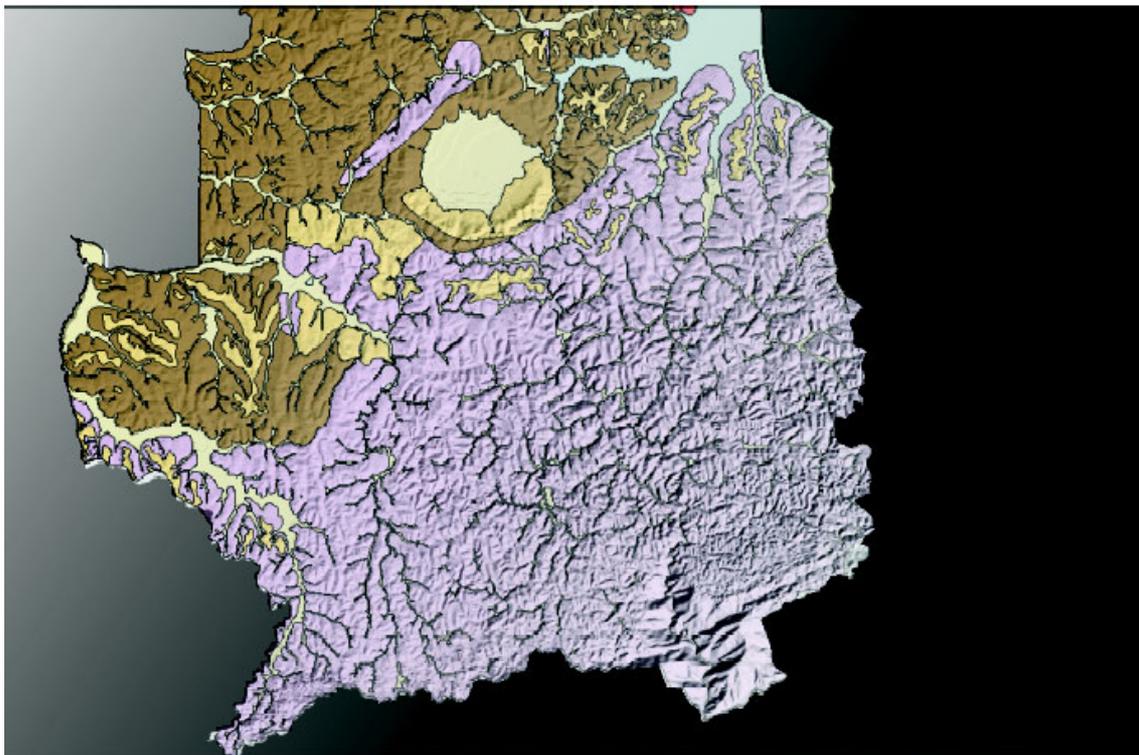


# RELATÓRIO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



SÃO PAULO  
1992

# RELATÓRIO FINAL DO GT DE DETALHAMENTO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

## SUMÁRIO

- 1- Apresentação
- 2- Objetivos
- 3- Meio físico e evolução urbana
- 4- O detalhamento da carta
- 5- Aspectos metodológicos
  - 5.1- Conceituação
  - 5.2- Problemas identificados e seus condicionantes geotécnicos
    - 5.2.1- Escorregamentos
    - 5.2.2- Instabilidade de matacões
    - 5.2.3- Erosão
    - 5.2.4- Solapamento
    - 5.2.5- Outros processos
    - 5.2.6- Assoreamento e enchentes
    - 5.2.6- Recalques
  - 5.3- Áreas frágeis
    - 5.3.1- Cabeceiras de drenagem
    - 5.3.2- Cicatrizes de escorregamento
    - 5.3.3- Surgência d'água
  - 5.4- Intervenções impactantes
    - 5.4.1- Aterros sanitários
    - 5.4.2- Mineração
    - 5.4.3- Cemitérios
    - 5.4.4- Movimento de terra
    - 5.4.5- Área de risco geológico
- 6- Procedimentos práticos
- 7- Resultados obtidos
- 8- Conclusão

## **ANEXOS**

-Glossário

-Tabelas com caracterização e diretrizes de uso e ocupação do solo da :  
planície aluvial (Al)

e dos maciços de solo e rocha:

básicos e ultrabásicos (Af)

de filito (Fi)

gnaissicos (Gn)

graníticos (Gr)

mistos (Mst)

dos sedimentos terciários (Tc)

quartzíticos (Qz)

xisto micáceos (Xm)

xisto quartzosos (Xq)

-Gráficos comparativos dos maciços de solo e rocha

-Relatórios específicos das ARs

# RELATÓRIO FINAL DO GT DE DETALHAMENTO DA CARTA GEOTÉCNICA DO MUNICÍPIO

## 1- APRESENTAÇÃO

O presente relatório integra o resultado final dos trabalhos desenvolvidos pelo Grupo de Trabalho de Detalhamento da Carta Geotécnica do Município de São Paulo, instituído pela Portaria 12, de 14 de janeiro de 1992, do Gabinete do Prefeito e que envolveu técnicos da Secretaria Municipal do Planejamento, Secretaria das Administrações Regionais, Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano e Secretaria de Vias Públicas; o trabalho foi coordenado pela SEMPLA e contou com a orientação técnica de geólogos do Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Além do relatório, compõem o produto final do trabalho.

81 folhas em esc.1:10.000, contendo mapeamento geotécnico que recobre todo o município e uma tabela interpretativa dos mapeamentos.

Neste relatório serão apresentados os conceitos utilizados, assim como a metodologia adotada na elaboração da cartografia, além de uma breve exposição sobre o processo de expansão urbana na cidade e seus problemas relacionados às questões geotécnicas.

## 2- OBJETIVOS

A Carta Geotécnica é uma fonte de informações onde dados como solos, rochas, morfologia do relevo, drenagem e ocorrências especiais como escorregamentos, surgência d'água etc, são representados cartograficamente de modo que ao serem conjugados à forma de ocupação, possibilitem a interpretação do meio físico e avaliação das potencialidades e limitações ao uso e ocupação do solo.

Fornecendo indicadores mais precisos para determinar potencialidades do meio físico para uso e ocupação urbanos, a carta deverá subsidiar ações normativas corretivas e fiscalizatórias do poder público, assim como dar indicações mais precisas para o controle do uso e ocupação do solo, por parte de todos os agentes públicos e privados que atuam na construção da cidade, criando condições para estabelecer uma política preventiva, superando as políticas meramente recuperativas.

Traduzindo informações para linguagem acessível, pretende uma divulgação que extrapole instâncias exclusivamente técnicas e a sua incorporação como instrumento de trabalho nas rotinas da atuação dos setores administrativos e executivos que lidam com a fiscalização, licenciamento e aprovação de projetos, assim como nos escritórios de planejamento e projeto dos setores público e privado além de toda a sociedade civil, participante da construção e gestão da cidade.

Objetiva assim fornecer subsídios para :

- 1.orientar o processo de expansão urbana;
- 2.introduzir na legislação de uso e ocupação do solo novos parâmetros que considerem as condições geotécnicas das áreas;
- 3.formular propostas urbanísticas a nível regional, municipal e local;
- 4.elaborar estudos e avaliar o impacto ambiental de empreendimentos de porte;
- 5.sinalizar áreas de risco para priorizar ações fiscalizatórias sobre elas;
- 6.elaborar planos preventivos em áreas de risco;
- 7.priorizar intervenções e fornecer elementos para formular ações corretivas;
- 8.envolver a população organizada (associações de moradores, conselhos de cidades,etc) através do conhecimento de áreas mais frágeis, na fiscalização de áreas de risco para impedir ocupação ou manejo inadequados;
- 9.localizar áreas onde ocorrem usos especiais e problemas tais como: aterros, aterros sanitários, minerações, cemitérios, etc.

A Carta, elaborada com informações disponíveis hoje através de observação de campo, consultas a relatórios de sondagem, áreas de risco, cartas de enchentes, etc, pretende ser dinâmica devendo ser completada e aperfeiçoada na medida em que surjam novos dados de campo.

A permanência de geólogos atuando nos vários setores da administração municipal, possibilitam esse fluxo de informações.

### **3-MEIO FÍSICO E EVOLUÇÃO URBANA**

São Paulo tem hoje 10 milhões de habitantes ocupando uma mancha urbana de 900 km<sup>2</sup>. Seu meio físico pode ser caracterizado como o de uma bacia sedimentar de relevo colinoso, cercada de morros e serras do embasamento cristalino e drenagem principal dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, formando amplas várzeas.

Do ponto de vista geotécnico, as formas do relevo da bacia sedimentar e do embasamento cristalino apresentam comportamentos muito distintos: os da bacia, constituídos de sedimentos terciários, são de forma geral mais resistentes à erosão e, por apresentarem relevo mais suave, exigem menores alterações no perfil do terreno para serem ocupados; os do embasamento cristalino, ao contrário, apresentam relevo mais acidentado, solo superficial pouco espesso e solo de alteração mais suscetível à erosão e a processos de escorregamento decorrentes, em geral, de cortes e aterros executados inadequadamente.

A cidade evoluiu a partir de pequeno núcleo comercial quinhentista, situado às margens do Tamanduateí, em sítio propício à ocupação urbana. Na sua expansão perseguiu topografias suaves e terras bem drenadas evitando as várzeas, fundos de vale e áreas de relevo mais acidentado, barreiras naturais ao crescimento, até então. A evolução urbana foi lenta até meados do séc.XIX quando a população era pouco superior a 20.000 habitantes.

Com o advento do café e da ferrovia a população se multiplicou 25 vezes em pouco menos de 50 anos; em 1930 a cidade já apresentava 180 km<sup>2</sup> de mancha urbana. As práticas que levaram aos problemas ambientais atuais, entretanto, já eram correntes, tais como: comprometimento das águas com esgoto doméstico (e posteriormente também com o industrial), desmatamento para abertura de loteamentos, etc.

A industrialização veio substituir a economia cafeeira, trazendo novo impulso ao crescimento. Entretanto até os anos 50, apesar da cidade contar com 2 milhões de habitantes, ainda estava contida nos limites da bacia, ocupando os melhores sítios do ponto de vista geomorfológico e geotécnico.

É com o início das atividades da indústria automobilística e no bojo de um processo de máxima acumulação capitalista que se intensifica o fluxo migratório e se desenvolve o padrão periférico de ocupação e expansão.

Em 60 a mancha urbana tem 700 km<sup>2</sup>, mas é só no final da década de 70 que a cidade extravasa os limites da bacia e inicia a ocupação dos morros do embasamento cristalino.

São áreas distantes, carentes de infraestrutura, de baixo valor imobiliário e que se apresentam como a alternativa possível para uma população empobrecida, que vai ocupar terrenos frágeis, executando desmatamentos e movimentos de terra indiscriminados e sem critério técnico.

O próprio poder público concorreu para o estabelecimento desse modelo de ocupação, na execução dos grandes conjuntos habitacionais na periferia da cidade, onde desconhecimento do solo, projeto inadequado e má execução foram conjugados, causando problemas ambientais sérios.

A crise econômica dos anos recentes restringiu ainda mais as alternativas habitacionais para a população de baixa renda, levando à multiplicação de assentamentos irregulares como favelas, cortiços e loteamentos clandestinos.

Tendo como requisito básico o menor custo da terra, não restou à essa população outra opção a não ser se instalar em áreas com restrições à ocupação e sem infra-estrutura; um dos exemplos mais visíveis é o crescimento urbano sobre a Área de Proteção aos Mananciais, ao sul do município, apesar e, sobretudo, pela filosofia estritamente restritiva da lei, instituída em 1976. Ficaram assim criadas as condições para a multiplicação das áreas de risco e a geração de graves problemas ambientais para a cidade.

#### **4- O DETALHAMENTO DA CARTA**

Apesar de já existirem na legislação municipal parâmetros para uso e ocupação do solo diferenciados para os vários setores, nota-se que a partir dos anos 80 houve um aumento na frequência de eventos envolvendo riscos geotécnicos.

Em 1985 a PMSP contratou o IPT para elaborar a Carta Geotécnica do Município na escala 1:25.000 com detalhes localizados em 1:10.000, visando o fornecimento de diretrizes de uso e ocupação diferenciadas por setores de solo, rocha e relevo. A Carta se mostrou insuficiente para atender a demanda por informações localizadas devido às limitações impostas pela escala e por apresentar muitas áreas de solo não caracterizado geologicamente.

O agravamento do quadro ambiental, a necessidade de obter informações sobre áreas não caracterizadas, aliados à demanda por dados em detalhe como: áreas adequadas para aterros e bota-foras, áreas com potencial para ocorrência de recalques, enchentes escorregamentos, solapamento, erosão, etc, concorreram para a proposição do presente trabalho.

Em 1991, com a contratação de geólogos pela PMSP, criou-se o GT que foi encarregado de elaborar o Detalhamento da Carta de 1985, objetivando complementar e aperfeiçoar as suas informações, de modo a criar um instrumental de planejamento efetivo para a cidade.

O detalhamento foi elaborado por administração regional, tendo como responsável técnico um geólogo, preferencialmente o que já trabalhava na regional e que portanto estava familiarizado com os problemas locais.

Trabalhando integradamente, os membros do GT montaram um mosaico de informações geotécnicas que recobre todo o município de São Paulo em esc.1:10.000.

O grupo foi assessorado pelos geólogos Fernando Luiz Prandini e Valdir Nakazawa do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) que, contando com ampla experiência na área de geotecnia, auxiliaram na estruturação do trabalho desde a definição da metodologia até a fase final de análise de dados e estabelecimento de diretrizes de uso e ocupação do solo.

#### **5- ASPECTOS METODOLÓGICOS**

##### **5.1- CONCEITUAÇÃO**

O detalhamento da Carta Geotécnica tem por objetivo destacar as potencialidades físicas e delimitar as áreas de comportamento geotécnico homogêneo frente ao uso e ocupação urbanos numa escala de intervenção localizada.

A definição das áreas de comportamento geotécnico homogêneo, aqui denominadas de unidade geotécnica, foram estabelecidas correlacionando-se os problemas geotécnicos, as características geométricas e morfológicas do relevo e os maciços de solo e rocha.

Os problemas considerados expressivos foram: instabilidade de taludes de corte e aterro, erosão, assoreamento, enchentes, solapamento de margens de córregos, recalques e instabilização de matacões.

As características geométricas e geomorfológicas consideradas mais relevantes foram: declividade, cabeceiras de drenagem e planície aluvial.

Os intervalos de declividade adotados foram  $d < 25\%$ ,  $25\% \leq d \leq 60\%$  e  $d > 60\%$  por se entender que em tais intervalos a declividade determina comportamentos geotécnicos diferenciados: a partir de 25% acentuam-se os problemas de instabilidade de encostas e erosão além do que a legislação urbanística em vigor já utiliza esses valores como parâmetro para restringir uso e ocupação do solo. O índice de 60% foi definido considerando-se que a partir deste valor os problemas gerados pela ocupação, sem adoção de critérios técnicos específicos, tornam-se críticos, principalmente quanto aos escorregamentos.

Para se definir os maciços de solo e rocha, agruparam-se litologias e solos residuais com comportamento geotécnico similar mesmo que apresentassem características genéticas, composicionais e texturais diversas, priorizando-se portanto o comportamento geotécnico.

Assim, na Carta Geotécnica, podem ocorrer casos em que um maciço abrigue litologias diversas, sob a denominação da litologia predominante nesse maciço.

Na delimitação dos maciços, procurou-se aqueles mais representativos e com maior expressão em área no município. Em consequência, os limites das unidades geotécnicas, principalmente aqueles referenciados às litologias, devem ser entendidos como indicadores de uma zona adjacente onde o comportamento geotécnico dos terrenos passa, progressivamente, por uma mudança.

As dificuldades de se obter informações de campo, causadas pela ocupação urbana densa, ausência de afloramentos de solo ou rocha e acesso difícil a algumas áreas, aliadas a informações imprecisas de algumas fontes, determinou que os contatos, isto é, delimitações de maciços rochosos e de solo fossem inferidos. Existe, portanto, uma margem de erro aceitável nestes contatos.

Cabe esclarecer que no caso das planícies aluviais as unidades geotécnicas foram definidas exclusivamente em função de suas particularidades geotécnicas (recalques, inundações, solapamento, etc) e geomorfológicas (baixas declividades).

Finalmente cabe considerar que na definição da unidade geotécnica foram utilizados somente os fatores mais representativos, acessíveis e passíveis de serem investigados dentro das condições de trabalho oferecidas ao grupo.

