

Jarcy

ANÁLISE GERAL SOBRE A PROBLEMÁTICA DAS ENCOSTAS DE SALVADOR

Geol. José Carlos Fernandes da Silva

Geol. Jackson Roberto Barros Cerqueira

MAD-111

PMS	CPM	GERIN
BIBLIOTECA		
3291	14.03.96	
N.º Reg.	Data	

HISTÓRICO

A Cidade do Salvador, com mais de 400 anos, sendo a primeira Capital do Brasil e considerada como berço da Cultura brasileira, ainda preserva na sua paisagem as marcas de uma cidade que cresceu desordenadamente e sem nenhuma estrutura urbana planejada.

Devido à importância econômica e estratégica, a cidade foi fundada na Baía de Todos os Santos. A localização privilegiada da Baía fez com que Salvador se tornasse um importante porto comercial, principalmente, de escravos. A cidade se instalou num pequeno planalto, protegido de um lado por vales profundos, e pelo outro lado pelas escarpas. As edificações se desenvolveram rapidamente na crista das escarpas onde se poderia vislumbrar a entrada da Baía, tornando-se, portanto, num posto de vigília permanente, para a defesa da cidade.

Os fundadores pensaram nos inimigos invasores mas esqueceram os obstáculos da natureza, com o qual, por várias gerações e até nos dias, o homem continua a lutar. A beleza e a graça deslumbrantes que as encostas apresentavam se revelaram mais tarde de maneira trágica, masculinizando a paisagem.

As encostas há muito tempo vem trazendo transtornos à população de Salvador. A história desses deslizamentos é antiga, e já foi contada por Vilhena no século XVIII.

"Durante o inverno de 1795, rolaram treze casas de uma só vez da montanha (onde hoje se situa a Rua do Passo), em direção ao forte de São Francisco, à beira mar; ainda, durante o mesmo inverno, outras sete casas escorregaram". Mais adiante ele continua. "Outro desabamento ocorreu a 19 de julho de 1797, em virtude de um intenso e continuado inverno caiu o resto da muralha, que a Irmandade do Clér

prigo mandara levantar ao cimo da montanha escarpada".

Após este último acidente que soterrou as casas e muitas pessoas, o Presidente do Senado Dr. Francisco Maciel Monteiro mandou demolir os edifícios ameaçados, e proibiu "para sempre" a construção no cimo das encostas. Vilhena conclui dizendo que, "anteriormente sucederam-se muitos outros iguais em diversos pontos da cidade.

Em nossos dias, vamos registrar apenas os escorregamentos que ocorreram nos últimos 12 anos.

Em 1964, na noite de 23 de abril, cerca de 100 casebres do Alto do Locovi - situado na escarpa da falha do Salvador, próximo a Lobato - foram soterrados, com um total de 20 mortos, e centenas de desabrigados que foram acolhidos no barracão da Leste. O Colégio Pinto de Carvalho que ficou a 30 metros do precipício foi evacuado. No dia 27 portanto quatro dias depois, foi a vez do Alto do Cacau, também com dezenas de mortos e desabrigados. Em 1966 (C. Peixoto), ocorreram os maiores escorregamentos dos últimos 20 anos. Estes escorregamentos estão ligados a períodos de chuvas abundantes e concentradas. Embora 1966 não fosse um ano chuvoso, o total pluviométrico de maio atingiu o recorde absoluto entre 1945 - 1966, com um total de 703,7 mm, que se concentraram depois do dia 14. Somente o dia 22 acusou uma precipitação de 208,4 mm, que é o máximo entre (1945 - 1955), e o segundo lugar (1903 - 1966).

No dia 23 começaram os deslizamentos que desolaram a cidade. No Túnel Américo Simas ainda em construção, as terras correram obrigando a paralização das obras, soterrando a entrada. Na Avenida Vasco da Gama por se tratar de uma zona densamente habitada, os deslizamentos tiveram maior repercussão, sendo o que mais abalou a cidade. O número de desabrigados era tamanho que tiveram de ser abrigados no Estádio da Fonte Nova.

