

MINOR

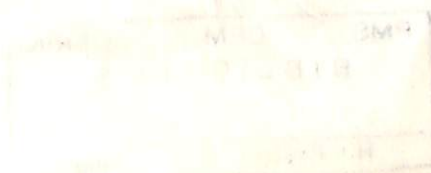


centro de pesquisas e desenvolvimento

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO
CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE ESTU-
DOS BÁSICOS PARA ESTABILIZAÇÃO DAS EN-
COSTAS DA CIDADE DE SALVADOR.

PROPOSTA SETEM/021/78





centro de pesquisas e desenvolvimento

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO
CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOVERNO DO ESTADO DA BAHIA

ESTUDOS BÁSICOS PARA ESTABILIZAÇÃO DAS ENCOSTAS DE SALVADOR

1. APRESENTAÇÃO

O CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento, apresenta proposta para o desenvolvimento de estudos básicos relativos à estabilização das encostas da Cidade de Salvador.

A presente proposta se estrutura em duas unidades principais: plano de trabalho e organização para execução do plano, incluindo equipe, prazos e custos.

1.1 - NECESSIDADES

Diversos órgãos e entidades tem elaborado estudos sobre as encostas de Salvador, abordando principalmente aspectos geológicos-geotécnicos que condicionam escorregamentos de terra, os quais tem provocado ao longo do tempo situações lastimáveis, principalmente quando são atingidas zonas mais povoadas.

Estes fenômenos vem se agravando gradativamente com o crescimento populacional, aliado à ocupação crescente e desordenada do solo, e associados à épocas de chuvas intensas.

Outro fator de influência comprovadamente negativa é o perigo da descaracterização paisagística-urbanística, causada pela sucessão das obras de emergência, numa cidade onde o panorama turístico e histórico deve ser preservado.

Os estudos referidos acima demonstram a preocupação individual dos órgãos interessados na solução dos problemas. Embora tenham um significado comprovadamente auxiliatório, carecem normalmente de um maior aprofundamento técnico-científico. O que mais se despreende de les é o enfoque de advertência, invariavelmente contido em suas conclusões.

Todos esses fatos tem contribuído para a formação de um consenso de que medidas preventivas, essencialmente objetivas, abordando a intimidade do problema, sejam previstas para minimizar as consequências desastrosas desses escorregamentos.

Em decorrência do exposto, é mister iniciar - se um planejamento que trate a problemática das encostas com uma amplitude global dos aspectos intervenientes, apoiado em elementos de suficiente significação técnica, visando à obtenção de soluções racionais.

1.2 - OBJETIVOS

A proposição básica do trabalho, ora sugerido, é a de se obter um documento que agrupe e ordene, em seu contexto, todas as informações oriundas de esforços já dispendidos por organizações públicas e privadas, relativas à problemática das encostas, complementando outros elementos valiosos e indispensáveis a serem pesquisados

e analisados, de maneira a fornecer a necessária organização e uma base científica inicial para tratamento do problema para o futuro.

Durante o desenvolvimento dos estudos, dentre as áreas prioritárias, deverão ser escolhidas aquelas de maior carência de providências, em que os trabalhos serão intensificados, objetivando o fornecimento dos elementos técnicos de apoio à elaboração imediata de projetos executivos de estabilização.

Os estudos serão orientados com as seguintes finalidades principais:

- a) Obter-se um plano básico para estabilização das encostas tendo por base a amostragem de áreas prioritárias, e procurando estender os resultados à outras áreas afins;
- b) Observações, com auxílio de instrumentação adequada, do comportamento estrutural de obras de contenção e da variação de fatores mais influentes na estabilidade de maciços e que condicionam deslizamentos de grandes massas. A utilização de instrumentação, fundamental em obras deste tipo, tem como finalidade principal avaliar o comportamento das encostas com o tempo, possibilitando adotarem-se medidas preventivas a tempo de serem evitados sérios prejuízos.
- c) Estabelecimento de normas para ocupação do solo, incluindo sugestões para criação de um Órgão, cuja competência seria basicamente, a de

orientar, controlar e fiscalizar projetos e obras em encostas.

1.3 - BENEFÍCIOS

Os benefícios previstos, oriundos do estudo proposto, são consideráveis, tendo em vista os aspectos de organização, prevenção de acidentes, proveitos à população, economia de finanças e racionalização de prioridades, assim como melhoria do nível de projetos.

Os benefícios resumem-se principalmente em:

- Obtenção de detalhes técnicos até então inéditos, culminando com a caracterização geológica - geotécnica minuciosa de áreas críticas.
- Respaldo técnico objetivando projetos de estabilização mais adequados e mais econômicos.
- Possibilidade de um planejamento racional de obras prioritárias.
- Controle da execução de projetos e obras, aferindo os métodos de construção em encostas.
- Maior intimidade com a problemática, com relação aos aspectos culturais, sociais e econômicos.
- Adoção de uma política racional para ocupação do solo.
- Estimativas de remoção de populações das áreas críticas.