## 5.2- PROBLEMAS IDENTIFICADOS E SEUS CONDICIONANTES GEOTÉCNICOS

### 5.2.1- ESCORREGAMENTOS

Os escorregamentos na cidade de São Paulo são quase sempre induzidos pela ação antrópica devido à execução de cortes e aterros inadequados, concentração de águas pluviais, remoção da vegetação, lançamento de águas servidas, infiltrações por fossas sanitárias, etc. Em geral são fenômenos localizados e de pequenas dimensões. Raramente, podem atingir maiores proporções, em terrenos com condicionantes naturais particularmente desfavoráveis ou em aterros de maior porte. De forma geral, a ocorrência de escorregamentos está intimamente relacionada à implantação de loteamentos em áreas declivosas onde privilegia-se a construção do arruamento paralelo às curvas de nível, em detrimento da posição dos lotes que ficam dispostos de uma tal forma que são necessários altos cortes e aterros para construir a casa no lote. São esses taludes dos cortes e aterros que, executados sem uma técnica adequada, sem estruturas de arrimo, sem drenagem e sem proteção superficial, tornam-se potencialmente instáveis. Esse tipo de problema é mais grave quanto maior a declividade do terreno, que obrigará a execução de cortes e aterros com desníveis maiores.

Em terrenos com declividade de 25% a execução de patamares em lotes para moradias populares (5x25m) cria taludes com alturas da ordem de 2 a 4m passíveis de instabilização, necessitando de arrimo. Portanto, pode-se considerar este valor de declividade como limite inferior a partir do qual os problemas passam a ser mais críticos.

As instabilizações em aterros são mais freqüentes, sendo as causas principais: a execução sem critérios técnicos (compactação, controle de umidade, escolha de material adequado entre outros) e em locais inadequados (sobre solos moles, em

encostas íngremes e em linhas de drenagem por exemplo) sem utilização de técnicas simples e pequenos cuidados. Por exemplo, nas linhas de drenagem (talvegues) ocorre concentração de água tanto do escoamento superficial como sub-superficial, que pode ocasionar a formação de nível d'água no interior do aterro, reduzindo, em muito, seu fator de segurança ou fazer com que o aterro funcione como um dique, barrando o escoamento. Por não contar com um sistema de drenagem sem uma boa fundação e sofrendo recalques, esses aterros de ruas que atravessam talvegues estão sujeitos a instabilizações. A situação pode ser agravada com o rompimento da rede de adução de água devido à movimentação do aterro.

Em aterros de grande porte pode ocorrer a compactação do solo superficial argiloso do terreno natural (fundação do aterro) que funcionará como um "selo" impermeável em sua base possibilitando a formação de nível d'água e até mesmo fluxo no seu interior (essa foi uma das causas levantadas para o conhecido acidente da Favela Nova República ocorrido em 1989).

Particularmente os aterros lançados ou bota-foras, em geral com grandes volumes, podem ser extremamente perigosos quando executados em cabeceiras de drenagem ou na base de encostas com surgência d'água, pois a massa rompida pode atingir grandes distâncias devido ao elevado grau de saturação atingido (alta fluidez) ou, ainda, devido à presença de solos argilosos orgânicos nos fundos de vale, que possibilitam a movimentação dos solos instabilizados a grandes distâncias, mesmo ao longo de linhas de drenagem de pequena declividade, no domínio das colinas sedimentares.

Em taludes de corte, rupturas ocorrem preferencialmente no contato solo superficial/ solo de alteração das rochas cristalinas, ou apenas na camada dos solos de alteração, devido às descontinuidades existentes, sendo os tipos mais freqüentes os translacionais rasos.

Nos sedimentos Terciários a ocorrência de argilas expansivas ou lençóis de água suspensos pode condicionar escorregamentos de maior porte. O empastilhamento com desagregação superficial de taludes, é mais comum neste maciço sedimentar. Os escorregamentos rotacionais profundos são fenômenos pouco freqüentes; ocorrem em maciços com grande espessura de solo, nos taludes com altura e inclinação exagerada ou em taludes de aterro com fundação em solos de baixa capacidade de suporte.

### 5.2.2- INSTABILIZAÇÃO DE MATAÇÕES

A instabilização de matações por descalçamento e/ou rolamento é freqüente nos granitos, podendo ainda ocorrer nos gnaisses. Geralmente ocorre em favelas, induzida pela execução de cortes no terreno e/ou erosão nas bordas por concentração de águas pluviais e servidas. Além disso algumas favelas ocupam espaços livres de loteamentos que foram deixados como tal, justamente por apresentarem concentração de matações em superfície (por exemplo: Favela Guariroba na Freguesia do Ó).

### 5.2.3- EROSÃO

Os processos de erosão acelerada são, no município, quase que totalmente, induzidos pelas práticas de ocupação adotadas no crescimento urbano.

Grandes terraplenagens para instalação de conjuntos habitacionais ou loteamentos que "arrasam" o terreno, deixando os solos de alteração expostos à ação erosiva das águas pluviais, sistemas de drenagem ineficientes que induzem a instalação de ravinas ao longo do terreno, vão prejudicar e até inutilizar arruamentos, lotes, edificações e obras de infraestrutura urbana.

A gravidade do processo erosivo é tanto função da extensão da intervenção realizada, como da suscetibilidade natural do terreno à erosão.

Os terrenos mais frágeis exigem minimização da exposição dos solos de alteração; aterros devem ser cuidadosamente compactados e receberem camada capeadora de solo superficial ou outro tipo de proteção superficial; nos loteamentos, os arruamentos realizados em terrenos com declividade acentuada, necessitam de pavimentação e

sistema de drenagem adequado, com estruturas de dissipação de energia nos pontos de lançamento nas linhas de drenagem.

Os solos de alteração são mais erodíveis do que os solos superficiais e, dentre os primeiros, os solos de alteração de rochas cristalinas são em sua maioria mais frágeis à ação da erosão quando comparados aos de sedimentos terciários.

As rochas cristalinas predominam nas atuais áreas de expansão urbana onde, conjugando solos de alteração frágeis e relevo acidentado, temos uma ocupação que raramente observa os cuidados técnicos necessários na realização de movimentos de terra.

As cabeceiras de drenagem, bastante freqüentes nos terrenos ondulados, são especialmente suscetíveis à erosão pois além de apresentarem encostas mais íngremes e serem zonas de concentração natural de fluxo das águas pluviais, estão sujeitas à ocupação irregular.

Devido à esses fatores, as áreas de expansão são as mais propensas à instalação de processos erosivos acelerados, especialmente de ravinhas profundas.

#### 5.2.4- SOLAPAMENTO

O solapamento de margens de córregos e rios ocorre devido à ação erosiva das águas que escavam a base das margens deixando-as sem sustentação, provocando o seu desmoronamento (solapamento).

Esse processo natural pode no entanto ser induzido e agravado por ocupação imprópria das margens de córregos desrespeitando as faixas "non aedificandi" necessárias para a proteção e manutenção desses corpos d'água.

No município de São Paulo podemos constatar a ocupação irregular de margens de córregos, geralmente por favelas, com a construção de aterros que ficam muito expostos à ação erosiva das águas dos córregos e sem qualquer tipo de proteção.

#### 5.2.5- OUTROS PROCESSOS

Outros processos de movimentos de massa que podem ocorrer, porém menos freqüentes, são queda de blocos rochosos nos maciços onde as descontinuidades são proeminentes (gnaisse, xistos e quartzitos), empastilhamento em sedimentos silto-argilosos, escorregamentos rotacionais profundos em maciços de solo com altura e inclinação críticas, entre outros.

#### 5.2.6- ASSOREAMENTO E ENCHENTES

Os solos transportados pelas águas superficiais, em grande parte proveniente da erosão nas áreas de expansão, vai assorear galerias de águas pluviais, córregos, rios e reservatórios.

Nas galerias, o assoreamento causa a diminuição da seção livre da tubulação diminuindo sua vazão original, favorecendo sua ruptura e/ou alagamentos localizados de origem pluvial, muitas vezes sem relação direta com enchentes fluviais.

O fenômeno do extravasamento dos canais fluviais ocorre tanto nos rios Tietê e Pinheiros como nos córregos assoreados da periferia da cidade, atingindo suas várzeas quase sempre ocupadas.

Outro problema gerado pelo assoreamento em São Paulo é observado nas represas Guarapiranga e Billings: os sedimentos trazidos pelos córregos se depositam nos reservatórios, a partir de seus braços, diminuindo progressivamente sua capacidade de armazenamento.

Trata-se de processo acelerado que pode ser observado em alguns braços, onde o crescimento de vegetação denuncia a formação de "várzeas", em poucos anos.

Um dos fatores importantes para a compreensão das enchentes é o tempo de concentração. Este parâmetro indica que uma das causas das enchentes é o rápido afluxo de todo volume d'água precipitado que produz picos de vazão cada vez mais altos, que não são escoados satisfatoriamente e causam alagamentos nos pontos críticos do sistema de drenagem, como estreitamento sob pontes, acúmulo de sedimentos e detritos nos canais, etc.

Muito mais que à impermeabilização do solo pela urbanização, o aumento dos picos de cheia se deve à própria filosofia atual dos sistemas de drenagem urbana, que é escoar o mais rapidamente possível todas as águas pluviais. Certamente, resultados mais significativos podem ser obtidos por medidas que retenham e desacelerem o escoamento das águas pluviais, sem provocar inconvenientes ou incômodos, do que medidas que visem aumentar a sua infiltração pela redução da taxa de impermeabilização.

É necessário, portanto, uma reavaliação do sistema de drenagem urbana que considere um estudo integrado em função de bacias de drenagem; deve-se considerar ainda obras de ampliação, limpeza e desassoreamento, bem como de recuperação de antigas galerias.

Cabe ressaltar que o combate à erosão nas áreas de expansão urbana é fundamental para se evitar o assoreamento constante de todo o sistema de drenagem municipal e conseqüentemente minimizar o problema de enchentes.

#### 5.2.7- RECALQUES

Os recalques são fenômenos cujas causas envolvem tanto aspectos construtivos como de características físicas do terreno. Suas origens estão associadas tanto a fenômenos de adensamento de solos moles causados por rebaixamento do lençol freático, muitas vezes pelas próprias obras de drenagem urbana, quanto por adensamento de solos colapsíveis (p.ex. as argilas porosas da Bacia de São Paulo), muitas vezes associados à saturação causada por vazamentos nas redes de água e/ou esgoto.

Os problemas mais comuns são: afundamento de pavimentos, trincamento e danificação de edifícios e redes de infraestrutura por recalque diferencial.

A capacidade de suporte varia conforme a origem do solo e a profundidade das fundações.

De modo geral constata-se que os solos aluviais são os que apresentam a menor capacidade de suporte, os mais afetados pelas oscilações do lençol freático e, portanto, mais suscetíveis a apresentar problemas de recalques, notadamente quando presentes as camadas de solos moles devido às argilas orgânicas ou turfáceas.

Esses fenômenos podem ocorrer também como conseqüência da evolução de "carsts" cobertos (cavidades no subsolo), passíveis de serem encontrados em lentes e intercalações carbonáticas como as existentes nos xistos quartzosos da zona noroeste do município (região de Perus).

Tais fenômenos são potencializados por solicitações como extração intensiva de água subterrânea, por poços profundos, que imprimem alterações drásticas nos fluxos e nos níveis potenciométricos dos aquíferos.

### 5.3- ÁREAS FRÁGEIS COM RELAÇÃO À OCUPAÇÃO

#### 5.3.1- CABECEIRAS DE DRENAGEM

São áreas de concentração de águas pluviais caracterizadas por relevo mais íngreme que o entorno em forma de um semi círculo, como um anfiteatro, com alto potencial erosivo e de instabilização.

Exigem cuidados especiais na sua ocupação principalmente quando da realização de cortes e aterros; qualquer intervenção deve ser muito criteriosa e ser precedida da elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária, a concentração do fluxo de águas e a alta suscetibilidade a escorregamento e erosão.

#### 5.3.2- CICATRIZES DE ESCORREGAMENTO

Indicam locais onde já ocorreu algum escorregamento e que apresentam portanto estabilidade precária.

### 5.3.3- SURGÊNCIA D'ÁGUA

Indicam áreas de lençol freático raso e/ou aflorante. Qualquer intervenção, especialmente obras de terraplenagem, exige obras de drenagem sob o risco de saturação e "piping" com conseqüente instabilização.

### 5.4- INTERVENÇÕES IMPACTANTES

Além dos problemas geotécnicos propriamente ditos, julgou-se conveniente caracterizar tipologias de uso do solo e intervenções urbanas que por sua natureza e escala podem causar problemas geotécnicos e ambientais.

São eles:

#### 5.4.1- ATERROS SANITÁRIOS

Os aterros sanitários constituem a principal alternativa tecnológica adotada pela PMSP para tratar e dispor os resíduos sólidos provenientes da coleta regular de lixo domiciliar, além de entulhos, resíduos industriais inertes e rejeitos de outros sistemas de tratamento de resíduos sólidos existentes na cidade (reciclagem/compostagem e incineração), num total de 17.000 ton/dia.

Devido às características desta atividade, são necessárias grandes áreas para a disposição, sendo muito utilizadas as antigas cavas de mineração (A.S. Vila Albertina, A.S. Itatinga). Os aterros, quando mal gerenciados, são responsáveis por impactos ambientais negativos e problemas de ordem geotécnica, tais como: poluição das águas superficiais e subterrâneas, poluição do ar, aumento de tráfego de veículos pesados, causando desconforto à população local (mal cheiro, poeira, impacto visual) e eventuais prejuízos (desvalorização imobiliária).

Quanto a problemas de ordem geotécnica/ambiental associados aos aterros sanitários destacam-se: a poluição dos solos e das águas pelo chorume; instabilização dos taludes do próprio aterro, como o ocorrido no aterro Bandeirantes em junho de 1991 e, ainda, recalques e geração de gases após a sua desativação.

O município conta atualmente com poucos aterros em plena atividade: A.S. Bandeirantes (zona oeste), São João (zona leste) e o Aterro de Inertes da Pedreira Itatinga; estão em fase de desativação os aterros: Santo Amaro, Vila Albertina (zona norte).

Cabe mencionar a existência dos aterros Jacuí, Sapopemba, São Mateus e Raposo Tavares, atualmente desativados, mas apresentando ainda problemas ambientais como escape de gases e percolação de chorume.

Desde 1986 vêm sendo realizados estudos para a localização de áreas potenciais para futuros aterros, mas diante das dificuldades de se indicar áreas adequadas, foram apontadas somente a Pedreira Aidar (zona norte, divisa com Guarulhos) e o Sítio São João (zona leste, divisa com Mauá).

Recentemente estudou-se a possibilidade de desapropriação de área contígua ao A.S. de Vila Albertina e próximo da Serra da Cantareira (Decreto 33.125/93) para expansão do referido aterro. Tal possibilidade foi descartada em virtude das intensas pressões feitas por moradores e ambientalistas.

#### 5.4.2- MINERAÇÃO

Devido à inexistência de critérios tecnológicos de exploração e recuperação adequados, as minerações existentes no município de São Paulo constituem-se numa atividade extremamente degradadora, responsável por impactos negativos como a supressão de vegetação, erosão, assoreamento de cursos de água, poluição do ar e das águas, desconforto da população do entorno (poeira, ruído, vibração etc) e a geração de riscos em antigas minerações abandonadas.

Existem no município cerca de 67 minerações, estando cerca de 30 ativas, a maioria em situação ilegal (sem licenciamento).

Os principais bens minerados são a areia e a brita, concentradas respectivamente na zona sul (na Área de Proteção aos Mananciais) e na zona norte/noroeste (9 portos de areia e 11 pedreiras em atividade).

#### 5.4.3- CEMITÉRIOS

Os cemitérios podem vir a constituir atividade impactante gerando poluição das águas subterrâneas, impacto visual negativo, além de áreas potenciais de erosão principalmente nos cemitérios mais novos, instalados em áreas periféricas, em geral com declividades elevadas e sem proteção do solo de alteração nas terraplenagens. No município existem 36 cemitérios, ocupando área total de 4.000.000m<sup>2</sup>.

A poluição das águas subterrâneas pode se dar pela pequena profundidade e variação do lençol freático.

As sepulturas, mesmo as executadas em concreto, podem vir a apresentar fraturas pela acomodação do solo, entrando em contato direto com o lençol freático, podendo atingir poços e fontes existentes nas proximidades.

A contaminação das águas se dá por organismos patogênicos causadores de doenças como tétano, tuberculose, febre tifóide, disenteria, hepatite. A contaminação de fontes utilizadas pela população ocorre em favelas próximas ao Cemitério de Vila Nova Cachoeirinha. Outro problema existente, de caráter econômico, ocorre no Cemitério da Quarta Parada na Vila Prudente. A elevação do nível do lençol freático e diversos casos de saponificação (conservação de cadáveres) inutilizam algumas áreas do cemitério.

