

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa
Ambiental - CINP

INSTITUTO GEOLÓGICO

SUBSÍDIOS DO MEIO FÍSICO-GEOLÓGICO AO PLANEJAMENTO DO
MUNICÍPIO DE CAMPINAS (SP)

CETESB - Companhia Ambiental
do Estado de São Paulo
Biblioteca Prof^o Dr^o Lucas Nogueira Garcez
Prof^o Frederico Hermann Jr., 345 Pinheiro
155-900 - São Paulo - Brasil
biblioteca@cetesbnet.sp.gov.br

VOLUME I

RELATÓRIO DE INTEGRAÇÃO

ARQUIVO TÉCNICO

Programa: Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento
Ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas

7706
Y83s
015566
v. 1



015566

São Paulo

1993

EXECUTOR
DIVISÃO DE GEOLOGIA
INSTITUTO GEOLÓGICO - SMA/SP

CETESB - Companhia Ambiental
do Estado de São Paulo
Biblioteca Prof^o Dr^o Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof^o Frederico Hermann Jr., 345 Pinheiro
05455-900 - São Paulo - Brasil
e-mail: biblioteca@cetesbnet.sp.gov.br

Coordenação Geral

SUELI YOSHINAGA

ANTONIO GONÇALVES PIRES NETO

Coordenadores dos Projetos

AMÉLIA JOÃO FERNANDES

ANTONIO GONÇALVES PIRES NETO

SÔNIA APARECIDA ABISSI NOGUEIRA

SEIJU HASSUDA

**Programa: Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento
Ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas**

APRESENTAÇÃO

Este trabalho, realizado em toda área do município de Campinas, engloba uma série de informações do meio físico, de caráter geológico, geomorfológico, hidrogeológico, geotécnico e de recursos minerais, sistematizados e integrados que apontam, a nível de diagnóstico, uma série de normas e recomendações para o planejamento, uso e ocupação do território com base nas potencialidades naturais e fragilidades do meio.

Tais estudos, conduzidos pelo Instituto Geológico, desde 1988 em Sorocaba, Itu e agora Campinas, no Programa de Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento, analisam o terreno quanto a: potencial para a exploração de água subterrânea e sua vulnerabilidade natural à contaminação, disponibilidade de recursos minerais (em especial aqueles destinados à construção civil), susceptibilidade do terreno à erosão, inundações e demais tipos de problemas provenientes da ocupação urbana e rural.

Ao concluir este trabalho, espera-se que a Prefeitura Municipal através de seus técnicos, planejadores e da sociedade de Campinas utilizem as informações e recomendações nele contidas, como subsídio ao Plano Diretor de forma a permitir que os espaços rurais e urbanos do município sejam usados, ocupados e preservados de modo ambiental e socialmente responsável.

MÁRCIA MARIA NOGUEIRA PRESSINOTTI
Diretora Geral do Instituto Geológico - SMA

AGRADECIMENTOS

A equipe executiva do projeto deseja expressar os mais sinceros agradecimentos às seguintes entidades públicas e privadas que muito contribuíram para a realização do presente trabalho:

- à Prefeitura Municipal de Campinas,
- à Coordenadoria Ambiental e ao Departamento de Urbanização de Favelas da Prefeitura Municipal de Campinas,
- à Fundação para a Conservação e a Proteção Florestal do Estado de São Paulo,
- ao Instituto Agrônômico de Campinas,
- à Associação de Mineradores de Campinas (MINERACAMP),
- à Sanasa - Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S.A.,
- às Companhias de Perfuração de Poços: Aguabrás - Indústria e Comércio Ltda., Corner S.A.- Perfuração de Poços, Airdrill - Indústria e Comércio Ltda., Edisonda - Indústria e Comércio Ltda., Garça - Poços Artesianos e Construtora Ltda., Hidrogeo - Perfuração e Poços Artesianos, Hidrogesp - Hidrogeologia, Sondagens e Perfuração, Jundsondas - Poços Artesianos, Nortsul - Linpeza por Jateamento e Alto Vácuo e Perfuração de Poços Artesianos, Peposa - Perfurações de Poços Semi Artesianos Ltda., Politi - Engenharia e Construções Ltda., Sondágua - Poços Artesianos, Tringil - Poços Artesianos Ltda.- à todas as empresas do setor de mineração,
- às empresa de sondagens geotécnicas: Sondosolo - Geotecnia e Engenharia Ltda., Cravestac - Engenharia e Comércio Ltda., Tecnotasa - Sondagens Geotécnicas,

Nossos especiais agradecimentos pela dedicação e auxílio nos trabalhos técnicos e administrativos aos profissionais:

- geólogos Marcos Pelegrini Bandini, Manoel Henrique e Bernardes da Silva e Sílvio Jorge Coelho,
- sr. José Francisco Marciano,
- geólogo Wanderley Antônio Trecomoldi,
- srs. Marcos Nilsen, Eduardo Angarten e Roberto Morelli,
- prof.dr. Job J. Batista e geóloga Raquel N. Cavalcante,
- eng. agrôn. Zoraide A.I. de Miranda, geólogo Camillo Soares e arquiteta Rosana Bernardo,
- e a todos que auxiliaram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho

RELATÓRIO DE INTEGRAÇÃO

Equipe Técnica

Coordenação

Sueli Yoshinaga
Antonio Gonçalves Pires Neto

Equipe Executora

Sueli Yoshinaga
Antonio Gonçalves Pires Neto
Amélia João Fernandes
Silvana Aparecida Peres de Castro
Antônio Celso de Oliveira Goulart

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	ii
ÍNDICE DE TABELAS	iii
ÍNDICE DE QUADROS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	v
1. INTRODUÇÃO	1
2. O MUNICÍPIO DE CAMPINAS	2
3. METODOLOGIA	5
4. OS TIPOS DE TERRENOS E SUAS POTENCIALIDADES NATURAIS	12
5. OS TIPOS DE TERRENOS: PROBLEMAS EXISTENTES	
E/OU ESPERADOS E INDICAÇÕES DE CONTROLE	17
6. NORMAS: REGRAS E CRITÉRIOS PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO	
DO MEIO FÍSICO.....	23
6.1. SUBSTRATO LITOESTRUTURAL	24
6.2. DRENAGENS NATURAIS.....	28
6.3. NORMAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO	31
6.4. DECLIVIDADE DE ENCOSTAS.....	41
6.5. CRITÉRIOS PARA OBRAS DE CONTENÇÃO DE BOÇOROCAS.....	44
6.6. CRITÉRIOS E OBRAS PARA O DISCIPLINAMENTO DAS ÁGUAS	
SUPERFICIAIS	51
6.7. CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS.....	57
6.8. CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA VIÁRIO	60
6.9. CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE POÇOS CACIMBAS E	
FOSSAS SANITÁRIAS EM PEQUENAS COMUNIDADES	64
6.10. CRITÉRIOS PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÉPTICOS.....	69
6.11. CRITÉRIOS PARA RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	
PELA MINERAÇÃO: TÉCNICAS DE REVEGETAÇÃO	72
7. AGRADECIMENTOS.....	74
8. BIBLIOGRAFIA	74

ÍNDICE DE FIGURAS

1 - Mapa de Localização do Município de Campinas	3
2a - Mapa de Tipos de Terrenos.....	10
2b - Mapa de Tipos de Terrenos.....	11

ÍNDICE DE TABELAS

1 - Produtos Elaborados nos estudos dos municípios de Sorocaba, Itu e Campinas, dentro do Programa "Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento Ambiental da Região entre Sorocaba e Campinas"	6
2 - Evolução do Quadro Síntese nos estudos dos municípios de Sorocaba, Itu e Campinas dentro do Programa "Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento Ambiental da Região Sorocaba-Campinas"	7

ÍNDICE DE QUADROS

1a - Síntese dos Tipos de Terrenos e de suas potencialidades minerais. Problemas Existentes e/ou Esperados e Recomendações para sua Mitigação	19
1b - Síntese dos Tipos de Terrenos e de suas potencialidades minerais. Problemas Existentes e/ou Esperados e Recomendações para sua Mitigação	20
1c - Síntese dos Tipos de Terrenos e de suas potencialidades minerais. Problemas Existentes e/ou Esperados e Recomendações para sua Mitigação	21
1d - Síntese dos Tipos de Terrenos e de suas potencialidades minerais. Problemas Existentes e/ou Esperados e Recomendações para sua Mitigação	22

ÍNDICE DE ANEXOS

1 - Mapa de Tipos de Terrenos no Município de Campinas (escala 1:50.000)

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho encerra o Programa "Cartas Geológicas e Geotécnicas para o Planejamento Ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas". Este surgiu por iniciativa do Instituto Geológico frente a uma necessidade da Secretaria do Meio Ambiente e da comunidade das geociências em responder, de modo prático e direto, às necessidades da população e dos poderes públicos no que se refere ao planejamento do uso e ocupação do solo, face à intensa degradação ambiental provocada pelas atividades antrópicas e o vertiginoso processo de ocupação urbana.

Os objetivos do Programa consistem em subsidiar o planejamento municipal e a elaboração de planos diretores uma vez que traz informações sobre as características geológicas do meio físico, bem como suas implicações para o uso e ocupação do solo, e a gestão ambiental.

O Programa teve início em 1988 e desde então foram desenvolvidos projetos nos municípios de Sorocaba (IG 1990), Itu (IG 1991) e Campinas (IG 1993). Estes estudos apresentaram um aprimoramento sucessivo tanto na sua elaboração como na apresentação e tipo de resultados. Na elaboração do "Projeto Sorocaba" (formalmente denominado "Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do Município de Sorocaba") contava-se com as equipes de geologia, hidrogeologia, de recursos minerais e geotecnia. Em Itu foi dado um salto significativo com a execução adicional de estudos geomorfológicos, onde as formas de relevo, processos da dinâmica externa, distribuição dos tipos de solo foram considerados. A análise destes fatores é de fundamental importância uma vez que é na superfície terrestre que se dá a interação do homem com os fatores geológicos.

De um modo geral, os projetos resultaram em um diagnóstico do meio geológico/geomorfológico onde foram apresentadas as fragilidades e potencialidades do meio, além de se fazer recomendações gerais e específicas quanto aos problemas observados e aqueles que são previsíveis em função das características do meio.

Este diagnóstico provém da análise integrada dos produtos elaborados pelas áreas técnicas do Instituto Geológico, envolvidas no projeto, e que correspondem a relatórios detalhados, cadastros e mapas na escala 1:50.000. Estes relatórios detalhados são de grande importância e de aplicação imediata ao gerenciamento dos municípios. A área de recursos minerais, por exemplo, forneceu o cadastro de todas as empresas mineradoras, os tipos de recursos explorados, as regiões de maior potencialidade mineral e o panorama atual sócio-econômico e ambiental do município. A hidrogeologia promoveu o cadastramento e o mapeamento dos poços tubulares profundos existentes no município, avaliou o potencial dos aquíferos e sua vulnerabilidade natural à poluição, os diversos usos da água subterrânea e um primeiro diagnóstico sobre a situação de exploração deste recurso no município.

Considera-se que a escala 1:50.000 é a mais adequada uma vez que o usuário (planejadores e técnicos da prefeitura) tem uma visão integrada além de poderem identificar com facilidade elementos importantes (rios, estradas, etc) da sua área de trabalho.

Em Campinas, os resultados são apresentados em 3 volumes. O primeiro consta o diagnóstico integrado do município; o segundo, os relatórios separados de cada estudo específico

elaborado (geologia, geomorfologia, recursos minerais e hidrogeologia); e um terceiro, de anexos com mapas e tabelas.

O primeiro volume pode ser utilizado pelo planejador como um guia que fornece uma visão global dos usos e dos problemas que podem ser encontrados em regiões determinadas. O segundo deve ser consultado para se obter informações detalhadas necessárias à execução de algum empreendimento. A linguagem destes é francamente técnica e é aconselhável que seja avaliada por um profissional da área.

Este trabalho em Campinas teve a finalidade de servir como um instrumento para que o Plano Diretor Municipal:

- cumpra suas metas de um "desenvolvimento qualificado e equilibrado de todas as atividades, recursos humanos e materiais do município" e de "respeito à paisagem natural e cultural como elemento determinante do projeto, objetivando a preservação ambiental e identidade de cada setor urbano e rural" (Lei nº 2 de 26 de julho de 1991),

- atinja alguns dos objetivos gerais e estratégias, no que diz respeito ao disciplinamento do processo de parcelamento e ocupação do solo, à adequação das condições de ocupação do território às características do meio físico, a recuperação das áreas degradadas, a preservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente e dos recursos naturais.

O estudo integrado caracterizou e classificou áreas em função de sua adequabilidade à ocupação urbana, industrial ou agrícola com base nos processos morfodinâmicos, na caracterização das rochas e relevo, erodibilidade e vulnerabilidade natural dos aquíferos. As potencialidades naturais (recursos minerais não metálicos e água subterrânea) foram avaliadas, assim como áreas de risco (ravinas e voçorocas) em estágio avançado de degradação, e áreas sujeitas à inundação. A análise e diagnóstico destes parâmetros apontaram critérios para preservação e contenção de impactos do meio físico no município.

Deste modo, o trabalho do Instituto Geológico subsidia o Plano Diretor na revisão e caracterização do zoneamento (zonas e macrozonas ambientais), indicando diretrizes e dando suporte técnico, com relação às características do meio físico, para a elaboração de normas a serem incorporadas na legislação.

2. O MUNICÍPIO DE CAMPINAS

Caracterização geográfica e geológica

O Município de Campinas ocupa uma área de 790 km², localizado entre os meridianos 47°15'W e 46°45'W e as latitudes 22°43'S e 23°05'S. Limita-se com os municípios de Jaguariúna, ao norte, Pedreira, a nordeste, Itatiba, à leste, Valinhos e Monte Mor, a sudeste, Jundiá e Indaiatuba, ao sul, Sumaré, a oeste e Paulínia, a noroeste; dista cerca de 100 km da cidade de São Paulo, e as principais vias de acesso ao município são as rodovias: Bandeirantes, Anhanguera e Santos Dumont (Fig. 01).

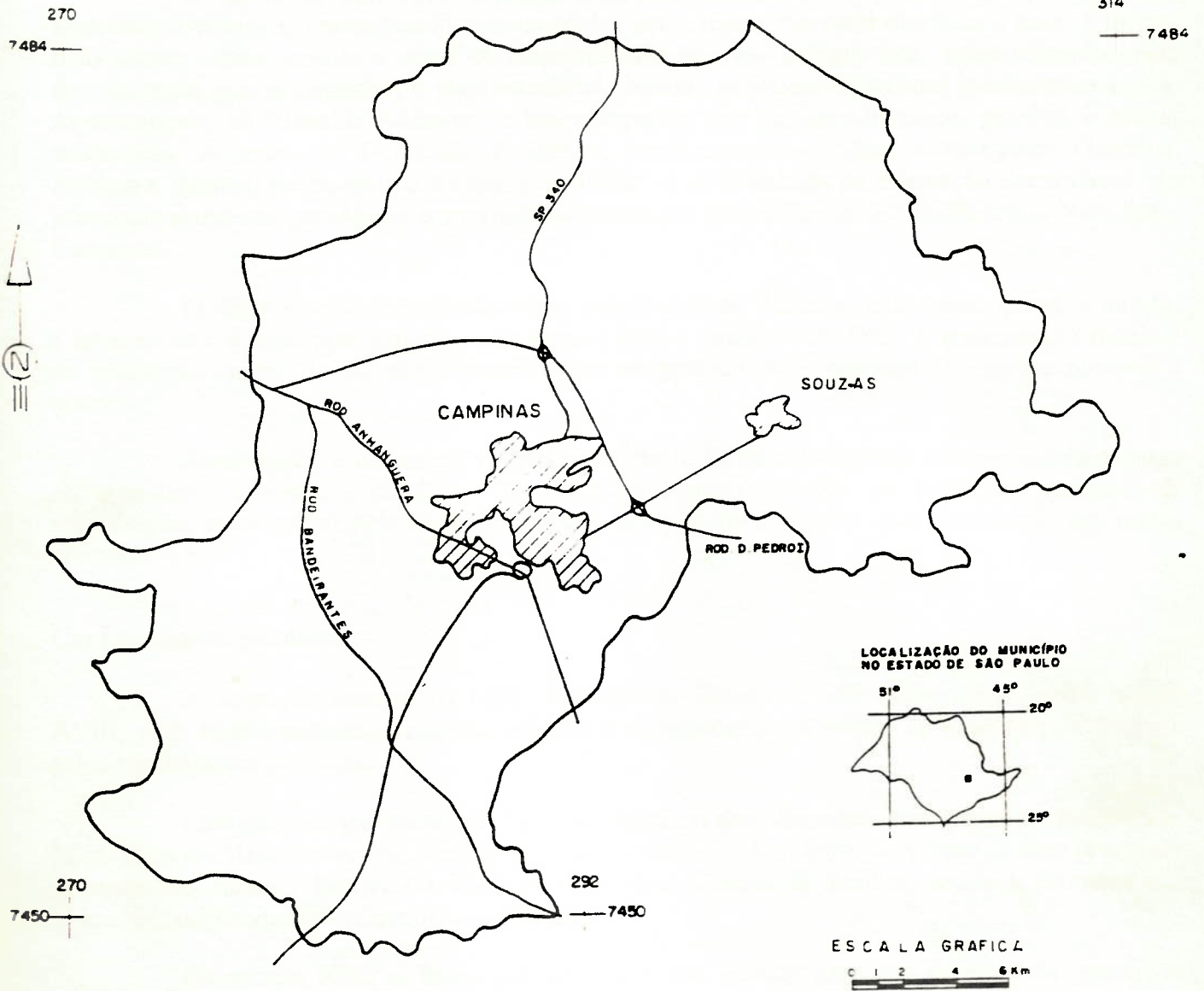


Figura 1: Mapa de Localização do Município de Campinas

O relevo do município pertence a áreas de transição entre o Planalto Atlântico e a Depressão Periférica, apresentando relevos acidentados, como morros e morrotes a leste, e formas mais suaves, como colinas a oeste. A disposição do relevo é influenciada, principalmente, pelo tipo de rocha que as suportam e suas estruturas. Assim, as rochas cristalinas localizam-se a leste do município, no Planalto Atlântico, e são compostas por gnaisses diversos, granitos e rochas miloníticas. À oeste, na Depressão Periférica, localizam-se as rochas sedimentares (arenitos, ritmitos e lamitos) do Subgrupo Itararé, e as intrusões de diabásios da Formação Serra Geral. As principais estruturas geológicas ocorrentes no município são as Zonas de Cisalhamento Valinhos e Campinas.

O clima local é classificado como Subtropical de Altitude, com verão quente e úmido, e inverno seco e frio, apresentando temperatura média anual de 20,6°C. A precipitação média é de aproximadamente 1.700 mm, concentrados no período mais chuvoso (meses de outubro a março).

Atualmente, a cobertura vegetal primária (a floresta latifoliada e o cerrado) é escassa no município, ocorrendo de forma localizada e esparsa, devido ao acelerado processo de urbanização, responsável pela destruição dos capões de mata e pela quase totalidade das matas ciliares.

Caracterização histórica

A ocupação humana da região nordeste do Estado de São Paulo iniciou-se no século XVIII, com as descobertas das minas goianas e a conseqüente abertura do Caminho de Goiás pelos bandeirantes paulistas.

Campinas surgiu como um local de descanso dos viajantes, cujo pouso se situava nas "Campinas do Mato Grosso de Jundiá". Quando do declínio da mineração goiana, a área já era um povoado denominado Bairro das Campinas do Mato Grosso de Jundiá, sendo a primeira das povoações originadas pelo Caminho de Goiás.

No século XIX, o município tornou-se um grande produtor de cana de açúcar, e depois de café no Estado de São Paulo, sendo considerado, em 1870, o município mais rico da província paulista. Com a construção da Ferrovia Paulista (Campinas-Jundiá) e a abertura dos primeiros estabelecimentos industriais, iniciou-se a fase de industrialização do município.

No século XX, com a quebra da Bolsa de Nova Iorque e a revolução constitucionalista, o café foi substituído pelo algodão e se constituiu no maior setor de beneficiamento deste produto, com a locação das grandes companhias de óleos vegetais. As décadas de 30 a 50, caracterizaram-se pelo crescimento urbano (comércio, indústria e serviços) e substituição das atividades agrícolas pela industrialização.

O período de 1960 a 80 foi marcado pelo extraordinário crescimento da indústria na região, onde o município passou de centro regional de médio porte à condição de grande cidade.

Da década de 80 em diante, apesar da crise, há uma intensificação do processo de interiorização da indústria no Estado. Por este fato, há o desenvolvimento econômico no município, com as atividades industriais dirigidas ao mercado exterior e a ação governamental

favorecendo o crescimento do parque industrial do Estado.

Atualmente, com uma população de cerca de 1.000.000 de habitantes, Campinas e arredores situam-se na área de conurbação da Bacia do Rio Piracicaba, caracterizada nestas últimas décadas pelo intenso e acelerado processo de metropolização, responsável pela riqueza e desenvolvimento sócio-econômico na região, a custo, porém de uma intensa degradação ambiental decorrente de processo vertiginoso de urbanização sem planejamento efetivo.

3. METODOLOGIA

Revisão e Análise dos Projetos executados no Programa

No decorrer da execução dos projetos de Sorocaba, passando por Itu até Campinas, houve um enriquecimento das informações levantadas devido ao aprimoramento dos estudos de cada área do conhecimento geológico da instituição. As áreas de Recursos Minerais e de Hidrogeologia são destacadas, havendo uma consolidação na sistemática e conteúdo, necessários a este tipo de projeto. O intercâmbio de informações entre as áreas técnicas também se intensificou no decorrer dos projetos, de modo que as necessidades de informações de uma certa área técnica fosse respondida pela outra. Por exemplo, no estudo de Campinas, o mapeamento geológico analisou estruturas existentes no embasamento cristalino e propôs um modelo de tectônica local, que prontamente foi utilizado pela hidrogeologia no sentido de melhor conhecer o comportamento das águas subterrâneas no Sistema Aquífero Cristalino. No entanto, da análise dos produtos elaborados constatam-se pequenas mudanças no que se referiu ao tipo de estudos e mapeamentos realizados (Tabela 1).

Quanto ao método de integração dos dados geológicos para subsidiar o planejamento de uso e ocupação do solo, nota-se uma evolução no ordenamento dessas informações e maior clareza quanto ao método utilizado. No estudo de Campinas, ocorreram mudanças significativas, no que se refere ao modo de análise e sistematização dos vários atributos do meio físico, bem como no modo de apresentação dos dados obtidos e dos subsídios para o Planejamento Municipal.