- Amadurecimento de uma consciência pública de preservação , através de veiculação de informações esclarecedoras.
- Avaliação global, visando à preservação paisagística, urbanística e histórica da Cidade.
- Reunião, em um documento único, de informações esparsas provenientes de outros estudos afins.
- Formação de uma estrutura de controle planejada e organizada.
- Adoção de sistemática de prevenção de acidentes.

2. PLANO DE TRABALHO

A seguir é apresentado o plano de trabalho, no qual está descrito todo o planejamento das diversas tarefas necessárias aos objetivos propostos, resumidas às metodologias, interrelações, finalidades e demais aspectos de interesse.

As diretrizes básicas a serem seguidas durante o desenvolvimento dos estudos compreendem:

2.1 - FORMAÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO E CONSULTORIA

Será formado um grupo de trabalho constituído de técnicos do CEPED (engenheiros, geólogos, sociólogos, estatísticos, advogados e técnicos), para a realização dos estudos propostos.

Junto a este grupo, atuará uma comissão de apoio, formada por consultores especialistas de entidades e órgãos do Estado da Bahia, Rio de Janeiro e/ou São Paulo, com objetivo de aferir e consolidar as idéias oriundas do desenvolvimento dos estudos. Neste grupo estarão representados a Prefeitura Municipal do Salvador, DERBA, CREA, Instituto dos Arquitetos, Clube de Engenharia, Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional e Universidade Federal da Bahia.

Esses dois grupos reunir-se-ão periodicamente, tendo em vista principalmente os seguintes assuntos:

- Discussão dos resultados parciais obtidos, sua metodologia e critérios de avaliação.
- Debates sobre assuntos técnicos específicos, inclusive relatando experiências em trabalhos congêneres.
- Identificação de novas linhas de estudo, com apreciação de sugestões e avaliação do planejamento para as etapas subsequentes.

2.2 - ACOMPANHAMENTO TÉCNICO DAS OBRAS DE CONTENÇÃO EM ANDAMENTO

Será feito o acompanhamento das obras de contenção em andamento na Ladeira da Conceição, tendo-se em vista a obtenção de elementos que auxiliarão a observação de seu comportamento, com o tempo, assim como da zona da encosta por elas contida, conforme será mencionado no item 2.12 do presente plano de trabalho.

2.3 - LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

O levantamento de bibliografia específica e de assuntos correlatos será de extrema importância pois conterá os elementos iniciais para o desenvolvimento dos estudos propostos.

Pode-se afirmar que esta etapa já teve início, visto que, para a confecção desta proposta, foram consultados trabalhos diversos versando sobre as características geotecnológicas e acidentes nas encostas de Salvador, principalmente, os desenvolvidos sob auspícios da Prefeitura, Universidade Federal da Bahia e Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia. Simultaneamente, tem sido pesquisada

a disponibilidade de elementos de apoio provenientes de outros estudos, mais especificamente fotografias aéreas, mapas e cartas da cidade de Salvador.

Esté levantamento bibliográfico terá continuidade, abrangendo, principalmente, os seguintes assuntos:

a) Estudos realizados sobre a área de interesse

Constituem-se principalmente dos trabalhos sobre as encostas de Salvador já desenvolvidos pela Prefeitura, Escola Politécnica, Instituto de Geociências, Governo do Estado, CREA e teses para mestrado.

b) Fotos, mapas e cartas de Salvador

Todos os elementos de apoio, porventura existentes, como fotografias aéreas, ortofotos, restituições, mapas geológicos e pedológicos, etc., deverão ser adquiridos.

c) Prospecções para obras na região

Devido à alta taxa de crescimento da construção civil em Salvador nos últimos anos, deverá haver disponibilidade de sondagens visando a projetos de fundações de edifícios e obras de contenção, principalmente nas zonas que vem se tornando mais densamente povoadas, e que coincidem, em alguns pontos, com a área de interesse ao estudo.

Serão requeridas, principalmente junto à Em-

presas especializadas, a obtenção dos resultados das citadas sondagens, o que possibilitará a tentativa do traçado de um perfil geotécnico preliminar em algumas regiões.

d) Levantamento histórico-cadastral de acidentes

Serão pesquisadas, nos jornais de maior divulgação de Salvador, reportagens sobre acidentes em encostas e alagamentos ocorridos em anos anteriores, com suas causas, consequências, grau de prejuízos, etc. Isto possibilitará o traçado de um perfil histórico que poderá ser correlacionado com outros fatores, como o crescimento populacional, precipitações pluviométricas intensas, modificações na topografia, etc.

e) Dados pluviométricos

Serão adquiridos, junto ao Serviço Meteorológico, ábacos e tabelas referentes às chuvas desde épocas anteriores, almejando visualizar a evolução de suas intensidades ao longo do tempo, suas características e anomalias, e correlacioná-los aos acidentes observados.

f) Estudos correlatos no Brasil e Exterior

Deverão constituir-se da bibliografia sobre outros estudos afins e trabalhos em geral sobre mecânica dos solos, geologia, etc.

