os arenitos e basaltos assentam os depósitos arenosos e

cascalheiras em terraços, denominados de formação Paranaíba. Os materiais intemperizados provenientes das rochas descritas, e carregados para os fundos de vale, originam os depósitos aluviais que englobam aluviões, solos hidromórficos e solos orgânicos indiscriminados.

A estruturação das rochas na região de Guaíba é dada por falhas e/ou fraturas que condicionam em grande parte as drenagens da área enfocada. Essas fraturas verticais, aliadas às descontinuidades horizontais nos basaltos, funcionam como canais alimentadores de aquíferos subterrâneos.

Em Guaíba as rochas do substrato constituem condicionante e também deficiência à ocupação apenas nos locais das duas pedreiras abandonadas pelo fato de, nesses locais ocorrer rocha praticamente aflorante. As fraturas são condicionantes ao longo dos canais dos rios por apresentarem conexão direta dos aquíferos subterrâneos com a superfície.

9.2.2 - Mapa de Solos

Os solos estudados em Guaíba foram divididos em latossolos de textura variando de argilosa à média, incluindo variedades de textura arenosa, solos podzólicos de textura arenosa até conglomerática e solos aluviais englobando solos hidromórficos e solos orgânicos indiscriminados.

Os latossolos derivam dos basaltos da formação Serra Geral e da mistura desses com os arenitos da formação Caiuá e formação

Paranavaí, responsáveis pelas texturas mais arenosas dos mesmos. Ocorrem em toda a faixa que circunda a malha urbana de Guaíra e no bloco Vila da Eletrosul. Os solos podzólicos derivam principalmente dos arenitos da formação Caiuá e dos depósitos em terraços da formação Paranavaí. Os solos desta classe aparecem predominantemente na região onde assenta a malha urbana da cidade. Os solos aluviais formam os depósitos de fundo do vale e são provenientes do carreamento dos demais solos para as porções mais baixas da paisagem. O mapa pedológico e a respectiva descrição dos solos são o material básico para a interpretação da aptidão agrícola das terras e constituem também fonte de informação para as diferentes finalidades da engenharia civil e sanitária ou para recuperação, conservação e defesa das condições ambientais.

As informações obtidas em alguns poucos locais onde foi possível a observação dos solos de Guaíra, cartografadas no mapa pedológico, podem ser consideradas preliminares e de nível básico. Para a melhor caracterização dos solos da região e investigações detalhadas de suas propriedades geotécnicas são necessárias campanhas de sondagem e prospecção específicas.

Com os dados obtidos foi, contudo, possível estabelecer algumas condicionantes, deficiências e potencialidades para a cobertura de solos de Guaíra no que tange ao meio físico da cidade.

Como condicionantes à ocupação imposta pelos solos podem ser citadas as áreas de solo pouco espesso, com profundidades inferiores a 2 m, que se estendem às margens do lado de Itaipu a

norte e oeste da cidade. Nesta área estão localizadas as pedreiras abandonadas, anteriormente assinaladas. Outra condicionante de vital importância para Guaíra são as áreas de solos arenosos, permeáveis, ao redor dos depósitos de fundo de vale, consideradas áreas de recarga de aquíferos subterrâneos e que devem ter sua ocupação monitorada evitando futuros problemas de poluição e contaminação da água que abastece a cidade. Os solos aluviais são condicionantes à medida que se constituem zonas de infiltração e alimentação de aquíferos subterrâneos e englobam solos hidromórficos e orgânicos com baixas declividades, o que requer soluções técnicas e obras dispendiosas para sua ocupação e manutenção (fotos 07 e 08).

Os baixios nos depósitos de fundo de vale são áreas sujeitas à inundação, assinaladas no mapa de indicações da geologia para o planejamento, onde deve-se impedir qualquer tipo de ocupação.

As deficiências relacionadas aos solos de Guaíra, e que requerem ações corretivas, são a ocorrência de solos arenosos derivados da formação Caiuá e da formação Paranavaí que, aliados a áreas com declividades acima de 20%, são reconhecidos como áreas susceptíveis à erosão. Essas áreas requerem soluções técnicas adequadas à sua ocupação para evitar problemas de erosão como os que ocorrem na Vila das Margaridas ilustrados nas fotos 09 e 10 a seguir:



Foto 07 - Problemas de ocupação e manutenção em áreas de fundo-de-vale com solos hidromórficos de baixas declividades. A manutenção adotada requer constantes obras de desassoreamento e retificação dos canais de drenagem.



Foto 08 - Áreas de fundo-de-vale com exploração desordenada de material argiloso para fabricação de cerâmica vermelha, provocando alagamentos e assoreamento dos canais de drenagem.



Foto 09 - Problemas de erosão por ocupação em áreas de solos arenosos com declividades acentuadas.



Foto 10 - Ocupação em áreas com declividade acentuada sem critérios técnicos adequados (ruas abertas perpendicularmente às curvas de nível do terreno).