O resultado dessa sistematização é a simplificação dos Quadros Síntese e na ordenação das recomendações (em gerais e específicas). A Tabela 2 demonstra o desenvolvimento dos quadros síntese dos projetos executados e sua tendência à simplificação.

Nestes projetos tem se elaborado um mapa de síntese, que acompanha o volume 1 do relatório, onde se procura representar o resultado da integração dos dados sob a forma de unidades através dos quais os planejadores possam visualizar as características fundamentais do terreno a serem consideradas para o seu uso. Mais que os outros produtos, este mapa síntese foi o que sofreu mais modificações.

Nos estudos de Sorocaba, a geologia foi o parâmetro que determinou a compartimentação do terreno em áreas denominadas de a definição das Unidades Homogêneas. Em Itu, os critérios foram geológicos e geomorfológicos para delimitação das Unidades Homogêneas. Nos estudos de Campinas utilizou-se o conceito de Tipos de Terrenos, onde a geomorfologia foi o critério de seu traçado.

TABELA 1 - PRODUTOS ELABORADOS NOS ESTUDOS DOS MUNICIPIOS SOROCABA, ITU E CAMPINAS, DENTRO DO PROGRAMA "CARTAS GEOLOGICAS E GEOTECNICAS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA REGIAO ENTRE SOROCABA E CAMPINAS."

SOROCABA (1990)	ITU (1991)	CAMPINAS (1992)
<ul style="list-style-type: none"> . Mapa Geologico . Mapa de Isoespessura do material inconsolidado . Mapa de Declividades . Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aquiferos . Carta de Documentacao . Carta Orientativa a Implantacao de loteamentos * . Cadastro das mineracoes . Cadastro de pocos tubulares profundos . Quadro Sintese de Subsídios do meio fisico geologico para o planejamento de uso e ocupacao do solo . Relatorio final 	<ul style="list-style-type: none"> . Mapa Geologico . Mapa Geomorfologico . Mapa Hidrogeologico . Mapa de Zonas de Produtividade Similar . Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aquiferos . Mapa de Potencialidades Mineraias . Mapa das areas de exploracao de argila e granito . Cadastro das mineracoes . Cadastro de pocos tubulares profundos . Mapa de Unidades Homogeneas . Quadro Sintese de Subsídios do meio fisico geologico para o planejamento de uso e ocupacao do solo . Quadro II - Problemas existentes e/ou Esperados e Recomendacoes . Relatorio Tecnico . Relatorio Executivo 	<ul style="list-style-type: none"> . Mapa Geologico . Mapa Geomorfologico . Mapa Hidrogeologico . Mapa de Zonas de Produtividade Similar . Mapa de Vulnerabilidade Natural dos Aquiferos . Mapa de Contorno Estrutural e Isoespessura de Sedimento e Diabasio . Mapa de Potencialidades Mineraias . Mapa das áreas de exploracao mineral . Cadastro das mineracoes . Cadastro de pocos tubulares profundos . Mapa de tipos de Terreno . Relatorio Tecnico . Relatorio de Integracao

* escala 1:20.000

os demais mapas estao em escala 1:50.000

TABELA 2 - Evolucao do Quadro Sintese nos estudos dos Municipios de Sorocaba, Itu e Campinas, dentro do Programa "Cartas Geologicas e Geotecnicas para o Planejamento Ambiental da Regiao Sorocaba-Campinas"

SOROCABA (1990)	ITU (1991)		CAMPINAS (1992)
	QUADRO I	QUADRO II	
<ul style="list-style-type: none"> . Unidades Homogeneas . Setor de Relevô . Unidades Litologicas . Caracteristicas Geologico-Geotecnicas . Caracteristicas Hidrogeologicas e Vulnerabilidade de Aquiferos . Uso e Ocupacao Atual do Solo . Problemas Possiveis, Existentes ou Esperados . Potencial de Uso . Recomendacoes Gerais 	<ul style="list-style-type: none"> . Unidades Homogeneas . Tipo de Relevô . Cobertura Detritica e Geotecnia . Dinamica Superficial . Unidades Geologicas . Recursos Minerais . Hidrogeologia . Potencialidade/Fragilidade . Recomendacoes Especificas 	<ul style="list-style-type: none"> . Unidades Homogeneas . Ocupacao Predominante . Unidade Geologica . Geotecnia (Problemas Observados/Recomendacoes Especificas) . Unidades Hidrogeologicas (Problemas Observados/Recomendacoes Especificas) . Recursos Minerais (Problemas observados/Recomendacoes Especificas) 	<ul style="list-style-type: none"> . Tipos de Terreno (caracterizacao) . Recursos Minerais <ul style="list-style-type: none"> - Agua Subterranea - Nao Metalico . Ocupacao <ul style="list-style-type: none"> - Urbana - Industrial - Agropecuário . Problemas Existentes e/ou Esperados . Recomendacoes

Os conceitos de Unidades Homogêneas e de Tipo de Terreno

O conceito de "Unidade Homogênea" utilizado nos estudos de Sorocaba e Itu, apresenta variações em dependência entre os diferentes autores e instituições que a utilizaram. Assim esta unidade pode corresponder a:

- uma área de comportamento geotécnico similar (IPT 1978; in Lemos 1990);
- uma área estabelecida com base nas características do substrato rochoso, pressupondo que a geologia imprime uma regularidade na definição da unidade em termos geotécnicos, hidrogeológicos e de recursos minerais (IG 1990);
- uma área geograficamente delimitada com as mesmas potencialidades e fragilidades, quanto aos seus recursos minerais, água subterrânea e à geotecnia, apresentando respostas semelhantes a uma intervenção específica (Hirata *et al.* 1991);
- uma área com certa probabilidade (expectativa) de ocorrência de determinados riscos geológicos (Nakazawa *et al.* 1991);
- uma área com os mesmos atributos ou parâmetros (Nakazawa *et al.* 1991) e,
- área com aptidão a determinada forma de uso ou ocupação (Nakazawa *et al.* 1991).

Além dos vários significados encontrados na literatura para estas áreas, a sua definição original está vinculada essencialmente à Geologia de Engenharia e à Cartografia Geotécnica. Estas, por sua vez, lidam com a solução de problemas relacionados à implantação de obras de engenharia civil e aos riscos geológicos urbanos.

Portanto, com a finalidade de utilizar uma denominação mais adequada às finalidades do projeto, além de estar em concordância com os termos utilizados atualmente, adotou-se nos estudos do município de Campinas o termo "Tipos de Terreno". Esta denominação foi apresentada por Pires Neto & Lepsch (1992) e traz consigo um conceito que amplia a base de avaliação do meio físico, no sentido de um planejamento mais abrangente de caráter territorial e ambiental.

Um "Tipo de Terreno", dentro da abordagem utilizada, corresponde a uma área onde se mantém o arranjo espacial de seus componentes e atributos, bem como o padrão de repetição deste arranjo. O Tipo de Terreno é definido com base no relevo, que é considerado como uma síntese histórica e dinâmica das interações que ocorreram entre a litosfera, hidrosfera e atmosfera ao longo do tempo.

"O relevo controla a distribuição dos diversos tipos de solo e da vegetação e em consequência, a ocorrência dos processos erosivos e deposicionais na superfície do terreno. Por sua vez, a dinâmica superficial e as características da forma: declividade, amplitude, comprimento de rampa e sua constituição, controlam os diferentes modos de uso e ocupação. Além destes fatos, o relevo é o aspecto do meio físico mais facilmente reconhecido pelo leigo e portanto é prontamente identificável no terreno, facilitando a implantação e a manutenção de um zoneamento do município" (Pires Neto & Lepsch 1992).

A opção por esta abordagem é reforçada pelo fato dela prever a elaboração de mapas morfopedológicos, de classificação da terra e de capacidade de uso para as atividades agropecuárias.

O Município de Campinas - aplicação do método

O mapa síntese compõe-se dos "Tipos de Terreno", das áreas com grande potencialidade para exploração de água subterrânea e de vários recursos minerais para construção; das áreas com riscos potenciais geotécnicos (erosão, presença de matacões, inundações); e de áreas de preservação (Fig. 2a e 2b).

Os 6 Tipos de Terrenos identificados são constituídos por um ou vários tipos de relevo, onde o substrato rochoso foi um fator de especificação de algumas unidades.

No mapa de Tipos de Terreno de Campinas as áreas mais promissoras para água subterrânea e para recursos minerais apresentam como condicionante essencialmente a geologia, e portanto os limites destas áreas não coincidem com os limites dos Tipos de Terreno.

A legenda do mapa é apresentada sob a forma de uma tabela que contém para cada tipo de terreno, os seguintes aspectos: características geológicas e geomorfológicas; potencialidades minerais e de água subterrânea; classificação do tipo de terreno para ocupação urbana, industrial e agropecuária; as fragilidades do terreno tais como vulnerabilidade dos aquíferos, processos erosivos, presença de matacões e os problemas existentes e/ou esperados em decorrência das mesmas. Esta tabela faz com que o mapa possa ser manuseado de forma independente do texto.

Os terrenos foram classificados quanto aos diferentes tipos de uso (urbano, industrial, agropecuário) da seguinte forma:

- FAVORÁVEL: quando o uso é benigno, propício e com pequenos problemas e/ou cuidados simples.
- APROPRIADO: quando o uso é possível, porém com problemas e cuidados específicos para a implantação e conservação.
- RESTRITO: quando o uso é indicado somente em áreas restritas. Os problemas são complexos e os cuidados severos.
- IMPRÓPRIO: quando o uso é inadequado. Os problemas são complexos e as normas são para coibir as atividades.

Aos 4 diferentes tipos de uso correspondem determinados ~~os~~ cuidados necessários à ocupação do terreno. Estes cuidados foram definidos em três categorias:

- CUIDADOS SIMPLES: quando a atividade está sujeita às restrições legais e à adoção de normas gerais de manejo e conservação.
- CUIDADOS ESPECÍFICOS: quando a atividade está sujeita às restrições legais, à adoção de normas gerais de manejo e conservação e a algumas normas específicas de implantação.
- CUIDADOS SEVEROS: quando a atividade está sujeita às restrições legais, à adoção de normas gerais de manejo e conservação e a muitas normas específicas de implantação.

Quanto às recomendações, estas foram diferenciadas em dois tipos: gerais e específicas.

Fig. 2.a - MAPA DE TIPOS DE TERRENO

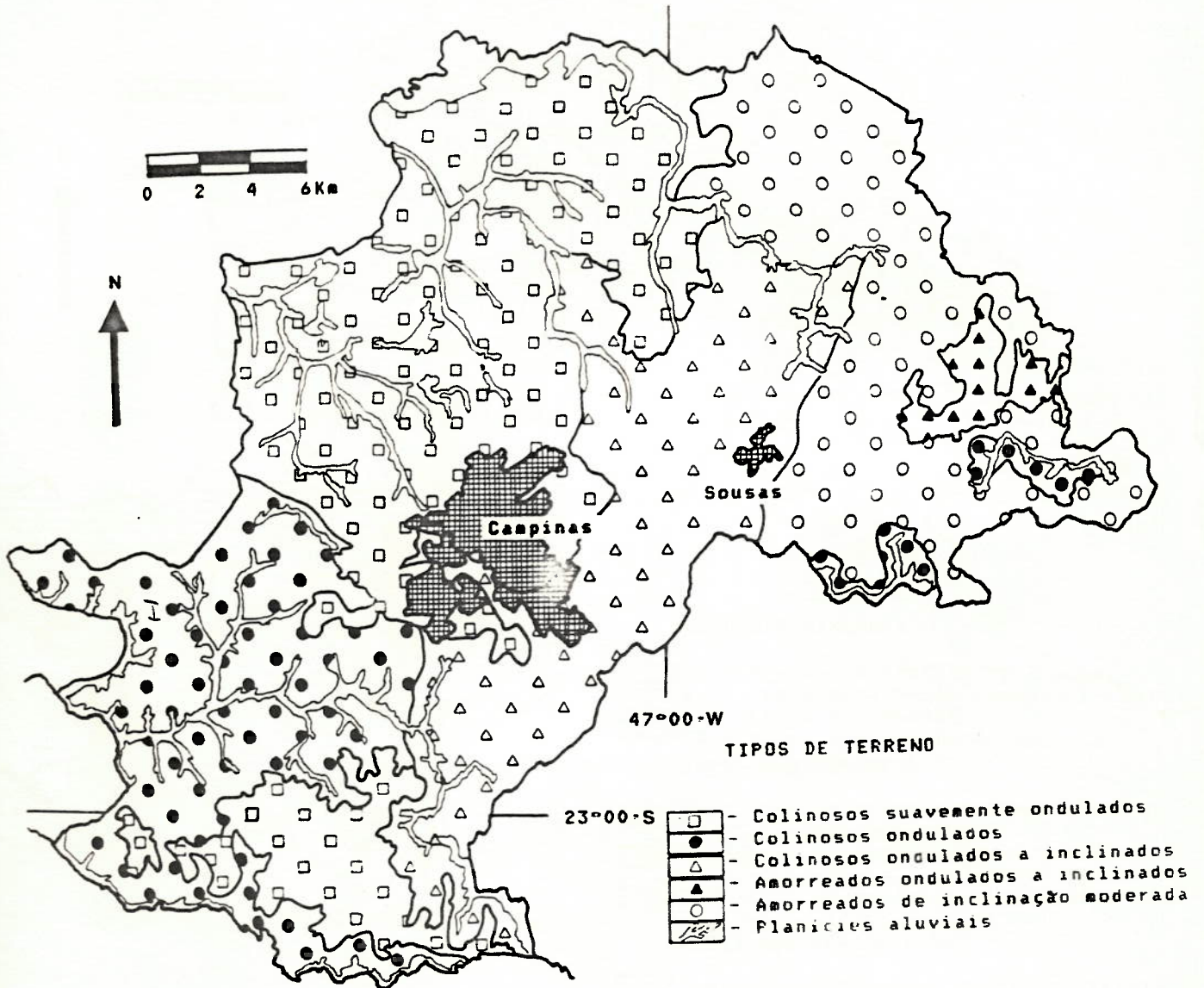
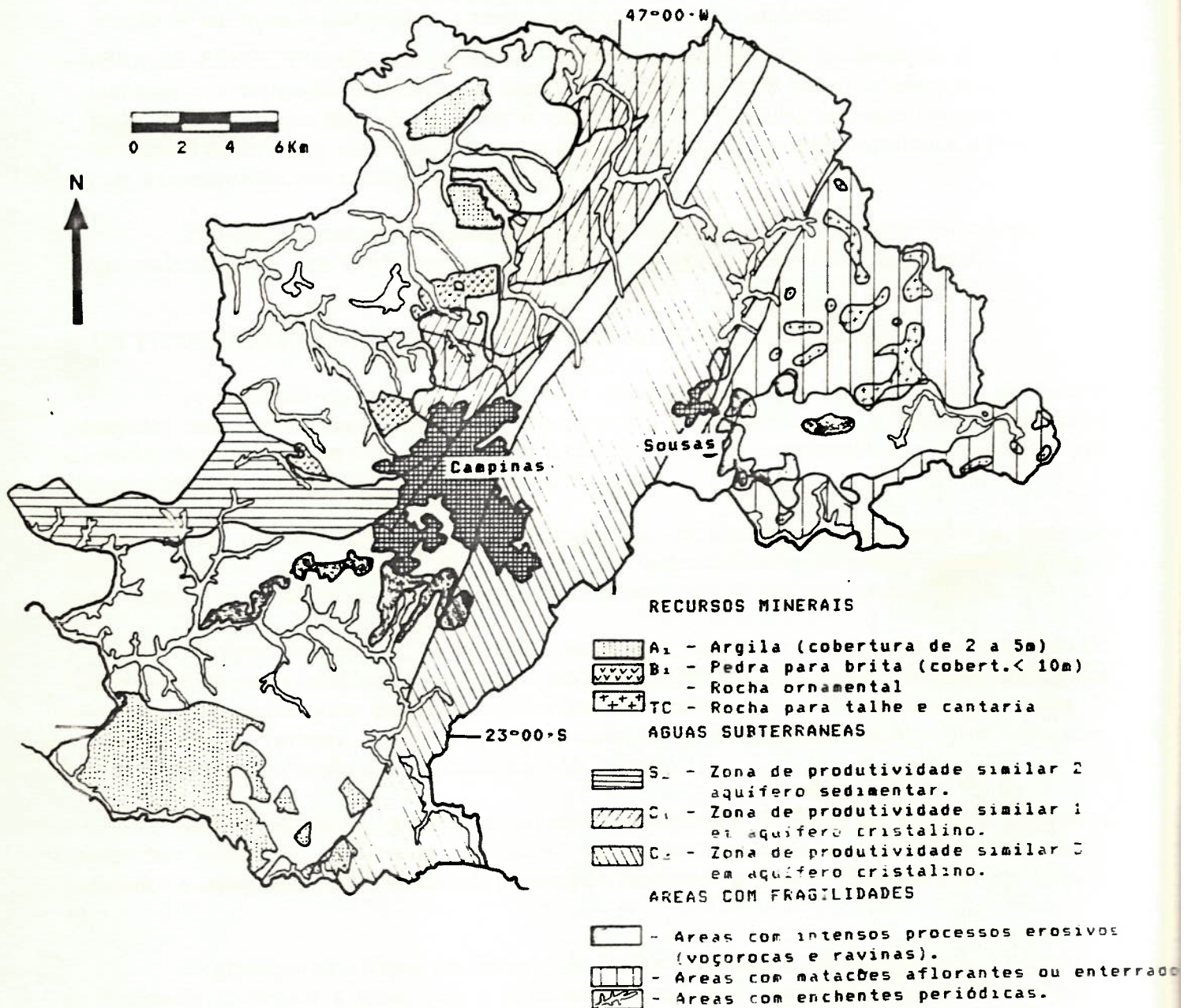


Fig. 2.b - MAPA DE POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES



- **NORMAS GERAIS:** compreendem as noções e orientações básicas sobre as drenagens naturais, o solo, a declividade das vertentes e as rochas, que são os atributos do meio físico que mais diretamente condicionam e sofrem os impactos da atividade humana. Tais normas visam a adoção de um manejo adequado e a conservação da qualidade ambiental.
- **NORMAS ESPECÍFICAS:** compreendem critérios básicos para a implantação das atividades humanas e a mitigação dos impactos associados. Estas normas visam orientar o usuário e o poder público no seu papel fiscalizador e ordenador das atividades humanas em seu território, de modo a desenvolver uma intervenção no meio físico, mais racional, econômica e direcionada para a conservação dos recursos naturais.

Embora a abordagem utilizada suporte estudos pedológicos e agrônômicos, estes não foram realizados, de sorte que a avaliação quanto ao uso agropecuário é bastante geral.

4. OS TIPOS DE TERRENOS E SUAS POTENCIALIDADES NATURAIS

A avaliação dos impactos ambientais causados pela ação humana requer do técnico planejador uma maior compreensão das interrelações rocha/relevo/solo e das potencialidades minerais, de modo que se tenha uma visualização global do comportamento do terreno e de sua dinâmica frente aos diversos tipos de ocupação humana.

Este capítulo descreve estas interrelações, caracterizando e definindo os tipos de terrenos existentes no município de Campinas, as potencialidades (recursos minerais e água subterrânea) e os impactos de degradação frente aos processos de uso e ocupação do solo.

Os tipos de terrenos, as potencialidades e as áreas com fragilidades do município de Campinas estão representados em um mapa na escala 1:50.000. A legenda do mapa caracteriza estas unidades e suas potencialidades; indica sua adequabilidade frente aos diversos modos de ocupação humana (urbana, industrial e agropecuária), os problemas existentes e/ou esperados relacionados e a exploração dos recursos minerais (Anexo 1).

No município de Campinas, foram caracterizados 6 Tipos de Terreno: *Colinosos suavemente ondulados*, *Colinosos ondulados*, *Colinosos ondulados a inclinados*, *Amorreados ondulados a inclinados*, *Amorreados de inclinação moderada a forte* e *Planícies Fluviais* (Anexo 1).

A graduação dos Tipos de Terreno de Colinosos suavemente ondulados a Amorreados de inclinação moderada a forte, reflete a transição entre dois compartimentos geomorfológicos regionais: o Planalto Atlântico (no caso, o Planalto de Jundiá) e a Depressão Periférica (Zona do Médio Tietê).

Estes compartimentos geomorfológicos são distintos e conseqüentemente, apresentam comportamentos e respostas diferentes frente aos processos de uso e ocupação do solo.

O Planalto Atlântico, situado a leste do município, apresentam relevos amorreados sustentados pelo embasamento cristalino, que é constituído por gnaisses diversos do Complexo Itapira, granitos das Suítes Graníticas Morungaba e Jaguariúna e, subordinadamente, rochas miloníticas das zonas de cisalhamento Valinhos e Campinas.

As diferenças composicionais e estruturais entre os vários tipos de rochas resultam em resistências diversas aos processos superficiais, tais como intemperismo e erosão. Isto juntamente com a tectônica (geradora dos grandes traços estruturais) e o clima, produz relevos e solos distintos.

A alta resistência à erosão das rochas graníticas da Suíte Morungaba, situada no extremo leste do município, preservou uma área de altitudes elevadas, de baixa declividade e relevo de cimeira, que é remanescente da paleosuperfície exumada Itaguá. Esta situação peculiar do *Terreno Amorreado ondulado a inclinado* reflete na menor intensidade dos processos morfodinâmicos.

Os *Terrenos Amorreados de inclinação moderada a forte* situados na parte leste do município, são suportadas pelos granitos da Suíte Granítica Morungaba, gnaisses diversos do Complexo Itapira, e granitos gnaissicos da Suíte Granítica Jaguariúna. Estes terrenos amorreados possuem altitudes elevadas dentro do município, declividades altas (12 a 30%) e formas de morros.

Nas áreas dos granitos da Suíte Granítica Morungaba (*Terrenos Amorreados ondulados a inclinado e Amorreados de inclinação moderada a forte*), a isotropia e impermeabilidade das rochas condicionam o padrão subdendrítico de drenagem e sua densidade (média a alta).

A composição mineralógica dessas rochas e as altas declividades do terreno produzem o solo podzólico vermelho-amarelo, com textura grossa e cascalhos nos horizontes superiores, que gradam a argila em níveis inferiores. Esta característica do solo confere ao relevo uma fraca resistência natural aos processos erosivos.

Nesta área, ocorrem também matacões, resultante dos processos de intemperismo de esfoliação esferoidal de rochas graníticas e da erosão destes solos.