2.4 - IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS CRÍTICAS DE DESLIZAMENTO

Esta tarefa constituir-se-á, inicialmente, da inspeção "in loco" de todas as áreas cuja identificação, como críticas ou potencialmente perigosas, tenha sido possível pela análise de documentos existentes sobre o assunto e citados no item "Pesquisas Bibliográficas". Trata-se, portanto, de uma atividade vital no contexto deste plano de trabalho, porque, desta inspeção, resultará a primeira idéia sobre as prioridades de estudo.

Baseado nesta vistoria, deverão ser estudados os graus de influência dos diversos aspectos observados, para se julgar a potencialidade de danos para cada caso. A partir daí, serão agrupados os locais pertencentes a uma mesma faixa de risco.

Para se obter uma sequência de estudo, ao mesmo tempo prioritária e mais representativa do global da problemática, após já terem sido julgados os riscos envolvidos em cada caso, proceder-se-á a uma seleção final de locais mais perigosos, tendo em consideração os seguintes fatores principais:

- a) Distinção de áreas - onde se terá em conta locais situados na zona de falha (áreas nobres, históricas e de baixa renda), em bairros populares e em regiões de vales (recém construídos e mais antigos).
- b) Frequência de acidentes nas áreas críticas.
- c) Contribuição geológica (diferenciação litológica, origem geológica, condicionantes geológico-estruturais, proximidades da falha, etc.)
- d) Distribuição demográfica (incluindo densidade e forma de ocupação do solo).

O exame inicial da bibliografia regional sobre acidentes nas áreas de interesse revelará mais de 50 casos críticos, incluindo deslizamentos, desabamentos e inundações.

Estima-se que, dos citados acidentes, um estudo abrangendo 15 áreas seja suficiente para uma seleção representativa, em concordância com o prazo e custos dos

estudos.

Durante a pesquisa no campo, será preenchida, em cada local vistoriado, uma ficha cadastral contendo um resumo dos principais tópicos a serem observados mais detalhadamente, correspondentes aos seguintes itens:

- Data, hora e local da vistoria
- Técnicos responsáveis
- Descrição sucinta do problema
- Grau de urbanização da área
- Sobrecargas na encosta
- Vegetação (características)
- Topografia
- Drenagem superficial
- Drenagem profunda
- Geologia/geotécnica
- Talude da encosta
- Modificações no talude original
- Presença de falhas ou descontinuidades
- Presença de rocha ou matacões
- Obras de contenções
- Outras obras
- Forma de deslizamentos
- Volume provável de deslizamentos
- Causas prováveis de deslizamentos

Nos casos de deslizamentos, far-se-á um croqui esclarecendo a geometria do local com todos os detalhes de superfície observados, complementado com fotografias abrangendo as zonas de interesse em cada local.

2.5 - CARACTERIZAÇÃO SOCIO-ECONÔMICA DA POPULAÇÃO ATINGIDA.

É fundamental conhecerem-se, de uma maneira abrangente, as características da população que reside e/ou desenvolve atividades econômicas nas áreas passíveis de deslizamento, com o objetivo principal de auxiliar o estabelecimento de soluções técnicas alternativas e prioridades

de ação. Esse levantamento é também necessário para que se possa avaliar o número de pessoas e quão profundamente foram atingidas por esse fenômeno, ou o serão em caso de não se tomarem providências em tempo hábil.

A metodologia, a ser empregada nesse estudo, é apresentada abaixo de maneira resumida.

A. Listagem das áreas passíveis de deslizamentos

B. Mapeamento

Será obtido o mapeamento das áreas passíveis de deslizamento definindo os seguintes elementos:

- .. Situação geográfica dessas áreas em relação à Cidade
- . Contornos, englobando as zonas que poderão ser (ou foram) atingidas por deslizamentos.
- . Traçado de ruas, vielas e becos com os respectivos nomes, se possível.
- . Limites dos lotes, se possível.
- . Edificações especiais, tais como igrejas, quartéis, hospitais, monumentos, etc.

C. Cálculo da extensão de cada área e o somatório delas:

D. Estimativa da população das edificações

E. Cadastramento preliminar das edificações

Concluídos os itens anteriores, será feito o cadastramento de todas as edificações com sua utilização e do número de pessoas de cada domicílio.

Este cadastramento trará um conhecimento preciso de todas as edificações de cada área, quanto ao número, qualidade, tipo de utilização e número de residentes em cada

domicílio ocupado. Além da importância desses dados para a proposição de alternativas de soluções técnicas, permitirá a realização de cálculos de amostragem caso se decida não fazer um trabalho de caráter censitário.

F. Levantamento detalhado das edificações residenciais

Decidido se a caracterização socio-econômica dessas populações será censitária ou não - e neste caso, após o cálculo e sorteio da amostra - será elaborado e aplicado um questionário que investigará basicamente sobre os seguintes aspectos:

- Composição familiar
- Características profissionais (ocupação, rendimento, local de trabalho etc.)
- Condições da habitação (tipo de construção, cômodos, infra estrutura básica quanto à energia, água e esgoto, casa própria, alugada ou invasão, tempo de residência etc.)
- Reação às possíveis mudanças (temporárias, permanentes, por conta própria, com ajuda do governo, local preferido etc.)-
- Nível de participação da população na solução dos problemas.