Em 1968, na Baixa do Fiscal, houve outro deslizamento de terra, fazendo dezenas de vítimas e deixando muitas famílias ao desabrigo. Dois

anos depois houve corrimento na Avenida Contorno, quando da construção da Cortina, causando a morte de operários.

Em 1971 no Alto do Cacau, no Lobato, voltou a correr terra, causando a morte de 13 pessoas e deixando 8 famílias ao desabrigo. Neste mesmo ano, devido às altas precipitações que se concentraram nos meses de abril e maio, houve deslizamento em vários pontos da cidade. No Túnel Américo Simas voltou a correr terras destruindo parte das dependências da CASEB (Frigorífico do Estado), e causando a morte do vigia.

Em 1972 o Clube de Engenharia e a Sociedade Amigos de Salvador desolados com os últimos escorregamentos, com a participação de Técnicos do Instituto Geotécnico do Rio de Janeiro, realizaram uma mesa redonda, em que foi debatido o problema da "Estabilização das Encostas do Salvador" e um documento, com as recomendações da mesa redonda, foi enviado ao então Prefeito da Capital Dr. Clériston Andrade. Neste documento, foi sugerida a criação de um Órgão, em nível de Departamento ou Divisão, para atender a várias funções importantes, para desenvolvimento da cidade.

Somente em 1975, quando houve o deslizamento do Julião, foi que a Prefeitura Municipal do Salvador, na pessoa do Senhor Prefeito Profº. Jorge Hage Sobrinho, resolveu firmar Convênio com a Universidade, para criar a atual Assessoria de Geotécnica.

ASPECTOS GERAIS

Quatro fatores naturais e um humano conjugam-se para ocorrência de deslizamentos de terra em Salvador: o relevo fortemente ondulado, a estrutura geológica, o regime pluvial, a ação energética do intemperismo e a ação do homem nas suas múltiplas manifestações econômicas e sociais, quer pelo desmatamento e exploração de pedreiras, na ocupação das encostas, quer pela urbanização crescente nas abas de morros e no crescimento acelerado e desordenado das

favelas. Há que mencionar ainda, a abertura de avenidas e cortes, como causas perturbadoras do equilíbrio das encostas.

As encostas são praticamente constituídas de solos residuais, onde a velocidade do deflúvio depende da existência de cobertura vegetal. E, do grau de compactação e coesão do material do talude, dependerá a formação dos indesejáveis sulcos erosionais, iniciadoras de processo destrutivo, de difícil reversibilidade.

Mas qual seria, dos fatores mencionados, o determinante dos deslizamentos? A complexibilidade que envolve a interação desses fatores e a falta de dados mais precisos sobre o fenômeno tornam difícil, senão impossível, precisar qual desses fatores exerce maior influência provocando os deslizamentos.

EVOLUÇÃO DO MODELADO DE SALVADOR

A evolução geomorfológica da Cidade do Salvador pode ser reconstituída a partir do fim do terciário, quando ocorreu uma sedimentação detrítica continental, a formação Barreiro. A variação de facies desta formação é muito grande, indo desde seixos e areias até argilas, atestando um ambiente de deposição semi-árida, cujos processos retrabalharam os depósitos anteriores (Peixoto. C.). Os fenômenos que provocaram esta sedimentação se acompanham de uma ação superficial intensa, reorganizando os elementos do modelado (Tricart e T. Cardoso) apagando em parte vestígio da evolução precedente.

DINÂMICA ATUAL

A região de Salvador (Peixoto C.S. 1972) é caracterizada por uma morfogênese típica de clima quente e úmido; a decomposição química da rocha progride rapidamente, originando um manto de alteração argiloso de grande espessura.

Assim, as encostas das colinas e espigões, geralmente convexas, formam ângulos quase retos com os fundos aluviais, enquanto os vales muito planos indicam portes pouco abundantes de material das encostas. Os fundos são geralmente argilosos misturados com areias finas e passam a ser pantanosos (Vale de Camuruji) em virtude do afogamento consequente da última transgressão marinha que entulhou as embocaduras dos rios. Em consequência formou-se uma planície pantanosa atrás do Cordão litorâneo onde se encontra hoje a Av. Otávio Mangabeira.