#### 5.4.4- MOVIMENTOS DE TERRA

Em São Paulo, em especial na sua área de expansão urbana, são comuns as obras de terraplenagem com o objetivo de implantar sistemas viários e instalar edifícios habitacionais ou industriais/comerciais.

Essas atividades alteram o perfil original do terreno, criando cortes e aterros que exigem critérios técnicos adequados para manter a estabilidade e evitar problemas como escorregamentos ou instabilização de matacões.

O que se observa freqüentemente são aterros executados em encostas de altas declividades, sem critérios técnicos, lançando-se material terroso sem compactação. Muitas vezes o material utilizado é uma mistura de terra, entulho e mesmo lixo. O emprego desse material, sem compactação, torna o aterro fofo e permeável facilitando a percolação e o acúmulo de água, diminuindo a sua resistência e aumentando o seu peso. Isso, numa superfície inclinada e onde, em geral, a vegetação não foi retirada e funciona como um lubrificante após a sua decomposição, tornam esses aterros altamente perigosos.

O material terroso utilizado é, geralmente, constituído de solo de alteração de rochas cristalinas, de composição predominantemente siltosa e micácea, que dificulta sua compactação e lhe confere alta erodibilidade quando não protegido e exposto à ação das águas pluviais; esses solos compõem grande parte dos terrenos da área de expansão urbana.

Os solos superficiais e mesmo os solos dos sedimentos terciários são freqüentemente o material mais adequado para os aterros, devido às melhores características para compactação e maior resistência a erosão. Tal propriedade os qualifica como material de capeamento em aterros cujo núcleo pode ser composto de solo de alteração de rochas cristalinas.

O solo superficial capeia os terrenos de praticamente todo o Município, em espessuras variadas, mais freqüentemente em torno de 1 metro, enquanto que o solo de sedimentos terciários se encontra na área mais central da cidade (Sé, Pinheiros, V.Mariana, etc), tornando-se mais rarefeitos em direção à periferia da cidade.

Os cortes realizados no terreno também merecem cuidados especiais no que diz respeito à sua estabilidade; cortes muito íngremes e altos ou mal localizados podem favorecer escorregamentos, deslocamentos de paredões rochosos e até instabilização de matacões.

Deve-se portanto considerar as propriedades intrínsecas da rocha e de seu solo de alteração, evitando ao máximo os cortes exageradamente altos que expõem desnecessariamente o solo de alteração, especialmente os de rocha cristalina como xistos micáceos e filitos, bastante suscetíveis a instabilizações. Nos quartzitos podem ocorrer deslocamentos de paredes rochosas, condicionados pelos cortes, e nos

granitos podem ocorrer instabilizações de matacões em encostas íngremes, descalçados por cortes realizados em suas bases de apoio.

Os movimentos de terra são ainda uma fonte de material terroso para os assoreamentos, produto da exposição excessiva de solos de alteração desprotegidos.

#### 5.4.5- ÁREA DE RISCO GEOLÓGICO

Segundo definição de Augusto Filho et.al.(1990), risco geológico é a circunstância ou situação de perigo, perda ou dano social e econômico, devido a uma condição geológica ou a uma possibilidade de ocorrência de processo geológico induzido ou não.

Entretanto, no presente trabalho, considerou-se como risco geológico-geotécnico apenas os fenômenos de escorregamento e solapamento, o que não exclui a possibilidade de outras ocorrências anotadas na carta constituírem-se em áreas de risco (aterros, bota fora, mineração, cemitérios, etc).

A adoção deste critério, ainda que restrito, deve-se a postura que as administrações municipais vem adotando no enfrentamento dos atendimentos emergenciais.

## 6- PROCEDIMENTOS PRÁTICOS

A etapa inicial constou da identificação dos principais problemas geológico-geotécnicos decorrentes da urbanização, relacionando-os ao meio físico, identificando-se seus fatores condicionantes mecanismos e conseqüências. Constatou-se que esses problemas mantêm estreita relação com determinadas feições da morfologia como por exemplo: erosão agravada em cabeceiras de drenagem e em áreas de alta declividade.

Tendo como base cartográfica o levantamento planialtimétrico da Emplasa em escala 1:10.000, efetuou-se a carta de isodeclividade pelo método Di Biasi, representando-se as 3 classes de declividade indicadas pela análise dos problemas identificados:  $d < 25\%$ ,  $25\% \leq d \leq 60\%$  e  $d > 60\%$ .

A seguir efetuou-se a consulta aos mapeamentos geológicos e geotécnicos existentes:

- Carta geotécnica do município de São Paulo, IPT, 1985, esc. 1:25.000
- Mapa geológico de São Paulo e arredores - Coutinho, 1967, esc. 1:50.000
- Mapeamento de rochas graníticas da porção norte do município de São Paulo - Dantas (1990).
- Mapa geológico da Grande São Paulo- Emplasa, 1981, esc. 1:100.000

Esses mapeamentos, usados como referências básicas, juntamente com as cartas de declividade, foram utilizados para preparar os levantamentos de campo que se iniciaram a seguir.

Para a checagem de dados localizados consultaram-se:

- laudos de risco geológico-geotécnico elaborados por empresas de geotecnia contratadas pela PMSP e coordenadas pelo IPT, 1989.
- perfis de sondagem da Cia do Metropolitano de São Paulo.
- perfis lito-estratigráficos de poços tubulares profundos fornecidos por empresas particulares de perfuração de poços( Aguabrás S/A Ind. Com. Eng. Perf., Falcão Olsen Perf. e Equip. Ltda, Politi Eng. e Construções).

A delimitação de feições características como planícies aluviais e cabeceiras de drenagem foi realizada através de interpretação de fotos aéreas de recobrimentos do município nas escalas: 1:35.000 Terrafoto 1980 e 1:10.000 Terrafoto 1986 a 1989. As áreas de solos moles, sujeitas a recalques, e as terras baixas, sujeitas a enchentes, foram delimitadas a partir de consulta ao traçado de antigos meandros dos rios mapeados pelo Instituto Sara-Brasil de 1930, e dos dados de enchente obtidos de mapeamento elaborado por SAR/SEMPA, 1991, esc 1:10.000, além de dados fornecidos pelas Administrações Regionais.

Outras informações, indicadoras de problemas potenciais como cicatrizes de escorregamento, solapamento, surgência d'agua, minerações, foram obtidas através

de observações de campo e informações de funcionários e técnicos antigos das ARs, moradores e outras fontes, devidamente checadas em campo.

No decorrer do trabalho houve solicitação do Departamento de Limpeza Urbana (LIMPURB), no sentido de se mapear áreas utilizadas e com potencial de utilização para receber entulhos e rejeitos inertes. Como atualmente existe uma única área oficialmente designada para esse fim (Pedreira Itatinga Ar-SA) proliferam "bota-foras" clandestinos, ocupando áreas inadequadas e criando situações de risco para moradores do entorno.

Levantados os critérios de adequação do relevo, drenagem, acesso, situação fundiária, capacidade de recebimento de material, ocupação do entorno e avaliados os problemas previstos em função de sua implantação, foram indicadas as áreas mais favoráveis para esse fim nas diversas regionais do município

## 7- RESULTADOS OBTIDOS

Analisados os solos residuais e litologias encontrados em campo, iniciou-se o processo de agrupamento para definição dos maciços de solo adotados no trabalho. Os maciços são resultado da compartimentação do território em áreas de comportamento geotécnico homogêneo, com a denominação da litologia predominante nesse maciço.

Eleitos os mais representativos e com maior expressão em área, no município, os maciços foram representados em cartas na esc.1:10.000 e no quadro orientativo que a acompanha, caracterizados em 3 diferentes intervalos de declividade, gerando 3 unidades geotécnicas cada um.

Na planície aluvial a unidade geotécnica foi definida de forma diferenciada pois a compartimentação foi realizada em função de problemas apresentados e condições de drenagem e não em função da declividade, resultando em 3 unidades denominadas: solos moles, terras baixas (mais sujeitas à enchentes) e terraços. O quadro orientativo apresenta as características de cada maciço, os problemas previstos quando da urbanização e as recomendações para projeto, parcelamento do solo e edificações, sistema viário, movimento de terra e drenagem para cada unidade geotécnica.

As recomendações devem ser entendidas como indicadoras de alternativas que devem ser analisadas e não como um receituário. A análise dessas alternativas deve ser função das características particulares do terreno do empreendimento pretendido, ou seja, necessita-se de uma análise mais pormenorizada com as informações detalhadas da topografia e feições dos solos existentes. Nas unidades de declividade acima de 60% destaca-se que só estudos detalhados poderão indicar medidas que garantam a segurança e qualidade da ocupação, apontando-se os que devem merecer mais atenção.

Não é intenção deste trabalho indicar áreas "boas" ou "ruins", áreas que devem ser ocupadas ou não ocupadas; o objetivo principal é o de indicar as dificuldades de ocupação de cada unidade, para que empreendedores e projetistas possam avaliar, com um pouco mais de precisão, a relação custo/benefício da obra e que o poder público tenha um instrumento técnico que o auxilie na avaliação da qualidade dos projetos em vista dos impactos que possam causar ao meio físico

Os números ① ② ③, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a "pesos" atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

De modo geral os "pesos" crescem com o aumento da declividade pois os problemas de erosão, escorregamento, queda de blocos e matacões se acentuam nas intervenções que envolvam maior volume de terraplenagem.

A seguir apresenta-se uma descrição sucinta dos 10 maciços de solo e rocha delimitados:

### 7.1- SEDIMENTOS TERCIÁRIOS (Tc)

Referem-se aos sedimentos terciários da Bacia de São Paulo e abrangem toda a área central do município, estendendo-se a leste ao longo do rio Tietê até Itaquaquetuba, a oeste acompanham a margem direita do rio Pinheiros e formam manchas isoladas na margem esquerda, em direção ao Butantã.

Na zona norte abrangem V. Maria e Santana e na sul expõem-se continuamente até Santo Amaro constituindo manchas isoladas em Capela do Socorro e Campo Limpo; sustentam um relevo muito suave, constituído por colinas.

Os sedimentos terciários, constituídos predominantemente por argilitos, siltitos arenitos e conglomerados, apresentam espessura variando de poucas dezenas de metros, nos limites de sua área de ocorrência principal, até cerca de 200m na zona norte próximo a Guarulhos, na zona leste próximo à V. Formosa e na zona centro-sul da cidade. Capeando estes sedimentos ocorre uma camada relativamente espessa de solo argiloso laterizado, vermelho, denominado tecnicamente de "argila porosa", excelente para a execução de aterros compactados.

O solo superficial apresenta textura argilosa e é bem laterizado; o horizonte mais profundo tem textura predominantemente argilosa, com intercalações mais arenosas, onde podem ocorrer lençóis d'água suspensos.

### 7.2- MACIÇOS DE SOLO E ROCHA GNÁISSICOS (Gn)

Ocorrem predominantemente na zonas oeste (Butantã), sul (Campo Limpo e Capela do Socorro) e leste (Itaquera e Guaianases). Seu solo superficial possui textura argilosa a argilo arenosa com espessura variando de 1m (nas declividades superiores a 25%) até 2m. O solo de alteração apresenta textura siltosa a silto arenosa com espessura de até dezenas de metros. São característicos desses maciços os processos de ravinamento nos solos de alteração e, quando da presença de matacões, dificuldade de escavação e de cravação de estacas, recalques diferenciais e riscos de descalçamento e rolamento. A partir de 25% de declividade a erosão e a instabilidade podem ser facilitadas pela estrutura do solo de alteração. Acima de 60% são comuns os escorregamentos em taludes de corte ou aterro mal executados.

### 7.3- MACIÇOS DE SOLO E ROCHA GRANÍTICOS (Gr)

Têm sua área de maior ocorrência na zona norte (Serra da Cantareira) e esparsamente em áreas menores isoladas.

O solo superficial apresenta textura argilo arenosa com espessura variando de 1m (nas declividades acima de 25%) até 3m nos topos de relevo (declividades inferiores à 25%). O solo de alteração é areno-argiloso com espessura de até 10m ou mais nos vários intervalos de declividade. Os problemas previstos para os maciços de solo granítico são semelhantes aos dos gnáissicos, somente que agravados pela maior freqüência na ocorrência de matacões.

Os processos de instabilização são menos freqüentes que nos solos gnáissicos.

### 7.4- MACIÇOS DE SOLO E ROCHA XISTO-MICÁCEOS (Xm)

Ocorrem predominantemente na zona leste em Itaquera, Guaianases e S. Mateus e na zona norte em Santana e Freguesia do Ó.

O solo superficial apresenta textura argilosa a argilo-siltosa com espessuras entre 1 e 1,5m.

O solo de alteração é essencialmente siltoso e micáceo e apresenta espessura de dezenas de metros.

Estes solos apresentam estruturação em placas (minerais micáceos), que podem favorecer processos de escorregamento, dependendo da direção do corte realizado no terreno.

Quando exposto seu solo de alteração, tanto em cortes como em aterros, apresentam-se altamente erodíveis.

Em aterros o uso deste solo de alteração apresenta dificuldades de compactação.

A baixa capacidade de suporte dos solos amolgados e o deslocamento e escorregamento verificados em declividades superiores a 60% são também previsíveis.

#### 7.5- MACIÇOS DE SOLO E ROCHA XISTO-QUARTZOSOS (Xq)

Apresentam maior incidência na porção noroeste do município.

O solo superficial apresenta textura argilosa a areno argilosa, com espessura de 1 a 1,5m em declividades inferiores a 25% e 1m em declividades superiores.

O solo de alteração é areno siltoso e suscetível à erosão causada pelas águas superficiais. Essa erosão ocorre na forma de ravinas, nas declividades inferiores a 60%; quando ultrapassam esse valor assumem a forma de deslocamentos tanto nas encostas naturais como nos taludes de corte acentuado, fenômenos estes causados pela orientação das descontinuidades da rocha.

Devido à sua composição mais arenosa, estes solos não apresentam estrutura tão marcante quanto a dos xistos micáceos, sendo portanto menos suscetíveis à erosão e apresentando facilidade de compactação quando usados em aterro.

Em Pirituba-Perus, próximo às vias Anhangüera e Bandeirantes, ocorrem lentes e intercalações carbonáticas.

Essas áreas compreendem zonas de maior suscetibilidade a ocultar "carsts" cobertos, devido à dissolução destes níveis carbonáticos e conseqüente aparecimento de vazios no subsolo.

Estas ocorrências foram representadas cartograficamente sob a denominação de Xq.\*

#### 7.6- MACIÇOS DE SOLO E ROCHA DE FILITO (Fi)

Abrangem Santana e Freguesia do Ó no norte, Perus e Pirituba a noroeste. O solo superficial é raso (da ordem de 0,5m, podendo localmente chegar a alguns metros) e tem textura de argilosa a argilo-siltosa.

O solo de alteração apresenta textura siltosa a argilosa com espessuras variáveis, gradando bruscamente para rocha alterada. Nas declividades superiores a 25% o solo de alteração, quando exposto, sofre processo de erosão acelerado podendo formar ravinas profundas.

A grande dificuldade de compactação de aterros e baixa capacidade de suporte em solos amolgados, características desse maciço, desaconselham o seu uso em aterros.

Outro problema previsível é o de deslocamento de blocos de rocha e escorregamentos condicionados pelas descontinuidades da rocha.

#### 7.7- MACIÇOS MISTOS (Mst)

São encontrados em toda zona sul do município, apresentando solo superficial de textura argilosa a argilo-siltosa com espessura de 1 a 1,5m.

O solo de alteração tem espessura de dezenas de metros e textura silto-arenosa a arenosa, sendo proveniente em sua grande maioria de rochas migmatíticas.

Os problemas geotécnicos estão relacionados à erosão acelerada, acentuada nos veios e bolsões de composição pegmatítica e arenosa, que pode evoluir para ravinas profundas, facilitadas pela xistosidade, nas declividades superiores a 25%.

A erosão instalada nos pegmatitos pode induzir escorregamentos ou queda de blocos.

#### 7.8- MACIÇOS DE SOLO E ROCHAS BÁSICAS E ULTRA BÁSICAS(Af)

Ocorrem predominantemente em Pirituba (noroeste) e Campo Limpo (sul). Em Santana ocorre na forma de lentes métricas intercaladas nos micaxistos.

O solo superficial tem espessura de 1 a 2m, textura argilosa e pode apresentar porções laterizadas e com concreções limoníticas.