G. Levantamento detalhado das edificações comerciais e industriais.

Será procedido o levantamento dos elementos de interesse dirigido à caracterização dessas edificações.

Quando se tratar de estabelecimento comercial serão levantados principalmente os seguintes dados: Discriminação da unidade, nome e tipo do estabelecimento, razão social, mercadoria negociada, capital social e de giro, número de empregados, etc.

Em se tratando de estabelecimento industrial, interessará o conhecimento de nome, razão social, tipo de produto, matérias primas empregadas, mercado comprador, capital social e de giro, número de empregados, etc.

2.6 - TRABALHOS TOPOGRÁFICOS

Os trabalhos topográficos serão utilizados em apoio a algumas atividades específicas e em complementação a informações básicas necessárias ao desenvolvimento dos estudos.

Estão previstos principalmente os seguintes trabalhos:

- a) Locação, no campo, dos furos de sondagem e dos pontos onde está prevista a instalação da instrumentação, com posta de marcos superficiais, piezômetros e inclinômetros.
- b) Planialtimetria de áreas cuja caracterização é insuficiente nos mapas e restituições disponíveis. Nestes casos, poderão ser utilizados, opcionalmente, processos de fotogrametria terrestre.
- c) Apoio terrestre para levantamento aerofotogramétrico e posterior restituição. O processo de aerofotogrametria poderá ser previsto nos locais onde haja uma carência de informações de tal nível que justifique sua adoção.
- d) Levantamento de seções críticas para o estudo de estabilidade de taludes.
- e) Observação do comportamento de maciços e de obras de contenção.
- f) Levantamentos complementares que se fizerem necessários no decorrer dos estudos.

2.7 - ESTUDOS GEOLÓGICOS

Os estudos geológicos serão compostos de investigações preliminares, mapeamento geológico das áreas escolhidas e da elaboração de relatórios dos aspectos de interesse.

Esses estudos serão inicialmente desenvolvidos objetivando auxiliar na definição dos locais prioritários de ação e nas investigações geotécnicas de campo.

2.7.1 - Investigações preliminares

Serão colhidas todas as informações disponíveis, visando a uma programação mais eficiente e específica. Consistirão de: vistoria no campo, fotointerpretação e análise de mapas disponíveis.

a) Vistoria no campo

As inspeções geológicas preliminares serão processadas concomitantemente às inspeções para identificação de zonas críticas de deslizamentos.

Em todas as áreas vistoriadas será procedida uma descrição geral, abordando entre outros, os seguintes fatores: tipos litológicos, presença de afloramentos, medida do grau de fraturamento, medidas de atitudes das rochas, tipos de escorregamentos etc.

b) Fotointerpretação

Far-se-á a fotointerpretação das áreas vistoriadas, devendo serem caracterizadas, quando

possível, as feições geológicas - estruturais, mudanças do tipo de solo, áreas mais susceptíveis a escorregamentos, cicatrizes existentes e delimitação de zonas de encosta.

As feições observadas serão transferidas para os mosaicos, que fornecerão mapas geológicos preliminares.

Deverão ser analisadas fotografias aêreas em escala compatíveis aos estudos a serem realizados.

c) Análise de mapas disponíveis

Na possibilidade de obtenção de mapas geológicos ou pedológicos, proceder-se-á à delimitação das unidades geológicas, sendo identificadas nos primeiros, as áreas de interesse pertencentes aos domínios específicos de rochas sedimentares, metamórficas, ígneas e de sedimentos, agrupando-se zonas que se encontrem sob um mesmo domínio. Nos mapas pedológicos, também serão determinadas as zonas que apresentem perfil pedológico semelhante.

Os mapas topográficos servirão para apoio às observações de campo e de escritório.

A conjugação desses estudos preliminares aliados aos outros fatores influentes, definirão as zonas prioritárias onde deverão ser concentrados os estudos posteriores, com mapeamento em nível de detalhe.

2.7.2 - Mapeamento Geológico

De posse dos mapas geológicos preliminares, de fotografias aéreas, restituições e demais elementos, serão feitas investigações minuciosas de campo.

As zonas estudadas serão mapeadas em escala compatível, de modo a permitir sua aplicação em cálculos de estabilidade e nos projetos de estabilização.

Os elementos a serem definidos compreendem:

- . Unidades litológicas
- . Locais de afloramento de rochas
- . Estruturas presentes
- . Medidas de fraturamento
- . Relação solo-rocha
- . Grau de alteração
- . Tipos e espessura dos solos
- . Estado de erosão
- . Geometria do talude
- . Identificação dos prováveis pontos de infiltração de água.
- . Limite das zonas eventualmente movimentadas.
- . Discriminação das áreas de alteração diferencial
- . Tipo de cobertura
- . Classificação local dos materiais
- . Identificação de depósitos de talus e outros materiais detríticos.
- . Identificação de tipos e processos de esmagamento.

As informações colhidas serão lançadas em fotografias aéreas, bem como nas restituições, sendo posteriormente transcritas para o mapa final.