As próprias características morfométricas do terreno e do tipo de solo definem a maior potencialidade para o desencadeamento de processos erosivos de alta a média intensidade, com possibilidade de formação de voçorocas com a remoção do solo superficial.

Nas áreas de ocorrência dos gnaisses diversos, xistos, granitos gnaissicos e rochas miloníticas, os relevos caracterizam-se pelo forte condicionamento das drenagens (padrão subdendrítico a subparalelo) às estruturas e foliações das rochas. Este padrão das drenagens modelam o relevo existente em formas amorreadas.

Os solos podzólicos aí formados possuem textura predominantemente argilosa, proveniente da alteração de minerais micáceos, feldspatos e anfibólios. A ocorrência de matacões é restrita aos locais onde os granitos gnaissicos da Suíte Granítica Jaguariúna (norte do município) são encontrados. A intensidade dos processos erosivos neste terreno é alta, assim como a erodibilidade do solo.

Na parte leste do município, observam-se formas alveolares associadas ao rio Atibaia e ao Ribeirão das Cabras (*Terrenos Colinosos ondulados a inclinados*). Estas formas são resíduos do processo de dissecação do relevo de morros e estão condicionadas por soleiras estruturais (falhamentos de direção NW), onde a queda do fluxo de água do rio favorece a deposição consequente dos materiais sedimentáveis e amplia a planície fluvial nestes locais.

O solo predominante na área é o podzólico vermelho-amarelo, de textura argilosa e silto-arenosa.

Os processos erosivos ocorrem com menor frequência e a erodibilidade dos solos classifica-se entre baixa e média. A declividade pouco acentuada do terreno e a própria dinâmica (acumulativa) do local são as responsáveis pela baixa intensidade deste processos.

Em geral, os processos morfodinâmicos ocorrentes no planalto são resultantes da ação climática da região, conjugada com as características morfográficas e morfométricas dos relevos.

A ação catalisadora desses processos é decorrente de uma ocupação histórica, que se reporta desde a época do café, que promoveu o desmatamento e a remoção da cobertura superficial do solo, favorecendo a aceleração dos processos erosivos naturais.

Essa ocupação intensificou estes processos nas áreas de dissecação natural do relevo (vertentes e cabeceiras de drenagem), onde atualmente voçorocas e ravinamentos são frequentes.

Nos distritos de Souza e Joaquim Egídio, a expansão urbana e a exploração dos granitos são as causas principais dessa aceleração da dinâmica superficial. A remoção da cobertura superficial facilita a instalação de processos erosivos de alta intensidade e compromete a área exposta, como é o caso do loteamento Morada das Nascentes, Colinas do Ermitage e as áreas de mineração de granitos nas proximidades do Observatório de Capricórnio. Neste último, estes processos intensificam a instabilidade das vertentes e a degradação da paisagem, assoreando os canais adjacentes. A exploração não racional de material de empréstimo e a existência de área abandonadas provocam a instalação de processos erosivos e assoreamento de vales.

Deste modo, a ocupação urbana e a agropecuária é apropriada e a industrial imprópria. A alta susceptibilidade à erosão devido ao tipo de solo, a presença de relevos de altas declividades, a ocorrência de matacões e de estruturas (foliações e fraturas) das rochas são caracterizadas como fragilidades do terreno. Portanto, cuidados severos na implantação de obras em função destas fragilidades deverão ser consideradas para a minimização dos impactos já existentes e para a proteção dos terrenos.

A potencialidade dos recursos minerais se restringe à exploração de rocha ornamental e talhe e cantaria em matacões dos granitos porfiríticos ou equigranulares e maciços da Suíte Granítica Morungaba e Jaguariúna.

A produtividade de exploração dos recursos hídricos subterrâneos está condicionada aos fraturamentos da rocha. A região é área de recarga de aquíferos locais; o baixo grau de ocupação faz das muitas nascentes que afloram na área e das cacimbas os principais tipos de captações de água subterrânea. No local de ocorrência das rochas do Complexo Itapira, estudos hidrogeológicos apontam como possível zona com alta potencialidade de exploração de água subterrânea; no entanto, a presença de poucos poços tubulares na área reduz esta certeza. A vulnerabilidade dos aquíferos fissurados apresentam maior susceptibilidade à contaminação em áreas próximas a zonas de fraturas; assim, espera-se que as zonas com alta potencialidade de produção sejam as mais vulneráveis.

A Depressão Periférica no município caracteriza-se pelos relevos colinosos, resultantes dos processos de pediplanação em clima semi-árido e dos processos atuais de entalhe e dissecação

duma superfície erosiva cenozóica.

Estes relevos são sustentados pelos arenitos e lamitos do Subgrupo Itararé, diabásios da Formação Serra Geral, gnaisses bandados do Complexo Itapira, granitos gnaissicos da Suíte Granítica de Jaguariúna e pelas rochas miloníticas pertencentes às zonas de cisalhamento Valinhos e Campinas.

Na parte leste do município, a transição da Depressão Periférica e o Planalto Atlântico é representada pelos terrenos *Colinosos ondulados a inclinados*, cujos relevos caracterizam-se pelas declividades de 5-20% e amplitudes de 38-109m. Nesta área afloram os gnaisses diversos do Complexo Itapira. A superfície de pediplanação é notada nestas rochas; no entanto, o padrão de drenagem subdendrítico a subparalelo é o reflexo da foliação gnaissica e da estruturação nordeste, ocasionada pela Zona de Cisalhamento Valinhos. A interferência desta estruturação da rocha diminui à medida que este se distancia da zona de cisalhamento.

O solo predominante é o podzólico vermelho-amarelo, com textura areno-argilosa e arenosa nas camadas superficiais e argilosa a siltosa no solo residual; apresenta ainda erodibilidade média a baixa.

Os processos morfodinâmicos são de baixa intensidade; a adequabilidade aos diversos tipos de ocupação é apropriada. A baixa resistência do solo frente aos processos erosivos, a existência de estruturas e foliações das rochas e a presença de matacões são as fragilidades detectadas nestes terrenos. Portanto, os cuidados específicos referentes a estas susceptibilidades devem ser providenciadas na implantação de obras e conservação do terreno.

Os processos morfodinâmicos são decorrentes do próprio processo de dissecação natural do relevo. Entretanto, a presença de voçorocas ocasionais de alta intensidade erosiva são causadas pela remoção, sem critérios técnicos, da cobertura superficial.

Na parte norte do município, os sedimentos do Subgrupo Itararé e os diabásios da Formação Serra Geral suportam os *Terrenos Colinosos suavemente ondulados*. Este terrenos apresentam baixa declividade (2-12%), pequenas amplitudes (20-90m) e sistemas de drenagem com padrão dendrítico de baixa densidade.

O predomínio do latossolo roxo e vermelho-amarelo evidenciam um longo período de lixiviação que o terreno sofreu, dada a maturidade do solo e sua grande espessura. O latossolo roxo ocorre sobre os diabásios da Formação Serra Geral e caracteriza-se por uma textura argilosa, alta permeabilidade superficial e alta fertilidade. O latossolo vermelho-amarelo possui textura média e alta permeabilidade, ocorrendo predominantemente nos sedimentos associados (ritmitos, arenitos finos e lamitos) do Subgrupo Itararé.

A resistência deste solo aos processos erosivos mais as baixas declividades encontradas nestes terrenos proporcionam uma menor vulnerabilidade à ação dos processos morfodinâmicos, onde a baixa energia potencial do relevo favorece o desenvolvimento de processos deposicionais.

Nos *Terrenos Colinosos ondulados*, situados na parte sudoeste do município, a ocorrência de relevos de colinas de menor porte (médias e pequenas) é resultante dos processos de entalhe e dissecação da superfície erosiva cenozóica.

Os relevos deste tipo de terreno apresentam declividades entre 4 e 16%, amplitudes pequenas (30-80m) e padrão de drenagem dendrítico com densidade média. A impermeabilidade do material rochoso implica na densidade média de drenagem, e, em consequência, nas formas de menor porte do relevo.

O solo predominante é o podzólico vermelho-amarelo, com textura média, arenosa na porção superficial e siltosa em profundidade, e pequena espessura. Este tipo de solo ocorre principalmente nas associações de ritmitos, arenitos finos, siltitos, diamictitos e lamitos do Subgrupo Itararé.

Nas áreas onde afloram os arenitos, nota-se uma maior permeabilidade do material rochoso, haja visto o padrão dendrítico com baixa densidade de drenagem. O solo predominante é latossolo vermelho-amarelo associado às areias quartzosas podzólicas profundas, com textura arenosa e grande espessura.

Os processos morfodinâmicos possuem maior intensidade e frequência próximo às cabeceiras de drenagem que estão dissecando a superfície erosiva. No entanto, em termos gerais, os terrenos apresentam uma baixa intensidade dos processos erosivos e solos com grau de erodibilidade baixa a média.

Nestes tipos de terrenos, a ocorrência de voçorocas e ravinamentos de alta intensidade e frequência é causada pela ocupação urbana, que acelera a dinâmica superficial com a remoção da camada superficial do solo, expondo o solo residual mais susceptível à erosão às águas. A concentração de águas pluviais e a desordenação do escoamento superficial são outros fatores que favorecem a formação de processos erosivos de alta intensidade. Os locais exemplificados são: Jardim do Lago, Jardim Novos Campos Elisios, Distrito Industrial e Parque Vista Alegre. Este tipo de degradação ambiental também é observada nas áreas de extração de material de empréstimo.

A vulnerabilidade natural do Sistema Aquífero Tubarão é considerada baixa a média localmente. A disposição de resíduos e efluentes (domésticos e industriais) é recomendável nas áreas de vulnerabilidade baixa; todavia, há a necessidade de estudos de detalhe para a implantação de obras com esse fim.

Em algumas áreas de ocupação de baixa renda e sem saneamento básico foi detectada a contaminação de poços cacimbas por fossas negras, em estudos de detalhe. As áreas analisadas foram: Jardim Campo Belo, Vila Nilza, Jardim São Judas Tadeu e Satélite Íris. Deste modo, é necessário detectar, minimizar este tipo de contaminação em todas as áreas de ocupação de baixa renda do município, bem como, priorizar a instalação de saneamento básico (água e esgoto) nestes locais.

Em geral, estes terrenos são favoráveis à ocupação urbana, industrial e agropecuária. Entretanto, cuidados simples e específicos de implantação e conservação são necessários para evitar a aceleração dos processos erosivos e mitigar os já ocorrentes. A baixa declividade e susceptibilidade à erosão dos terrenos e a ocorrência de latossolos roxos de alta fertilidade foram os elementos que definiram sua potencialidade a essa ocupação.

As potencialidades minerais são relativas à exploração de argilas para cerâmica vermelha do tipo Taguá, ocorrentes nos ritmitos e lamitos do Subgrupo Itararé; e brita de diabásio

em áreas de declividades mais favoráveis e com coberturas inferiores a 10m.

Em termos de água subterrânea, foram definidas duas zonas de produtividade com boa potencialidade no aquífero fissural, em função das estruturas existentes nos gnaisses do Complexo Itapira. No aquífero sedimentar, a zona com boa produtividade situa-se nas áreas de ocorrências dos lamitos, ritmitos e diamictitos do Subgrupo Itararé. A utilização dessas águas é recomendada para o abastecimento público de pequenos núcleos urbanos e indústrias em geral.

As *Planícies Fluviais* no Planalto Atlântico são pouco desenvolvidas e ocorrem de modo restrito e isolado, em consequência da própria conformação dos relevos e de seus processos. As planícies de maior expressão estão associadas as ocorrências locais de soleiras.

Na Depressão Periférica, as planícies fluviais compreendem às planícies de inundação (várzeas) e aos baixos terraços. Estas planícies são extensivas até as cabeceiras das drenagens, cuja acumulação de sedimentos foi provocada pela baixa energia dos cursos de água e a proximidade do nível de base local.

A ocupação inadequada das planícies fluviais são observadas em trechos onde ocorrem intensa urbanização, ocasionando problemas geotécnicos, de erosão das margens e de inundação periódica (por ex.: Córrego do Piçarrão, Ribeirão Anhumas e áreas centrais da cidade).

A operação de lavras de argila e areia de forma não racional promovem o assoreamento de rios e degradam a planície com a abertura de cavas semi-secas e alagadas, além de comprometer intensamente a mata ciliar.

A vulnerabilidade natural dos aquíferos nas planícies de inundação e terraços é alta, com a possibilidade de contaminação do aquífero freático por disposição de resíduos (domésticos e industrial) de efluentes e fossas negras.

5. OS TIPOS DE TERRENOS: PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS E INDICAÇÕES DE CONTROLE

Neste item, estão sintetizados os problemas existentes e/ou esperados por tipos de terreno, onde recomendações para a mitigação dos impactos e preservação de recursos estão indicados.

Os problemas existentes foram cadastrados por meio dos trabalhos de campo das diversas equipes técnicas da instituição. Os problemas esperados foram listados de acordo com a análise dos agentes causadores desta degradação e as características físicas do terreno.

As recomendações apresentadas contém indicações sobre a implantação de atividades e o controle de impactos, e visando a preservação do terreno. As normas subdividem-se em gerais e específicas, definidas de acordo com a metodologia proposta no capítulo 3.

Estas normas visam orientar o técnico planejador quanto aos cuidados necessários que deve providenciar para a preservação e proteção dos terrenos e mitigação dos impactos causados por implantação de obras.

As normas gerais são os critérios básicos que devem ser avaliados na implantação de obras em todos os tipos de terreno. Estas relacionam-se ao uso e conservação do solo, drenagens naturais, substrato litoestrutural e declividade do terreno. Portanto as normas gerais que devem ser adotadas em todos os tipos de terrenos são:

- . *Proteger e preservar o solo superficial*
- . *Disciplinar o uso das águas superficiais e subsuperficiais*
- . *Consultar as normas gerais referentes ao:*
 - *substrato litoestrutural*
 - *declividade*
 - *drenagens*
 - *uso e conservação do solo*

As normas específicas foram definidas de acordo com o tipo e a finalidade da obra a ser implantada, com vistas ao planejamento racional do espaço geográfico e às necessidades emergenciais detectadas neste trabalho. Assim, as normas descritas foram relativas à contenção de voçorocas, implantação do sistema viário, disposição de resíduos sépticos, loteamento, implantação de poços cacimbas e fossas sanitárias e recuperação de áreas degradadas por revegetação.

A caracterização dos tipos de terrenos, suas potencialidades naturais e problemas existentes e esperados é descrito no quadro 1 (a, b, c e d). As recomendações para a preservação do recurso/terreno e propostas técnicas para minimização destes impactos, listados nestes quadros, norteiam o usuário sobre as normas gerais e específicas para resolução técnica dos problemas apontados.

QUADRO 1a - SÍNTESE DOS TIPOS DE TERRENOS E SUAS POTENCIALIDADES MINERAIS
PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS E RECOMENDAÇÕES PARA SUA MITIGAÇÃO

TIPOS DE TERRENO		RECURSOS MINERAIS		PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS	RECOMENDAÇÕES
		ÁGUA SUBTERRÂNEA	NÃO METÁLICOS		
COLINOSOS SUAVEMENTE ONDULADOS Decl.: 2 a 12% Ampl.: 20 a 90 m Comp. Rampa: 300 a 2100 m Tipos de Relevo: Caa, Ca, Cai	Ritaitos, Lamitos, Diamictitos, Solos argilosos, espessos e porosos (Latosolo Vermelho Amarelo).	Produtividade boa (S _g); Q/S=0,28 m ³ /h/m para demanda de até Q = 8 m ³ /h	Argila para cerâmica vermelha do tipo Tagua (ritaitos, lamitos) (A.)	Degradação ambiental e alteração da paisagem (erosão, assoreamento, perda do solo) devido a lavra de argila não racional	<ul style="list-style-type: none"> Legalizar, disciplinar e racionalizar as lavras existentes, e a serem implantadas através da regulamentação da atividade mineral no município Consultar as normas específicas de recuperação de áreas degradadas por revegetação
	Diabásios, Solos argilosos, porosos, permeáveis e espessos (Latosolo roxo)	Produtividade variável	Brita de Diabásio em áreas de declividades mais favoráveis e com coberturas inferiores a 10 m (B.)	Degradação ambiental, alteração da paisagem (ruídos, vibração, e emissão de partículas) em áreas de exploração de brita	<ul style="list-style-type: none"> Acompanhamento e monitoramento da ra atividade e acionamento dos órgãos competentes no caso de infração da Legislação ambiental e mineral
	Localmente ocorrem granitos gnáissicos porfíricos e gnáissos bandados. Solos areno-argilosos (Podzólico Vermelho Amarelo e Cambissolos)	Produtividade boa (C ₁) e (C ₃); Q/s = 0,5 m ³ /h/m para demanda de até Q = 7,5 m ³ /h		Formação localizada de ravinas e voçorocas na margem esquerda do Corrego do Tanquinho	<ul style="list-style-type: none"> Consultar as normas específicas para obras de contenção de voçorocas
Baixa intensidade de processos erosivos. Erodibilidade Baixa			Contaminação de poços cacibas por fossas negras em áreas com ocupação de baixa renda e sem saneamento básico (Jd. Campo Belo, Vila Nilza)	<ul style="list-style-type: none"> Deteção e minimização da contaminação de poços e cacibas por fossas. Consultar as normas específicas para implantação de cacibas e fossas. Priorizar na implantação de saneamento básico (água e esgoto) 	
COLINOSOS ONDULADOS Decl.: 4 a 16% Ampl.: 30 a 80 m Comp. Rampa: 300 a 1300 m Tipos de Relevo: Ca, Cp, Cav	Arenitos médios e finos. Solos arenosos e areno-argilosos profundos e porosos (Latosolo Vermelho Amarelo e Arenas Quartzosas)	Produtividade boa (S _g); com Q/s=0,25 m ³ /h/m para demanda de até Q = 8,3 m ³ /h	Argila para cerâmica vermelha do tipo Tagua (ritaitos e lamitos do Subgrupo Itararé) (A.)	Áreas de formação de voçorocas no Jardim do Lago, Jardim Novos Campos Eliseos, Distrito Industrial e Parque Vista Alegre	<ul style="list-style-type: none"> Consultar as normas específicas para contenção de voçorocas
	Ritaitos, siltitos, diamictitos, lamitos e arenitos muito finos. Solos Argilosos e areno-argilosos (Podzólico Vermelho Amarelo e Cambissolo) de espessuras variáveis			Degradação ambiental e alteração da paisagem devido a lavra de argila não racional	<ul style="list-style-type: none"> Legalizar, disciplinar e racionalizar as lavras existentes e a serem implantadas através da regulamentação da atividade mineral do município Consultar as normas específicas de recuperação de áreas degradadas por revegetação O recurso hídrico subterrâneo e utilizado para abastecimento de núcleos urbanos e industriais em geral
	Localmente granitos equigranulares sácicos e gnáissos bandados Solos argilosos e siltos arenosos (Podzólico Vermelho Amarelo). Ocorrência restrita de satações			Problemas com fundações e implantação de obras subterrâneas devido a presença de satações em áreas de ocorrência de granitos equigranulares sácicos e gnáissos bandados	<ul style="list-style-type: none"> Consultar as normas gerais sobre subtrato litostrutural (granitos) e recomendações Executar estudos geológicos-geotécnicos para implantação de obras em função da localização frequência e dimensionamento de satações
Baixa intensidade de processos erosivos. Erodibilidade média a baixa			Contaminação de poços cacibas por fossas negras em áreas com ocupação de baixa renda e sem saneamento básico (Jd. São Judas Tadeu, Sateélite Iris)	<ul style="list-style-type: none"> Deteção e minimização da contaminação de poços e cacibas por fossas. Consultar as normas específicas para implantação de cacibas e fossas. Priorizar na implantação de saneamento básico (água e esgoto) 	
Vulnerabilidade do aquífero e baixa e média			Alteração da paisagem, dessatamento e instabilização de encostas e taludes. Instalação de processos erosivos e de assoreamento da drenagem de entorno por exploração de material de estreito. Áreas de extração abandonada	<ul style="list-style-type: none"> Legalizar, disciplinar e racionalizar as lavras existentes e a serem implantadas através da regulamentação 	

QUADRO 1b - SÍNTESE DOS TIPOS DE TERRENOS E DE SUAS POTENCIALIDADES MINERAIS
PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS E RECOMENDAÇÕES PARA SUA MITIGAÇÃO

TIPOS DE TERRENO	RECURSOS MINERAIS		PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS	RECOMENDAÇÕES
	AGUA SUBTERRÂNEA	NAO METALICOS		
<p>COLINOSOS ONDULADOS A INCLINADOS</p> <p>Decl.: 5 a 20% Ampl.: 38 a 199 m Comp. Rampa: 430 a 1000 m</p> <p>Tipos de Relevo: CPH, Mtp, CMT</p>	<p>Granada biotita gnaisses bandados, gnaisses xistosos, granitos gnaissicos porfiríticos e gnaisses graníticos. Solos argilosos e silto-arenosos (Podzólico Vermelho Amarelo)</p> <p>Rochas eiloníticas. Solos argilosos e silto-arenosos (Podzólico Vermelho Amarelo)</p> <p>Baixa intensidade de processos erosivos. Erodibilidade média a baixa</p>	<p>Produtividade boa(C₃) Q/s = 0,30 m³/h/m para demanda de até 8,3 m³/h</p>	<ul style="list-style-type: none"> Problemas com fundações e implantação de obras subterrâneas devido a presença de matacões de granito e gnaisses bandados Escorregamentos em taludes de corte quando da foliação da rocha e desfavorável a superfície do corte; quando a transição solo/rocha é exposta e o solo está saturado ou há surgência de água no local 	<ul style="list-style-type: none"> Consultar as normas gerais sobre o substrato litostrutural (granitos) e reconstrução Executar estudos geológicos-geotécnicos para implantação de obras em função da localização, frequência e dimensão dos matacões Consultar as normas gerais sobre o substrato litostrutural (gnaisse e cimentação do acido) e reconhecimentos Executar estudos geológicos-geotécnicos com ênfase a análise estrutural ao acido para implantação de obras Proteger com solo superficial os taludes e áreas com o solo de alteração exposto e disciplinar as águas superficiais e subterrâneas Delimitar lotes com dimensões diferenciadas em função da declividade natural Consultar as normas específicas para a implantação do sistema viário e loteamentos
<p>AMORREADOS ONDULADO A INCLINADO</p> <p>Decl.: 9 a 21% Ampl.: 38 a 50 m Comp. Rampa: 150 a 430 m</p> <p>Tipos de Relevo: Mtcc</p>	<p>Granitos porfirítico macio. Solos arenos-argilosos com cascalho e matacões (Podzólico Vermelho Amarelo)</p> <p>Baixa a média intensidade de processos erosivos. Erodibilidade média</p>	<p>Produtividade variável</p>	<p>Problemas com fundações e implantação de obras subterrâneas devido a presença de matacões em áreas de ocorrência de granito</p> <p>Degradação ambiental (assoreamento e disposição irregular dos rejeitos) e alteração da paisagem caso se implante a lavra de rochas graníticas não racionais</p> <p>Conflitos de uso com a APA do Rio Jaguarí</p>	<ul style="list-style-type: none"> Consultar as normas gerais sobre o substrato litostrutural (granitos e reconhecimentos) Executar estudos geológicos-geotécnicos para a implantação de obras em função da localização, frequência e dimensão dos matacões Delimitar lotes com dimensões diferenciadas em função da declividade natural Consultar as normas específicas para a implantação do sistema viário e loteamentos Legalizar, disciplina e racionalizar as lavras existentes e a serem implantadas através da regulamentação da atividade mineral no DNPM Acompanhamento e monitoração da atividade e acionamento dos órgãos competentes, no caso de infração de Legislação Ambiental e Mineral Limitar o uso e a expansão das atividades existentes em consequência da legislação ambiental vigente e das normas específicas da unidade