O solo de alteração apresenta textura argilosa a argilo-arenosa.

O solo superficial apresenta boas características geotécnicas quando utilizado no tratamento superficial de áreas terraplenadas, desde que bem compactado e livre de torrões e concreções.

São maciços com baixa capacidade de suporte em virtude da possível presença de argila expansiva, baixa aderência dos solos, tornando as vias escorregadias e que podem apresentar dificuldades na instalação de infraestrutura devido à eventual ocorrência de blocos ou do topo rochoso; entretanto apresentam erosão pouco intensa mesmo em altas declividades.

#### 7.9- PLANÍCIE ALUVIAL (AI)

Áreas de fundo de vale com baixa declividade (menos de 5%), solos arenosos e argilosos de espessura variável, lençol freático superficial.

São áreas propensas a recalques, que podem danificar pavimentos, redes de infraestrutura ou mesmo edificações, além de serem mais sujeitas à inundação.

Foram criados 3 subcompartimentos dentro da planície aluvial: área de solos moles (antigos meandros de rios), terras baixas (sujeitas a inundações) e terraços (áreas mais elevadas em relação as anteriores).

#### 7.10- MACIÇOS DE SOLO E ROCHAS QUARTZÍTICAS (Qz)

No município de São Paulo ocorrem predominantemente na zona norte, em áreas de alta declividade (acima de 25%) e com menor expressão em Campo Limpo.

Apresentam solo superficial raso, textura arenosa e solo de alteração pouco desenvolvido com transição solo-rocha brusca. O solo de alteração é friável e suscetível a rupturas em taludes de corte. A pequena espessura dos solos causa a fácil exposição da rocha sã, sujeitando-a a deslocamentos.

## 8- CONCLUSÃO

Constata-se que muitos dos problemas da cidade de São Paulo são consequência dos conflitos entre expansão urbana e suas relações com o meio físico. Verifica-se que os acidentes geotécnicos são em geral previsíveis e evitáveis quando se dispõem de informações que permitam a correta avaliação do potencial de ocupação e a adoção de procedimentos adequados de intervenção.

A região central da cidade, com ocupação urbana consolidada e construída sobre os terrenos colinosos dos sedimentos terciários, praticamente não apresenta problemas.

A conjugação de terrenos mais favoráveis à urbanização, tanto do ponto de vista de relevo como de comportamento geotécnico, com ocupação, infraestrutura e padrão construtivo satisfatórios, garantem a relativa ausência de problemas geotécnicos.

Os solos aluviais permeiam os maciços de solo e rocha em todo o município, apresentando sua maior área de ocorrência nas várzeas dos rios Pinheiros, Tietê e Tamanduateí, sendo suscetíveis a recalques, solapamentos e enchentes.

São as periferias em consolidação e as áreas de expansão urbana, entretanto, que sinalizam para o maior potencial de ocorrência de problemas: apresentam feições mais irregulares, alternando relevo suave com encostas abruptas e solos com características diferenciadas (espessura, resistência à erosão, descontinuidades, heterogeneidade dos maciços), aliados à ocupação predominante de baixo padrão urbanístico e construtivo. São as áreas que apresentam maior riqueza de feições geomorfológicas e geológicas, que exigem projetos diferenciados para aproveitar o seu potencial natural e escapar das soluções comumente utilizadas e que podem ser totalmente inadequadas a esta realidade.

O fator morfológico é o primeiro a ser percebido e o que mais influencia na ocupação; o geológico se apresenta mais sutilmente e pode tanto facilitar como agravar uma situação de ocupação. A conjugação desses dois fatores, mais a observação das práticas mais comumente utilizadas, permitiu que se pudesse prever os possíveis problemas e conseqüentemente propor recomendações gerais afim de contorná-los ou minimizá-los, imaginando a pior situação.

Para os sedimentos terciários os problemas e recomendações são de pequena monta; o mesmo ocorre para os maciços básicos que, superficialmente, apresentam boas características geotécnicas; porém, terraplenagens em encostas com mais de

25% de declividade podem facilmente atingir o topo rochoso e tornar necessário cortes em locais onde possa haver queda de blocos e cunhas de rocha.

Para os granitos e, em menor proporção, para os gnaisses, os maiores cuidados envolvem os matacões. A erosão acelerada, principalmente em solos de alteração desses maciços é outro problema comum, podendo ser um pouco mais grave nos gnaisses se houver concordância com a xistosidade.

Em xistos micáceos, filitos e xistos quartzosos a erosão, a instabilização de aterros em encostas e escorregamentos em taludes de corte são, em geral, os principais problemas. Porém, algumas particularidades fazem com que estes maciços sejam aqui individualizados. Os xistos micáceos têm grande espessura de solo e os sulcos de erosão podem ser bem profundos, principalmente se a xistosidade for favorável ao processo; a instabilização de taludes pode se dar como escorregamentos ou como rastejos lentos. Nos filitos, com pequena espessura de solo, as terraplenagens facilmente atingem a rocha alterada que, em cortes, deslocam conforme a sua xistosidade. Nos xistos quartzosos alternam-se camadas xistosas e areníticas, as quais determinam o agravante de deslocamento e queda de blocos, ou têm características carsticas que podem causar subsidências e colapsos de solo ligados à evolução de cavidades no subsolo.

Os maciços mistos combinam algumas das características de xistos e de granitos, observando-se, em geral, um solo superficial de bom comportamento frente à erosão, porém com solo de alteração bastante suscetível nas porções graníticas. Esses solos não desenvolvem matacões.

Os maciços quartzíticos têm como principal problema o deslocamento e a queda de blocos em função da pouca espessura de solo e a sua ocorrência em terrenos geralmente declivosos.

Os sedimentos aluviais receberam tratamento diferente dos outros maciços pois os problemas são radicalmente diferentes e a morfologia dos terrenos onde se situam não está relacionada a um amplo espectro de declividades.

Apesar dessas características e comportamentos distintos, podemos afirmar que a maior parte dos problemas está relacionada ao escoamento de águas e aos movimentos de terra. Em geral, se estes dois fatores forem bem estudados e equacionados desde o anteprojeto, considerando o disciplinamento da drenagem, a minimização e boa execução dos movimentos de terra, boa parte dos problemas pode ser evitada.

Enfatiza-se mais uma vez a necessidade de se respeitar as restrições que o meio físico impõe além de desenvolver, simultaneamente, soluções mais adequadas às condições físicas e econômicas locais; só assim pode-se fazer frente ao desafio de criar um instrumento para o estabelecimento de uma política preventiva.

# **ANEXOS**

## GLOSSÁRIO

A seguir, relacionamos alguns termos da forma como foram utilizados neste trabalho.

**Aluvião:** nome genérico que engloba os depósitos de cascalhos, areias, siltes e argilas de origem fluvial.

**Amplitude:** diferença de cota medida do topo da elevação até a sua base, em geral no vale. A amplitude não deve ser confundida com a altitude absoluta, que é tomada em relação ao nível do mar.

**Aquífero:** maciço de rocha ou solo com características de permeabilidade e porosidade favoráveis ao armazenamento e circulação de água, dando origem a lençóis de água subterrânea.

**Aquífero suspenso:** tipo de aquífero de extensão limitada, localizado dentro de uma camada mais impermeável.

**Áreas de empréstimo:** áreas de onde são retirados materiais, em geral de natureza terrosa, para utilização em aterros.

**Área de risco:** área onde se configura uma situação de risco, potencial ou comprovada, envolvendo danos materiais ou de vida.

**Argila expansiva:** tipo de argila que sofre expansão (inchamento) quando submetida a aumento da umidade.

**Assoreamento:** acúmulo de detritos em canais de drenagem (rios, córregos, galerias), reservatórios de água (represas, tanques de decantação, etc) que diminuem a capacidade de vazão ou de volume do corpo d'água.

**Aterro:** porção de terra ou entulho com que se nivela ou alteia um terreno.

**Aterro lançado:** aterro que foi disposto no terreno sem compactação adequada.

**Aterro compactado:** aterro construído seguindo normas técnicas pré-estabelecidas.

**Bacia sedimentar:** depressão na crosta terrestre preenchida por sedimentos transportados de áreas circunjacentes mais elevadas.

**Bacia Sedimentar de São Paulo:** bacia sedimentar que existe como substrato de boa parte da Região Metropolitana de São Paulo, de idade Terciária.

**Bandamento:** textura de rochas contendo bandas ou faixas aproximadamente paralelas de diferentes minerais, texturas e cores.

**Boçoroca:** tipo de erosão em que a remoção de partículas e massas de solo se faz aceleradamente pela ação conjunta das águas superficiais e subterrâneas; geralmente formam escavações com paredes abruptas de vários metros de profundidade, dezenas a centenas de metros de comprimento e dezenas de metros de largura.

**Bota-fora:** área de deposição de resíduos diversos, provenientes de escavações e demolições. Utilizado também para denominar esse material.

**Cabeceira de drenagem:** área onde se localiza a nascente de um curso d'água. Neste trabalho é compreendido como a conformação do relevo de formato semicircular ou oval formando uma vertente em forma de anfiteatro, onde se concentram as águas pluviais para formar as linhas de drenagem naturais.

**Capacidade de suporte:** característica de um maciço de rocha ou solo em relação ao seu comportamento quando submetido a uma carga (fundação).

**Carst:** feições morfológicas típicas de terrenos calcários (grutas, cavernas, dolinas) causadas pela dissolução dos carbonatos.

**Caulim:** argila pura, de cor branca, resultante da decomposição de minerais feldspáticos por efeito de hidratação.

**Caulínico:** que contém caulim ou é da sua natureza.

**Cava de mineração:** a escavação causada pela mineração.

**Cicatriz de escorregamento:** a superfície de ruptura em um escorregamento ocorrido.

**Colapso de solo:** fenômeno onde um solo perde volume muito rapidamente, causando um afundamento superficial apreciável.

Colina: elevação do terreno com amplitude de aproximadamente 40m a 70m, com encostas de perfis convexos e retilíneos, predominando declividades de até 20%, e topos amplos e arredondados.

Coluvionar: de colúvio, material transportado de um local para outro, pela ação combinada da gravidade e das águas pluviais e depositado ao longo das encostas.

Concreção limonítica: massa geralmente nodular ou esférica de dimensões variadas, contendo óxido de ferro hidratado e sílica, bastante endurecida, encontrada nos solos.

Confinamento do nível d'água: aterrar surgências d'água ou cabeceira de drenagem natural.

Conglomerática: relativo à rocha ou sedimento composto por fragmentos mais ou menos arredondados com diâmetro superior a 2mm.

Corte: escavação no terreno.

Corte subvertical: modificação do perfil natural da encosta, obtida por escavação, formando ângulos próximos a 90° com a horizontal do terreno.

Declividade: inclinação de uma encosta em relação a um plano horizontal. Em mapa, quanto maior for a declividade, tanto mais próximas se encontram as curvas de nível.

Descontinuidade: rupturas naturais dos maciços rochosos, gerando planos de menor resistência. É um termo coletivo para a maioria dos tipos de juntas, fraturas, falhas, xistosidade, etc.

Desplacamento: quebra ou segmentação do corpo rochoso em placas ou lamelas, subparalelas entre si e à superfície do terreno.

Embasamento: termo empregado para designar rochas mais antigas em relação a outras que lhe são sobrepostos.

Embasamento cristalino: termo usado quando o embasamento é formado por rochas ígneas ou metamórficas (granitos, gnaisses, xistos, filitos etc)

Embasamento pré-cambriano: termo usado quando o embasamento foi formado na Era Pré-cambriana (mais de 600 milhões de anos aproximadamente).

Empastilhamento: processo de fragmentação de um maciço terroso ou rochoso pela expansão e contração, causada pelo umedecimento e ressecamento, formando trincas na superfície do maciço que resultam em fragmentos centimétricos do material original.

Entulho: material proveniente de uma demolição ou escavação.

Erodibilidade: suscetibilidade do maciço terroso à erosão; propriedade dos maciços terrosos quanto à sua resistência aos processos erosivos.

Erosão: conjunto de fatores físicos, químicos ou biológicos responsáveis pelo modelado do relevo terrestre, que pode ser acelerada artificialmente pelo homem. Consiste essencialmente em remoção de partículas ou massas de solo.

Erosão interna: o mesmo que "piping".

Erosão laminar: tipo de erosão em que a remoção de partículas do solo se faz uniformemente pela superfície do terreno produzida pelo lençol de escoamento superficial.

Erosão em sulcos: tipo de erosão em que a remoção de partículas do solo se faz concentradamente em pequenos canais onde o escoamento de água superficial passa a se concentrar. Constitui-se num estágio de erosão mais intensa que a erosão laminar.

Erosão em ravinas: tipo de erosão em que a remoção de partículas e massas de solo se faz aceleradamente em canais de concentração do escoamento de águas superficiais. Constitui-se num estágio de erosão mais intensa que a erosão em sulcos.

Escorregamento: movimentos rápidos de porções de taludes naturais ou artificiais. Apresentam superfície de ruptura bem definida, que é função do tipo de solo ou rocha, da geometria do talude e das condições de fluxo da água. Ocorrem devido a diversos fatores, tendo a água como principal agente deflagrador. Este termo é utilizado como sinônimo de instabilidade da encosta.

Escorregamento natural: escorregamento sem qualquer conotação com a influência humana.

Escorregamento induzido: escorregamento que, de alguma forma, é influenciado pela ação humana.

Escorregamento planar: tipo de escorregamento em que a superfície de ruptura é quase paralela à superfície do talude.

Escorregamento circular ou rotacional: tipo de escorregamento em que a superfície de ruptura forma, aproximadamente um arco de círculo, ocorrendo preferencialmente em solos isotrópicos e homogêneos.

Escorregamento em cunha: tipo de escorregamento em que a massa escorregada tem a forma de uma cunha.

Escorregamento translacional: vide ruptura translacional .

Estrutura: feição de rochas metamórficas caracterizada pela orientação mais ou menos paralela dos seus componentes minerais, principalmente os placóides (mica) e/ou prismáticos. No presente texto é utilizado com o mesmo sentido de foliação e xistosidade.

Filito: rocha metamórfica com forte foliação, constituída por minerais micáceos orientados, de granulação muito fina (o que o distingue dos xistos).

Foliação: estrutura que consiste na orientação planar de minerais prismáticos e/ou placóides e/ou de agregados de minerais lenticulares.

Fratuza: tipo de descontinuidade, ruptura num maciço rochoso.

Friável: propriedade dos materiais facilmente desagregáveis com as mãos.

Gnaisse: rocha metamórfica de granulação média a grossa, caracterizado pela orientação mais ou menos paralela dos seus componentes minerais, que é semelhante a do granito.

Granito: rocha ígnea intrusiva composta basicamente de três minerais essenciais: quartzo, feldspato alcalino e micas, sendo possível a observação desses minerais a olho nú.

Impacto ambiental: toda alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a segurança e o bem estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais.

Intemperismo: conjunto de processos que ocasionam a alteração e decomposição física e química das rochas e dos minerais graças à ação dos agentes atmosféricos e biológicos. O produto final desse processo de alteração das rochas é o solo.

Jusante: denominação dada a uma área situada abaixo da outra, tendo como referência a corrente fluvial;

costuma-se também empregar a expressão para relevo ao descrever uma região que está numa posição mais baixa, em relação ao ponto considerado.

Laterizado ou laterítico: diz-se do material terroso submetido ao processo de laterização, adquirindo uma coloração avermelhada por causa da concentração do ferro.

Laterização: processo característico das regiões intertropicais de clima úmido e estações secas e chuvosas alternadas, acarretando a remoção de sílica e o enriquecimento dos solos em ferro e alumina.

Lençol freático: "camada" de água contida num aquífero e submetido unicamente à ação da pressão atmosférica.

Lençol suspenso: é o aquífero, de extensão limitada, localizado sobre uma camada ou lente de solo ou rocha de menor permeabilidade ou impermeável. O nível de água apresenta-se acima do nível de água do aquífero regional. Esta situação é comum em sedimentos de bacias terciárias como a Bacia de São Paulo.

Lente: ocorrência de rocha ou solo sem continuidade lateral, possuindo variação de espessura e situada no meio de outra camada.

Linha de drenagem natural: feição topográfica onde ocorre uma concentração do fluxo de águas superficiais, independente do fluxo ter caráter permanente ou não.

Litologia: sinônimo de "tipo de rocha".

Maciço: massa de material (rocha ou solo) definido conforme feições que a caracterizam. Neste trabalho são definidos segundo critérios geológicos e geotécnicos.