Com auxílio das sondagens e ensaios realizados, serão elaborados perfis geológico-geotécnico dos taludes, elementos indispensáveis para o estudo de estabilidade.

2.7.3- Relatório

Será elaborado um relatório minucioso, englobando o levantamento dos problemas encontrados, dando-se ênfase às soluções propostas para os mesmos e conclusões obtidas.

2.8 - INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

Esta atividade terá os seguintes objetivos principais:

a) Determinar as propriedades e as características geotécnicas dos solos;

b) Auxiliar na complementação dos elementos necessários para a definição das condições de contorno do problema, para a avaliação da estabilidade dos taludes;

c) Colaborar nas observações geológicas de campo e na orientação do plano de instrumentação.

As investigações geotécnicas serão compostas de prospecções no campo e ensaios de laboratório.

2.8.1 - Prospecções no campo

Serão compostas de sondagens, retirada de amostras e ensaios "in situ".

A princípio, será elaborado um plano de sondagens para o reconhecimento das áreas de interesse. Esse plano será complementado pelas informações oriundas dos perfis individuais, obtidos de sondagens já executadas nessas áreas, conforme citação na atividade "Pesquisas Bibliográficas".

Inicialmente, o reconhecimento será feito através de duas sondagens por percussão em cada local selecionado, em pontos estrategicamente escolhidos. Estas sondagens serão levadas até o impenetrável, executando-se ensaios SPT a cada metro. Auxiliarmente, poderão ser previstas sondagens a trado manual para identificação mais precisa do perfil provável.

O material colhido no amostrador do SPT deverá ter sua umidade natural determinada no local ou no laboratório, garantindo-se, neste caso, o seu acondicionamento em recipientes apropriados contra a perda de umidade.

Todas as amostras serão objeto de exame e classificação tátil-visual, realizado por técnico de experiência.

Paralelamente, a cada 2m de perfuração as amostras serão preservadas para ensaios de caracterização no laboratório, objetivando a aferi

ção da classificação de campo e a determinação da variação das propriedades índices do solo com a profundidade.

Todos os aspectos de interesse serão anotados durante a prospecção, como mudança e espessura das camadas, heterogeneidades flagrantes, presença do lençol freático, perda de água, etc.

Em áreas onde se requeiram maiores informações para o reconhecimento, principalmente nas seções onde se instalará a instrumentação, poderão ser previstas outras sondagens por percussão em pontos convenientemente espaçados, de forma a se garantir o nível de detalhes desejado.

Analogamente, em alguns pontos, as sondagens após o impenetrável ao processo de percussão, poderão ser prosseguidas por rotação em diâmetro BX, até a caracterização das causas do referido processo de impenetrabilidade.

Estes casos, normalmente, acontecem quando se atinge o manto rochoso, sendo suficiente a perfuração por rotação 5m além do impenetrável à percussão, para identificar o perfil da rocha.

Em todas as sondagens por rotação, utilizar-se-ão sondas possuindo amostradores com barrilete duplo, móvel, e, preferencialmente, de avanço hidráulico.

Todas as amostras serão acondicionadas em dispositivos adequados, e serão, posteriormente, analisadas pelo geólogo, obtendo-se as informações de interesse sobre a recuperação dos testemunhos, aspectos estruturais, mineralógicos, texturais

Todos os testemunhos serão qualificados segundo metodologia RQD (Rock Quality Designation).

Em regiões onde for necessário o conhecimento de maiores detalhes para apuração do perfil, visando as análises posteriores, e, obviamente, houver a aplicabilidade do método, prospecções geofísicas serão previstas em auxílio às sondagens de reconhecimento anteriormente descritas.

Complementando os trabalhos de sondagens, em cada área selecionada, será aberto, a pá e picareta, um poço ou trincheira cujas finalidades serão:

- Proporcionar ao geólogo melhores condições para observação de aspectos geoestruturais de interesse, (medidas das atitudes das camadas, xistosidade, planos de descontinuidades, fraturamento, etc.), nos locais onde porventura esses elementos possam intervir na estabilidade do maciço.
- Possibilitar mais ampla visualização de mudanças de horizontes e de presença de heterogeneidades, conseqüentemente avaliando, mais precisamente, a evolução do perfil com a profundidade, e, simultaneamente, permitindo uma classificação de campo mais apurada.

- Colher amostras mais representativas dos diversos horizontes para caracterizá-los, e extrair blocos indeformados para ensaios especiais. Os blocos serão retirados à profundidade diversas de forma a bem definir os parâmetros de compressibilidade e resistência ao longo do perfil. As profundidades de extração serão previamente selecionadas, após análises dos perfis de sondagens, da geologia da área e de outras indicações de interesse.

2.8.2 - Ensaio de campo

Prevê-se, inicialmente, apenas a realização de ensaios de permeabilidade em furos de sondagens, com os objetivos principais de melhor caracterizar as zonas fraturadas e cisalhadas, e de fornecer elementos básicos para o dimensionamento da drenagem profunda dos taludes.

