

Lista

585  
26/11/97

**2nd. Pan-American Symposium on Landslides**

**2nd. Brazilian Conference on Slope Stability**

*2do. Symposium Panamericano de Deslizamientos*

*2da. Conferencia Brasileira de Estabilidad de Taludes*

**2o. Simpósio Pan-Americano de Escorregamentos de Terra**

**2a. Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas**

Rio de Janeiro, Brazil  
10-14 November, 1997

**Brazilian Society of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ABMS)**  
**Brazilian Society of Engineering Geology (ABGE)**  
**International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)**

*Sociedad Brasileira de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (ABMS)*  
*Sociedad Brasileira de Geología en Ingeniería (ABGE)*  
*Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (ISSMGE)*

Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS)  
Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE)  
Sociedade Internacional de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ISSMGE)

**Biblioteca**  
**Depto. de Geotecnia**  
**EESC - USP**

st. 937034

SYSNO	937034
PROD	0000366
ACERVO EESC	

## Situações de Risco e Medidas de Prevenção de Acidentes em Encostas Ocupadas na Cidade de Maceió (AL), Brasil

*Risk Situations and Accident Prevention Measure in Occupied Hillsides in Maceió City (AL), Brazil*

**C.A. M. Anjos**

*Universidade Federal de Alagoas, Brasil*

**L.E.S. Cerri**

*Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, Brasil*

**N. Gandolfi**

*Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Brasil*

**RESUMO:** Este artigo propõe uma metodologia de prevenção de acidentes para as situações de risco associados a instabilização de encostas urbanas da Formação Barreiras, na cidade de Maceió/AL – Brasil. Para tal, desenvolve considerações sobre as características geomorfológicas, geológicas e das formas de ocupação, bem como, em adição, os aspectos legais envolvidos. Conclui-se apresentando o modelo fenomenológico e a metodologia de prevenção de acidentes e atendimentos emergenciais.

**ABSTRACT:** *This paper proposes a methodology for accident prevention at urbane hillsides risk situation linked with the instabilization in the Barreiras Formation in Maceió/AL-Brazil. Towards, considerations are improved about the geomorfologics, geologics characteristics and the occupation forms, as well as, in addition, the legal aspects involved in. Conclud it with fenomenologic model accident prevention methodology and emergency attendance.*

### INTRODUÇÃO

O município de Maceió (AL) tem registrado, nas últimas décadas, inúmeros acidentes geológicos associados a escorregamentos em encostas ocupadas. Estes acidentes têm acarretado tanto prejuízos econômicos, como a perda de vidas humanas.

A alta densidade de habitações nas encostas, bem como a contínua expansão da ocupação impõem a necessidade de serem implantadas ações voltadas à tornar mínimo os riscos já instalados. Entretanto, são ainda escassos os estudos técnico-científicos realizados sobre o tema.

O presente artigo analisa as ações e medidas necessárias para uma efetiva prevenção dos acidentes geológicos associados a escorregamentos nas encostas ocupadas do município de Maceió (AL), considerando-se as

particularidades locais. São tomadas como referência as proposições de Cerri (1992a e 1992b), que tratam da prevenção de acidentes geológicos urbanos associados a escorregamentos e da identificação, análise e cartografia das situações de risco, formuladas com base no modelo de abordagem do Office of the United Nations Disasters Relief Coordinator - UNDRO (1991) para a prevenção de acidentes.

Com este escopo e, a partir da análise do conhecimento técnico-científico acumulado sobre os escorregamentos registrados nas encostas ocupadas do município de Maceió (AL), são apresentadas as ações e medidas necessárias à prevenção destes acidentes.

## 2 CARACTERÍSTICAS DAS ENCOSTAS OCUPADAS EM MACEIÓ

O município de Maceió (AL) está assente em quatro unidades geomorfológicas: os Interflúvios Tabuliformes Dissecados, as Encostas, a Planície Flúvio Marinha e a Planície Flúvio Lagunar. As Encostas interligam os Interflúvios Tabuliformes Dissecados às duas Planícies.