Matacão: bloco de rocha comumente arredondado, de diâmetro superior a 25cm. É encontrado na superfície ou no interior do solo, sendo característico da alteração de rochas graníticas. Na Carta, o termo é utilizado para blocos de dimensão métrica.

**Meandro:** sinuosidade formada pelo curso do rio, muitas vezes em forma de semicírculo, nas áreas planas.

**Mesocrática:** relativo a rochas ígneas que contém entre 30% a 60% de minerais escuros.

**Microgranular:** textura de rocha observável somente com auxílio de lupa ou microscópio.

**Migmatito:** rocha de características meio metamórficas meio ígneas. Neste trabalho os migmatitos são rochas predominantemente xistosas com grandes veios e bandamentos de material granítico.

**Montante:** o oposto de jusante.

**Morro:** elevação de um terreno ondulado, com amplitudes de 90m a 160m, com encostas de perfis retilíneos e convexos, com declividades entre 20% e 30% nas porções superiores, maiores que 30% nas inferiores e cabeceiras, e até 20% nos topos. Estes são geralmente estreitos e alongados.

**Morrote:** elevação de um terreno ondulado, com amplitudes de aproximadamente 60m a 90m, com encostas de perfis retilíneos e convexos, declividade variável em função do trecho da encosta (em geral predominam declividades entre 20% a 30% nas porções inferiores, 10% a 20% nas porções superiores e topos, e acima de 30% no terço inferior de algumas encostas e cabeceiras de drenagem). Os topos são em geral alongados e relativamente amplos.

**"Piping":** movimento de partículas de uma massa de solo carregadas por percolação de água, provocando a abertura progressiva de canais dentro da massa de solo em sentido contrário ao do fluxo da água; é também conhecida como erosão retrogressiva.

**Planície aluvial:** terreno baixo e plano junto aos cursos d'água, com declividades geralmente inferiores a 5%, formados pela deposição de sedimentos de origem fluvial.

**Quartzito:** rocha metamórfica composta essencialmente de quartzo - um arenito endurecido por processos metamórficos.

**Recalque:** deformação do solo, de direção essencialmente vertical, causada pelo deslocamento de suas partículas.

**Recalque diferencial:** tipo de recalque em que este não é uniforme em todos os pontos do aterro ou da fundação.

**Recuperação:** conjunto de técnicas utilizadas em áreas degradadas que visa a obtenção de uma nova utilização para estas áreas.

**Risco:** circunstância ou situação de perigo, perda ou dano, social ou econômico, devido a uma condição geológica ou a uma possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não.

**Rocha básica/ultrabásica:** rocha ígnea composta essencialmente de minerais escuros.

**Rochas cristalinas:** rocha ígnea e/ou metamórfica.

**Rochas granitóides:** nome genérico que engloba as rochas com granulação grosseira, pouca orientação dos seus componentes minerais e composição mineralógica semelhante aos granitos.

**Rupturas translacionais:** movimentos de massa ao longo de superfície plana, em geral preexistente e condicionada a alguma feição estrutural do substrato. O movimento é de curta duração e com velocidade elevada.

**Ruptura translacional rasa:** denominação sem caráter de classificação formal, para movimentos de massa que mobilizam pequena espessura de solo. Em São Paulo, o termo se aplica principalmente a escorregamentos de aterros.

**Sedimentos terciários:** pacote de rochas sedimentares depositadas em bacias de idade terciária. Apresentam espessura e textura muito variadas (argilosa, siltosa, cascalhos, material conglomerático e concreções limoníticas), sendo comuns os lençóis d'água suspensos e a ocorrência de argila expansiva.

**Serra:** elevação de um terreno acidentado, com amplitudes da ordem de 300m, encostas de perfis geralmente retilíneos e declividades acima de 30%. Nas escarpas de algumas serras predominam declividades de 60%.

**Solapamento:** fenômeno que ocorre nas margens de rios e córregos em que a erosão na parte mais baixa do talude deixa sem sustentação a sua parte superior, que desaba.

Solo: material terroso encontrado na superfície da crosta, de origem inorgânica ou orgânica, de imediata e fácil desagregação pelo manuseio de picareta, pá escavadeira, etc, ou ação da água.

Solo superficial: camada do solo da superfície do terreno natural, que suporta a vida vegetal. Geralmente é o solo mais laterizado.

Solo residual: solo proveniente da ação do intemperismo sobre as rochas, provocando a formação desses solos no próprio local da rocha alterada. Termo usado como sinônimo de "solo de alteração".

Solo de alteração: solo residual pouco maduro, isto é, com vestígios da estrutura da rocha e, eventualmente, matacões e restos de rocha decomposta.

Solo amolgado: solo trabalhado, compactado.

Solo mole: solo formado pela deposição de sedimentos carregados por cursos d'água, de consistência mole, compressíveis. Neste trabalho considerou-se que as áreas de maior ocorrência desse solo são aqueles onde existiram os meandros dos principais rios.

Solo laterizado: solo avermelhado ou amarelado, ricos em ferro e alumínio na fração argila, com relativo ganho de resistência mecânica. Estágio intermediário do processo de laterização.

Surgência de água: fonte, nascente, olho d'água.

Talude: superfície inclinada do terreno. Os taludes podem ser naturais ou provenientes de terraplenagem (corte ou aterro).

Terciária(o): período geológico da Era Cenozóica, compreendido entre 65 a 1,8 milhões de anos.

Terras baixas/Terrenos baixos: área dentro da planície aluvial contígua ao leito de um curso d'água recoberta por água nos períodos de cheia e transbordamento, onde se sedimentam as frações mais finas da lama transportada pela água esparramada.

Terraços: terrenos planos mais elevados, natural ou artificialmente, dentro da planície aluvial, menos sujeitos à inundação da planície.

Terraplenagem: movimento de terra envolvendo corte e/ou aterro a fim de preparar o terreno para uma obra.

Textura: conjunto de características de forma, dimensão e arranjo dos elementos mineralógicos constituintes da rocha ou solo.

Tratamento primário: termo genérico para cascalhamento, agulhamento, solo estabilizado, etc. de leitos viários

Várzea: neste trabalho é sinonimo de "terras baixas".

Veio: corpo (maciço) de formato tabular que preenche fendas de uma rocha, com dimensões centimétricas a métricas.

Veio de quartzo: veio cuja composição é essencialmente de quartzo.

Veio pegmatítico: veio de composição granítica, com granulação extremamente grosseira, alterando-se num material bastante caulínico.

Xisto: rocha metamórfica acentuadamente foliada em cuja composição são abundantes os minerais micáceos orientados, visíveis a olho nú.

Xisto micáceo: xisto que contém, em sua composição mineralógica, grande predominância de micas.

Xisto quartzoso: xisto que contém, em sua composição mineralógica, mica e quartzo em proporções variáveis, ora predominando um ora outro, espaçadamente.

Xistosidade: tipo de foliação que ocorre em rochas metamórficas, resultante do arranjo paralelo de grãos minerais placóides e elipsóides.

**CARACTERIZAÇÃO E DIRETRIZES  
DE  
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO**

### Planície Aluvial (AI)

Características: áreas de fundo de vale com declividades inferiores a 5% portanto praticamente planas. Seus solos são constituídos por sedimentos inconsolidados de granulometria variável, predominantemente argilosos e de espessura variável, nível de água raso, quase aflorante. Nota-se a presença de argilas moles e compressíveis; propensão à recalques excessivos ou diferenciais com danificação de edificações e redes de infraestrutura além de danificação sistemática dos pavimentos viários devido à baixa capacidade de suporte, adensamento das argilas e rebaixamento do nível d'água.

São áreas sujeitas à enchentes, inundação e assoreamento dos cursos d'água e apresentam dificuldade de escoamento de águas pluviais devido à sua baixa declividade. Apresentam ainda problemas de estabilidade precária de paredes de escavação (argilas e areias), erosão e solapamento de margens de córregos e saias de aterro, e "piping" associado à tubulações enterradas nos níveis mais arenosos. Nota-se ainda a ocorrência frequente de antigas cavas de mineração e meandros abandonados, preenchidos por resíduos urbanos e industriais diversos, em grande parte já incorporados ao tecido urbano.

	antigos meandros - solos moles	terras baixas-áreas sujeitas à inundação	terraços
Características físicas específicas	<ul style="list-style-type: none"><li>. áreas originalmente mais baixas, em grande parte já aterradas e ocupadas;</li><li>. ocorrência frequente de solos moles e compressíveis principalmente ao longo de drenagens de maior porte, atualmente retificadas e ou canalizadas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. apresentam cotas mais baixas em relação ao entorno</li><li>. são áreas de acumulação de detritos e sedimentos, quando há inundações</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. são os terrenos mais elevados da planície aluvial;</li><li>. predominam sedimentos arenosos ou aterros construídos sobre a antiga varzea, constituídos por detritos diversos, incluindo os sedimentos dragados dos rios Tietê e Pinheiros, transportados para a urbanização das varzeas.</li></ul>
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"><li>. recalques muito pronunciados em função do adensamento de solos moles por sobrecarga e ou rebaixamento do nível d'água;</li><li>. ruptura de aterros construídos sobre este solo, devido à sobrecargas;</li><li>. dificuldade de implantação de formas de disposição local de efluentes domésticos devido à proximidade do nível d'água.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. áreas mais sujeitas à inundações, alagamentos e ou depósitos de detritos ou sedimentos</li><li>. recalques muito pronunciados em função do adensamento de solos moles, por sobrecarga ou rebaixamento do nível d'água</li><li>. ruptura de aterros construídos sobre este solo, devido à sobrecargas</li><li>. dificuldade de implantação de formas de disposição local de efluentes domésticos devido à proximidade do nível d'água</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>. problema de estabilidade em taludes de corte, devido a constituição predominantemente arenosa de fácil desagregabilidade (baixa coesão);</li><li>. problemas de recalques e inundações menos frequentes que nos outros setores;</li><li>. dificuldade de implantação de formas de disposição local de efluentes do nível d'água.</li></ul>

Recomendações quanto ao sistema viário	<p><b>para todas as unidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. garantir melhor desempenho e durabilidade do sistema viário através de medidas como: troca de solo, drenagem do subleito, pavimentos articulados etc.</li> </ul>
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p><b>para as unidades : antigos meandros e terras baixas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. prever áreas de emprestimo de terra externas a estas unidades;</li> <li>. proceder à troca de solo ou outras medidas para melhorar as condições de suporte e resistência do solo nos projetos de aterro de dimensões maiores;</li> <li>. programar o aterro para que, após o recalque, a cota fique no nível desejado;</li> <li>. prever sistema de drenagem subterrânea que capte o fluxo d'água sob aterros.</li> </ul> <p><b>para todas as unidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. proteger o talude (natural ou de aterro), especialmente na porção inferior, contra a erosão e solapamentos causados por correços adjacentes;</li> <li>. prever medidas que garantam a estabilidade de paredes de escavação como: escoramento e ou rebaixamento do nível d'água;</li> </ul>
Recomendações quanto à drenagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>. implantar redes de drenagem e de coleta de esgoto com cuidados especiais (materiais e métodos construtivos), para evitar danos por recalque;</li> <li>. nas canalizações, adotar preferencialmente os canais a céu aberto enquanto a bacia contribuinte não tiver urbanização consolidada ou alternativamente canais fechados com acessos para inspeção e limpeza;</li> <li>. prever faixa "non aedificandi" junto às linhas de drenagem e corpos d'água de largura suficiente para permitir acesso para manutenção e obras.</li> </ul>
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<ul style="list-style-type: none"> <li>. prever necessidade de aterro para altear o terreno;</li> </ul>

### Maciços de solos e rochas básicas e ultrabásicas (Af)

Características: Ocorrem de modo restrito introduzidas em Xm, Xq, Fi e Gr nas regiões de Pirituba-Jaraguá, Tucuruví, São Mateus e Campo Limpo no Município de São Paulo.

O solo superficial (SS) tem textura argilosa, cor avermelhada e é constituído de material laterizado com concreções limoníticas. A espessura é de 1 a 2m com boas características para ser utilizado em tratamento superficial de áreas terraplenadas desde que bem compactado e livre de torrões e concreções.

O solo de alteração (SA) tem textura argilosa a argilo-arenosa, cor amarelada e espessura variando de 1m a 5m. Esporadicamente pode apresentar blocos e pequenos matacões.

O contato solo/rocha é brusco e o topo rochoso irregular, podendo ocorrer argila expansiva nos solos de alteração (SA).

Obs: os números ❶ ❷ ❸, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"><li>❸. baixa aderência dos solos expostos tornando as vias escorregadias</li><li>❷. dificuldade na instalação de infraestrutura devido à presença eventual de blocos</li><li>❶. erosão pouco intensa tanto no solo superficial (SS) como no solo de alteração (SA)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❸. baixa aderência dos solos expostos tornando as vias escorregadias</li><li>❸. rupturas e quedas de blocos devido ao intenso fraturamento da rocha</li><li>❸. dificuldade na instalação de infraestrutura devido à presença eventual de blocos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❸. rupturas e quedas de blocos devido ao intenso fraturamento da rocha</li></ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra</p> <p>① . implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③ .prever revestimento primário para melhorar a aderência das pistas</p>	<p>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra</p> <p>② . implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③ .prever revestimento primário para melhorar a aderência das pistas</p> <p>③ . privilegiar vias locais ou de pedestres evitando as vias com largura superior a 11 m</p> <p>② . na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros:  a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro    b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</p> <p>② . executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</p> <p>② . os taludes e aterros com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</p> <p>② . SS devidamente compactado pode servir de subleito das vias;</p> <p>③ . prever revestimento primário para melhorar a aderência das pistas;</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descontinuidades que condicionam blocos</li> <li>- sondagem nos locais onde se preveem grandes cortes</li> <li>- soluções adequadas para contenção de blocos.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto á drenagem	<p>❶. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>❶. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>❷. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>❸. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>❸. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>❸. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>❸. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>❷. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>❷. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>❸. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>❸. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>❸. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>❸. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>❷. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>❸. em cortes onde o contato solo/rocha esteja exposto e com surgência de água, adotar medidas especiais de estabilização como por exemplo drenos filtrantes</p> <p>❸. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem ocupadas</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descontinuidades que condicionam blocos</li> <li>- sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes</li> <li>- soluções adequadas para contenção de blocos.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>②. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, e profundidade do topo rochoso</p> <p>①. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>①. minimizar as terraplenagens</p> <p>①. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p>	<p>③. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, e profundidade do topo rochoso</p> <p>②. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>②. minimizar as terraplenagens</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>①. privilegiar cortes a aterros</p> <p>③. prover as superfícies de exposição do solo com proteção vegetal e drenagem</p> <p>③. projetar contenção para quedas de blocos nos taludes de corte que atinjam a rocha alterada</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descontinuidades que condicionam blocos</li> <li>- sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes</li> <li>- soluções adequadas para contenção de blocos.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d<60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>①. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p>	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterro</p> <p>③. providenciar o desmonte ou remoção ou estabilização de blocos que apresentem riscos de instabilização;</p> <p>③. os desmontes de rocha "in situ" assim como detonações ou escavações devem preceder a construção de edificações e não colocar em risco as edificações vizinhas</p> <p>③. implantar obras de infraestrutura concomitantemente à abertura de vias</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descontinuidades que condicionam blocos</li> <li>- sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes</li> <li>- soluções adequadas para contenção de blocos.</li> </ul>

### Maciços de solo e rocha de filito (Fi)

Características: solo superficial (SS) em geral raso, em torno de 0,5 m, podendo ser mais espesso nos topos ou localmente podendo atingir alguns metros; textura argilosa a argilo-siltosa.

Solo de alteração (SA) raso, espessura de poucos metros, textura siltosa e contato brusco com a rocha. A rocha alterada é bastante friável e de **menor erodibilidade que os S.A. de Xm,**

**Xq, Gn e Gr.** A pequena espessura do S.S faz com que qualquer intervenção exponha o S.A., tornando-o muito suscetível a erosão.

Estes maciços ocorrem no Município de São Paulo localizados em Santana, Freguesia do Ó, Pirituba e Perus.