A lentidão com que se processa o aterro dos vales vem indicar que o escoamento superficial é pouco eficiente para remover os detritos da vertente onde o equilíbrio não foi perturbado pela ação do homem. São a solifluxão e o escorregamento superficial de massas os processos que modelam as lombadas e colinas e lhes dão esta forma convexa característica. Parece provocado pelos efeitos "apêlo ao vazio" (Piping) quando os materiais solúveis e as argilas são carregadas pelas águas para os vales.

Desde que o homem modificou o equilíbrio natural, começaram a surgir os processos morfogenéticos mais ativos como os escorregamentos em massa. Estes escorregamentos acontecem após chuvas fortes e prolongadas, cuja infiltração intermitente altera completamente os parâmetros de resistência dos solos. Isto mostra que, com a quebra do equilíbrio natural, os fenômenos se desencadeiam e a erosão torna-se mais intensa, agravando o problema da instabilidade das encostas.

Das conclusões dos trabalhos realizados, fora dos limites urbanos onde existem afloramentos visíveis, foi possível, através de idêntico conhecimento regional, afirmar que o período mais importante para a formação e evolução do modelado atual foi o quartenário-

CLIMA

Na região de Salvador, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano e apresenta uma pluviometria média de 1.853,2 mm. Segundo

Koeppen o clima pode ser classificado como do tipo AFI-clima úmido e tropical de florestas.

As tempestades variam entre 12°C e 35°C, sendo a média das máximas 28°C, e a média das mínimas 22°C.

Os registros efetuados já sofreram processamento entre os quais se destaca a obra do Engº. Pfafstter que fornece elementos para determinação das chuvas, intensidade, duração, frequência para as chuvas intensas em Salvador, Esta obra é resultado da manipulação de 26,633 anos de registros pluviográficos.

As chuvas são obtidas pela seguinte equação:

$$P = K / 0,6 t + 33 \text{ } 10g (1+10 t) /$$

Em que:

P= Precipitação em mm

K= Fator de probabilidade

T= Duração de precipitação em horas.

ASPECTOS HIDROLÓGICOS

Em hidrologia, certos fatores revestem-se de importância capital no que tange ao problema de estabilidade das encostas. Entre os principais citamos a intensidade e duração da chuva, o capeamento vegetal do solo, a permeabilidade das camadas superficiais e a declividade do terreno. Os três últimos fatores poderiam ser englobados num conceito único: drenagem. Assim, o deflúvio superficial relaciona-se com a declividade, podendo no entanto variar para permeabilidade diferente em declividade análoga.

Existe assim uma relação muito íntima entre chuvas, inundações e desabamento de encostas. Genérica e esquematicamente um ou outro fato se relaciona com a maneira pela qual se processa o es

coamento pluvial: se superficial, enxurradas que podem por sua vez provocar erosão e inundações; se por infiltração, penetram o talu de saturando-o e provocando deslizamento.

De fato existe pouca diferença entre os efeitos produzidos. O enxurro pluvial provoca erosão do maciço, podendo produzir desmoronamento.

A infiltração provoca desmoronamentos ainda maiores que por sua vez obstruem as vias naturais de escoamento, ao mesmo tempo que propicia o aumento de descargas sólidas das enxurradas, provocando entupimento do sistema de coletores ou drenos, causando dessa forma inundações.

De qualquer maneira, sejam considerados tais fatos isolados ou nas suas interligações, ressalva-se claramente que, à base de todos eles, se situam os fenômenos hidrometeorológicos das grandes precipitações. Não é de estranhar, por isso, que a análise do problema das encostas comece exatamente pelos seus aspectos hidrológicos.

ASPECTOS GEOLÓGICOS

A Cidade do Salvador abrange duas áreas geologicamente distintas: a Cidade Baixa sobre formações sedimentares da Bacia do Recôncavo, onde aparece a formação de Ilhas e a Cidade Alta sobre o host de Salvador, bloco do embasamento cristalino afetada por um tectonismo positivo, dando origem à falha.