2.8.3 - Ensaio de laboratório

Nas amostras deformadas colhidas nas prospecções de campo anteriormente descritas, serão procedidos ensaios para caracterização dos solos, através da determinação da umidade natural, limite de liquidez, limite de plasticidade e análise granulométrica. Algumas amostras serão selecionadas para, como complementação, serem determinadas as densidades reais dos grãos.

Será tentada a correlação das propriedades índices desses solos, principalmente com parâmetros de compressibilidade e de resistência ao cisalhamento.

Dos blocos extraídos dos poços ou trinchei-

ras, serão devidamente moldados corpos de prova para ensaios especiais de compressão simples, adensamento, cisalhamento direto e compressão triaxial. Alguns ensaios triaxiais serão feitos com medida de pressão neutra.

Para a determinação da resistência ao cisalhamento dos solos, deverão ser realizados ensaios dos seguintes tipos:

não drenado - não adensado (UU); adensado - não drenado (CU) e adensado - drenado (CD).

A escolha do tipo de ensaio a ser executado dependerá basicamente das condições particulares de cada talude estudado.

Em alguns casos, pretende-se fazer estudos comparativos entre os parâmetros de resistência obtidos através de diferentes tipos de ensaios, utilizando corpos de prova tanto na umidade natural quanto saturados.

2.9 - ANÁLISE DE ESTABILIDADE DE TALUDES

A análise de estabilidade tem por finalidade definir os esforços na superfície onde se desenvolvem as tensões cisalhantes mais perigosas, tendo como base as condições de contorno existentes e as propriedades geomecânicas avaliadas do maciço.

O enfoque do problema está diretamente relacionado às diversas formas de escorregamentos mais comuns na região. É necessário ter-se em vista na análise, a existência de elementos condicionantes como por exemplo, planos preferenciais de deslizamentos, principalmente no contato solo-rocha.

O problema de estabilidade de um maciço normalmente será resolvido matematicamente, calculando-se os esforços resistentes e atuantes na citada superfície crítica. A razão desses esforços fornecerá o coeficiente de segurança relativo à possibilidade de deslizamentos. Para a utilização mais ampla do coeficiente, será necessário estudar-se o significado de sua ordem de grandeza, para o estabelecimento de graus de confiabilidade em função da variação daquele fator.

A despeito de todos os cuidados para identificar-se com presteza os elementos que intervêm na análise, devem ser tomados cuidados especiais com a apreciação de dois fatores principais influentes: anomalias no maciço e condicionantes geológicos estruturais.

As anomalias num maciço provem normalmente de aspectos de difícil identificação no campo. Podem ser citados dois exemplos típicos.

a) Anomalias geológicas caracterizadas pela presença de tipos litológicos em domínios específicos.

b) Anomalias hidro-geológicas, como por exemplo a infiltração de águas através de caminhos preferenciais.

Como providência para minimizar essas influências negativas, estão previstas observações e mapeamentos geológicos minuciosos das áreas selecionadas, bem como será levada em consideração, na análise matemática da estabilidade, a existência de uma rede de fluxo causando pressões neutras prejudiciais dentro do maciço.

A influência de feições geológicas-estruturais, principalmente em domínios de rochas metamórficas, pode ser preponderante na estabilidade de maciços.

Observações referentes às condições de fraturamento, identificação de regiões cisalhadas e medidas de xistosidades serão pesadas na influência do comportamento dos maciços.

Nos ensaios previstos de cisalhamentos direto, também serão testados os corpos de prova, fazendo coincidir a superfície de ruptura com os planos preferenciais de xistosidade e de cisalhamento do material. Será verificada a influência desse procedimento com relação às possíveis modificações de resistência, quando se

rompe o corpo de prova segundo planos aleatórios.

A influência dos fatores descritos será levada em consideração na análise final de estabilidade dos taludes.

Torna-se fundamental em tal análise a definição das seções críticas dos taludes, a adoção dos parâmetros dos solos e dos métodos matemáti - cos de análise.

a) Seções críticas

As seções críticas de cada local a ser estudado serão escolhidas tendo em conta as particularidades de cada caso.

Ter-se-ã em vista, não somente a maior inclinação da encosta, como também as sobrecargas, posição dos contatos solo-rocha, presença ou não de deslizamentos, modificações do talude original, observações geológicas-estruturais, proximidade do lençol freático, etc.

Para uma área específica, poderá ser estudada mais de uma seção considerada crítica.

Serão desenhadas, em escala, as seções previamente escolhidas, contendo seu perfil geológico-geotécnico, com os parâmetros de interesse à análise e as condições de contorno do problema.

b) Adoção dos parâmetros dos solos

Os parâmetros dos solos a serem adota -

dos serão provenientes dos diversos tipos de ensaios realizados, considerando os fatores condicionantes em cada caso particular.

Para casos semelhantes, será procedida uma análise, visando a identificação de parâmetros mais representativos de solos pertencentes a um mesmo horizonte e a um mesmo domínio geológico, para que sejam extrapolados a outras áreas afins.

c) Análise matemática

A análise matemática será processada baseada nos desenhos das seções críticas citadas anteriormente.