Obs: os números **1 2 3**, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. erosão intensa em taludes e em áreas com S.A. exposto, causada por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitados pela xistosidade;</li> <li>3. dificuldade de compactação dos S.A. (natureza siltosa)</li> <li>1. baixa capacidade de suporte nos S.A. amolgados (trabalhados)</li> <li>3. despreendimento de blocos condicionados por planos de xistosidade/juntas/fraturas nos taludes em rocha</li> <li>2. solo superficial raso fazendo com que qualquer intervenção exponha o solo de alteração</li> <li>2. erosão em taludes de corte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. erosão intensa em taludes e em áreas S.A. exposto, causada por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitados pela xistosidade</li> <li>3. dificuldade de compactação dos S.A. (natureza siltosa)</li> <li>2. baixa capacidade de suporte nos S.A. amolgados (trabalhados)</li> <li>3. despreendimento de blocos condicionados por planos de xistosidade/juntas/fraturas nos taludes em rocha</li> <li>3. solo superficial raso fazendo com que qualquer intervenção exponha o solo de alteração</li> <li>3. escorregamento de aterros construídos na encosta sem obras de estabilização</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3. erosão intensa em taludes e em áreas S.A. exposto, causado por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitados pela xistosidade</li> <li>3. dificuldade de compactação dos S.A. (natureza siltosa)</li> <li>2. baixa capacidade de suporte nos S.A. amolgados (trabalhados)</li> <li>3. despreendimento de blocos condicionados por planos de xistosidade/juntas/fraturas nos taludes em rocha</li> <li>3. solo superficial raso fazendo com que qualquer intervenção exponha o solo de alteração</li> <li>3. escorregamento de aterros construídos na encosta sem obras de estabilização</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%;</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais;</p>	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%;</p> <p>③. adequar o traçado e a declividade das vias à topografia, projetando-as de modo a evitar cortes e aterros que dificultem o acesso aos lotes</p> <p>③. privilegiar vias locais ou de pedestres evitando as vias com largura superior a 11 m</p> <p>②. na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros:  a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro    b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</p> <p>③. executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</p> <p>③. os taludes e aterro com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</p> <p>③. pavimentar as vias logo após a sua abertura e integrá-las a um sistema de drenagem superficial das águas;</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. escorregamento de aterros construídos na encosta sem obras de estabilização</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- drenagem superficial</li> <li>- xistosidade para cortes.</li> <li>- contenção da encosta</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>③. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. escorregamento de aterros construídos na encosta sem obras de estabilização</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- drenagem superficial</li> <li>- xistosidade para cortes</li> <li>- contenção da encosta</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>②. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico, de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. garantir o controle tecnológico na compactação dos aterros: camadas mais finas, compactador "pé de carneiro, umidade ótima</p>	<p>③. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico, de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. garantir o controle tecnológico na compactação dos aterros: camadas mais finas, compactador pé de carneiro, umidade ótima</p> <p>②. privilegiar cortes a aterros</p> <p>③. prover as superfícies de exposição do S.A. com proteção superficial e drenagem</p> <p>②. nos cortes com altura superior a 1 m condicionar a solução de estabilidade à orientação das estruturas (direção da xistosidade) do SA;</p> <p>②. evitar a execução de aterros nas declividades superiores a 35%;</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. escorregamento de aterros construídos na encosta sem obras de estabilização</p> <p>. cortes e aterros só com obras de contenção dos taludes</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- drenagem superficial</li> <li>- xistosidade para cortes</li> <li>- contenção da encosta</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>②. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo se a sua drenagem</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p>	<p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo se a sua drenagem</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>③. implantar obras de infraestrutura simultaneamente ao viário</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. escorregamento de aterros construídos na encosta sem obras de estabilização</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- drenagem superficial</li> <li>- xistosidade para cortes</li> <li>- contenção da encosta</li> </ul>

### Maciços de solos e rochas gnaissicas (Gn)

Características: solo superficial (SS) apresenta espessura até 2 m com textura argilosa a argilo-arenosa; o solo de alteração (SA) apresenta espessura de até dezenas de metros e textura siltosa a silto arenosa com transição solo-rocha brusca. O S.A. apresenta estrutura orientada perceptível, é friável podendo ocasionar rupturas na face de taludes de corte ou mesmo descalçar o SS, ocasionando rupturas de maior porte. Esporadicamente podem ocorrer matacões imersos no solo. Estes maciços de solo e rocha ocorrem principalmente na zona oeste (Butantã), na zona sul em Capela do Socorro e Campo Limpo e na zona leste (Itaquera e Guaianazes)

Obs: os números ❶ ❷ ❸, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"><li>❷. erosão intensa com sulcos em SA expostos em terraplenos e taludes de corte</li><li>❷. dificuldade na escavação e cravação de estacas, quando da presença de matacões</li><li>❷. recalques diferenciais devidos à presença de matacões na fundação</li><li>❶. descalçamento de matacões em corte</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❸. erosão intensa em SA exposto</li><li>❷. escorregamento em taludes de corte e aterro</li><li>❷. dificuldade na escavação e cravação de estacas quando da presença de matacões</li><li>❷. recalques diferenciais devido à presença de matacões na fundação</li><li>❸. rolamento de matacões</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❸. erosão bastante intensa em SA exposto</li><li>❸. escorregamento em taludes de corte subverticais com altura superior a 2 metros</li><li>❸. escorregamento de maciços de aterro lançado na encosta</li><li>❸. rolamento de matacões por descalçamento (escavação ou erosão)</li></ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra;</p> <p>③ . implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③ . executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 8%</p> <p>③ . pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 12% ou com concentração maior de águas pluviais</p>	<p>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; . o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③ . implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③ . executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</p> <p>③ . pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</p> <p>③ . adequar o traçado e a declividade das vias à topografia, projetando-as de modo a evitar cortes e aterros que dificultem o acesso aos lotes</p> <p>③ . privilegiar vias locais ou de pedestres</p> <p>② . na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros:</p> <p>a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</p> <p>② . executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</p> <p>① . os taludes e aterro com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se preveem grandes cortes (cut off);</p> <p>. xistosidade para corte</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>❷. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>❷. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão, o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>❸. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>❷. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>❷. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>❸. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivo</p> <p>❸. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>❸. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>❸. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão, o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>❸. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>❷. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>❸. executar o sistema de drenagem simultaneamente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>❸. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>❸. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>❸. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>❸. em cortes onde o contato solo/rocha esteja exposto e com surgência de água, adotar medidas especiais de estabilização como por exemplo drenos filtrantes</p> <p>❸. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem</p> <p>❸. evitar escoamento de água pluviais que possam descalçar matacões</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</p> <p>. xistosidade para cortes.</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>②. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, profundidade do nível de água, assim como detectar possíveis matacões imersos no solo</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>②. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>②. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>②. evitar cortes que possam descalçar os matacões.</p>	<p>③. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, profundidade do nível de água, assim como detectar possíveis matacões imersos no solo</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. evitar cortes que possam descalçar os matacões.</p> <p>②. privilegiar cortes a aterros</p> <p>③. prover as superfícies de exposição do SA com proteção superficial e drenagem</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</p> <p>. xistosidade para cortes.</p>

	d<25%	25% ≤ d ≤ 60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>②. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>②. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. em presença de matacões:</li> </ul> <p>②- providenciar o desmonte e remoção ou medidas de estabilização</p> <p>③. os desmontes da rocha "in situ" assim como detonações ou escavações, devem preceder a construção de edificações alem de não colocar em risco as edificações da vizinhança</p> <p>②- implantar rede de infraestrutura simultaneamente à abertura de vias</p> <p>②- prever fundações especiais para evitar recalques diferenciais</p> <p>②- destinar para área verde as áreas de concentração de matacões.</p>	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. em presença de matacões:</li> </ul> <p>③. providenciar o desmonte e remoção ou medidas de estabilização</p> <p>③. implantar rede de infraestrutura simultaneamente à abertura de vias</p> <p>③. prever fundações especiais para evitar recalques diferenciais</p> <p>③. implantar obras de infraestrutura simultaneamente à abertura de vias</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p> <p>③. evitar a disposição de lotes ou edificações à jusante de encostas com matacões ou providenciar seu desmonte previamente</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</li> <li>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</li> <li>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</li> </ul> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. estabilidade dos matacões;</li> <li>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</li> <li>. xistosidade para cortes.</li> </ul>

### Maciços de solos e rochas granitóides (Gr)

Características: raramente encontrados em superfície do terreno na forma de rocha, a não ser como blocos matacões ou isolados ou então em cortes profundos em rodovias ou em pedreiras. A decomposição climática dessa rocha dá origem a solos com características diferentes, ocorrendo conforme a profundidade em que está situado o solo. A superfície do terreno encontra-se geralmente uma camada de textura argilo-siltosa e argilo-arenosa, coloração marron a marron-amarelado (solo superficial), com espessura da ordem de 1 a 3 m conforme o local. Mais abaixo ocorre um solo que ainda mantém estrutura preservada da rocha (solo de alteração), embora com texturam variando de silto-arenosa a areno-siltosa e coloração rosada a avermelhada, com espessura bastante variável conforme a localização, mas em geral acima de 10 m. Imersos, tanto no solo superficial quanto no de alteração, matacões decimétricos a métricos. A transição do solo para a rocha frequentemente é brusca. É normal haver surgências d'água nesse contato. Sua área de ocorrência principal é a zona norte do município, ocorrendo com menos expressão a sudoeste, sul e leste. Sustentam relevos acidentados, abrangendo morrotes, morros e serranias.

Obs: os números ❶ ❷ ❸, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"> <li>❷. dificuldade na escavação e cravação de estacas na presença de matacões no solo;</li> <li>❷. recalques diferenciais devido à presença de matacões no terreno de fundação;</li> <li>❶. erosão laminar e em sulcos (localmente em ravinas) no solo da alteração exposto em terraplenos e em taludes de corte;</li> <li>❶. perigo de descalçamento de matacões em cortes;</li> <li>❶. rolamento de matacões condicionado pela sua forma e posição na encosta;</li> <li>❷. erosão em sulcos em aterros mal compactados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❷. dificuldade na escavação e cravação de estacas na presença de matacões no solo;</li> <li>❷. recalques diferenciais devido à presença de matacões no terreno de fundação;</li> <li>❸. erosão em sulcos e ravinas principalmente em SA expostos em terraplenos e em taludes de corte;</li> <li>❸. erosão intensa em SA expostos em taludes de corte podem acarretar o descalçamento do SS ocasionando rupturas de maior volume;</li> <li>❸. perigo de descalçamento de matacões em cortes ou pela erosão do solo na sua base;</li> <li>❸. rolamento de matacões e maior potencial de danos que na unidade anterior;</li> <li>❷. erosão em sulcos e ravinas em aterros mal compactados;</li> <li>❸. escorregamento de aterros lançados ou desconfinados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❸. dificuldade na escavação e cravação de estacas na presença de matacões no solo;</li> <li>❷. recalques diferenciais devido à presença de matacões no terreno de fundação;</li> <li>❸. erosão em sulcos e ravinas em SA exposto ou mesmo em SS sem proteção superficial;</li> <li>❸. rupturas como na unidade anterior, podendo envolver maiores volumes conforme a maior altura do talude;</li> <li>❸. perigo de descalçamento de matacões em cortes ou pela erosão em sua base;</li> <li>❸. rolamento de matacões com potencial de danos superior ;</li> <li>❸. escorregamento em taludes de corte que expõem a transição solo/rocha</li> <li>❷. erosão em sulcos e ravinas em aterros mal compactados;</li> <li>❸. escorregamento de aterros lançados</li> </ul>

### Maciços de solo e rochas mistas (Mst)

Características: seu solo superficial (SS) tem espessura em torno de 1m, textura argilosa a argilo-siltosa.

O solo de alteração (SA) tem espessura de dezenas de metros, textura silto arenosa a arenosa, e é muito erodível tanto "in situ" quanto em aterro, nele podem ocorrer bandas ou bolsões de material caulínico com quartzo e mica em proporções variadas, podendo ter textura mais arenosa, bastante friável; predominam as porções xistosas com presença de micas.

São encontrados em toda zona sul e leste do município.

Obs: os números ❶ ❷ ❸, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<p>❸. erosão intensa em taludes e em áreas com SA exposto, causada por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitado pela xistosidade;</p> <p>❶. dificuldade de compactação dos SA</p> <p>❶. baixa capacidade de suporte dos SA amolgados (trabalhados);</p> <p>❷. erosão intensa em taludes de corte principalmente nas bandas e bolsões caulínicos e ou arenosos podendo causar descalçamento e escorregamento;</p> <p>❷. escorregamento de aterros lançados na encosta.</p>	<p>❸. erosão intensa em taludes e em áreas com SA exposto, causada por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitado pela xistosidade;</p> <p>❶. dificuldade de compactação do SA;</p> <p>❶. baixa capacidade de suporte dos SA amolgados (trabalhados);</p> <p>❸. erosão intensa em taludes de corte principalmente nas bandas e bolsões caulínicos e ou arenosos podendo causar descalçamento e escorregamento;</p> <p>❸. escorregamento de aterros lançados na encosta.</p>	<p>❸. erosão intensa em taludes e em áreas com SA exposto, causada por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitado pela xistosidade;</p> <p>❶. dificuldade de compactação do SA;</p> <p>❶. baixa capacidade de suporte dos SA amolgados (trabalhos);</p> <p>❸. erosão intensa em taludes de corte principalmente nas bandas e bolsões caulínicos e ou arenosos podendo causar descalçamento e escorregamento;</p> <p>❸. escorregamento de aterros lançados na encosta.</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</p>	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</p> <p>③. privilegiar vias locais ou de pedestres</p> <p>③. na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros:</p> <p>a) máximo desnível entre lote e via: 2,5m em corte e 2,0m em aterro</p> <p>b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</p> <p>③. executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</p> <p>③. os taludes de aterro com declividade superior a 66% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- xistosidade para cortes;</li> <li>- proteção contra erosão nas porções mais caulínicas do solo;</li> <li>- drenagem superficial.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>③. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>③. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem ocupadas</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- xistosidade para cortes;</li> <li>- proteção contra erosão nas porções mais caulínicas do solo;</li> <li>- drenagem superficial.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>②. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>②. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. garantir o controle tecnológico na compactação dos aterros.</p>	<p>③. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. garantir o controle tecnológico na compactação dos aterros.</p> <p>②. privilegiar cortes a aterros</p> <p>③. prover as superfícies de exposição do S.A. com proteção superficial e drenagem</p> <p>②. nos cortes com altura superior a 1m condicionar a solução de estabilidade à orientação das estruturas (direção da xistosidade) do SA;</p> <p>③. evitar a execução de aterros nas declividades superiores a 35%</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- xistosidade para cortes;</li> <li>- proteção contra erosão nas porções mais caulínicas do solo;</li> <li>- drenagem superficial.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p>	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>③. implantar obras de infraestrutura concomitantemente ao parcelamento do solo</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- xistosidade para cortes;</li> <li>- proteção contra erosão nas porções mais caulínicas do solo;</li> <li>- drenagem superficial.</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>②. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>②. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 8%</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 12% ou com concentração maior de águas pluviais</p>	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</p> <p>③. adequar o traçado e a declividade das vias à topografia, projetando-as de modo a evitar cortes e aterros que dificultem o acesso aos lotes</p> <p>③. privilegiar vias locais ou de pedestres evitando as vias com largura superior a 11m</p> <p>②. na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros:</p> <p>a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</p> <p>③. executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</p> <p>②. os taludes e aterro com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</p> <p>③. na implantação de vias, evitar rampas com extensão superior à 50m;</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</p> <p>. drenagem subterrânea no contato solo/rocha</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>②. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>②. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>③. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>③. em cortes onde o contato solo/rocha esteja exposto e com surgência de água, adotar medidas especiais de estabilização como por exemplo drenos filtrantes</p> <p>③. evitar escoamento de água pluviais que possam descalçar matacões</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</p> <p>. drenagem subterrânea no contato solo/rocha</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>②. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água eventualmente detetando matacões.</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>②. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. evitar cortes que possam descalçar os matacões.</p>	<p>③. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água eventualmente detetando matacões.</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. evitar cortes que possam descalçar os matacões.</p> <p>②. privilegiar cortes a aterros</p> <p>③. prover as superfícies de exposição do S.A. com proteção superficial e drenagem</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</p> <p>. drenagem subterrânea no contato solo/rocha</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>②. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>. em presença de matacões:</p> <p>③. providenciar o desmonte e remoção ou medidas de estabilização</p> <p>③. os desmontes da rocha "in situ" assim como detonações ou escavações, devem preceder a construção de edificações além de não colocar em risco as edificações da vizinhança</p> <p>③. implantar rede de infraestrutura enterrada ao mesmo tempo em que se abrem as vias</p> <p>③. prever fundações especiais para evitar recalques diferenciais</p> <p>②. destinar fundações especiais para evitar recalques diferenciais</p> <p>②. destinar para área verde as áreas de concentração de matacões.</p>	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>. em presença de matacões:</p> <p>③. providenciar o desmonte e remoção ou medidas de estabilização</p> <p>③. os desmontes da rocha "in situ" assim como detonações ou escavações, devem preceder a construção de edificações além de não colocar em risco as edificações da vizinhança</p> <p>③. implantar rede de infraestrutura enterrada ao mesmo tempo em que se abrem as vias</p> <p>③. prever fundações especiais para evitar recalques diferenciais</p> <p>③. destinar para área verde as áreas de concentração de matacões</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p> <p>③. evitar a disposição de lotes ou edificações à jusante de encostas com matacões ou providenciar o seu desmonte</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. estabilidade dos matacões;</p> <p>. sondagem nos locais onde se prevem grandes cortes (cut off);</p> <p>. drenagem subterrânea no contato solo/rocha</p>

### Maciços de solo e rocha quartzíticos (Qz)

Características: solo superficial (SS) raso, inferior a 0,5 m, textura arenosa, coloração rósea, solo de alteração (SA) pouco desenvolvido e com transição solo rocha brusca; ocorrência de lentes intercaladas em Xm com espessura variável constituindo-se na camada mais resistente nessas intercalações. Podem ocorrer isoladamente, isto é, sem estarem associadas ao Xm; o SA conserva a foliação original da rocha, é friável, extremamente suscetível a rupturas em taludes de corte e inadequados para utilização em aterros; a pequena espessura dos SS e SA faz com qualquer intervenção exponha a rocha a tornando-a suscetível a deslocamentos condicionados por planos de foliação e fraturas. Estes maciços estão restritos a grandes manchas situadas na zona norte onde sustentam relevos de alta declividade (serras restritas) como o pico do Jaraguá e a serra da Pirucaia. Secundariamente ocorrem na forma de lentes intercaladas nos xistos micáceos (Xm) de espessura decimétrica a métrica. Devido às características litológicas do Qz e do Xm serem muito distintas pode-se esperar, nestas associações, comportamentos geotécnicos diferenciados ( o Qz é mais resistente à erosão por água porém é mais friável que o Xm ). Tal comportamento diferenciado acarreta a necessidade de maiores cuidados na intervenção.