O embasamento de Salvador (Castro et alli 1971) é constituído de rochas metamórficas de alto grau, de facies granulitos, de composição variável, apresentando-se ácidas em alguns lugares e básicas em outros, intimamente associadas, aparecendo também rochas pegmatíticas de composição variada e intrusão de diabásio.

Apesar da variação litológica e da presença de diques, tornou-se difícil ligar determinadas formas e particularidades litológicas

cas locais, visto que a morfologia apresenta grande uniformidade.

Devido aos esforços tectômicos, o conjunto de embasamento se apresenta bastante fraturado com uma zona cizilhada ao longo do litoral, na faixa da zona de falha.

Os principais traços do relevo coincidem geralmente com a direção preferencial da estrutura SW-NE (Peixoto 1972).

Estudos petrológicos recentes (Sampaio Filho 1974 e Tenner de Oliveira 1970) indicam dois tipos principais de granulitos: o ácido, leucocrático de granulação grosseira apresentando feldspatos potássicos de coloração rosa e esbranquiçada e quartzo azulado; o granulito básico, mesocrático de granulação mais fina, com plagioclásio cinza e esverdeado.

A ação dos agentes intempéricos sobre este material na região de Salvador resultou na formação de espesso manto de alteração até 20m, deixando ainda visível, na base dos perfis, a estrutura da rocha original.

A granulometria do material varia ao longo do perfil, notadamente nos granulitos básicos.

Na base do perfil nota-se uma grande proporção de areia grossa, com um alto percentual de minerais estáveis - Quartzo e Microlina. Na base para cima apresenta uma granulometria mais fina essencialmente sobre os granulitos mais ricos em minerais instáveis: plagioclásios, piroxênios anfibólios (Sampaio F. 1974). A caulinita é argilo-mineral predominante.

A velocidade e a intensidade (Villar e Sampaio 1974) da alteração dos minerais primários são muito desiguais, mesmo sob climas tropicais úmidos, como é o caso de Salvador.

ASPECTOS ECONÔMICOS E SOCIAIS

Torna-se problemático o desenvolvimento urbano em Salvador, di

ante dos aspectos topográficos que a região apresenta, com relevo bastante acidentado.

A urbanização inadequada das áreas disponíveis para construção de habitação faz com que as ruas tenham que se adaptar ao aproveitamento dado aos espaços já ocupados por casas.

As obras públicas, notadamente ao que se refere ao sistema viário de Salvador, multiplicaram o valor dos terrenos dos vales, que, sendo drenados e urbanizados, caíram nas mãos dos mais abastados, expulsando, pouco a pouco, os seus primeiros ocupantes, constituídos principalmente por pessoas pobres que cultivam pequenas hortas para a sua sobrevivência.

Em consequência, as encostas estão sendo invadidas por estas e outras populações, procedentes do meio rural decadente e assolado pelas múltiplas hostilidades climáticas. A ocupação dos terrenos mais elevados se processa, em geral, de maneira desordenada, sem disciplina, sem o mínimo dos requisitos técnicos recomendáveis à preservação e segurança dos ocupantes desses terrenos, como também daqueles que se acham situados a jusante.

A ocupação desordenada das encostas é tida como um dos principais fatores para os escorregamentos, pois estas construções, além de tirar o equilíbrio natural do perfil, ainda contribuem com uma considerável parcela de águas que, devido à falta de infra-estrutura urbana, se despejadas ininterruptamente na encosta. Estas águas se constituem nas águas servidas e esgotos primários, sem levar em consideração um aumento efetivo da concentração de águas pluviais, devido aos telhados das referidas casas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ocupação urbana desordenada do município, principalmente nas encostas, bem como a criação de novas vias de transporte, cortando vales, expõe os taludes a acidentes provenientes do movimento de massas.

Tais casos, envolvendo movimentos de terra, sob a forma de escorregamentos ou rastejos, podem estar controlados por condicionantes de carater local ou regional que, devido às peculiaridades dos solos tropicais, exigem soluções ditadas por uma tecnologia própria.