QUADRO 1c - SÍNTESE DOS TIPOS DE TERRENOS E DE SUAS POTENCILIDADES MINERAIS
 PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS E RECOMENDAÇÕES PARA SUA MITIGAÇÃO

TIPOS DE TERRENO	RECURSOS MINERAIS		PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS	RECOMENDAÇÕES
	ÁGUA SUBTERRÂNEA	NAO METÁLICOS		
<p>AMORREADOS DE INCLINAÇÃO MODERADA A FORTE</p> <p>Decl.: 12 a 30% Ard.: 70 a 190 m Cond. Rampa: 350 a 1200 m</p> <p>Tipos de Relevo: HMT, Ev. Rp</p>	<p>Gnaisses graníticos porfiríticos e equigranulares foliados. Solo argiloso a argilo-arenoso de espessuras variáveis, com cascalho e matacões (Podzólico Vermelho Amarelo)</p> <p>Granitos porfiríticos ou equigranulares, máficos. Solos argilosos e argilo-arenosos com cascalho e matacões, espessuras variáveis (Podzólico Vermelho Amarelo e Litólicos)</p> <p>Gnaisses bandados, gnaisses xistosos e gnaisses graníticos. Solo argiloso com matacões ocasionais, espessuras variáveis (Podzólico Vermelho Amarelo)</p>	<p>Produtividade variável</p> <p>Rocha ornamental (G) e para Talha e Cantaria (TC) em matacões, associada a Suite Granítica Morungaba e Jaguaruna, excluindo-se áreas com declividades superiores a 35%</p>	<p>Possibilidade de formação de vocorocas com a resaca do solo superficial</p> <p>Degradação ambiental (assoreamento e disposição irregular dos rejeitos) e alteração da paisagem devido a lavra de rochas graníticas não racionais</p> <p>Conflitos de uso com a APA do Rio Jaguarí</p> <p>Problemas com fundações e implantação de obras subterrâneas devido a presença de matacões em áreas de ocorrências de granitos</p> <p>Áreas de formação de vocorocas no loteamento Morada das Nascentes, Fazenda das Flores, Colinas do Ermitage, proximidades do Distrito de Joaquim Egidio e Fazenda dos Alpes</p> <p>Escorregamentos em talude de corte quando da foliação da rocha é desfavorável a superfície do corte; quando a transição solo/rocha é exposta e o solo está saturado ou há surgência de água no local</p> <p>Alteração da paisagem, desastamento e instabilização de encostas e taludes, instalação de processos erosivos e de assoreamento de drenagens de entorno por exploração de material de estreito. Áreas de extração abandonadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhamento e monitoração da atividade e acionamento dos órgãos competentes, no caso de infração da legislação ambiental • Limitar o uso e a expansão das atividades existentes em consequência da legislação ambiental vigente e das normas específicas da unidade • Consultar as normas gerais sobre o substrato litostrutural (granitos e recomendações) • Executar estudos geológicos-geotécnicos para implantação de obras em função da localização, frequência e dimensão dos matacões • Consultar as normas específicas para obras de contenção de vocorocas • Consultar as normas gerais sobre o substrato litostrutural (gnaisses, compartimentação do sítio e recomendações) • Executar estudos geológicos-geotécnicos com ênfase na análise estrutural do sítio para implantação de obras • Proteger com solo superficial os taludes e áreas com o solo de alteração exposto e disciplinar as águas superficiais e subterrâneas • Delimitar lotes com dimensões diferenciadas em função da declividade natural • Consultar as normas específicas para a implantação do sistema viário e loteamentos • Legalizar, disciplinar e racionalizar as lavras existentes e a serem implantadas através de regulamentação

QUADRO 1d - SÍNTESE DOS TIPOS DE TERRENOS E DE SUAS POTENCIALIDADES MINERAIS
 PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS E RECOMENDAÇÕES PARA MITIGAÇÃO

TIPOS DE TERRENO	RECURSOS MINERAIS		PROBLEMAS EXISTENTES E/OU ESPERADOS	RECOMENDAÇÕES
	ÁGUA SUBTERRÂNEA	NAO METÁLICOS		
<p>PLANÍCIES FLUVIAIS Decl.: 0 a 2% Apl.: menor que 5a</p>	<p>Areia silteosa, argilas orgânicas e seixos. Solos aluviais e solos hidro-mórficos Lençol freático elevado. Enchentes periódicas Vulnerabilidade do aquífero e alta.</p>		<p>Dificuldade de drenagem e escoamento das águas</p> <p>Possibilidade de recalque de fundações e redes subterrâneas e danificação do subsolo nas vias já implantadas em razão da presença do nível de água próximo a superfície, ocorrência de solos moles e saturação do solo</p> <p>Risco de enchentes e desmoronamento das margens</p> <p>Degradacao ambiental e alteração da paisagem (cavas semi-secas e alagadas, comprometimento da mata ciliar, assoreamento, riscos a população de baixa renda pela utilização como área de lazer) devido a lavra de argila e areia não racional</p> <p>Contaminação de poços e caciebas por fossas negras em áreas com ocupação de baixa renda</p> <p>Possibilidade de contaminação do aquífero freático por disposição de resíduos (doméstico e industriais)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consultar as normas gerais de disciplinamento das águas superficiais e subterrâneas • Consultar as normas gerais (substrato litostrutural, declividade, disciplinamento das águas superficiais e subterrâneas e drenagens naturais, uso e conservação do solo) • Impedir a evolução da ocupação urbana neste local, desocupar as áreas mais problemáticas • Impedir a ocupação industrial • Medidas de estabilidade e proteção devem ser providenciadas quando da implantação de ruas e avenidas marginais, que devem evitar a planície de inundação • Legalizar, disciplinar e racionalizar as lavras existentes e a serem implantadas através de regulamentação da atividade mineral do município • Acompanhamento e monitoramento da atividade e acionamento dos órgãos competentes ao caso da infração da legislação ambiental e mineral • Elaboração de estudos e projetos para recuperação das áreas degradadas e abandonadas • Detecção e minimização da contaminação de poços e caciebas por fossas. Consultar as normas específicas para implantação de caciebas e fossas. Priorização na implantação de saneamento básico (água e esgoto) • Evitar a disposição de qualquer tipo de resíduos (doméstico e/ou industrial) na área • Acionar e fazer cumprir a Lei Federal 7441/65 (Codigo Florestal) visando preservar e recuperar as matas ciliares e as planícies de inundação • Local destinado para áreas verdes e lazer

6. NORMAS: REGRAS E CRITÉRIOS PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO DO MEIO FÍSICO

A apresentação de Normas para a intervenção e conservação do meio físico tem por objetivo orientar o poder público e o usuário a desenvolver uma intervenção mais racional, econômica e com menor grau de impacto sobre o território municipal.

Contudo elas não excluem a necessidade de estudo geológicos-geotécnicos quando da implantação de empreendimentos localizados, mas são um referencial mínimo a ser considerado na elaboração destes estudos, cujos projetos devem adotar escalas de detalhe 1:5.000 ou maiores em função do tamanho da área de empreendimento.

As normas e critérios aqui apresentadas foram compiladas, priorizando-se aquelas de aplicação imediata e voltadas para a realidade do município.

Com base nos elementos compilados foram elaborados Normas Gerais e Específicas, para o uso do território principalmente ligada a ocupação urbana e a implantação de obras de engenharia associadas, e ainda para a recuperação por revegetação, de áreas degradadas pela atividade mineral.

As **NORMAS GERAIS** compreendem noções e orientações básicas sobre comportamento das drenagens naturais, do solo das rochas e da declividade das vertentes, que são atributos do meio físico que mais diretamente condicionam e sofrem os impactos das atividades humanas. Tais normas visam a adoção de um manejo adequado e a conservação da qualidade ambiental.

As **NORMAS ESPECÍFICAS** compreendem critérios básicos para a implantação de algumas atividades humanas e a mitigação dos impactos associados. Estas regras visam orientar o usuário e o poder público no seu papel fiscalizador e ordenador das atividades humanas em seu território, de modo a desenvolver uma intervenção no meio físico, mais racional, econômica e direcionada para a conservação dos recursos naturais.

Gnaisses: rocha metamórfica de alto grau, granulação média a grossa. A foliação pode ou não ser bem desenvolvida. Apresenta bandamento irregular. Têm elevada dureza em razão do predomínio de bandas quartzo-feldspáticas sobre as bandas constituídas por mica e/ou hornblenda. Textura orientada. É comum a presença de juntas de foliação.

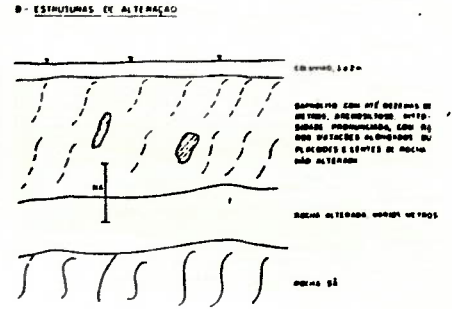
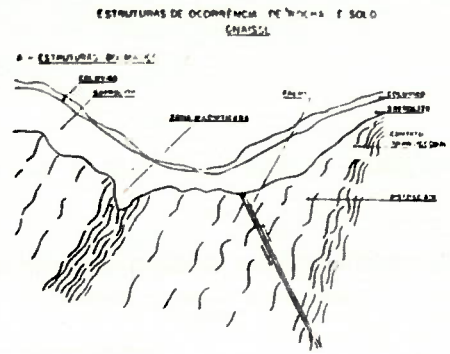
Solo de alteração (saprolito) apresenta textura silte a silte-arenosa, com diferentes graus de alteração devido ao diaclasamento e a complexidade estrutural, mantendo planos de foliação.

Problemas esperados e/ou restrições à ocupação

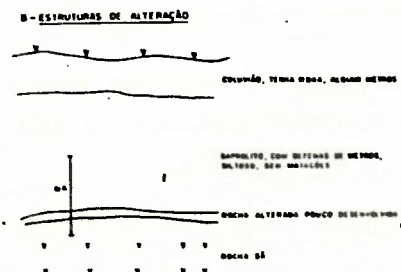
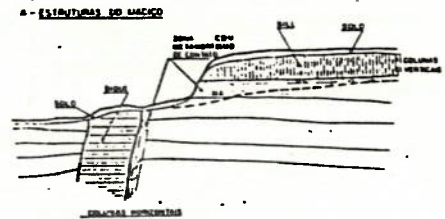
- . Ocorrência de rupturas planares nos gnaisses bandados quando a orientação das juntas de foliação apresentarem direções desfavoráveis em relação à orientação de taludes de corte;
- . Ocorrência de escorregamentos planares em solos devido a persistência dos planos de foliação no saprolito, provocando deslocamentos de tubulações e obras enterradas;
- . Ocorrência de escorregamento com rupturas circulares no solo superficial;
- . Percolação de águas contaminadas ao longo dos planos de fraqueza, que podem vir a modificar as características de durabilidade e resistência de tubulações e dos materiais usados em obras enterradas.

Diabásio: rocha ígnea intrusiva de cor preta, textura granular fina (fanerítica), estrutura maciça, constituída essencialmente por piroxênio e plagioclásio cálcico (rocha básica).

Solo de alteração: o contato do solo de alteração com a rocha é brusco, com ocorrência de matações de pequenas dimensões, sendo o solo de alteração espesso e predominantemente argiloso.



ESTRUTURAS DE OCORRÊNCIA DE ROCHA E SOLO
DIABÁSIO



Problemas esperados e/ou restrições à ocupação

. Praticamente não apresenta problemas específicos na rocha sã devido à posição preferencial neutra do diaclasamento.

. O solo de alteração de modo geral, é estável, podendo no entanto conter minerais expansivos.

Arenitos de Subgrupo Itararé: rochas sedimentares com porcentagem maior que 80% de grãos de areia e quartzo. Apresentam um conjunto de estratos superpostos, com intercalação ou não de outras rochas, podendo estar silicificado de modo irregular. Possuem diaclasamentos paralelos e perpendicular à estratificação.

Solo de alteração: apresenta espessura variável, com ocorrência de concreções e estratificações herdadas da rocha. A composição é predominantemente quartzo-feldspática.

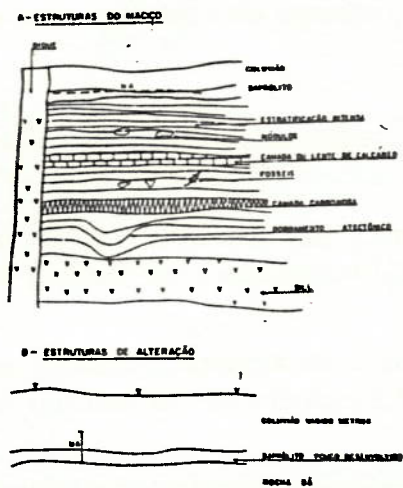
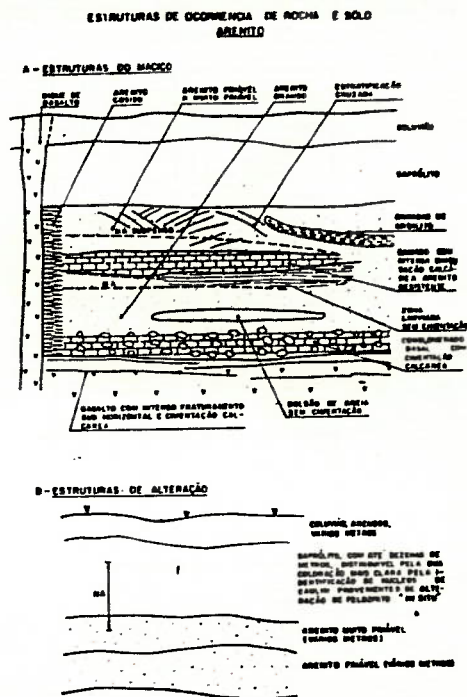
Problemas esperados e/ou restrições à ocupação

- . Podem apresentar instabilidade devido ao diaclasamento desfavorável;
- . Podem sofrer desagregação quando os arenitos forem pouco cimentados;
- . Apresentam recalques diferenciais ao longo do tempo devido à baixa densidade do solo de alteração próximo à superfície;
- . São sensíveis à erosão hídrica.

Lamitos, ritmitos e diamictitos do Subgrupo Itararé: grande variação faciológica refletindo os vários ambientes formadores dessas rochas, o que implica em mudanças bruscas na granulometria, mineralogia e estrutura sedimentar.

Problemas esperados e/ou restrições à ocupação

. Descalçamento das camadas mais resistentes, em cortes expostos à intempéries, através da desagregação dos lamitos e ritmitos na forma de pastilhas milimétricas, devido a presença de silte.



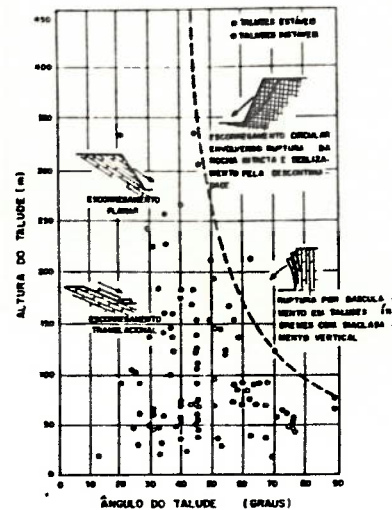
Compartimentação do maciço e sua importância

Compartimentação é a estruturação de um maciço resultante da existência de um certo número de descontinuidades de diversas origens: foliações (a), diáclases (b), juntas, de alívio (c) e falhas (e), cuja a continuidade, a distribuição e a orientação, determinam o comportamento mecânico do maciço, frente aos cortes de taludes e escavações.

Problemas esperados

- . Escorregamento planar
- . Escorregamento translacional
- . Escorregamento circular
- . Basculamento

Relação entre altura e ângulo de inclinação de taludes em rochas muito resistentes.



Recomendações

Para um adequado dimensionamento dos projetos de engenharia civil e de obras (estradas, obras enterradas, edifícios, reservatórios pequenos, pontes, viadutos, etc.) ligadas à urbanização, devem ser executados estudos geológicos-geotécnicos para avaliação dos seguintes aspectos:

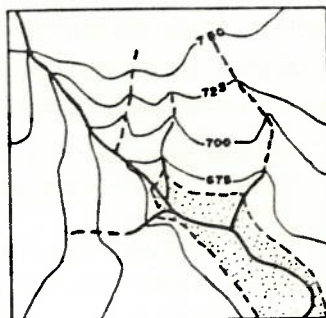
- > profundidade do substrato rochoso, espessura e características do saprolito;
- > caracterização do comportamento geotécnico do substrato rochoso e do saprolito;
- > profundidade e comportamento do nível freático;
- > caracterização da compartimentação estrutural do maciço rochoso e do saprolito.

Fonte:

- Girardi, V. A. V. 1979. Petrologia de rochas ígneas. Apostila de Curso. Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências/USP. 126 p.
- Girardi, V. A. V. 1979. Metamorfismo e os seus produtos. Apostila de Curso. Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências/USP. 116 p.
- Guidicini, G. & Nieble, C. M. 1976. Estabilidade de taludes naturais e de escavação. Ed. Edgar Bluchen/EDUSP. São Paulo. 172 p.
- SHDU; SCTDE; EMPLASA; IPT. 1985. Carta de aptidão física ao assentamento urbano: guia de utilização 1:50.000. São Paulo. 52 p.

6.2. DRENAGENS NATURAIS

As drenagens naturais compreendem as linhas de escoamento das águas superficiais. São representadas pelos canais fluviais sazonais ou temporários (a), pelos canais fluviais perenes (b), os quais podem ou não fluir dentro de planícies fluviais (pf).



- **Canais fluviais:** são feições topográficas onde ocorre a concentração do fluxo das águas pluviais, independente do fluxo possuir caráter permanente ou não.

Problemas esperados e/ou restrições à ocupação

- > Trata-se de áreas pouco favoráveis à implantação de edificações devido as declividades acentuadas e ao problema de inundação;
- > Correspondem a áreas de proteção permanente prevista por Lei.
- > Áreas sujeitas à processos erosivos (entalhe de canal) e assoreamentos.

Recomendações

- . Representam uma opção para o lançamento de águas pluviais, evitando a sua concentração no leito das vias. Recomenda-se evitar a execução obras de terraplanagens que podem acarretar problemas de erosão e movimento de massa, bem como, o assoreamento do leito a jusante;
- . Deve-se estimular a recomposição da vegetação, bem como, coibir toda e qualquer intervenção que possa vir a provocar dano ambiental.

Planície Fluvial: são formas topográficas formadas pela ação dos rios, sendo constituída pelos leitos do canal, pela planície de inundação e pelos terraços.

-Planície de Inundação: são áreas constituídas por sedimentos arenosos finos, silto arenosos, argilas e/ou argilas orgânicas, dispostos em camadas irregulares e descontínuas, podendo apresentar ou não cascalhos e matacões. É comum a presença de alagadiços devido à presença do nível freático aflorante ou raso. Estas feições são formadas pelo leito maior e pelo leito maior excepcional.

-leito de vazante (1) é o leito de escoamento das águas na época de estiagem.

-leito menor (2) corresponde ao leito de escoamento freqüente das águas e comumente encontra-se sem vegetação.

-leito maior (3) área sujeita à inundação periódica ou sazonal sendo regularmente ocupada pelas cheias, pelo menos uma vez ao ano.

-leito maior excepcional (4) corresponde à áreas ocupadas pelo escoamento das águas mais elevadas (enchentes) e é submerso em intervalos irregulares e ocasionais.

Terraços: são áreas situadas em posição elevada em relação ao curso d'água atual, não sendo recoberto nem mesmo nos períodos das maiores enchentes. São constituídos por areias, argilas, areias siltsas, podendo apresentar ou não cascalhos e matacões. São secos e apresentam nível freático mais profundo. São feições descontínuas ao longo dos vales.

Problemas esperados e/ou restrições à ocupação

.Área sob proteção legal destinada à conservação e à preservação ambiental.

.Inundações periódicas.

.Área de vulnerabilidade natural alta com risco elevado de contaminação e poluição do aquífero.

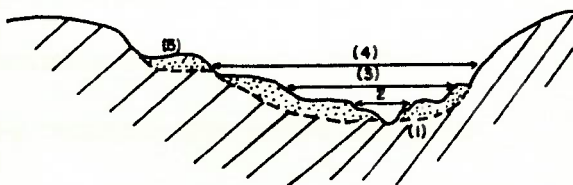
.A ocorrência de camadas de materiais compressíveis e expansivos podem provocar recalques diferenciais em fundações, desvio de tubulações, instabilidade em paredes de escavação e recalque no subleito de vias.

.A possibilidade de ocorrência de matacões pode trazer problemas de escavação.

.A profundidade do nível freático e sua variação traz problemas para escavação e estabilidade das paredes.

.A presença de materiais orgânicos ricos em sulfatos de magnésio e de sódio podem produzir gás carbônico e ácidos minerais e orgânicos, que reagem com concreto e metais, danificando obras enterradas.

.A presença de pH maior que 7,0 e de sais dissolvidos facilitam processos corrosivos



das tubulações, enquanto que os ácidos minerais ou bases fortes favorecem a lixiviação do concreto.

Recomendações

.As planícies de inundação devem ser utilizadas para implantação de áreas verdes e/ou área de lazer.