Obs: os números ❶ ❷ ❸, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"> <li>❶. dificuldades na escavação, cravação de estacas e instalação de infraestrutura</li> <li>❸. deslocamento nos taludes de corte, quando o Xm for erodido, descalçando o Qz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❸. ruptura em taludes de corte</li> <li>❸. dificuldade na escavação e cravação de estacas, dificuldades na implantação de infraestrutura</li> <li>❸. deslocamento de rocha condicionados por planos de foliação e fratura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>❸. ruptura em taludes de corte</li> <li>❸. dificuldade na escavação e cravação de estacas</li> <li>❸. deslocamento de rocha condicionados por planos de foliação e fratura</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>Por ocorrer quase sempre em intercalações com o Xm, devem ser adotados os cuidados propostos para Xm que são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra;</li> <li>③ . executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</li> <li>③ . pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra;</li> <li>③ . executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</li> <li>③ . pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</li> <li>③ . adequar o traçado e a declividade das vias à topografia, projetando-as de modo a evitar cortes e aterros que dificultem o acesso aos lotes</li> <li>③ . privilegiar vias locais ou de pedestres evitando as vias com largura superior a 11 m</li> <li>③ . na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro</li> <li>b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</li> </ul> </li> <li>③ . executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</li> <li>③ . os taludes e aterro com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão <ul style="list-style-type: none"> <li>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</li> <li>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</li> </ul> </li> </ul> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. drenagem superficial</li> <li>. fraturamento</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido, principalmente quando associados aos xistos micáceos (Xm), que são mais erodíveis</p> <p>③. disciplinar o fluxo de águas evitando que o mesmo se concentre no contato Xm/Qz (risco de erosão diferencial)</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária das águas pluviais, onde isso for possível</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos, principalmente no Xm</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido, principalmente quando associados aos xistos micáceos (Xm), que são mais erodíveis</p> <p>③. disciplinar o fluxo de águas evitando que o mesmo se concentre no contato Xm/Qz (risco de erosão diferencial)</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos, principalmente no Xm</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>③. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>③. em cortes onde o contato solo/ rocha esteja exposto e com surgência d'água, adotar medidas especiais de estabilização como por exemplo drenos filtrantes</p> <p>③. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. drenagem superficial</p> <p>. fraturamento</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>Por ocorrer quase sempre em intercalações com o Xm, devem ser adotados os cuidados propostos para Xm que são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③. prever sondagens para caracterizar a espessura do solo</li> <li>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</li> <li>①. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir a compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</li> <li>③. proteger e drenar taludes de corte e aterro</li> <li>③. os cuidados quanto a drenagem e proteção superficial devem ser intensificados no período das águas (outubro a abril)</li> <li>③. realizar a compactação dos aterros de forma mais controlada: camadas mais finas, utilização de rolo pé de carneiro ou vibratório, umidade ótima</li> <li>②. usar este solo como núcleo de aterros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③. prever sondagens para caracterizar a espessura do solo</li> <li>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</li> <li>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir a compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</li> <li>③. proteger e drenar taludes de corte e aterro</li> <li>③. os cuidados quanto a drenagem e proteção superficial devem ser intensificados no período das águas (outubro a abril)</li> <li>③. realizar a compactação dos aterros de forma mais controlada: camadas mais finas, utilização de rolo pé de carneiro ou vibratório, umidade ótima</li> <li>③. usar este solo como núcleo de aterros</li> <li>③. nos cortes com altura superior a 1m condicionar a solução de estabilidade ao fraturamento da rocha</li> <li>③. prever contenção para queda de blocos e deslocamentos nos taludes de corte, que atinjam a rocha alterada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</li> <li>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</li> <li>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</li> </ul> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. drenagem superficial</li> <li>. fraturamento</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<ul style="list-style-type: none"> <li>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</li> <li>①. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</li> <li>②. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</li> <li>③. nos movimentos de terra para fins de parcelamento/edificações obedecer aos limites de altura máxima de 2.5 para cortes e 2.0 para aterros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</li> <li>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</li> <li>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</li> <li>③. nos movimentos de terra para fins de parcelamento/edificações obedecer aos limites de altura máxima de 2.5 para cortes e 2.0 para aterros</li> <li>③. implantar obras de infraestrutura concomitantemente ao parcelamento do solo</li> <li>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</li> <li>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</li> <li>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</li> </ul> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. drenagem superficial</li> <li>. fraturamento</li> </ul>

### Sedimentos Terciários (Tc)

Características: Apresenta um horizonte superficial de textura argilosa, de coloração avermelhada, bem laterizado. Esta camada é conhecida como "argila porosa". Eventualmente apresenta crostas limoníticas. Inclui as "argilas rijas vermelhas". O horizonte (camada) mais profundo tem textura predominantemente argilosa, bastante coesa, com intercalações mais arenosas; a coloração é variada (avermelhada, amarelada, esbranquiçada, às vezes esverdeada). Localmente observa-se uma camada arenosa na base desse pacote sedimentar. Sua principal área de ocorrência abrange a maior parte da região central, e mais urbanizada da cidade, sustentando um relevo colinoso de baixas declividades com raros trechos mais declivosos. Ocorre também em regiões periféricas, muitas vezes como pequenas "manchas" nos topos de morrotes. A espessura total das camadas desse Sedimento Antigo é bastante variável, podendo chegar a cerca de 200 m no centro da bacia (nas regiões centrais da cidade) ou a pouco mais de uma dezena de metros nas bordas leste e sudeste e nas "manchas" isoladas. Apresenta lençóis d'água isolados, dentro de intercalação arenosas no horizonte inferior, e surgências superficiais de água em pontos isolados.

Obs: os números ❶ ❷ ❸, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
	constitui a unidade predominante nestes terrenos, abrangendo topos e a quase totalidade das encostas	ocorre em pequenos trechos de algumas encostas ou em cabeceiras	ocorre raramente em pequenos trechos de algumas encostas, em cabeceiras ou em taludes construídos
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"> <li>❶. erosão laminar (pouco significativa). Localmente pode ocorrer erosão mais induzida por lançamento de águas pluviais ou servidas</li> <li>❶. instabilizações de pequeno porte devido ao empastilhamento do solo nos taludes de corte;</li> <li>❶. a camada de argila porosa tem baixa capacidade de suporte, podendo causar recalques</li> <li>❶. a elevada consistência e plasticidade do solo do horizonte inferior dificulta a sua escavação e sua compactação em aterros</li> <li>❶. instabilização de cortes e escavações associada normalmente à surgência de água e ou a lençóis suspensos</li> <li>❶. recalques diferenciais associados a colapsos do SS por saturação, geralmente motivados por vazamentos na rede de água e esgoto</li> </ul>	<p><b>solo superficial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❶. recalque na camada mais superficial de argila porosa</li> <li>❶. dificuldades de escavação devido a presença de crostas limoníticas</li> <li>❷. instabilização de paredes de escavação em presença de lençóis suspensos</li> <li>❶. escorregamento de blocos de concreção limonítica em cortes</li> </ul> <p><b>sedimentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❶. dificuldade de escavação</li> <li>❶. dificuldade no uso deste solo em aterros devido à elevada consistência e plasticidade.</li> <li>❷. erosão interna (solapamento/escorregamento) em taludes de corte altos, interceptando lençóis d'água suspensos</li> </ul>	<p><b>solo superficial</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❶. recalque na camada mais superficial de argila porosa</li> <li>❶. dificuldades de escavação devido à presença de crostas limoníticas</li> <li>❷. instabilização de paredes de escavação em presença de lençóis suspensos</li> </ul> <p><b>sedimentos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❷. erosão interna/solapamento/escorregamento em taludes de corte altos, interceptando lençóis d'água suspensos</li> <li>❶. dificuldade de escavação</li> <li>❶. dificuldade no uso deste solo em aterros devido à elevada consistência e plasticidade</li> </ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p>	<p>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>②. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>②. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>②. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>②. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p>	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>②. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>②. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>②. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>③. em cortes onde há surgência d'água, adotar medidas especiais de estabilização como por exemplo drenos filtrantes</p> <p>③. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem ocupadas</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e/ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas nos estudos específicos</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. sondagens para detectar lençóis suspensos; em casos positivos estudar soluções de drenagem desses lençóis.</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>❶. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>❷. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>❸. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do sedimento</p> <p>❹. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>❺. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>❻. os solos do horizonte inferior (sedimento) quando se tratarem de porções muito argilosas devem ser usados preferencialmente como núcleo de aterro</p>	<p>❶. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>❷. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>❸. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do sedimento</p> <p>❹. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>❺. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>❻. os solos do horizonte inferior (sedimento) quando se tratarem de porções muito argilosas devem ser usados preferencialmente como núcleo de aterro</p> <p>❼. privilegiar cortes a aterros</p> <p>❽. prover as superfícies de exposição do S.A. com proteção superficial e drenagem</p> <p>❾. evitar terraplenagem extensiva nas quadras</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas nos estudos específicos</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. sondagens para detectar lençóis suspensos; em casos positivos estudar soluções de drenagem desses lençóis.</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>②. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>②. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p>	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos,isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>②. implantar obras de infraestrutura concomitantemente ao parcelamento do solo</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas nos estudos específicos</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. sondagens para detectar lençóis suspensos; em casos positivos estudar soluções de drenagem desses lençóis</p>

### Maciços de solo e rocha xistos micáceos (Xm)

Características: solos superficiais (SS) tem espessura de 1 a 1,5 m e apresentam textura argilosa a argilo-siltosa.

Solos de alteração (SA) tem espessura de dezenas de metros e apresentam textura silto arenosa; são os solos menos recomendados para aterros devido à dificuldade de compactação e baixa capacidade de suporte dos SA.

Ocorrem com frequência em encostas bastante entalhadas nas vertentes de linhas de drenagem, em particular nas cabeceiras.

Apresentam veios de quartzo de dimensões centi a decimétricas.

Em São Paulo ocorrem preferencialmente na zona leste (Itaquera, Guaianazes e S. Mateus) e na zona norte.

Obs: os números ① ② ③, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<ul style="list-style-type: none"><li>③. erosão intensa em taludes e em áreas com SA exposto, causada por concentração de águas superficiais, podendo evoluir para ravinas profundas e até boçorocas, facilitados pela xistosidade;</li><li>②. dificuldade de compactação dos SA devido à sua natureza siltosa;</li><li>②. baixa capacidade de suporte nos SA amolgados (trabalhados);</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>③. erosão intensa em SA expostos muitas vezes condicionadas pela xistosidade;</li><li>③. deslocamentos e escorregamentos condicionados por planos de xistosidade e fraturamentos em cortes com direções desfavoráveis;</li><li>②. solapamento e quedas de blocos de quartzo nos cortes;</li><li>③. escorregamentos de aterros construídos na encosta, sem obras de estabilização;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>③. erosão intensa em SA expostos muitas vezes condicionadas pela xistosidade;</li><li>③. deslocamentos e escorregamentos condicionados por planos de xistosidade e fraturamentos em cortes com direções desfavoráveis;</li><li>②. solapamento e quedas de blocos de quartzo nos cortes;</li><li>③. escorregamentos de aterros construídos na encosta, sem obras de estabilização;</li></ul>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao sistema viário	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</p> <p>②. executar o leito de vias preferencialmente em corte, evitando a construção de aterros na meia encosta</p>	<p>③. projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra; o sistema viário principal (vias mais largas) deve ser disposto preferencialmente nas áreas com declividade &lt; 15%</p> <p>③. implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</p> <p>③. executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</p> <p>③. pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</p> <p>③. executar o leito de vias preferencialmente em corte, evitando a construção de aterros na meia encosta</p> <p>③. adequar o traçado e a declividade das vias à topografia, projetando-as de modo a evitar cortes aterros que dificultem o acesso aos lotes</p> <p>③. privilegiar vias locais ou de pedestres evitando as vias com largura superior a 11 m</p> <p>②. na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros:</p> <p>a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro    b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</p> <p>③. os taludes e aterro com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. drenagem superficial</p> <p>. xistosidade</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>②. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>③. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>③. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>③. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>③. executar o sistema de drenagem concomitantemente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>③. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>③. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p> <p>③. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>③. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. drenagem superficial</p> <p>. xistosidade</p>

	d <25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>②. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. proteger e drenar taludes de corte e aterro;</p> <p>③. os cuidados quanto à drenagem e proteção superficial devem ser intensificados no período das águas (outubro a abril);</p> <p>③. realizar a compactação dos aterros de forma mais controlada: camadas mais finas, utilização de rolo pé de carneiro ou vibratório, umidade ótima.</p> <p>③. utilizar este solo no núcleo de aterros</p>	<p>③. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS</p> <p>③. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>③. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>③. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>③. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terraplenadas</p> <p>③. proteger e drenar taludes de corte e aterro;</p> <p>③. os cuidados quanto à drenagem e proteção superficial devem ser intensificados no período das águas (outubro a abril);</p> <p>③. realizar a compactação dos aterros de forma mais controlada: camadas mais finas, utilização de rolo pé de carneiro ou vibratório, umidade ótima.</p> <p>③. utilizar este solo no núcleo de aterros</p> <p>②. nos cortes com altura superior a 1m condicionar a solução de estabilidade à orientação das estruturas (direção da xistosidade) do SA;</p> <p>③. evitar a execução de aterros nas declividades superiores a 35%;</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. drenagem superficial</p> <p>. xistosidade</p>

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/edificações	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>②. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>②. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>③. nos movimentos de terra para fins de parcelamento/edificações obedecer aos limites de altura máxima de 2,5 m para cortes e 2,0 m para aterro</p>	<p>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</p> <p>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo-se a sua drenagem.</p> <p>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</p> <p>③. nos movimentos de terra para fins de parcelamento/edificações obedecer aos limites de altura máxima de 2,5 m para cortes e 2,0 m para aterro</p> <p>③. implantar obras de infraestrutura concomitantemente ao parcelamento do solo</p> <p>②. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>OBS- os estudos específicos a serem realizados devem dar ênfase a:</p> <p>. drenagem superficial</p> <p>. xistosidade</p>

### Maciços de solos e rocha xisto quartzosos (Xq)

Características: solo superficial (SS) com espessura entre 1,0 e 1,5 m com textura argilosa a argilo-siltosa;

Solo de alteração (SA) com espessura de dezenas de metros, textura argilo arenosa ou areno argilosa com pouca mica e maior suscetibilidade à erosão quando nos aterros. A transição solo rocha pode ser brusca.

Estes solos apresentam erosão intensa em sulcos quando os solos são expostos à ação das águas superficiais. Aparecem principalmente na porção oeste do município (Pirituba e Perus) e secundariamente em outras áreas do município.