Preliminarmente, deverá ser executado um pré-dimensionamento, utilizando métodos expeditos, quando adequados. Neste caso, pode-se citar, como exemplo, os ábacos desenvolvidos por Kerisel.

Posteriormente, uma análise mais apurada será processada, utilizando métodos convencionais de análise de estabilidade em solos.

Poderão ser utilizados, onde melhor convier, os métodos de Bishop Simplificado, Bishop e Morgenstern, Fellenius, Janbu, Chugaev, etc. Programas de computação já testados serão de grande valia as análises de estabilidade previstas.

Os coeficientes de segurança mínimos a serem adotados como critério de decisão serão escolhidos em função do grau de confiança na representatividade dos parâmetros adotados e dos danos que possam ser causados pelos deslizamentos.

Analisar-se-á a situação natural dos taludes, e aquela decorrente da infiltração de água, com formação de rede de percolação no maciço.

2.10 - ESTUDOS DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ESTABILIZAÇÃO.

Esta etapa compreenderá a análise técnico-econômica de soluções alternativas de estabilização e de proteção adicional às encostas. Serão levados em consideração os seguintes condicionantes básicos: custos de execução e de manutenção da solução adotada; segurança e durabilidade da obra; características paisagísticas, urbanísticas e históricas da área; condições específicas do local no que se refere à topografia, condições de contorno, habitações, obras de contenção existentes e outros fatores de origens diversas.

A seguir são apresentadas, sumariamente, as soluções mais usuais de estabilização e de proteção que deverão ser inicialmente analisadas. Geralmente as soluções são apontadas de maneira associada.

a) Conservação e/ou recuperação de obras existentes.

Desponta, como primeira providência racional, a conservação ou recuperação de obras de contenção já executadas.

Para tal é necessária a vistoria e a reavaliação das condições de funcionamento dessas obras.

Soluções como recomposição parcial, reforço da estrutura e limpeza ou redimensionamento do sistema de drenagem, podem levar a uma considerável economia financeira.

b) Suavização dos taludes

A suavização de taludes impõe-se como providência espontânea a ser estudada, principal

mente em áreas onde a interferência com a população é pequena. Tem a seu favor o relativo baixo custo de execução. Poderá ser prevista a suavização com um talude único ou com banquetamento, em locais onde necessário, para garantir a manutenção de sistemas de drenagem e proteção contra a erosão adequados.

c) Bermas de Equilíbrio

Embora seja uma técnica empregada com sucesso em alguns locais, tem a desvantagem da necessidade de espaço, para a confecção do aterro.

Pode ser usada na recomposição de taludes onde o pé foi cortado e que, em decorrência disto, tornou-se potencialmente instável.

d) Remoção de sobrecargas

Este método consiste na diminuição de forças ativas na parte superior do talude que contribuem para agravar a instabilidade.

Nos casos de edificações que contribuem para o agravamento do problema, há de se pesar o custo de remoção e os transtornos causados à população, bem como os riscos de acidentes oriundos da preservação dessas habitações.

e) Obras de contenção

Constituindo-se basicamente de muros, cortinas, terra armada e micro-ancoragem são geralmente utilizadas em zonas com limitações geométricas já definidas, em locais com escarpas muito instáveis, e em regiões com grande densi

dade demográfica.

Tem como inconvenientes o custo elevado e a possível descaracterização paisagística ou urbanística de algumas áreas.

f) Injeções

As injeções de caldas de cimento, cal, resinas e produtos químicos em geral podem ser possíveis principalmente nos locais onde se pretenda melhorar as propriedades de resistência dos solos sem modificar os aspectos pré-existentes.

g) Drenagem Superficial e Profunda

Esta solução é básica e normalmente está associada a outras, como elemento complementar.

Objetiva minimizar os efeitos prejudiciais das águas, captando-as convenientemente, quer seja de superfície, ou decorrente de infiltração através de um sistema de drenagem profunda.

h) Proteção Superficial com Vegetação

Consistirá na proteção superficial dos taludes principalmente contra a infiltração de águas pluviais, e contra a erosão, utilizando uma vegetação adequada. O tipo de cobertura vegetal a ser usado será pesquisado para cada caso em particular, com referência à sua eficiência de fixação e de crescimento no solo, tendo, também, em conta a composição

estética do local.

Poderá ser indicada para alguns locais específicos a utilização de vegetação de médio a grande porte.

i) Impermeabilização

Para a impermeabilização dos taludes, o que reduzirá grandemente os riscos envolvidos com a infiltração de água, deverão ser estudadas basicamente a aplicação dos seguintes sistemas de impermeabilização: misturas betuminosas, concreto projetado, placas premoldadas, solo-cimento etc.

2.11 - ELABORAÇÃO DO PLANO BÁSICO DE ESTABILIZAÇÃO.

Essa atividade se constituirá na elaboração de um relatório final, que objetivamente apresentará um Plano Básico de Estabilização das Encostas de Salvador, contendo para as áreas estudadas, a indicação das soluções técnico-econômicas mais apropriadas com os seus respectivos custos aproximados. Constará também desse relatório todas as informações e resultados obtidos no desenvolvimento do Plano de Trabalho, tais como: Ábacos, tabelas, mapas, cartas, fotografias, plantas, levantamentos efetuados, resultado de ensaios de campo e de laboratório etc.