.No caso da necessidade de uso e/ou ocupação destas áreas, devem ser executados estudos geológicos e geotécnicos para avaliação dos seguintes aspectos:

- > composição e espessura dos materiais constituintes da planície;
- > profundidade do lençol freático e caracterização química das águas;
- > caracterização do comportamento geotécnico dos materiais constituintes;
- > características do comportamento hidrográfico da planície, regime e duração de cheias

Restrições Legais ao Uso e Ocupação

- Leis Federais:

4771/1965, Código Florestal, artigo 2º

6766/1979, Lei de Parcelamento do Solo Urbano, art. 3º, 4º

- Leis Estaduais:

Decr. Est. 13069/1978, Lei de Saneamento Ambiental Urbano

Constituição Estadual, Capítulo IV, Artigo 197

- Leis Municipais

6031/1988

6367/1990 art. 27

Fonte:

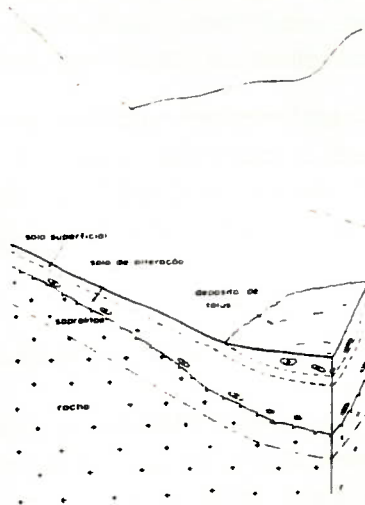
- Christofolletti, A. 1974. Geomorfologia. Ed. Edgar Blucher. São Paulo.

- Moretti, R. S. 1986. Loteamentos: manual de recomendações para elaboração do projeto. IPT. São Paulo. 180 p.

6.3. NORMAS DE USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

O solo é a porção da superfície terrestre onde se anda, constrói e se planta, constituindo-se na interface entre as rochas (litosfera), o ar (atmosfera), a água (hidrosfera) e a vida (biosfera). É formado por várias unidades, dispostas na forma de horizontes, que apresentam características e comportamentos específicos frente às diversas solicitações antrópicas. Embora estas unidades sejam elementos naturais evidentes, são descritos de diferentes modos por cada uma das Ciências da Terra, que avaliam seus atributos em consequência do tipo de uso a que o solo se destina.

1. Caracterização Geológico-Geotécnica dos Solos



-> **Solo superficial (residual maduro ou laterítico):** unidade mais superficial, frequentemente laterizado (concentração de óxidos de ferro e alumínio), com alta porosidade e com matéria orgânica. Apresenta maior resistência aos processos erosivos devido às suas características granulométricas e estruturais, com maior capacidade de suporte e favorável à implantação de cobertura vegetal.

-> **Solo residual (solo saprolítico):** unidade subjacente ao solo superficial com propriedades texturais diretamente relacionadas aos processos pedogenéticos e a rocha de origem. Constitui-se em um solo problemático para obras civis em função de suas características texturais e estruturais, possuindo baixa capacidade de suporte e sendo susceptível à erosão.

-> **Saprolito (transição solo-rocha):** unidade que não pode mais ser considerada como solo devido à sua característica de resistência, porém apresenta-se muito alterada ou fraturada, o que lhe confere um comportamento intermediário entre o solo e a rocha. Possui as mesmas características geotécnicas do solo subjacente.

-> **Rocha:** unidade mais profunda do manto de alteração, apresentando resistência superior às unidades subjacentes.

Problemas esperados e/ou restrições a ocupação

.Solos arenosos ou de características texturais arenosas, com predomínio de grãos menores ou iguais à 5 milímetros, porosos e bastante permeáveis. Possuem pouca

menores ou iguais à 5 milímetros, porosos e bastante permeáveis. Possuem pouca resistência à ação da água, principalmente quando localizados/expostos em áreas de rupturas de declive ou a meia encosta, o que favorece o carreamento de material pelo fluxo pluvial, provocando movimentos de massa e erosão em sulcos e ravinas, podendo evoluir para processos mais intensos como os boçorocamentos.

.Solos de **textura fina** são os que apresentam predominância de grãos menores ou iguais à 0,074 milímetros, e podem ser classificados em siltosos, silto-argilosos, argilo-siltosos ou argilosos. Constituem solos pouco permeáveis e mais resistentes a ação das águas pluviais, podendo entretanto, apresentar erosão em sulcos e ravinas preferencialmente em terrenos declivosos dado os aumentos de volume e velocidade do escoamento superficial. Além disso, esses solos podem conter horizontes de materiais compressíveis e expansivos, resultando na ocorrência de recalques diferenciais.

.Solos **hidromórficos** apresentam, independentes da textura granulométrica, baixa capacidade de suporte, em geral associada à áreas de alagadiços, planícies flúvio-lacustres ou terrenos com nível freático elevado. Estas condições implicam em sérios problemas para a ocupação antrópica, sendo desfavorável à implantação de obras.

Recomendações

1. Uso da camada superficial do solo

Devido as suas propriedades físicas e mecânicas, o solo superficial é um importante insumo na recomposição de áreas degradadas por obras civis e mineração devendo ser removido e estocado para posterior reposição. A medida em que corresponde à uma camada invariavelmente muito delgada, sua remoção e utilização deverá ser feita segundo os seguintes critérios:

- > equipes de operação deverão receber orientações para um melhor aproveitamento e conservação deste material;
- > evitar contaminação de superfície ainda não removida por lavagens e serviços de manutenção de campo em maquinários (trocas de óleo) e trânsito sobre a área;
- > a camada fértil pode ser estocada em cordões ou leiras, com até 1,5 metro de altura, ou em pilhas individuais de 5 a 8 m³, também não passando da mesma altura;
- > identificar a espessura da camada fértil do solo possível de ser aproveitada;
- > durante a remoção evitar mistura com o subsolo (Horizonte C) que possa vir a comprometer a qualidade da camada fértil do solo;
- > solos de áreas com camada fértil alterada (oficinas, depósitos de minérios, rejeitos) não devem ser misturados com solos não alterados e deverá ser estudado o aproveitamento do material conforme o grau de modificação da qualidade original;

-> a camada fértil do solo poderá ser aproveitada imediatamente ou estocada em depósitos já previamente projetados. O prazo de estocagem não deve passar de dois anos;

-> deve-se evitar a compactação das pilhas da camada fértil do solo;

-> evitar a alteração das características do solo removido. O revolvimento periódico promove uma aeração maior, favorecendo a preservação da atividade biológica;

-> a cobertura das pilhas por vegetação morta, serrapilheira ou o plantio de gramíneas/leguminosas, evita a lixiviação e insolação, propiciando também a manutenção das características, atividades biológicas e umidade do solo;

-> os locais das pilhas devem ser previamente preparados com obras de drenagem e proteção à pilha que será formada, visando evitar perdas de solo e nutrientes por erosão e lixiviação.

2. Recolocação da camada superficial do solo

Estes critérios visam a revegetação de áreas de implantação de obras civis e/ou de mineração onde os projetos de recuperação devem ainda considerar:

-> a espessura necessária da camada para cada área de acordo com o volume disponível no local;

-> a camada deve ser regular, obedecendo a conformação topográfica;

-> o recobrimento de toda a superfície, inclusive taludes;

-> a minimização do movimento de equipamento sobre as áreas que já tenham recebido a camada fértil do solo;

-> quando da estocagem do solo o cronograma da operação de recolocação deverá estar ajustado com o cronograma de recuperação.

3. Técnicas de Conservação de Solo em Áreas de Implantação de Obras Civis

a. Cobertura vegetal com gramíneas

Tipo de proteção superficial que, além de diminuir o escoamento da água diretamente sobre o solo da superfície do talude, melhora a resistência da camada superficial, através do efeito de travamento do solo exercido pelas raízes. Seu uso é recomendado para a proteção da superfície de taludes naturais, de corte e aterros. O plantio pode ser feito por semeadura, hidrossemeadura, mudas ou através de grama em placas.

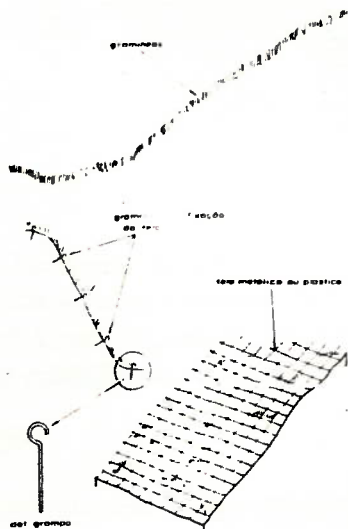
Em taludes mais íngremes (inclinação superior a 3H:2V), pode-se utilizar telas plásticas, fixadas por grampos ou chumbadores para a colocação da grama em placas ou fixação das sementes na hidrossemeadura. De qualquer forma, a técnica de

plântio e o tipo de gramínea mais adequados dependem de fatores como solo, inclinação do talude e condições climáticas, sendo, portanto, específicos para cada caso.

Cuidados na implantação

-> a execução deverá ser feita imediatamente após a conclusão dos serviços de terraplanagem;

-> após a implantação, qualquer tipo de proteção vegetal deverá ser objeto de acompanhamento e manutenção, sem o que é muito difícil garantir um bom resultado.



b. Selos de solo argiloso

São usados para o preenchimento de sulcos de erosão, trincas e fissuras, em associação com outros tipos de proteção superficial, preferencialmente, a cobertura vegetal.

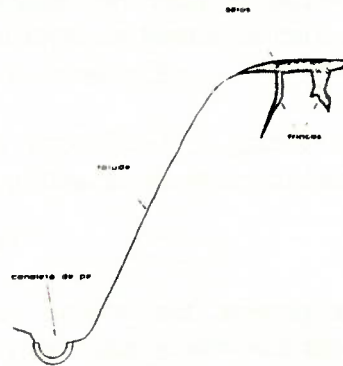
Cuidados na implantação

-> o preenchimento dos sulcos e trincas só deverá ser feito após resolvidos os problemas de drenagem das águas pluviais;

-> quando da obtenção de material para preenchimento dos sulcos e trincas, deverão ser tomados certos cuidados no manejo do solo, visando evitar o desenvolvimento de erosão nas áreas de empréstimo. Esses cuidados são válidos para qualquer obra de terraplanagem, devendo contemplar as seguintes operações:

- remoção da vegetação de maior porte;
- remoção e estocagem da camada superior de solo orgânico e da vegetação de menor porte, para posterior recobrimento das áreas terraplanadas (neste caso, da área de empréstimo);

- remoção e estocagem do solo superficial para preenchimento dos sulcos e trincas.



c. Pano de pedra

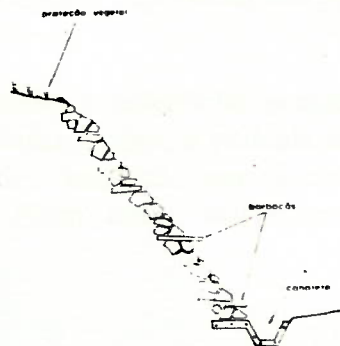
Constitui-se basicamente no revestimento do talude por blocos de rocha, talhados em forma regular e com tamanho conveniente. Esses blocos são arrumados sobre o talude e rejuntados com argamassa, ficando o mesmo protegido contra a erosão e promovendo sua maior estabilidade.

Cuidados na implantação

-> o assentamento dos blocos sobre o talude deve ser executado de modo a se conseguir o maior travamento possível na interface pano de pedra/solo natural; assim, deve-se cravar a face mais aguda do bloco na superfície a ser protegida;

-> devem ser executados drenos (barbacãs);

-> em casos onde a inclinação do talude seja mais acentuada e as dimensões da contenção de maior porte, deve-se provê-la de uma fundação corrida simples, assentada em terreno firme.



d. Gabião-manta

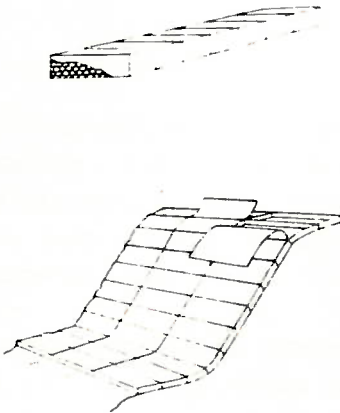
O gabião consiste em uma armação de malha metálica preenchida por pedras, podendo ser construído na forma de caixa, saco ou manta, de acordo com sua utilização como elemento de contenção.

Para proteção superficial, o gabião de tipo manta apresenta vantagens quanto à possibilidade de utilização de material local e capacidade autodrenante.

Cuidados na implantação

-> as pedras devem ser arrumadas dentro dos gabões, e não ser simplesmente jogadas, de modo que se obtenha um arranjo bastante denso;

-> como elemento de transição entre os gabões e o material do talude, devem ser utilizadas mantas de poliéster ou areia.



e. Impermeabilização asfáltica

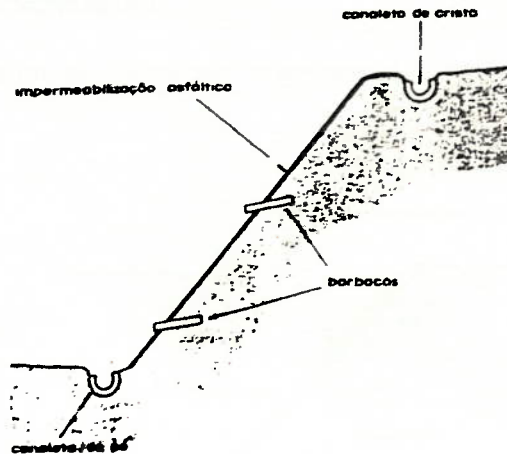
Consiste na aplicação de uma camada delgada de asfalto diluído a quente ou em emulsão, por rega ou por aspersão. Sua função é proteger os taludes e bermas da erosão provocada pelo escoamento superficial das águas pluviais, evitando a infiltração destas no maciço.

Este tipo de proteção superficial necessita de manutenção constante para garantir um desempenho adequado, pois a película asfáltica sofre deterioração pela ação dos raios solares, podendo, também, ser facilmente danificada por ação física (pedestres, tráfego, etc.). Além disso, seu emprego em áreas habitadas apresenta inconvenientes ambientais.

Cuidados na implantação

-> a superfície do talude deve ser previamente aplainada, removendo-se todo o material solto e qualquer resíduo vegetal ou orgânico;

-> devem ser previstos drenos (barbacãs) regularmente espaçados ao longo da superfície, de modo a evitar o surgimento de pressões neutras localizadas, que tendem a favorecer o deslocamento da cobertura.



f. Solo cal-cimento

A aplicação de solo-cal-cimento para a proteção superficial de taludes é uma técnica praticamente desconhecida no Brasil, porém amplamente difundida em outros países. Em Hong Kong, por exemplo, utiliza-se uma mistura de solo, cal e cimento, aplicada em estado plástico, para proteger taludes de cortes e aterros da erosão superficial e reduzir a infiltração de água.

Este tipo de proteção superficial apresenta, contudo, desvantagens de natureza estética e ambiental, e seu emprego, como obra permanente, necessita de uma avaliação específica em cada caso.

Cuidados na implantação

-> a proporção recomendada, em peso, é de uma parte de cimento Portland, três partes de cal hidratada e vinte partes de solo. O solo deve ser isento de vegetação, raízes e qualquer outro tipo de matéria orgânica;

-> antes da aplicação da mistura, deve-se proceder à limpeza da área;

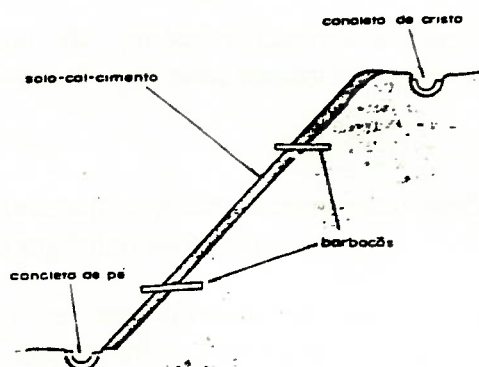
-> a aplicação da mistura é feita em duas camadas, cada uma com espessura mínima de 20 milímetros (em obras provisórias pode-se usar uma camada). A superfície da primeira camada deve ser rugosa; o intervalo de tempo para a execução da segunda camada é em geral, de 24 horas, e sua superfície final deve ser lisa, facilitando o escoamento superficial;

-> pode-se acrescentar colorantes à segunda camada, de modo a minimizar a reflexão da luz na superfície lisa;

-> devem ser evitadas juntas coincidentes nas duas camadas;

-> a superfície protegida deve contar com drenos (barbacãs) para prevenir o desenvolvimento de pressões devido à presença de água atrás do revestimento. Recomenda-se que a drenagem seja locada a partir da inspeção da superfície do talude, antes da aplicação do revestimento;

-> o revestimento deve ser inspecionado periodicamente e refeito quando necessário.



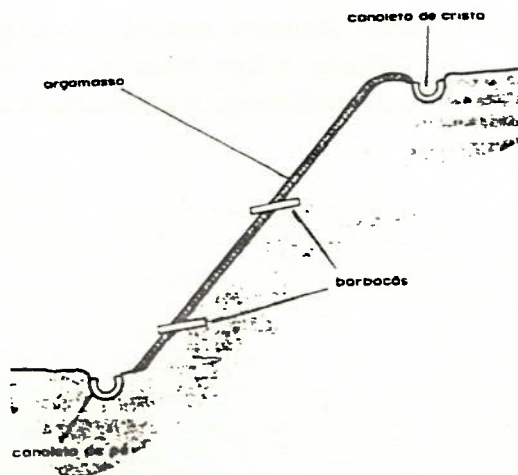
g. Argamassa

Engloba a aplicação manual ou mecanizada de cobertura de argamassa de cimento e areia, sendo um tipo de proteção superficial eficiente e que exige pouca manutenção. Porém, seu custo é relativamente elevado.

Cuidados na implantação

-> a área a ser protegida em argamassa deve estar perfeitamente limpa, livre de vestígios de vegetação, solo orgânico ou entulho;

-> devem ser executadas juntas de dilatação, bem como barbacãs, para permitir a drenagem da água existente na massa de solo.



h. Tela e gunita

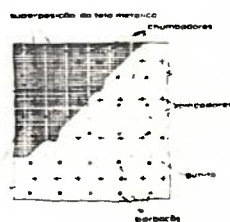
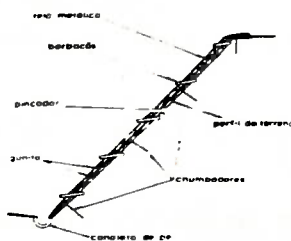
Trata-se de uma técnica evoluída, a partir da aplicação de argamassa, com o objetivo de operacionalizar sua execução, obtendo maior rendimento. Consiste em uma tela metálica com malha de 5 a 20 centímetros e fios de 2 a 5 milímetros, presa à superfície do talude por chumbadores e pinçadores, sobre a qual se projeta uma argamassa de cimento e areia (gunita), com espessura média de 3 a 5 centímetros.

Este é um tipo de proteção superficial de custo bastante elevado, principalmente devido à adoção da tela para armação e sustentação da gunita.

Cuidados na implantação

-> a área que receberá a gunita deverá estar perfeitamente limpa, livre de vestígios de vegetação, solo orgânico ou entulho;

-> a gunita deve ser provida de drenos (barbacãs) para evitar o represamento da água que, agindo sobre o revestimento, pode provocar sua ruptura ou trincamento e posterior deterioração.

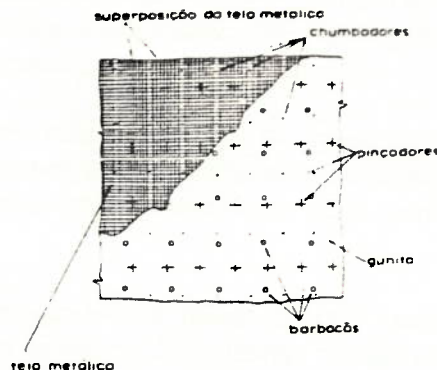
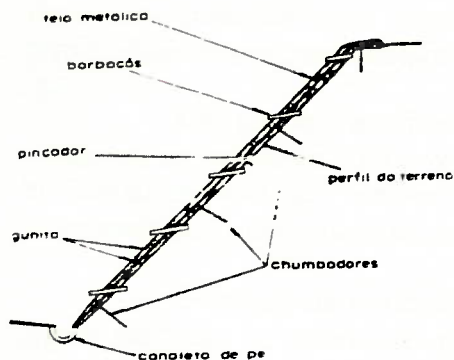


i. Tela

Consiste na utilização de tela metálica fixada à superfície do talude por meio de chumbadores, em locais onde existe possibilidade de queda de pequenos blocos, com conseqüente descalçamento e instabilização de áreas sobrejacentes.

Cuidados na Implantação

-> a tela deve ser protegida contra corrosão, especialmente quando instalada em meio agressivo.



Fonte:

- Girardi, V. A. V. 1979. Petrologia de rochas ígneas. Apostila de Curso. Departamento de Mineralogia e Petrologia do Instituto de Geociências/USP. São Paulo. 126 p.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1991. Ocupação de encostas. IPT. São Paulo. 231 p.
- Moretti, R. S. 1986. Loteamentos: manual de recomendações para elaboração do projeto. IPT. São Paulo. 180 p.

6.4. DECLIVIDADE DE ENCOSTAS

A encosta é uma superfície natural inclinada (declive) que une duas outras superfícies de inclinação menor. O termo encosta é mais utilizado em caracterizações regionais, enquanto que talude natural é mais empregado em descrições locais, principalmente por profissionais atuantes em geotecnia.

Os taludes naturais são definidos como encosta de maciços terrosos, rochosos, ou mistos de solo e rocha, originados por agentes naturais e de superfície não horizontal mesmo que tenham sofrido algumas ações antrópicas, tais como cortes, desmatamentos, introdução de carga, etc.

O talude de corte é definido como sendo um talude natural resultante de algum processo de escavação promovido pelo homem. Já o termo talude artificial é usado para designar taludes construídos com materiais de aterro (declives de aterros) e rejeitos industriais ou de mineração.

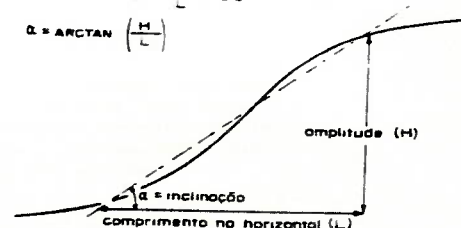
Os principais elementos geométricos de uma encosta ou talude são:

. **Declividade:** é dada pelo fator percentual relativo ao ângulo formado entre o desnível de duas ou mais curvas de nível e o espaçamento entre elas.