Os xistos quartzosos da região de Pirituba e Perus compreendem uma **zona de maior suscetibilidade à ocultar "carsts" cobertos (cavidades no subsolo)**, caracterizando uma zona onde são necessários cuidados especiais no que se refere a uso e ocupação do solo para evitar problemas decorrentes de colapsos e dos e subsidência do solo que podem danificar ou destruir pavimentos e edificações. Tais fenômenos podem ser acelerados quando são realizadas extrações de água do subsolo através de poços profundos, realizadas grandes obras de fundações ou outras intervenções que afetem o equilíbrio do subsolo onde existam tais cavidades. Esta zona está delimitada sob a denominação de **Xq\***.

Obs: os números **1 2 3**, que precedem os problemas existentes/previstos e as recomendações, correspondem a pesos atribuídos na ordem crescente de importância, para consideração no projeto e nos cuidados de execução.

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Problemas existentes/previstos	<b>1</b> . deslocamento de blocos em cortes, condicionado pelos planos de fraturamento; <b>3</b> . erosão intensa em sulcos nos SA expostos em terraplenos e taludes de corte.	<b>3</b> . erosão intensa em sulcos nos SA expostos em terraplenos e taludes de corte; <b>2</b> . deslocamento de blocos em cortes condicionado pelos planos de fraturamento; <b>3</b> . escorregamento de aterros lançados na encosta.	<b>3</b> . erosão intensa em sulcos nos SA expostos em terraplenos e taludes de corte; <b>3</b> . deslocamento de blocos em cortes, condicionado pelos planos de fraturamento, principalmente na zona norte; <b>3</b> . escorregamento de aterros lançados na encosta.

Dentre os problemas existentes/presentes nas áreas de **Xq\*** é possível a ocorrência de:

- 1**. recalques devido à presença de cavidades no sub solo (carsts coberto);
- 2**. processos de subsidência e colapso provocados quando da exploração de águas subterrâneas por poços profundos;
- 1**. dificuldades na execução de fundações de grande porte quando da presença de "carsts" cobertos.

	d < 25%	25 % ≤ d ≤ 60%	d > 60 %
Recomendações quanto ao sistema viário	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra;</li> <li>③ . implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</li> <li>③ . executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</li> <li>③ . pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com concentração maior de águas pluviais</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ . projetar o sistema viário de forma hierarquizada e de modo a evitar ao máximo o movimento de terra;</li> <li>③ . implantar as vias preferencialmente sobre solo superficial</li> <li>③ . executar revestimento primário de vias não pavimentadas com declividade longitudinal superior a 5%</li> <li>③ . pavimentar as vias coletoras em todos os trechos com declividade superior a 10% ou com maior concentração de águas pluviais</li> <li>③ . adequar o traçado e a declividade das vias à topografia, projetando-as de modo a evitar cortes e aterros que dificultem o acesso aos lotes</li> <li>③ . privilegiar vias locais ou de pedestres evitando as vias com largura superior a 11 m</li> <li>② . na abertura do sistema viário observar os seguintes parâmetros: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) max. desnível entre lote e via: 2,5 m em corte e 2,0 m em aterro</li> <li>b) área máxima atingida pelo movimento de terra em cada lote adjacente à via: 35% em corte e 20% em aterro</li> </ul> </li> <li>③ . executar obras de contenção quando estes parâmetros forem superados</li> <li>③ . os taludes e aterro com declividade superior a 60% deverão ser estabilizados através de obras de contenção</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão <ul style="list-style-type: none"> <li>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</li> <li>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</li> </ul> </li> <li>Os estudos específicos deverão dar ênfase em: <ul style="list-style-type: none"> <li>. influência da xistosidade nos cortes</li> <li>. contenção de blocos mais quartzosos</li> <li>. drenagem da unidade de declividade</li> </ul> </li> </ul>
Recomendação quanto ao sistema viário nas áreas de Xq* <ul style="list-style-type: none"> <li>. realizar estudos geofísicos pelo método de eletroresistividade para localizar vazios no subsolo</li> </ul>			

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao movimento de terra	<p>❶. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>❷. prever a execução do projeto em etapas, por bacia de drenagem, de modo que as obras de terraplenagem, proteção superficial e drenagem estejam concluídas com menor tempo de exposição às chuvas</p> <p>❸. minimizar as terraplenagens e evitar a exposição do SA</p> <p>❹. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>❺. utilizar SS no tratamento superficial de áreas terreplenas</p>	<p>❶. prever sondagens de reconhecimento com trado, para caracterizar o solo e definir a espessura do SS, bem como profundidade do nível de água</p> <p>❷. preparar o terreno de fundação dos aterros com remoção da vegetação e do solo orgânico e tratamento de sua superfície de modo a permitir compactação e solidificação do corpo de aterro com seu terreno de fundação</p> <p>❸. privilegiar cortes a aterros</p> <p>❹. prover as superfícies de exposição do S.A. com proteção superficial e drenagem</p> <p>❺. realizar a compactação dos aterros de forma mais controlada : camadas mais finas, utilização de rolo pé de carneiro ou vibratório, umidade ótima.</p> <p>❻. nos cortes de altura superior a 1m condicionar a solução de estabilidade à orientação das estruturas (direção da xistosidade) do SA</p> <p>❼. evitar a execução de aterros nas declividades superiores a 35%</p> <p>❽. o SA destas rochas é de difícil compactação, exigindo maior controle na execução dos aterros</p>	<p>. a fragilidade desses maciços terrosos torna indispensável estudos e análises específicas da encosta, preliminarmente a qualquer intervenção</p> <p>. prever usos que não potencializem o desenvolvimento de movimentos de massa e erosão, e que não alterem as características de geometria e drenagem da encosta</p>
<p>Recomendações quanto ao movimento de terra nas áreas de Xq*</p> <p>❶. observar cuidados no sentido de não posicionar aterros sobre áreas forem detetados vazios no subsolo, afim de evitar sobrecargas em terreno suscetível a solapamento;</p> <p>❷. evitar grandes movimentos de terra e vibrações no solo, sem estudos preliminares quanto à presença de cavidades no subsolo.</p>			

	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto à drenagem	<p>❷. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>❸. prever sistema de terraceamento, canais escoadouro, cobertura com SS, proteção vegetal e outras formas de disciplinar o escoamento das águas pluviais e proteger da erosão o S.A. exposto em áreas terraplenadas</p> <p>❸. o lançamento final das águas pluviais deverá ser feito nas linhas de drenagem natural do terreno</p> <p>❷. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>❸. executar o sistema de drenagem simultaneamente à implantação do projeto, mesmo que provisório, para minimizar a erosão</p> <p>❸. implantar canaletas de drenagem na crista e na base dos taludes mais expressivos</p> <p>❸. implantar escadaria hidráulica e ou outras obras de dissipação de energia das águas em especial nos pontos de lançamento</p>	<p>❸. evitar escoamento superficial de águas ao longo de grandes extensões de solo desprotegido</p> <p>❷. projetar o sistema de microdrenagem levando em conta a acumulação temporária de águas pluviais onde isso for possível</p> <p>❸. implantar canaletas transversais ou interceptar o fluxo d'água nos trechos de maior declividade ou onde houver concentração do fluxo d'água nas vias</p> <p>❸. em cortes onde o contato solo/rocha esteja exposto e com surgência de água, adotar medidas especiais de estabilização como por exemplo drenos filtrantes</p> <p>❸. disciplinar as águas superficiais em áreas de cabeceira de drenagem</p>	<p>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</p> <p>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</p> <p>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</p> <p>Os estudos específicos deverão dar ênfase em:</p> <p>. influência da xistosidade nos cortes</p> <p>. contenção de blocos mais quartzosos</p> <p>. drenagem da unidade de declividade</p>

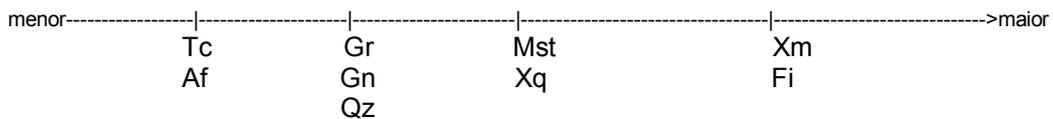
	d<25%	25%≤d≤60%	d>60%
Recomendações quanto ao parcelamento do solo/ edificações	<ul style="list-style-type: none"> <li>③. evitar a ocupação das linhas de drenagem naturais do terreno</li> <li>②. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo se a sua drenagem</li> <li>③. as fundações devem estar sempre apoiadas em solo "in situ" com dimensionamento compatível com a capacidade de suporte dos solos, isto é, deve-se evitar fundações sobre aterros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③. os aterros executados nos lotes para servirem de plano para edificação devem ser acompanhados de obras de contenção, garantindo se a sua drenagem</li> <li>②. implantar obras de infraestrutura simultaneamente a abertura de vias</li> <li>③. privilegiar a maior dimensão dos lotes paralela às curvas de nível</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. condicionar o uso desta unidade à elaboração de projetos especiais que considerem a estabilidade precária desta unidade quanto à escorregamento e erosão</li> <li>. realizar análise de estabilidade e de risco frente ao projeto, definindo as medidas de consolidação necessárias</li> <li>. condicionar o uso desta unidade à execução de obras e medidas definidas no estudo anterior</li> </ul> <p>Os estudos específicos deverão dar ênfase em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. influência da xistosidade nos cortes</li> <li>. contenção de blocos mais quartzosos</li> <li>. drenagem da unidade de declividade</li> </ul>
<p>Recomendações quanto ao parcelamento do solo/ edificações no caso de Xq*)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>②. realizar estudos geofísicos pelo método de eletroresistividade para localizar vazios no subsolo;</li> <li>②. recomenda-se cuidados especiais quanto à capacidade de suporte do terreno, abertura de fossas sem a devida impermeabilidade, usos que possam causar fortes vibrações (ex. detonações em pedreiras), explosão de águas subterrâneas por poços profundos</li> </ul>			

# **GRÁFICOS COMPARATIVOS**

## GRÁFICOS COMPARATIVOS DOS MACIÇOS DE SOLO E ROCHA

Obs: estes gráficos não estão representados em escala, portanto, não possibilitam interpretações quantitativas; indicam apenas o comportamento relativo entre os diversos maciços de solo e rocha, quando sujeitos à condições físicas semelhantes.

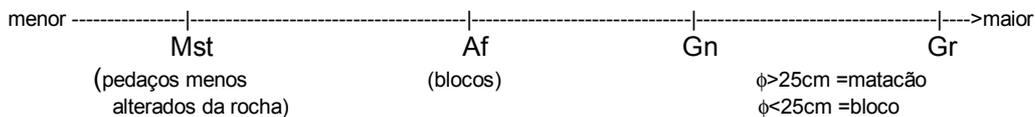
### 1- SUSCETIBILIDADE À EROSIÃO SUPERFICIAL



### 2-OCORRÊNCIA DE AQUÍFEROS CONFINADOS

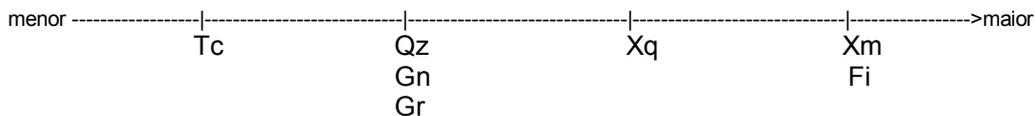


### 3-OCORRÊNCIA DE MATAÇÕES OU BLOCOS



### 4-SUSCETIBILIDADE À CORTES/ ESCORREGAMENTOS

obs: nos casos em que há xistosidade, a sua direção influe no grau de suscetibilidade



### 5-DIFICULDADE DE COMPACTAÇÃO EM ATERROS

obs: neste caso as variáveis chave são - composição mineralógica e granulometria (quanto mais micáceo maior será a dificuldade de compactação)

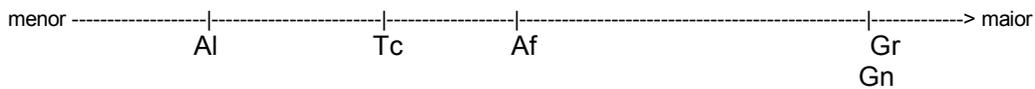


### 6-DIFICULDADE DE ESCAVAÇÃO

obs: a dificuldade de escavação está relacionada principalmente com o comportamento do topo rochoso e existência de matacões/ blocos/ crostas

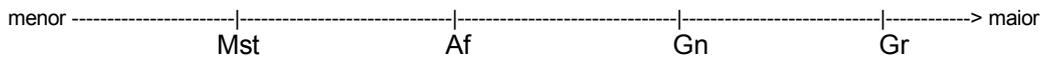


### 7-CAPACIDADE DE SUPORTE



### 8- SUSCETIBILIDADE À RECALQUES DIFERENCIAIS

obs: a suscetibilidade à recalques diferenciais está relacionada ao comportamento do topo rochoso e à ocorrência de matacões



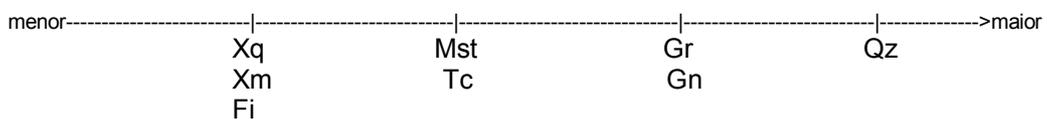
### 9- COMPORTAMENTO QUANTO AO TOPO ROCHOSO

irregular	regular
Gn	Xm
Af	Fi
Xq	Qz
Gr	Mst
	Tc

### 10- PROBLEMA DE ADERÊNCIA DE PISTAS NO SISTEMA VIÁRIO



### 11- EROÇÃO INTERNA ( in situ)



## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

Associação Brasileira de Geologia e Engenharia - ABGE e Sociedade Brasileira de Geologia - SBG- Anais da Mesa Redonda " Aspectos Geológicos e Geotécnicos da Bacia Sedimentar de São Paulo"- São Paulo, maio de 1980

Associação Brasileira de Geologia e Engenharia - ABGE - Anais do 1º Simpósio Latino Americano sobre "Risco Geológico Urbano"- São Paulo, 14 a 18 de maio de 1990

Cunha, Marcio Angelieri (coordenador) - Ocupação de encostas - IPT, Secretaria de Ciência Tecnologia e Desenvolvimento Econômico- São Paulo,1991

Guerra, Antonio Teixeira - Dicionário Geológico-Geomorfológico - IBGE- Rio de Janeiro,1975

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

- Subsídios Geotécnicos para Planejamento Urbano - Cartografia Geotécnica do Município de São Paulo - São Paulo,1985

- Manual para Recuperação de Áreas Degradadas - São Paulo,1985

Moretti, Ricardo de Sousa - Loteamentos: Manual de Recomendações para Elaboração de Projeto - São Paulo,1986

São Paulo (Estado) Secretaria dos Negócios Metropolitanos - EMPLASA e Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo - IPT

- Cartografia Geotécnica Aplicada ao Planejamento na Grande São Paulo - Guia de Utilização - Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano ( 1:10 000 ) - São Paulo,1986

- Idem ( 1:50 000 ) - São Paulo,1987

-Loteamentos: Manual de Recomendações para o Detalhamento e Apresentação de Projetos - São Paulo, 1987

Tognon, Antonio Antenor - Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia - ABGE,1985

## **REVISTAS**

Construção em São Paulo

-Farah, Flávio e Nakasawa, Valdir Akihiko - Habitação e Encostas - encarte técnico IPT/PINI - revista nº 2337 - novembro de 1992

- Mudança no Horizonte - revista nº 2307 - abril de 1992

## **EQUIPE TÉCNICA**

geólogos Cláudio Benedito Gurdos  
Dirce Leite Carregã  
Fábio Virlltoer Thomaz da Rosa  
Francisco A. Neves da Silva  
Gustavo Beuttenmuller  
Harmi Takiya  
Leila Nunes Menegasse  
Luzia Helena S. Barros  
Marco Antonio de Oliveira  
Milton Motta  
Miriam Nobile Diniz  
Oswaldo Landgraf Jr  
Otávio Prado  
Patrícia Marra Sepe  
Vivian Newerla  
Vitor Cesar Nishimoto  
geógrafa Agnes Fernandes  
arquiteta Célia Seri Kawai (coordenação)

### colaboradores

geólogos Fernando Luís Prandini  
Valdir Akihiko Nakasawa  
arquiteta Ana Lúcia Ancona

estagiários Dario de Arruda Lopes  
Fabiana Fisher Viola  
Glaucia Hara  
Maria Joelma Grandó  
Michiko Cristina Nakashima  
Sonia Pitelli de Souza Lima