Algumas áreas onde ocorre a situação descrita anteriormente e onde foram observados fenômenos de ravinamento incipiente, que podem evoluir rapidamente para vossorocas, são assinaladas no mapa de indicações da geologia para o planejamento e requerem

ações imediatas de correção como manejo adequado do solo, implantação de culturas em curvas de nível e reflorestamento.

Ainda como deficiência devem ser citadas as ocupações na forma de loteamento e invasões que ocorrem nas áreas de solos aluviais e hidromórficos nos fundos de vale e a localização do antigo depósito de resíduos sólidos ("lixão") próximo ao córrego a sul e, ao lado do mais recente poço para captação de água subterrânea (Foto 11).

9.2.3 - Mapa de Declividade

Este mapa mostra áreas com diferentes percentagens de inclinação dos terrenos. A metodologia para a sua elaboração consiste em determinar no mapa topográfico planialtimétrico áreas de um mesmo intervalo de inclinações dos terrenos. As áreas de diferentes inclinações são limitadas por curvas de nível e por segmentos transversais a elas, de comprimentos proporcionais aos limites de declividades previamente escolhidos.

A declividade dos terrenos é importante para uma série de estudos posteriores de geologia de planejamento urbano. Assim controlando o escoamento e a infiltração de água, a declividade controla também a erodibilidade, a estabilidade de taludes, a instalação de sistemas de saneamento (baixa declividade dificulta o escoamento). Por outro lado, controla diretamente instalações subterrâneas, tais como redes de esgoto e canalizações pluviais que exigem no mínimo 5% de declividade. O limite de 10% é o máximo para ruas e estradas. Áreas com declividades altas (acima

de 20%) face aos inúmeros problemas apresentados, devem ser considerados inaptos à ocupação urbana em projetos de planejamento. (Seigne Martin, 1979, apud Cottas, 1983). Neste aspecto desponta novamente a situação da Vila das Margaridas como exemplo de ocupação sem critérios técnicos adequados, conforme ilustrado anteriormente.

A paisagem topográfica de Guaíra não apresenta grandes problemas de declividade. Contudo, devem ser consideradas as situações de declividades acima de 20% aliadas à solos arenosos, descritas anteriormente, por se constituírem áreas propícias à erosão ou onde a erosão já se processa de forma incipiente.

Áreas com baixas declividades delimitadas no mapa de declividades pelo intervalo de 0 a 5% de declividade, ocorrem principalmente nos fundos de vale e nos topos achatados das amplas colinas do relevo e devem também ser consideradas como condicionantes em determinados trechos devido às dificuldades que impõem ao escoamento em instalações subterrâneas.



Foto 11 - Vista geral do antigo depósito de resíduos sólidos (lixão) próximo ao córrego a sul da cidade e próximo a recente poço tubular profundo para captação de água subterrânea.

9.2.4 - Mapa Hidrogeológico

O mapa hidrogeológico de Guaíra apresenta o padrão da rede de drenagem da área estudada, com as linhas de fluxo superficial de águas pluviais e os divisores d'água que definem as microbacias da região. São localizados também os poços de captação d'água subterrânea e os principais dados disponíveis sobre os mesmos.

A análise do mapa hidrogeológico e sua interpretação aliada às informações do mapa geológico e do mapa de solos conduziram à delimitação das áreas de proteção dos aquíferos subterrâneos, cartografados no mapa de indicações da geologia para o planejamento.

Neste nível ressalta também, como condicionante à expansão urbana de Guaíra o lago de Itaipu.

Recomenda-se aqui a realização de estudos hidrogeológicos específicos para a região de Guaíra, com intuito de escolher as melhores locações para futuras perfurações e orientar os órgãos planejadores sobre a melhor forma de exploração destes recursos. Profundidades do lençol freático; potenciometria; taxas de infiltração; características dimensionais e hidrodinâmicas dos aquíferos; e influência do reservatório do lago de Itaipu nos aquíferos subterrâneos de Guaíra são alguns dos estudos recomendados.

10 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Do trabalho realizado em Guaíra foi possível extrair algumas conclusões e recomendações, julgadas as mais importantes entre tantas outras, sistematizadas ao final segundo suas condicionantes, deficiências e potencialidades, como segue:

- A apresentação dos estudos na forma de mapas com legendas auto-explicativas traduz-se na maneira mais eficiente e prática

de transmitir as informações para o planejamento.

- O mapa de indicações da geologia para o planejamento urbano de Guaíra sintetiza os temas abordados e destaca áreas com potencial de ocorrência de erosão, áreas sujeitas a inundações; áreas de proteção dos recursos hídricos, áreas potenciais ao reflorestamento e proteção ambiental.

- As relações de contato entre as rochas basálticas e os arenitos da formação Caiuá mostram feições peculiares que podem trazer implicações de ordem hidrogeológica como riscos de contaminação de áreas de recarga de aquíferos, e de ordem geotécnica como riscos de danificação na estrutura de edificações causados por problemas de fundação.