. **Amplitude (H):** indica a diferença de cota existente entre a base e o topo da encosta (desnível vertical). Este desnível caracteriza um tipo de perfil ao longo de sua extensão transversal, que pode ser retilíneo, convexo ou côncavo.

$$\text{declividade (\%)} = \frac{H}{L} \times 100$$

$$\alpha = \text{ARCTAN} \left(\frac{H}{L} \right)$$



A declividade é agrupada em classes ou intervalos definidos de modo a adequar as atividades de uso e ocupação do solo, nessas superfícies. As classes de declividades utilizáveis são dadas à seguir, indicando a sua característica e as atividades nelas recomendáveis:

CLASSES DE DECLIVIDADES	RECOMENDAÇÕES DE USO E RESTRIÇÕES E/OU PROBLEMAS ESPERADOS	CLASSES DE DECLIVIDADES	RECOMENDAÇÕES DE USO E RESTRIÇÕES E/OU PROBLEMAS ESPERADOS
< 2 %	<ul style="list-style-type: none"> - Favorável a implantação de aeroportos internacionais; - Favorável a atividade agrícola intensiva e ao uso de máquinas agrícolas; - Áreas impróprias às instalações de saneamento e canalizações subterrâneas de água; - Área sujeita à inundação 	20 % - 25 %	<ul style="list-style-type: none"> - Classe limite para estruturas de engenharia.
2 % - 5 %	<ul style="list-style-type: none"> - Favorável ao uso agrícola mecanizado; - Favorável a implantação de aeroportos locais, rodovias e ferrovias principais. 	25 % - 30 %	<ul style="list-style-type: none"> - Classe limite máximo por lei para ocupação de encostas sem projetos especiais erosivos.
5 % - 10 %	<ul style="list-style-type: none"> - Exige práticas simples de conservação, exceto no caso de utilização agrícola intensiva, onde medidas mais complexas devem ser adotadas; - Corresponde ao limite máximo para a implantação de saneamento, ferrovias e indústrias; - Favorável ao uso de máquinas agrícolas. 	30 % - 47 %	<ul style="list-style-type: none"> - Classe limite para operação de veículos tracionados, uso como áreas de recreação ou qualquer tipo de ocupação; - Limite máximo para corte raso de madeira, sem projeto de exploração sustentada.
10 % - 15 %	<ul style="list-style-type: none"> - Propício para o uso de máquinas agrícolas, ainda que com dificuldade; - Áreas recomendadas para culturas perenes, pastagens ou reflorestamento; - Limite de vias principais e loteamentos perpendiculares às curvas de nível; - Limite máximo para a implantação de projeto de engenharia simples e pouco complexos. 	47 % - 70 %	<p>Terrenos muito íngremes ou escarpados, com desenvolvimento de solos muito rasos e extremamente susceptível à erosão.</p>
15 % - 20 %	<ul style="list-style-type: none"> - Propício para a implantação do sistema viário local; - Propício a implantação de lotes paralelos às curvas de nível; - Classe limite para a implantação de residência individuais e estradas. 	> 70 %	<p>Terrenos escarpados, em geral sem o desenvolvimento de solos e com exposição de rocha.</p>

Tratamento do assunto pela legislação

Assunto legal: Declividade

Escopo do assunto legal: Pendor ou inclinação do terreno, considerado de cima para baixo seja natural ou pro-duzido pela intervenção humana.

Objetivos da legislação:

.Restringir ou proibir a ocupação em áreas íngremes em função do grau de dificuldade de recuperação da vegetação local e de desestabilização da encosta decorrente da intervenção, aumento do grau de susceptibilidade do terreno a escorregamentos e movimentos de massa em geral.

.Restringir ou proibir o aumento da ocupação em áreas de terrenos íngremes, em função do alto risco que representa à vida humana, vegetação local ou dos entornos.

Competência para legislar: Atribuída à União, aos Estados e aos Municípios (nos Estados e Municípios tem caráter suplementar).

Leis Federais: Código Florestal (Lei nº 4.771/65) segundo o qual, em declividades maiores do que 47% não deve haver ocupação, sendo este o limite máximo de corte raso à partir do qual só é permitida a exploração sustentada por coberturas de florestas.

Lei de Parcelamento do Solo Urbano: prevê que loteamentos e desmembramentos urbanos só serão autorizados em declividades de até 30%, sendo este, o limite máximo para urbanização sem restrições, a partir do qual todo e qualquer parcelamento far-se-á através de exigências específicas (Lei Lehmann nº 6.766/79).

Fonte:

- De Biase, M. 1992. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. In Revista do Departamento de Geografia FFLCH/USP. nº 6. São Paulo. p 45-53.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1991. Manual de Ocupação de Encostas. São Paulo. 231 p.
- Lepsch, I. F.; Bellinazzi Jr., R.; Bertolini, D.; Espíndola, C. R. 1983. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Sociedade Bras. de Ciência do Solo. Campinas, São Paulo. p. 87-90.
- Zuquette, L. V. 1987. Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para condições brasileiras. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos/USP. São Carlos, São Paulo. Volume II. p. 242-244.

CETESB - Companhia Ambiental
do Estado de São Paulo
BIBLIOTECA

6.5. CRITÉRIOS PARA OBRAS DE CONTENÇÃO DE BOÇOROCAS

As boçorocas representam o estágio mais avançado da transição gradual da erosão laminar para erosão em sulcos e ravinas cada vez mais profundas. Resultam da articulação entre a erosão causada por escoamento d'água superficial concentrado; e, subsuperficial, com erosão interna (entubamento ou "piping") e surgência de água provinda do lençol freático.

O desenvolvimento destes fenômenos embora dependa das condições naturais do meio físico, na maior parte dos casos está associada à modos de uso e ocupação inadequados dos terrenos, que favorecem o desencadeamento e/ou intensificação do processo.

Os fatores naturais condicionantes são: o tipo de solo, o relevo, a ação das águas superficiais e, indiretamente, o tipo de substrato rochoso.

No caso da ação antrópica o processo é condicionado por intervenções que diminuem a capacidade de infiltração do solo, aumentam o volume e velocidade das enxurradas e/ou concentram o escoamento superficial. Nas áreas rurais o processo relaciona-se à drenagens de estradas mal implantadas, caminhos de gados e cercas, enquanto que, nas áreas urbanas ocorrem os arruamentos, as edificações e pavimentações feitas de modo inadequado.

Para o tratamento e recuperação dos terrenos onde as ravinas e boçorocas já estão instaladas, torna-se emergente a adoção de medidas que visem o disciplinamento das águas superficiais de chuva e esgoto, o disciplinamento das águas subsuperficiais e a estabilização dos taludes das boçorocas. Tais obras devem ser implantadas durante a época da estiagem, quando não ocorrem chuvas intensas que favorecem a ativação do processo.

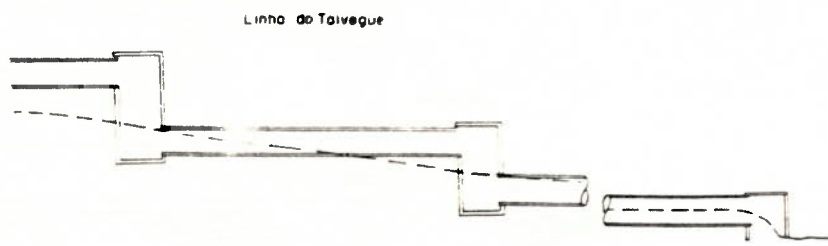
1. Disciplinamento das águas superficiais de chuva e esgoto

Compreende a implantação de diferentes tipos de obras para o disciplinamento das águas, visando a sua captação na cabeceira da boçoroca e sua condução até um local adequado para a descarga, onde sua energia possa ser dissipada e todo o processo controlado. Neste sentido as obras mais adequadas são:

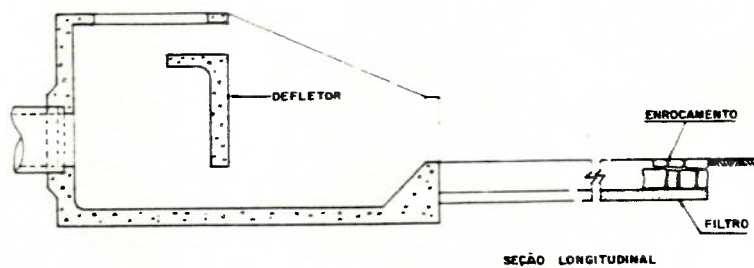
-> assentamento das tubulações em solo natural resistente, material compactado ou berço de brita, e avaliação na capacidade de carga das fundações;

-> construção, nas laterais da boçoroca de estruturas de captação (boca de lobo) ou desvios (valetas ou murundu e canais);

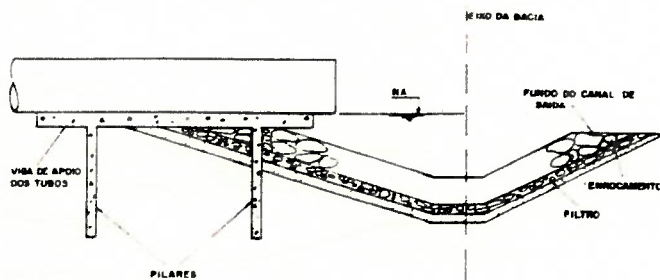
-> previsão de estruturas de concreto de apoio e dissipadores de energia, nos pontos de lançamento final dos emissários, conforme ilustrações à seguir.



Parte de um projeto de emissário visando controle das águas dentro da boçoroca.

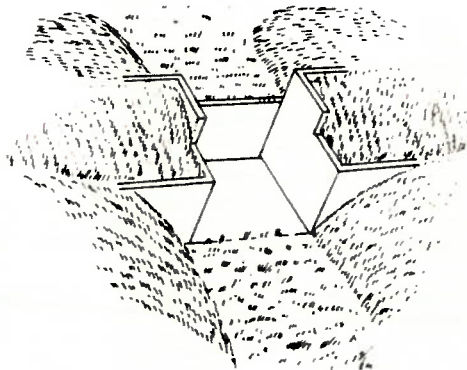


Exemplo de dissipador de energia tipo bacia de impacto. (Fonte: Pontes, A.B. 1990)



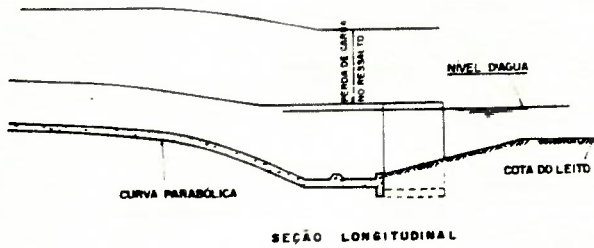
Exemplo de bacia de dissipação tipo mergulho.

(Fonte: Pontes, A.B. 1990)



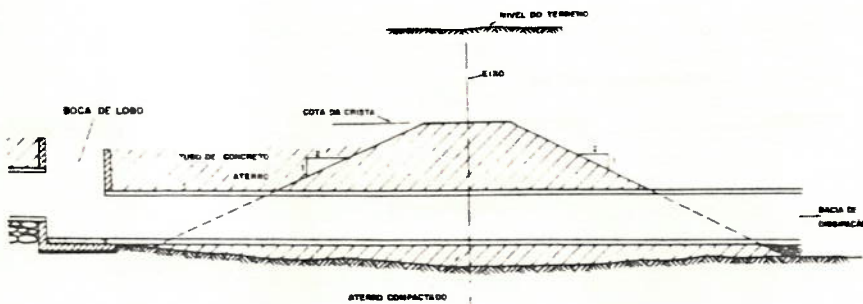
Vertedor de queda.

(Fonte: Organização dos Estados Americanos 1972)



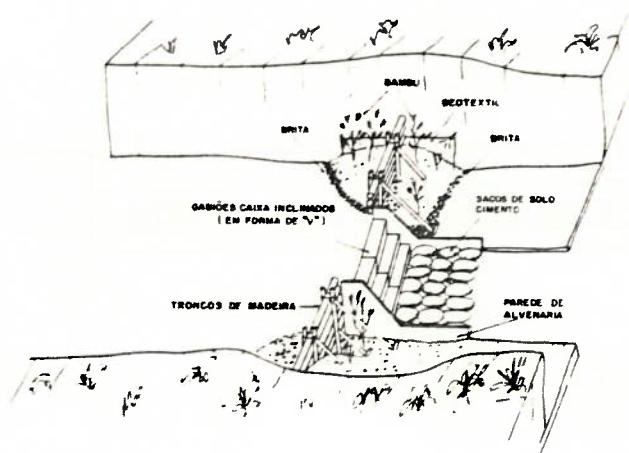
Dissipador de energia acoplado a vertedor.

(Fonte: Fendrich, R. et alli 1984)



Esquema de pequeno barramento projetado em uma boçoroca com vertedor tipo cachimbo ou tulipa.

(Fonte: Organização dos Estados Americanos 1972)

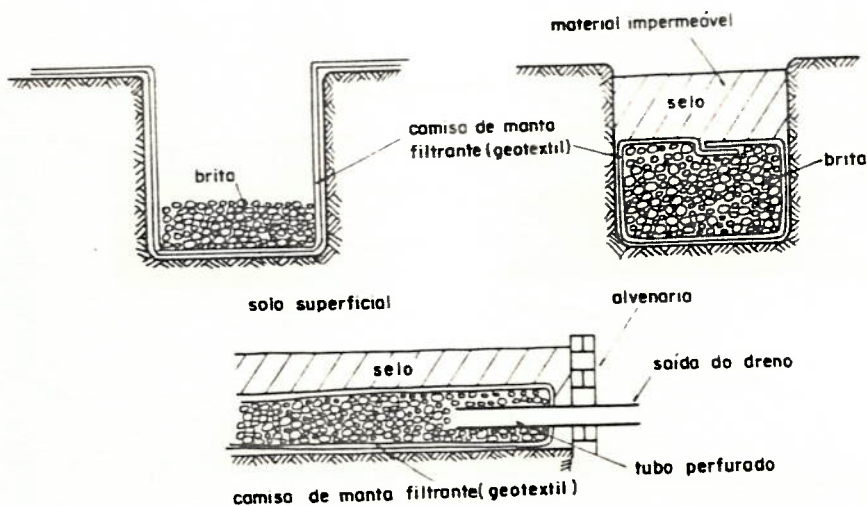


Obras auxiliares de proteção - barragem mista de madeira e gabiões

2. Disciplinamento das águas subsuperficiais

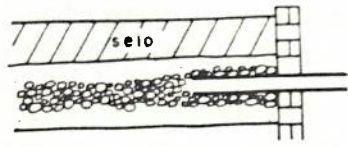
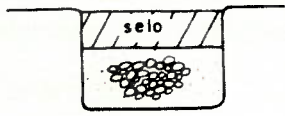
Deve ser feito com a instalação de drenos enterrados, nas laterais das boçorocas, visando impedir a evolução lateral das boçorocas que ocorre pelo arraste do solo mediante um processo de erosão tubular regressiva (entubamento ou "piping").

Exemplos:

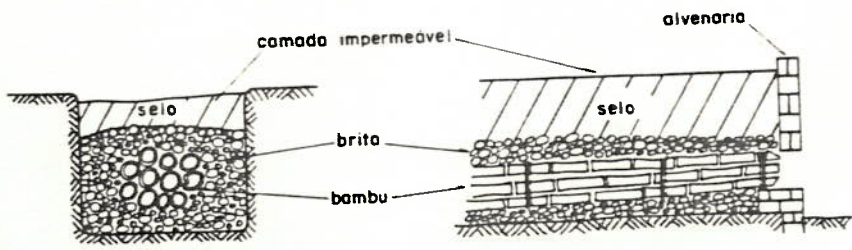


Dreno com material sintético geotêxtil

CETFSE - Companhia Ambiental
do Estado de São Paulo
BIBLIOTECA



Dreno cego



Dreno de bambu

3. Estabilização dos taludes da boçoroca

A estabilização dos taludes é feita através da realização de obras de terraplanagem (conformação das bordas, cortes com bermas) e imediata reposição da cobertura vegetal. Esta deve ser aplicada em todas as obras de terra, nos taludes e em toda a área lateral da boçoroca, sendo necessária a seleção das espécies vegetais mais adaptadas às condições locais e com crescimento rápido.

Fonte:

- Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) & Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1990. Controle de Erosão. São Paulo.
- Ponçano, W.L. & Prandini, F.L. 1987. Boçorocas no Estado de São Paulo: uma revisão. In Anais do 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Marília, São Paulo.

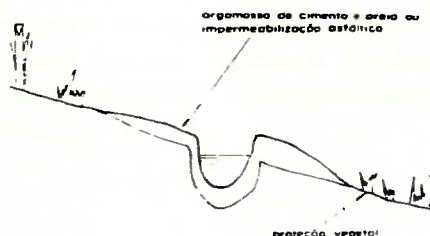
6.6. CRITÉRIOS E OBRAS PARA O DISCIPLINAMENTO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS.

Definição: O disciplinamento das águas superficiais (pluviais ou servidas) e subterrâneas, compreende uma série de obras de captação e condução eficiente destas águas, de modo a se evitar o desencadeamento de processos erosivos superficial, ravinas e boçorocas, escorregamentos, assoreamentos e enchentes. As obras de drenagem são importantes para trabalhos de contenção de taludes, implantação de loteamentos e sistemas viários, atividades agropecuárias, como também em áreas de mineração.

As obras de drenagem devem ser contempladas em todas as atividades antrópicas, a medida em que os problemas decorrentes da sua ausência ou ineficiência têm elevados custos para recuperação, devendo ser devidamente dimensionada. Deste modo, são necessários estudos geológicos-geotécnicos no caso da implantação de obras nas áreas urbanas, e de estudos de conservação e manejo do solo nas áreas rurais.

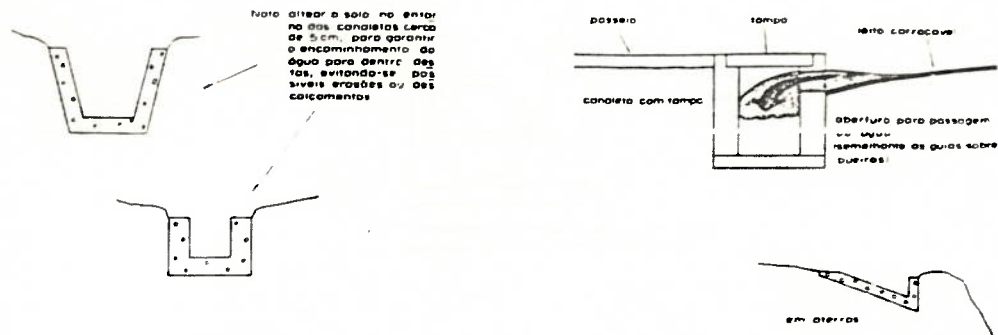
Drenagem superficial

Valas revestidas: são canais abertos em solos e revestidos com uma camada de impermeabilização asfáltica ou argamassa de cimento para evitar a erosão e infiltração, facilitando o escoamento e a manutenção. Necessita que se realize um trabalho constante de manutenção no sistema, sendo recomendável o seu uso como ramificação secundária de um sistema de drenagem principal em razão da baixa capacidade de vazão;

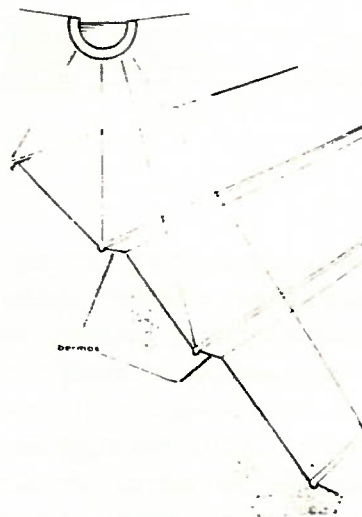


Canaletas moldadas "in loco": são canais geralmente abertos, destinados a coletar as águas superficiais, tanto em obras de retaludamento (canaletas de berma, de crista e de base dos taludes de corte e aterro), quando no leito das ruas. Possuem seções retangulares, trapezoidais ou triangulares, podendo ser executadas em concreto moldado "in loco", em blocos e com fundo concretado, ou revestidas com asfalto, constituindo-se em um sistema de drenagem de maior capacidade de vazão que o anterior. Necessita que se instale, nos pontos de descarga das canaletas, dispositivos para a dissipação de energia (caixa de dissipação), de forma a evitar que a água lançada provoque erosões; caixas de transição devem ser feitas quando houver mudança na direção do escoamento ou entre canaletas de seções transversais distintas; quando

provoque erosões; caixas de transição devem ser feitas quando houver mudança na direção do escoamento ou entre canaletas de seções transversais distintas; quando utilizadas na drenagem do sistema viário, de-vem ser cobertas com tampas removíveis de concreto, constituindo-se, assim, em coletor subterrâneo;

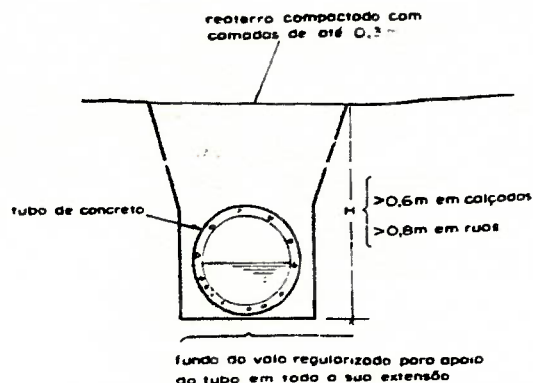


Canaletas pré-moldadas: são peças pré-fabricadas em concreto, geralmente na forma de meia cana, com diâmetro e espessura variáveis, conforme a vazão da água a ser conduzida; seu uso é bastante frequente devido à grande facilidade e rapidez de instalação. Podem ser empregadas tanto em obras de retaludamento (canaletas de berma, de crista e de base dos taludes de corte e aterro), quanto em drenagem do sistema viário. Neste caso, apresentam, em relação as sarjetas, maior capacidade de escoamento, dificultando, no entanto, a implantação de calçadas. Deve-se instalar nos pontos de descarga, caixas para dissipação de energia da água, de forma a evitar a ocorrência de erosões; quando houver mudança na direção do escoamento ou entre canaletas de seções trans-versais distintas, deve-se construir caixas de transição;

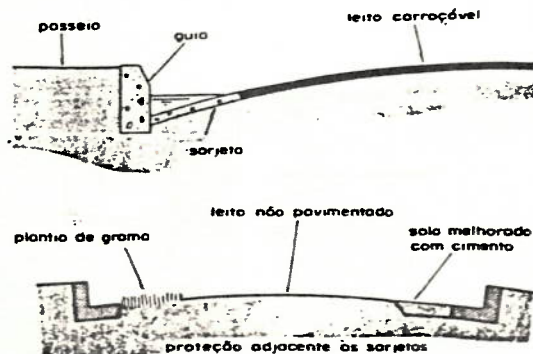


Tubos de concreto: são obras de drenagem convencionais, sendo utilizadas em conjunto com guias, sarjetas, bocas de lobo e galerias. Os tubos de concreto são enterrados, com diâmetro e espessura adotados conforme a vazão a ser conduzida. necessita de caixas de dissipação ao longo das tubulações para limitar a velocidade do

escoamento; caixas de transição devem ser construídas quando houver mudança na direção do escoamento ou na dimensão da tubulação;

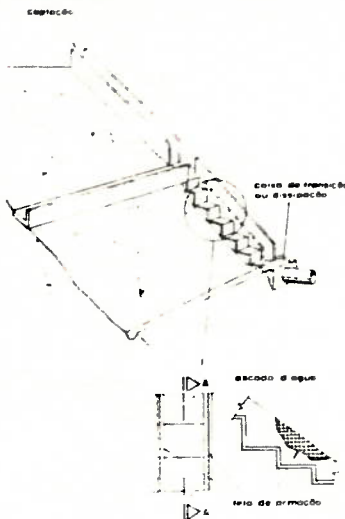


Guias e sarjetas: são obras de drenagem que têm por finalidade captar as águas superficiais do leito das ruas. Em vias não pavimentadas, recomenda-se proteger a faixa ao longo das sarjetas (cerca de 80 cm de largura) com solo argiloso e brita, solo melhorado com cimento ou grama, visando evitar o surgimento de corrosões.