Os problemas que advêm da ocupação do meio físico, sem atender aos requisitos técnicos mínimos, podem ter um caracter permanente, arrastando-se como uma preocupação constante para a população do local e para a administração. É, portanto, evidente a necessidade de uma ação prioritária com relação ao problema de estabilidade de taludes, de modo a evitar que adquira dimensões catastróficas. A abordagem deverá ser feita de maneira sistemática e contínua. Para tal, é necessário a realização de trabalhos a curto e longo prazo. De imediato, devem ser tomadas medidas de caracter preventivas. A médio e longo prazo, um dos primeiros passos a ser dado deve ser a realização de estudos geológicos, geotécnicos e hidrológicos sobre os taludes considerados críticos do ponto de vista da estabilidade, de modo a permitir realizar-se uma classificação dos diversos tipos de escorregamentos típicos das formações da região, bem como identificar as principais causas desses movimentos de massa. Outra etapa, a médio e longo prazo, deve ser o combate das causas dos escorregamentos, indicando se as soluções para garantir a estabilização dos maciços. A ordem de prioridade nos trabalhos de estabilização seria dada pelo cadastro de encostas mais críticas quanto à estabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKROYD, T.N.W. - "Laboratory Testing in Soil Engineering". Soil Mech. Ltd., London, 1957.

CAROZZI, A. V. et. alii - "Formação Salvador: Um Modelo de Deposição Gravitacional Subaquosa". Boletim Técnico da PETROBRÁS, Rio de Janeiro, 19 (2): 47-79, Abr/Jan. 1976.

COSTA NUNES, A.J. da - "Fatores geomorfológicos e climáticos na estabilidade de taludes de estradas". REvista Latino - Americana de Geotecnia. Caracas, Out/Dez, 1971.

FREIRE, E.S. & MAGALHÃES - "Movimentos coletivos de solos e rochas e sua moderna sistemática". Construção, R. de Janeiro. (95): 10-18, 1965.

- FUJIMORI, S. - "Granulitos e charnockitos de Salvador, Ba." An Acad. Bras. Ciên., 40, vol. 2, p. 181-202. 1968.
- GUIDICINI, G. & NIEBLE, C.M. - "Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação". Editora da USP. - Editora E. BLUCHER, S.Paulo, - 1976.
- MONTEIRO, M.F. e SILVA, T.C. DA - "Comentário da Carta Geomorfológica de Salvador". Bol. Baiano de Geol. Ano II-I-XI. nº 15-16-17-vol. 10 p. 40-66, 1970.
- PEIXOTO, C.S. - "Os fatores físicos condicionantes dos problemas da cidade do Salvador". Tese de Livre Docência - Fac. Filosofia UFBA. 1968.
- SACRAMENTO, M. da G. Peixoto, - Estudo sobre rochas cristalinas: Arredores de Salvador, XXX Salvador, Inst. Geociências, UFBA, -1975.
- SAMPAIO FILHO, H. - "Estudo geoquímico e mineralógico da alteração dos granulitos dos arredores de Salvador-Bahia". Inst. de Geoc.da UFBA., 1974.
- TANNER OLIVEIRA, M.A. - "Contribuição para o conhecimento petrológico de Salvador, Bahia-Brasil". Separata da Garcia de Orta. Lisboa, Rev. da Junta de Investigações do Ultramar, vol. 18 nº 1-4: 229-240, 1970.
- TRICART, J. & SILVA, T.C. - "Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe". - Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia, 1968.
- VARGAS, M. - "Estabilização de taludes em encostas de gnaisses decompostos". In: Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos, 3º, Anais. Belo Horizonte, Vol. 1, seção 6, pp. 32-44, 1966.
- VARGAS, M. & PICHLER, E. - Residual soil and rock slides in Santos (Brasil). In: Congresso Inter. Mec. dos Solos e Engenharia de Fundações, 4º, Anais. Londres, Vol. 2, pp. 394-398, 1957.
- VIANA, C.T. et al. - "Revisão estratigráfica da Bacia do Reconcavo - Tucano" - Boletim técnico da PETROBRÁS - Rio de Janeiro 14(714): 157-9-Jul/Dez. 1971.