- As drenagens secundárias da região de Guaíra ocorrem encaixadas em falhas que junto com os depósitos de fundo-de-vale compõem um importante sistema de recarga de aquíferos subterrâneos.

- De maneira generalizada, os solos da região de Guaíra apresentam textura argilosa, o que confere características geotécnicas homogêneas e comportamento resistente à solicitações de carga e/ou fundações.

- Foi observada a ocorrência de erosão na forma de ravinamento incipiente em áreas de solos de textura arenosa e vertentes com declividades acima de 20%, o que requer ações técnicas imediatas de contenção e correção.

- Solos de textura arenosa, permeáveis e fortemente drenados, atuam como áreas de alimentação ou recarga dos aquíferos subterrâneos e devem ter sua ocupação monitorada, evitando-se o despejo principalmente de afluentes industriais.

- Os depósitos de fundo de vale englobam solos aluviais, solos hidromórficos e solos orgânicos indiscriminados e apresentam limitações ao uso pelo fato de ocuparem áreas de relevo normalmente plano, nos lugares mais baixos da paisagem, o que além de propiciar inundações dificulta o escoamento pelas pequenas declividades. Sua ocupação e manutenção requer soluções técnicas e obras dispendiosas.

- Os baixios nos depósitos de fundo de vale são áreas sujeitas a inundações, assinaladas no mapa de indicações da geologia para o planejamento, onde deve-se impedir qualquer tipo de ocupação.

- As áreas de solo pouco espesso que ocorrem ao longo das margens do lago de Itaipu, onde estão localizadas as pedreiras abandonadas referidas no texto, condicionam a ocupação na medida da dificuldade em se implantar a infra-estrutura subterrânea. Recomenda-se a realização de estudos hidrogeológicos específicos com intuito de escolher as melhores locações para os poços de captação de água subterrânea a serem construídos e orientar a melhor forma de exploração destes recursos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 CHIOSSI, Nivaldo José. Impactos ambientais e sociais no uso e ocupação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4, 1984, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte : ABGE, 1984. v. 2, p. 253-266.
- 2 COTTAS, Luiz Roberto. Estudos geológico-geotécnicos aplicados ao planejamento urbano de Rio Claro - SP. São Paulo : USP; 1983. 171 p. Tese (Doutoramento em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1983.
- 3 ELETROSUL. Guaíra. Plano de desenvolvimento ação imediata, modelo descritivo e modelo conceitual. S.l. : s.d. 2. v. Convênio ELETROSUL/Secretaria de Estado do Planejamento/Universidade Federal do Paraná.
- 4 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Curitiba: EMBRAPA, 1984. 2 t., 1 mapa. Convênio SUDESUL/EMBRAPA/ IAPAR.
- 5 FERRANTE, José Ernesto Tellez, GANDOLFI, Nilson. Metodologia fotointerpretativa de estudos básicos para um planejamento integrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4, 1984. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte : ABGE, 1984. v.2, p. 227-239.
- 6 FRAGA, Carlos Gilberto. Introdução ao zoneamento do sistema aquífero Serra Geral no estado do Paraná. São Paulo : USP, 1986. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1986.
- 7 INFANTE Jr., Nelson. Geologia de planejamento: escopo e metodologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA 1, 1976, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro : ABGE, 1976. v. 3, p. 273-382.
- 8 JABUR, Issa Chaibem, SANTOS, Manoel Luis dos. Revisão estratigráfica da Formação Caiuá. Boletim de Geografia, Maringá, v. 2, n. 2, p. 91-106, jan. 1984.
- 9 MAACK, Reinhard. Geografia física do estado do Paraná. Curitiba : BADEP/UFPR, 1968. 350 p.
- 10 PETRI, Setembrino, FÚLFARO, Vicente José. Geologia do Brasil. São Paulo : Ed. Universidade de São Paulo, 1983. 631 p.
- 11 POPP, José Henrique, BIGARELLA, João José. Formações cenozóicas do noroeste do Paraná. An. Acad. brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, v. 47, p. 465-475, dez. 1975. Suplemento.
- 12 PRANDINI, Fernando Luiz. Coord. Condicionantes geológicos e geotécnicos da degradação ambiental. Alguns casos brasilei-

ros. Boletim da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, n. 1, p. 1-12, 1974.

- 13 ROSA FILHO, Ernani Francisco, SALAMUNI, Riad, BITTENCOURT, André Virmond Lima. Contribuição ao estudo das águas subterâneas nos basaltos no estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n. 37, p. 22-52, 1987.
- 14 SUGUIO, Kenetiro, FÚLFARO, Vicente José. Diques clásticos e outras feições de contato entre arenitos e basaltos da Formação Serra Geral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, 1974, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre : SBG, 1974. v. 2, p. 107-112.

62
(8
M