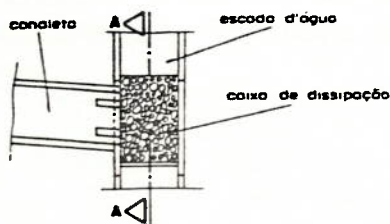


Escada d'água: são canais abertos ou fechados, constituídos em forma de degraus nos taludes de corte e aterro, visando coletar e conduzir as águas superficiais captadas pelas canaletas de concreto. São usadas, principalmente, em encostas com inclinações elevadas, podendo transportar grandes vazões, sendo executadas em concreto armado moldado "in loco". Sua principal vantagem sobre as canaletas e tubos de concreto é a de conduzir grande volume de água em fortes inclinações, sem problemas de erosão no concreto e sem necessidade de caixas de dissipação. É importante, no entanto, minimizar o movimento de terra tanto em corte como em aterro, respeitando-se as dimensões necessárias para evitar velocidades elevadas das águas coletadas;

o terreno de cada lado da escada d'água deve receber uma compactação perfeita numa faixa de 50 cm, evitando que a água escoe paralelamente à escada, formando sulcos de erosão que ocasionem seu descalçamento;

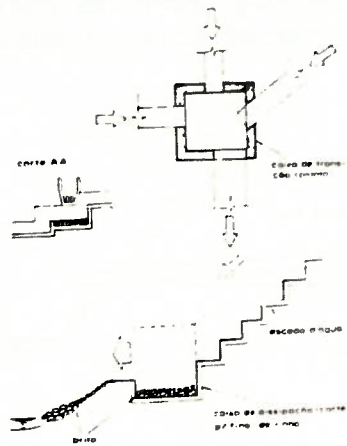


Caixa de dissipação: são caixas construídas nas canaletas, escadas d'água e tubos de concreto, com a finalidade de diminuir e controlar a velocidade de escoamento das águas coletadas, evitando problemas de erosão do solo no ponto de lançamento das águas.



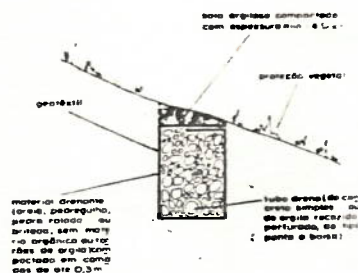
Caixas de transição: são caixas que têm por objetivo, direcionar melhor o encaminhamento das águas e possibilitar a dissipação da energia hidráulica, reduzindo a velocidade do fluxo e impedindo que ocorram desgastes excessivos no concreto. Nas escadas d'água, são construídas canaletas e tubos de concreto, em situações de mudanças bruscas na direção do escoamento ou de união de canaletas de drenagem ou tubulações com seções transversais diferentes. Também, no caso das encostas com declividades abruptas, que exigiriam grandes volumes de corte para instalação de uma

escada d'água, pode-se optar por uma drenagem mista, com canaletas e tubos de concretos associados a caixas de transição.



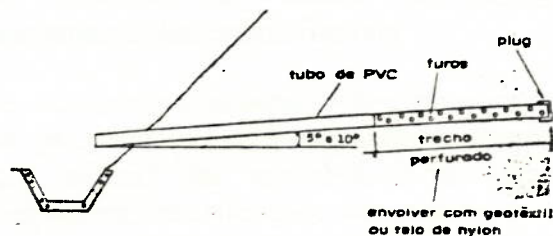
Drenagem subterrânea

Trincheira drenantes: são vales cuja finalidade é interceptar, coletar e escoar a água subterrânea, com o intuito de evitar a saturação da base dos aterros ou dos taludes em corte. Necessita para o escoamento das águas captadas a instalação de um tubo dreno na base da vala, preencher com material drenante adequado e colocar uma camada de solo argiloso compactado na parte superior; dependendo do tipo de solo e da profundidade de trincheira, poderá ser necessário o escoramento da vala; na saída d'água da trincheira drenante, deve ser construída uma caixa de dissipação para impedir a formação de processos erosivos;



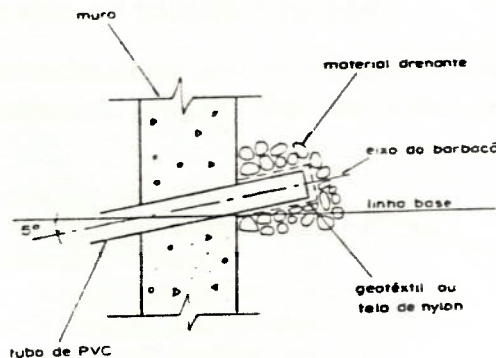
Drenos horizontais profundos (DHP): são tubos instalados em furos de sondagem subhorizontais para captação de águas subterrâneas. Os DHPs atuam no sentido de rebaixar o nível do lençol freático, reduzindo as pressões neutras do fluxo d'água e prevenindo a ocorrência de erosão tubular regressiva ("piping"). Esta tem sido uma das soluções de maior eficiência para a estabilização de massa de talus. É necessário, na escavação dos drenos, evitar que o eixo longitudinal seja desviado do alinhamento

previsto em projeto, devido às camadas muito resistentes ou à presença de matacões; a extremidade interna do tubo de plástico deve ser vedada e a extremidade externa deixada livre, pelo menos um metro para fora da superfície do aterro; as águas drenadas devem ser coletadas e conduzidas para fora da área até locais apropriados para o seu lançamento;



Drenagem de estruturas de contenção

Trincheiras drenantes: são tubos horizontais curtos (no máximo 1,5m), instalados em estruturas de contenção para coletar águas subterrâneas dos maciços situados a montante, rebaixando o nível do lençol freático e diminuindo o empuxo hidrostático sobre a estrutura. Podem ser utilizados também como saídas de drenos (areia, brita) existentes atrás das estruturas de contenção. Na instalação, é necessário que o tubo perfurado seja envolvido com uma tela de nylon amarrada, também com fio de nylon; na colocação dos tubos, deixar uma ponta de pelo menos 10 cm para fora do muro



Fonte:

- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1991. Manual de Ocupação de Encostas. SCTDE/IPT 216p

6.7. CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE LOTEAMENTOS

A implantação racional de loteamentos tem por objetivo, garantir a otimização de recursos tanto do empreendedor na fase de implantação, como do poder público e do usuário na sua manutenção e conservação. Tais cuidados procuram ainda minimizar os impactos sobre o meio físico, principalmente nas áreas mais íngremes onde são freqüentes processos de erosão em sulcos, ravinas, boçorocas, escorregamentos e assoreamento dos canais fluviais.

De modo a minimizar a atuação destes processos deve-se executar estudos geológicos-geotécnicos para avaliar: disposição e o comportamento das drenagens naturais; a declividade natural das encostas, e as características das materiais superficiais quanto a espessura, constituição, capacidade de suporte, profundidade do nível freático, condições de estabilidade dos cortes e a permeabilidade.

Para a elaboração do projeto e a implantação dos loteamentos deve-se levar em consideração os seguintes cuidados:

I. Cuidados quanto às drenagens naturais

.Preservar as linhas de drenagem natural e cabeceira de drenagens, destinando-as a implantação de áreas verdes e/ou de lazer , no caso do leito maior excepcional;

.Para a ocupação dos terraços e/ou do leito maior excepcional caso ocorram solos moles, é conveniente lançar uma camada de material drenante, antes da execução do aterro, cujo projeto deve considerar a necessidade de uma sobrecarga, de modo a acelerar a dissipação das sobre pressões neutras e os recalques por adensamento;

.Adequar a coleta e disposição das águas pluviais e servidas, de modo a evitar erosão superficial acelerada.

II. Cuidados quanto ao solo e o substrato rochoso

.Nas áreas de corte e terraplanagem deve-se remover e estocar o solo superficial que será utilizado para o tratamento primário das vias e das áreas desbastadas, através da revegetação;

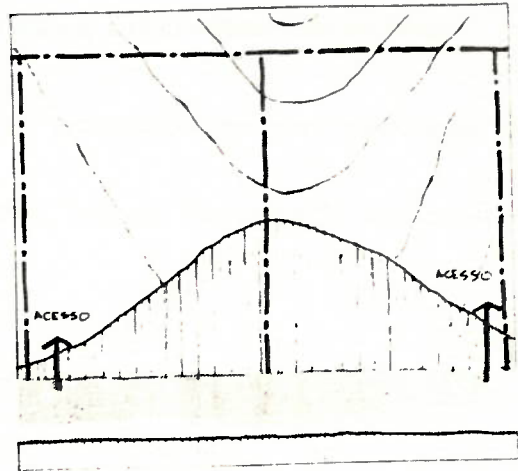
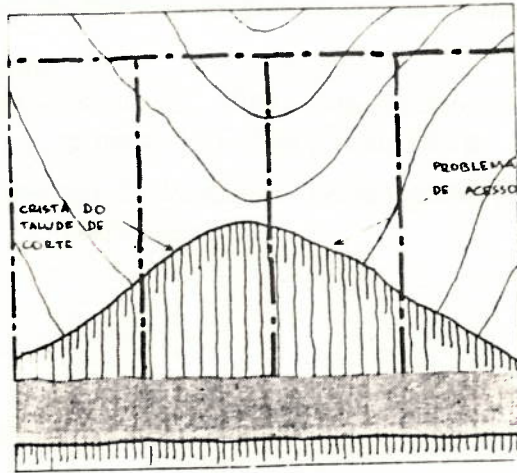
.Os taludes de corte devem ter no máximo 2,5 metros de altura, de modo a poderem ser subverticalizados, evitando assim o desenvolvimento de sulcos erosivos e conseqüente risco de instabilização. Os estudos geológicos-geotécnicos específicos podem vir determinar outros critérios para a implantação dos taludes em conseqüência das características do solo na área do projeto;



.Os taludes de aterro devem ter inclinação de no máximo 3(H):2(V) de modo a permitirem a revegetação que nesse caso é indispensável para a conservação da obra;



.Para os acessos deve-se manter as seguintes condições mínimas: nos lotes com acesso em corte, a testada deverá ter uma altura de corte inferior a 2,5 metros, enquanto que nos lotes com acesso em aterro, a altura deve ser inferior a 1,5 metros pelo menos e 3,0 metros da frente do lote.



- (1) Crista de talude de corte: problemas de acesso para o interior dos lotes devido à padronização do seu tamanho em detrimento da topografia; (2) Acesso ao interior dos lotes devido à adequação do tamanho e número de lotes à topografia.

.Realização de estudos geológicos-geotécnicos para avaliação da profundidade do substrato rochoso, espessura e características do saprolito.

.Caracterização do comportamento geotécnico do substrato rochoso e do saprolito.

.Profundidade e comportamento do nível freático.

.Caracterização da compartimentação estrutural do maciço rochoso e do saprolito.

III. Cuidados quanto à declividade

.Evitar a ocupação de áreas com declividades superiores a 30%;

.Adensar a ocupação nos topos que geralmente possuem topografia mais plana, os quais apresentam menores riscos à urbanização;

.Adequar o projeto de parcelamento do solo (tamanhos dos lotes, largura das ruas) à declividade natural do terreno, evitando-se a padronização do tamanho dos lotes, otimizando-se a implantação de vias de acesso;

.Adequar o tamanho e a orientação dos lotes à declividade do terreno, de modo que os lotes tenham uma testada menor que a profundidade, orientando paralelamente às curvas de nível de modo a reduzir a altura de cortes a aterros e minimizar a interferência na encosta;

.Adotar os critérios para implantação de sistema viário;

.Adotar restrições legais quanto às drenagens naturais e à declividade das encostas.

Fonte:

- Moretti, R. S. 1986. Loteamentos: manual de recomendações para elaboração de projeto. IPT. São Paulo. 180 p.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). 1991. Manual de ocupação de encostas. São Paulo. 231 p.

6.8. CRITÉRIOS PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA VIÁRIO

A implantação racional de arruamentos visa garantir a eficiência, a otimização dos custos e a facilidade de manutenção das vias; e, em consequência evitar problemas comumente decorrentes de obras mal elaboradas, como erosão e inundação. A hierarquização do sistema viário objetiva essa implantação racional, por meio da definições de critérios de projeto geométrico, com base nas funções previstas para cada categoria de via.

A hierarquia segue critérios técnicos estabelecidos pelas normas da ABNT 2.10.11.012/84, onde as vias são classificadas como:

- > via de transição
- > via arterial
- > via coletora
- > via local

As vias coletoras e vias locais, são recomendados para as áreas de maior declividade.

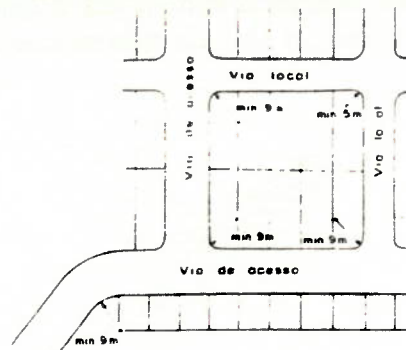
Na elaboração do projeto, para a hierarquização das vias, deve-se considerar os seguintes fatores:

- a topografia dos terrenos e a declividade das encostas naturais (Cartas de Declividade), de modo a definir um traçado sem grandes movimentações de terra;
- as características do substrato rochoso para o dimensionamento de altura e inclinações dos taludes de cortes;
- espessura e comportamento dos horizontes de solo da área para orientar as obras de terraplanagem, corte e aterro;
- a disposição das drenagens naturais e o comportamento das águas superficiais e subterrâneas para orientação e dimensionamento das obras de infraestrutura e implantação das vias;
- a vegetação para definição de áreas verdes ou de contenção de erosão.

Cuidados quanto à geometria

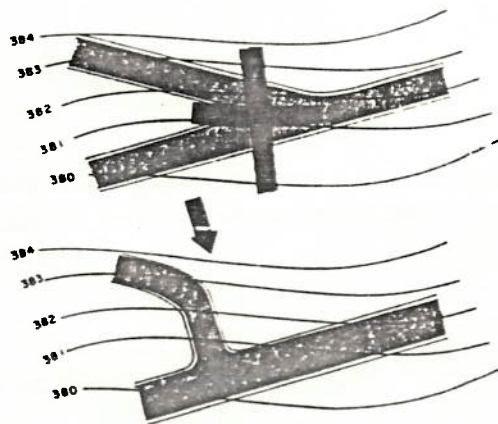
-> A implantação de vias inclinadas devem ser definidas em relação às curvas de nível, para melhor aproveitamento dos lotes, redução de movimentos de terra e organização do escoamento das águas pluviais e servidas.

-> Nas concordâncias horizontais de trechos do sistema viário, em altas declividades, adotar raios de curvatura de no mínimo 9 metros em vias coletoras e 5 metros em vias locais.



-> Nas mudanças de declividades, executar estas mudanças em partes ou concordando-as adequadamente.

-> Recomenda-se a adoção de concordância auxiliar e transformação do ângulo de cruzamento entre vias em ângulo reto em trechos de encostas e em cruzamentos oblíquos, no sentido de evitar a erosão e os problemas no campo interno de concordância.



Cuidados quanto à declividade

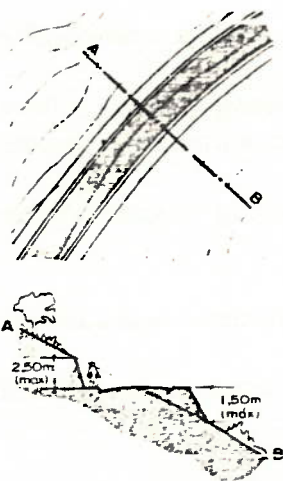
-> Em declividades superiores a 8% o sistema viário deve ser implantado com guias, sarjetas e pavimentação para evitar processos erosivos, a medida em que ele normalmente é parte integrante do sistema de drenagem.

-> Em declividades de até 15% deve-se adotar a implantação de vias perpendiculares às curvas de nível.

-> Em declividades superiores a 15% deve-se adotar traçado cuja direção seja o mais paralelo possível às curvas de nível.

-> Em declividades superiores a 30% deve-se implantar apenas vias locais e com largura inferior a 11 metros.

-> Em vias paralelas as curvas de nível e em trechos irregulares do terreno deve-se evitar cortes superiores a 2,5 metros e aterros mais espessos que 1,5 metros. Na base do aterro recomenda-se a implantação de muros de arrimo.



-> Deve-se evitar desníveis superiores a 2,5 metros entre o corte do lote e o nível da via pública. No caso de aterro deve-se evitar desníveis superiores a 1,5 metros entre a via pública e o nível do lote.

Cuidados quanto à áreas de drenagem natural

-> Evitar a remoção da vegetação e a implantação de obras de terraplanagem junto aos córregos, linhas de drenagem natural, anfiteatros (cabeceiras) e planícies de inundação.

-> Analisar cuidadosamente os trechos de vias que transpõem córregos e linhas de drenagem, afim de minimizar problemas de terraplanagem, concentração de águas pluviais, de solos moles, nível de água pouco profundo e declividades altas.

-> Implantar galerias de águas pluviais, ou alternativamente, o desvio para canaletas ou sarjetas da própria via, redirecionando o caminho das águas.

-> Em casos de implantação de vias ao longo de córregos, a terraplanagem não deve atingir a faixa "non aedificandi" prevista na legislação.

-> Nas planícies inundação, recomenda-se evitar a instalação de vias, devido a ocorrência: de áreas em permanente estado de saturação, terrenos alagadiços, de posição de detritos durante as cheias; bem como, por apresentar problemas de: instabilidade das paredes de escavação, recalque de fundações, danificação das redes

subterrâneas, e de recalque do subleito das vias. Em caso de necessidade de implantação de vias nestas áreas, recomenda-se a implantação de pavimentos articulados e sistemas de drenagem superficial e subterrânea eficientes.

Cuidados quanto ao Substrato Rochoso e o Solo

-> Devem ser executados estudos geológicos-geotécnicos para a avaliação da profundidade do substrato rochoso, espessura e características do saprolito.

-> Avaliação do comportamento geotécnico do substrato rochoso e do saprolito;

-> Avaliação da profundidade e comportamento do nível freático.

-> Caracterização da compartimentação estrutural do maciço rochoso e do saprolito.

-> Nas áreas de corte e terraplanagem deve-se remover e estocar o solo superficial que será utilizado para o tratamento primário das vias e das áreas desbastadas, através da revegetação.

-> Os taludes de corte devem atingir até 2,5 metros de altura, de modo a poderem ser subverticalizados, evitando assim o desenvolvimento de sulcos erosivos e conseqüente risco de instabilização. Os estudos geológicos-geotécnicos específicos podem vir a determinar outros cri-térios para a implantação dos taludes em conseqüência das características do solo na área do projeto.

-> Os taludes de aterro devem ter inclinação de no máximo 3(H):2(V) de modo a permitirem a revegetação que nesse caso é indispensável para a conservação da obra.

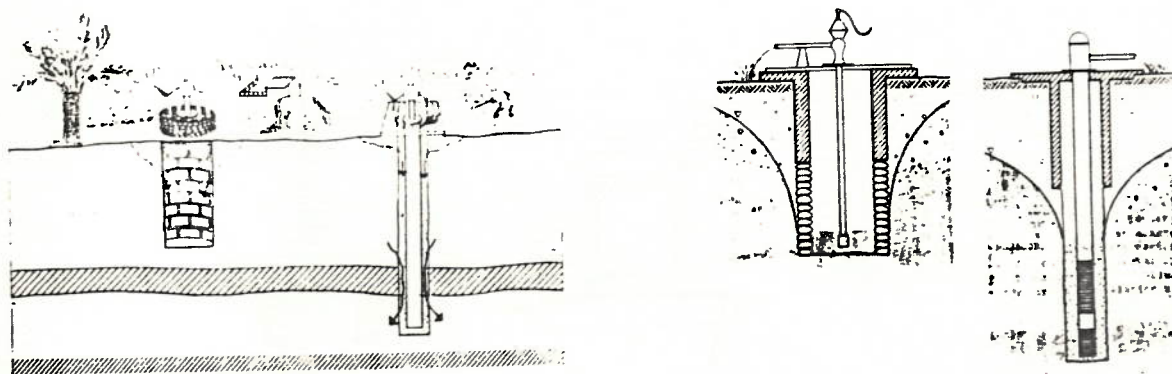
Fonte: Moretti, Ricardo de Sousa. 1986. Loteamentos: Manual de recomendações para elaboração de projeto. São Paulo. IPT, 180 pp. ilustr.

6.9. CRITÉRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE POÇOS CACIMBA E FOSSAS SANITÁRIAS EM PEQUENAS COMUNIDADES

- Poços Cachimba:

São poços rasos escavados que apresentam diâmetro geralmente em torno de 1.0 metro e captam água do lençol freático. São usados em pequenas comunidades, onde normalmente não existe saneamento básico e, em áreas rurais, apresentando um alto custo relativo de construção em detrimento de sua baixa potencialidade. Em áreas urbanizadas, seu uso não é recomendável, devido a alta possibilidade de contaminação, tais como, vazamentos da rede de esgotos e indústrias, estando seu uso restrito à situações especiais.