O Plano Básico a ser apresentado será fundamental para o detalhamento futuro dos projetos executivos de estabilização das encostas.

Embora os estudos sejam desenvolvidos inicialmente para 15 áreas, selecionadas conforme os critérios de prioritização estabelecidos no item "Identificação de Zonas Críticas", procurar-se-á estender os resultados obtidos a outras áreas afins, objetivando dar um enfoque o mais global possível,

sempre concordante com a organização e o cronograma previsto.

São apresentados todos os elementos componentes da organização, para desenvolvimento do plano de trabalho proposto, incluindo o Cronograma Físico em harmonia com o Demonstrativo de Mão-de-obra prevista.

2.12 - OBSERVAÇÕES DO COMPORTAMENTO DAS ENCOSTAS E DAS OBRAS DE CONTENÇÃO

As encostas e obras de contenção que envolvam maiores riscos deverão ter o seu comportamento observado com o tempo.

Essa observação é fundamental, tendo-se em vista os seguintes aspectos:

- . Servirá para avaliar o comportamento das encostas e das obras de contenção, possibilitando adotarem-se medidas preventivas a tempo de se evitarem sérios prejuízos.

- . fornecerá uma fonte inestimável de dados úteis para a preparação de projetos de obras de contenção mais racionais e econômicos.

- . possibilitará a comparação entre os elementos previstos em projeto e medidos no campo.

Considerando as particularidades de cada local, serão desenvolvidos posteriormente, em detalhe, planos de observação de comportamento, nos quais será utilizada basicamente a seguinte instrumentação: inclinômetros, teodolitos, níveis de precisão e relógios

comparadores, para medidas de deslocamentos lineares; clinômetros, para medidas de deslocamentos angulares: medidores de nível d'água e piezômetros para medidas de pressões neutras desenvolvidas dentro do maciço.

Antes do final das atividades contidas neste plano de trabalho, por ser de fundamental importância, dar-se continuidade à observação do comportamento aqui tratado será apresentado um plano para o prosseguimento da mesma, incluindo os custos envolvidos.

2.13 - ESTABELECIMENTO DE NORMAS PARA OCUPAÇÃO DO SOLO

Um dos escopos básicos desta proposta é o estudo para elaboração de normas que ordenem e regulamentem a ocupação do solo nas encostas.

Esta atividade torna-se de fundamental importância em virtude dos crescentes acidentes consequentes da ação predatória do homem à natureza, muitas vezes para fixação de um habitat normalmente precário e de forma desordenada.

Além da criação dessas condições desfavoráveis, o problema se torna mais grave em locais de escarpas por si só potencialmente instáveis.

Outro aspecto negativo, é a já citada descaracterização paisagística-urbanística em Cidade de grande penetração turística.

O objetivo principal desta atividade será reunir elementos que possibilitem a estruturação de um órgão capaz de atender as necessidades futuras da Cidade, no tocante à problemática de suas encostas.

Para o desenvolvimento deste planejamento, procurar-se-á um respaldo na experiência existente, principalmente no Brasil, e em particular na Cidade do Rio de Janeiro, através do Instituto de Geotécnica.

3. EQUIPE

A equipe encarregada da realização desses estudos, orientada pelo CEPED, será composta basicamente por profissionais do próprio órgão, por técnicos de entidades governamentais, por consultores especialistas e por empresas especializadas, às quais serão contratados serviços específicos.

Prevê-se a utilização direta da mão de obra abaixo resumida:

a) Pessoal do CEPED

1 engenheiro coordenador

3 engenheiros de solos

1 engenheiro de instrumentação

1 engenheiro agrônomo

2 geólogos

1 sociólogo

1 estatístico

1, advogado

Técnicos de campo e de laboratório

Administrativos

b) Profissionais de entidades governamentais

2 geólogos

c) Consultores

2 especialista em Mecânica dos Solos

1 especialista em Geologia Aplicada à Engenharia.

d) Mão-de-obra com serviços contratados a terceiros

Equipe de topografia

Equipes para sondagens especiais

Equipe de aerofotogrametria.

4. PRAZOS

Para o desenvolvimento efetivo das atividades discriminadas no Plano de Trabalho, utilizando a equipe prevista, será necessário um período de seis meses, à contar da data da aprovação da presente proposta.

À seguir é apresentado o Cronograma Físico com as tarefas principais.

Durante os estudos, algumas áreas mais prioritárias, deverão ter seus trabalhos intensificados, com a finalidade de fornecer os elementos técnicos necessários para o detalhamento dos projetos executivos de estabilização.

Os trabalhos preliminares relativos aos estudos propostos, foram iniciados pelo CEPED, à partir do mês de julho do corrente ano, já tendo sido desenvolvida as seguintes etapas: formação do grupo de trabalho e de consultores; detalhamento do plano de trabalho; colheita e análise de informações e de documentos existentes sobre as encostas de Salvador; contatos com técnicos, órgãos e empresas; debates técnicos, etc.