Tipos de Poços Cachimba:



Fonte: Modificado de Munõz et al. 1987.

Crítérios para implantação e manutenção:

1. O poço sempre deverá ser localizado em posição topograficamente superior em relação à fossa;
2. A distância entre o poço cacimba e a fossa deverá ser definida em função de estudos locais sobre as características hidráulicas do terreno (tempo de trânsito dos efluentes), e as condições de oxidação e alcalinidade do meio;
3. As cacimbas devem ter proteção sanitária para evitar a contaminação por águas pluviais e resíduos superficiais. Esta proteção é feita através da: cimentação do poço nos primeiros metros de profundidade, laje de proteção em um raio de no mínimo 1 metro, tampa e pela limpeza do terreno nas suas proximidades;
4. Procedimentos periódicos de desinfecção de poços e reservatórios de água devem ser adotados (Centro de Vigilância Sanitária-Comunicado CVS-36, de 27 de junho de 1991).

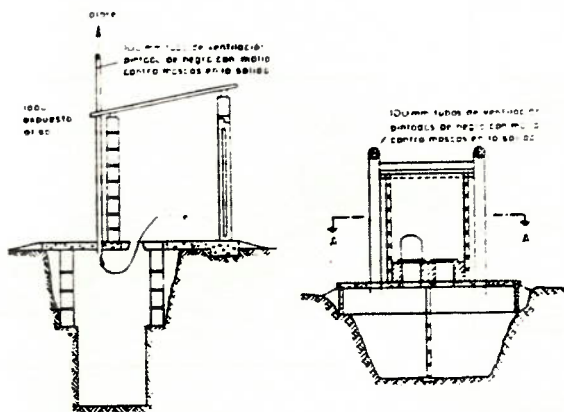
Recomendações:

O abastecimento de água para consumo em pequenas comunidades, onde não há sistemas de água e esgoto, deve ser feito por poços profundos coletivos que estão relativamente mais protegidos à contaminação, ao contrário dos poços cacimba.

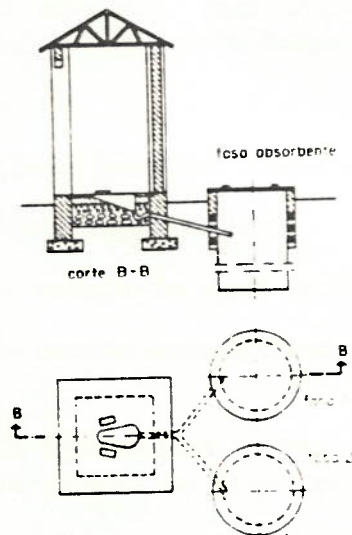
- Fossas sanitárias:

São obras subterrâneas de disposição de efluentes domésticos, utilizadas geralmente em comunidades de baixa renda, loteamentos e em áreas rurais, onde não há rede de esgoto. As áreas com nível de água pouco profundo, baixa declividade natural, e dependente de poços cacimba para o abastecimento de água, são desfavoráveis à implantação dessas obras.

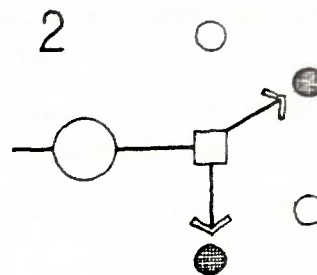
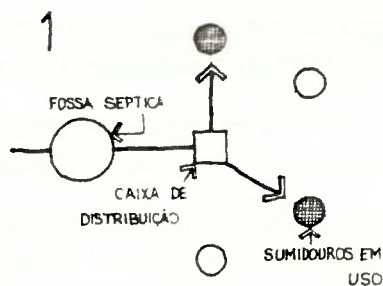
Tipos de Fossas Sanitárias:



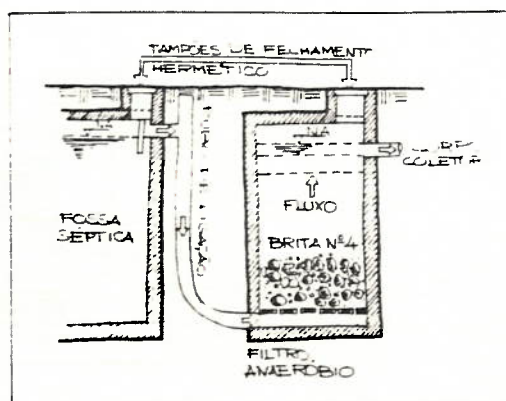
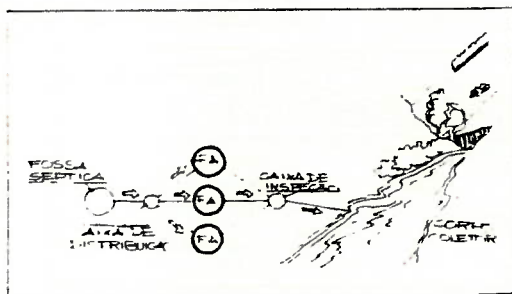
- Fossas secas ventiladas (Cepis 1988)



- Fossa de descarga manual (Cepis 1988)



- (1) Fossa séptica coletora e infiltração no solo (através de sumidouro, valas ou leitos de infiltração); (2) Fossa séptica associada a certo número de sumidouro.



Fossa séptica associada a filtro anaeróbio

- (1) Esquema de rodízio; (2) Fossa séptica e filtro anaeróbio ou outros dispositivos de tratamento secundário dos efluentes, com disposição final em curso d'água, recomendada nos casos de dificuldade para infiltração no solo.

Critérios para implantação

1. Alternativas para disposição de fossas em relação ao tamanho dos lotes:

.áreas superiores a 300m² - disposição no lote;

.áreas de cerca de 125m² - remoção do esgoto para fora da área do lote;

.áreas entre 125 e 300m² - uma ou outra alternativa em função das características do lote;

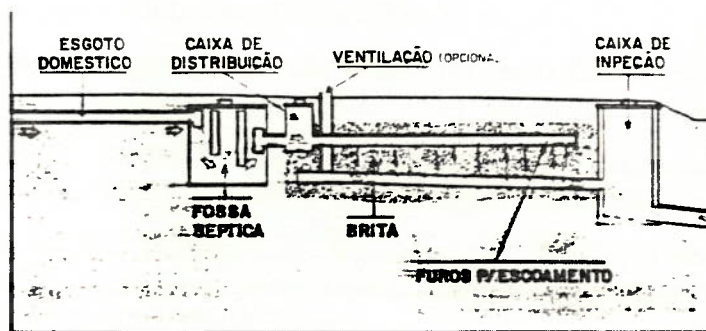
* Em caso de disposição de esgotos fora da área do lote, analisar a alternativa de tratamento e disposição por quadra ou grupo de lotes, por motivos técnicos ou econômicos.

2. A fossa deve estar a uma distância horizontal mínima de 20 metros do poço (*);

3. O local deve ser de fácil acesso para permitir limpeza e manutenção periódica;

4. O fundo do sumidouro deveser ficar a no mínimo 3m do lençol freático;

5. Dimensionar corretamente a capacidade hidráulica da obra, de modo que a quantidade de líquidos seja inferior ao calculado no projeto inicial;
6. Não utilizar os poços escavados (cacimbas) abandonados como fossas, pois desta forma se estaria jogando os efluentes diretamente nas águas subterrâneas;
7. Evitar a implantação e a utilização de fossas negras, isto é, escavações feitas sem nenhum critério técnico de construção;
8. Não permitir a infiltração de águas pluviais na fossa, uma vez que estas geram um aumento da carga hidráulica do sistema;
9. A disposição dos efluentes pode ser feita através de fossa séptica ou valas de infiltração;



- Visão esquemática de valas de filtração (Batalha, B.H.L. 1985).

9.1. No caso de fossa séptica deve-se observar:

- taxa de absorção do solo, superior ou igual a $40 \text{ l/m}^2 \text{ dia}$, caracterizando solos argilo-arenosos e/ou siltosos, variando a areno-argilosos ou silte-argilosos;

- os sumidouros deverão ser construídos de tijolo, pedras ou anéis de concreto, com preenchimento do fundo com cascalho, pedra britada ou coque, de pelo menos 0,50 metros de espessura.

9.2. Nos casos das valas de infiltração:

- a taxa de absorção do solo deverá ser superior a $20 \text{ l/m}^2 \text{ dia}$ e inferior a $40 \text{ l/m}^2 \text{ dia}$, em solos cuja constituição provável seja de argilas, medianamente compacta, variando para argilas pouco siltosas e/ou arenosas;

- as valas terão profundidades entre 0,50 e 1 metro, com largura mínima de 0,50 metro;

- a tubulação será envolvida por camada de pedra britada, pedregulho ou escória de coque;

- declividade da tubulação deverá ser de 1:500 a 1:300;

- distância mínima no sentido horizontal das valas e poços de água deve ser de 20 metros ^(*);

- o fundo da vala deve ter no mínimo 3,0 metros do lençol freático.

(*) Estes valores de distâncias devem ser interpretados criteriosamente, uma vez que são definidos de acordo com as características do aquífero, sendo o ideal, utilizar conforme o Decreto Estadual nº 32.955, de 07 de fevereiro de 1991, a distância equivalente ao período de 50 dias de trânsito de um contaminante no aquífero (esta distância só é válida no caso de contaminantes não conservativos).

Fonte:

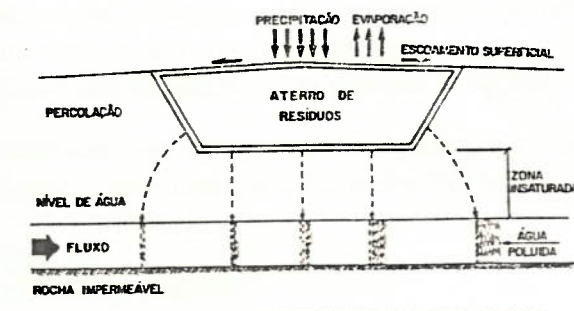
- Batalha, B. H. L. 1985. Fossa séptica. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). São Paulo. 40 p.
- Centro Panamericano de Ingenieria Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS). 1988. Analisis de contaminacion de las aguas subterranas por sistemas de saneamiento basico. OMS/OPS. 82 p.
- Instituto Geológico. 1991. Subsídios do meio físico-geológico para o planejamento territorial do Município de Itu (SP). Relatório Técnico. Volume 2. São Paulo.
- Moretti, R. S. 1987. Loteamentos: manual de recomendações para elaboração de projeto. SCT/IPT/SNM/EMPLASA. FINEP. São Paulo. 182 p.
- Munóz, A. F.; Foster, S. S. D.; Silva, R. B. G.; Ventura, M.; Hirata, R. C. A. 1987. Las aguas subterranas: um valioso recurso que requiere proteccion. CEPI-PAHO/WHO. 19 p.
- Secretaria do Meio Ambiente (SMA)/Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). 1989. Fossa séptica. Série Manuais. São Paulo. 20 p.

6.10. CRITÉRIOS PARA A DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÉPTICOS

A definição de critérios para a disposição dos rejeitos sépticos (lixo) procura fornecer orientações sobre as características do meio físico e sua interferência, direta ou indireta, na disposição destas obras. O tipo de deposição comumente utilizado tem sido o aterro sanitário que consiste na disposição dos resíduos no solo, compactando-o e recobrando-o diariamente com terra ou outro material inerte, exigindo critérios de engenharia e normas específicas operacionais para um confinamento seguro em termos de poluição ambiental e proteção à saúde pública.

Os aterros podem ser classificados em sanitários, quando projetados e implantados para a disposição de resíduos sólidos urbanos; e, industriais, para os resíduos sólidos provenientes deste tipo de atividade. Nestes empreendimentos, a não observação de rigorosos critérios conduz à uma disposição inadequada, onde são constatados impactos que podem ser irreversíveis ao meio físico, tais como:

- > poluição do ar pela exalação de odores, fumaça, gases, tóxicos ou material particulado;
- > poluição das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume, oriundo da infiltração das águas pluviais, podendo conter poluentes perigosos;
- > poluição dos solos pela infiltração de líquidos percolados.



Mecanismos de poluição por aterro de resíduos

Os projetos para implantação destas obras deverão analisar os diferentes atributos do meio físico que interferem na disposição dos rejeitos, como também na percolação, de modo a favorecer a diminuição do poder poluente das águas provenientes dos aterros. Os cuidados a serem considerados são:

1. Cuidados quanto à declividade:

1. Cuidados quanto à declividade:

.Os terrenos mais indicados para implantação destas obras devem possuir declividades entre 2% à 5%.

.Devem ser evitadas áreas com declividades inferiores à 2%, com depressões naturais e sujeitas à inundação.

.Devem ser evitados terrenos com declividades superiores à 10% que são mais susceptíveis à erosão e movimento de massas.

2. Cuidados quanto ao solo:

.Os solos devem apresentar perfil homogêneo, com porcentagem de finos (silte e argilas) em torno de 25%, caracterizando o material como de textura média (areias siltosas e/ou argilosas).

.Analisar os solos quanto à capacidade de troca catiônica; à variação do pH; e, à permeabilidade, que são influenciadas pela granulometria, mineralogia e história da formação do material inconsolidado. Devem ser evitados materiais com coeficiente de permeabilidade altos, pois favorecem a contaminação do lençol freático em curto prazo de tempo.

3. Profundidade e Características do Substrato Rochoso:

.Avaliar as características do substrato rochoso de modo a detectar as discontinuidades do maciço, tais como: contato solo/rocha, acamamento, xistosidade e fraturamento, que possam favorecer o fluxo dos líquidos numa direção preferencial.

.Avaliar a profundidade em que se encontra o substrato rochoso, a medida em que a base dos aterros sanitários deve estar situada entre 20 a 25 metros acima do horizonte rochoso.

4. Profundidade do Nível de Água:

.Determinar a profundidade do N.A. para o período de maior intensidade pluviométrica, bem como, seu gradiente, a velocidade das águas e a direção do fluxo, a medida em que a camada não saturada deve apresentar, pelo menos, 15 metros entre a base do aterro e o nível mais alto do freático.

.Avaliar a distância entre o aterro e os pontos d'água, devendo a obra estar instalada, no mínimo, a 300 metros de poços, cisternas e cabeceiras de rios.

.Avaliar a vulnerabilidade natural do aquífero na área de implantação, que deverá ser baixa.

.Avaliar as direções e a dinâmica do fluxo subterrâneo que dependem da espessura do material inconsolidado, das características do substrato rochoso e da topografia do terreno.

5. Cuidados quanto às condições climáticas:

.As áreas devem apresentar baixo índice de precipitação e elevada evapotranspiração, a medida em que o volume de água infiltrado influenciará no volume de chorume produzido.

Além desses estudos, a seleção de uma área deve atender ao planejamento do desenvolvimento econômico, social e urbano da região, como também às diretrizes para o uso e ocupação do solo. Para tanto, propõe-se com base na pesquisa realizada que sejam observados alguns critérios mínimos quando da seleção de terrenos para a implantação destes empreendimentos:

- 1- > Avaliação da proximidade de mananciais e áreas de proteção ambientais.
- 2- > Baixa densidade populacional.
- 3- > Proximidade da fonte geradora de lixo e disponibilidade de vias de transporte.
- 4- > Área com capacidade de recebimento de resíduos por tempo superior a 20 anos.
- 5- > Não conflitar com outros usos do solo.

Fonte:

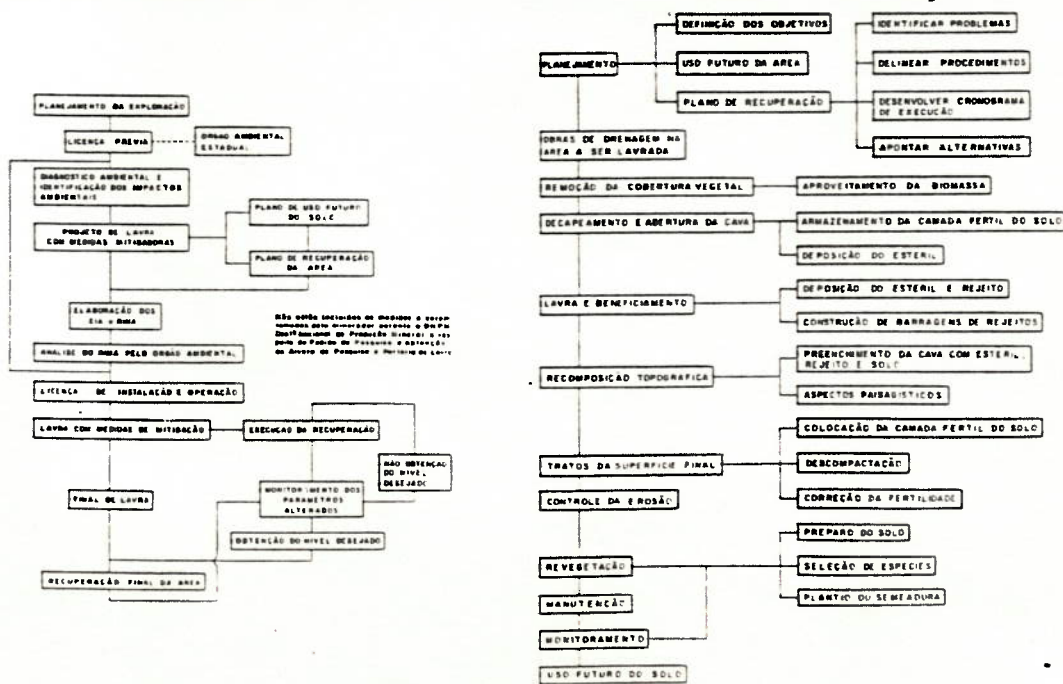
- Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (CETESB). 1985. Resíduos Sólidos Industriais. Série Atas. São Paulo. 182 p.
- Instituto Geológico. 1991. Subsídios do meio físico-geológico ao Município de Itu (SP). Relatório Executivo. Volume 1. São Paulo
- Secretaria do Meio Ambiente (SMA). 1989. Lixo: soluções ao alcance do Município. Série Manuais. São Paulo.

6.11. CRITÉRIOS PARA A RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO: TÉCNICAS DE REVEGETAÇÃO

A atividade de mineração apresenta um grau de impacto ambiental de alta magnitude, dadas as modificações físicas e bióticas provocadas nas áreas de influência direta e indireta do projeto. Dessa forma, o empreendedor deverá requerer o licenciamento ambiental do projeto, conforme legislação, onde serão realizados estudos específicos sobre o tipo de atividade e a região a ser afetada, associados à técnicas de recuperação.

O planejamento de recuperação é um processo que deve ser iniciado antes da atividade minerária propriamente dita, e incluir a definição de usos futuros do solo, tais como:

- > Florestamento com espécies nativas para manutenção da vida selvagem, incluindo pequenos lagos ou açudes e dispositivos para atração da fauna;
- > Várzeas e banhados com espécies nativas para a manutenção da vida selvagem;
- > Florestamento comercial com espécies exóticas para a produção de celulose, resinas, tanina, metanol e outros produtos químicos; lenha, mourões, postes, madeira serrada para móveis e construção civil e outros;
- > Cultivo e colheita de plantas para alimento humano e animal;
- > Pastagem para animais;
- > Parque, área de lazer, piscicultura;
- > Represamento de água para geração de energia elétrica, irrigação, fornecimento de água para uso urbano e industrial;
- > Área urbana, residencial, comercial, serviços públicos e industrial;
- > Tratamento ou confinamento de resíduos urbanos e industriais, sólidos e líquidos.



As figuras acima apresentam os fluxogramas de planejamento e execução das atividades minerárias/aspectos ambientais e, as etapas a serem observadas para a execução da revegetação.

As etapas do planejamento e execução das atividades minerárias contidas nessas figuras são detalhadamente explicadas no "Manual de Recuperação de Áreas Degradadas pela Mineração: Técnicas de Revegetação", publicação editada em 1990 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA). Neste manual são relacionados vários tipos de atividades minerárias a céu aberto, além de propostas e sugestões para a minimização dos impactos ambientais que envolvem, desde a própria recomposição dos atributos do meio físico até a recuperação cênica e paisagística das áreas degradadas. As técnicas de revegetação estão apresentadas em forma de texto e ilustrações, com uma linguagem clara e dirigida e, podem também ser aproveitadas para outros tipos de impactos causados pela ação antrópica, tanto em áreas rurais como urbanas.

Fonte:

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). 1990. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação. Brasília. 96 p.

7. AGRADECIMENTOS

A equipe de Integração agradece a colaboração das seguintes pessoas:

- Sônia A. A. Nogueira
- Lídia Keiko Tominaga
- Maria José Brollo
- Ideval Souza Costa

8. BIBLIOGRAFIA

- HIRATA, R.C.A.; FERNANDES, A.J.; PRESSINOTTI, M.M.N.; NOGUEIRA, S.A.A.; LEMOS, A.C.P.N. 1991. Aplicação e discussão do método de unidades homogêneas para o planejamento territorial. Estudo de caso de Itu (SP). In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo, 1991. Anais...São Paulo, SBG. p 337-344.
- INSTITUTO GEOLÓGICO 1991. Subsídios do meio físico geológico ao planejamento do Município de Itu (SP). Programa Cartas geológico e geotécnicas para o planejamento ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas. São Paulo 3v.
- INSTITUTO GEOLÓGICO. 1990. Subsídios do meio físico geológico ao planejamento do Município de Sorocaba (SP). Programa: Cartas geológicas e geotécnicas para o planejamento ambiental na Região entre Sorocaba e Campinas. São Paulo. 2v.
- LEMOS, A.C.P.N.; SANTORO, J.; SOARES, P.V.; HIRATA, R.C.A. 1990 - Subsídio do meio físico geológico ao planejamento territorial: a experiência do Instituto Geológico no Município de Sorocaba (SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. v 1, p 759-769. Anais... Natal, SBG, v 1, p 335-374.
- NAKAZAWA, V.A.; PRANDINI, F.L.; SANTOS, A.R. dos; FREITAS, C.G.L. de 1991. Cartografia geotécnica: a aplicação como pressuposto. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2, São Paulo, 1991. Anais... São Paulo, SBG. p 329-336.
- PIRES NETO, A.G. & LEPSCH, I.F. 1992. A análise geomorfológica como base para os estudos das potencialidades do meio físico e sua aplicação no macrozoneamento e no planejamento territorial. Município de Nova Friburgo (RJ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. Anais...São Paulo, SBG. v. 2, p 56-57.