Quanto aos aspectos geológicos, três unidades podem ser destacadas: os sedimentos terciários pouco consolidados da Formação Barreiras, os aluviões Quaternários Flúvio marinhos e os aluviões Quaternários Flúvio lagunares. Segundo Anjos (1994), os sedimentos terciários da Formação Barreiras, que envolvem os Tabuleiros e as Encostas, são constituídos de areia fina pouco argilosa, variegada, com pouca coesão e plasticidade, baixa permeabilidade, baixa massa específica aparente, intercaladas por lentes argilosas. Os aluviões Flúvio marinhos, situados na Planície homônima, constituem-se em sedimentos de areias quartzosas com horizontes de conchas bastante localizados, devidos ao trabalho dinâmico das marés sobre as falésias, principalmente. Já os Aluviões Flúvio lagunares são constituídos por areias quartzosas com matéria orgânica e camadas de areias intercaladas por horizontes de elevada concentração de matéria orgânica. Estas constituem, às vezes, áreas de mangues, e encontram-se às margens da lagoa Mundaú.

Anjos et al (1993) e Anjos (1994) afirmam que a cidade de Maceió (AL) é cortada por um cinturão de encostas que, juntas, estendem-se por cerca de 60km. As principais encostas possuem altura média de 50m e declividade superior a 100% (declividade mais crítica em termos da suscetibilidade de ocorrência de escorregamentos na área).

A ocupação é caracterizada por assentamentos irregulares da população de baixa renda, através de invasões de áreas de encostas não edificadas, por vezes particulares. O processo é normalmente lento e gradual, com a ocupação desenvolvendo-se de forma desorganizada. Dada a não regulamentação legal dessas áreas, não são prestados os serviços públicos mais essenciais, como saneamento básico, coleta de lixo e fornecimento de água tratada. A ocupação das encostas deve-se à incessante busca, por essa parcela da população, em conviver, a baixo custo financeiro, o mais próximo possível ao

centro comercial da cidade. Assim, áreas impróprias são ocupadas, caracterizando graves situações de risco e registrando acidentes nos quais a perda de vidas humanas é freqüente. O primeiro registro de acidente nas encostas de Maceió foi descrito por Lamego (1944).

## 3 ASPECTOS LEGAIS

A permanente convivência com os riscos leva a aceitação passiva do ônus. No entanto, a experiência prática em casos envolvendo acidentes geológicos têm evidenciado a necessidade de um perfeito conhecimento dos dispositivos legais pertinentes, sem o qual, a efetiva aplicação dos resultados dos trabalhos técnicos desenvolvidos é fortemente comprometida. Assim, é imperativa a discussão mais aprofundada da questão legal referente à ocupação de encostas, visando o estabelecimento de condutas pertinentes e necessárias do Poder Público, em termos das situações de risco geológico presentes.

Em seus vários níveis (federal, estadual, municipal), a legislação brasileira é rica em dispositivos que abordam, implícita ou explicitamente, aspectos relacionados a riscos geológicos.

A Constituição da República Federativa do Brasil, por seu caráter nacional, estabelece princípios gerais e fixa a responsabilidade da União, dos Estados e dos Municípios, sem explicitar questões específicas sobre riscos de natureza geológica. Entretanto, alguns dispositivos associam-se a esses riscos, destacando-se:

- Art.6º - são direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, o lazer, a segurança ...;
- Art.30 - compete aos municípios promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Por sua vez, da Constituição do Estado de Alagoas, promulgada em 05 de outubro de 1989, dentro de um processo juridicamente sistêmico, harmônico com a Constituição Federal, faz-se os seguintes destaques:

- Art. 12 - Compete ao Município dispor sobre todas as matérias pertinentes ao seu peculiar interesse e especialmente:
  - III - promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do

parcelamento e da ocupação do solo urbano.

Em se tratando de riscos geológicos, a lei federal vigente mais importante é a Lei 6766/79 (Lei Lehmann), que traça diretrizes gerais para o parcelamento do solo urbano, prevendo sua complementação por normas estaduais e municipais, a fim de adequar o previsto na lei às particularidades regionais e locais (Art. 1º). Adicionalmente, esta lei impõe restrições ao uso do solo, com destaque especial ao Art. 3º, Incisos III e IV, que se refere à proibição do parcelamento do solo em terrenos com declividade superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas dos órgãos competentes (no caso, os municípios), e em terrenos onde as condições geológicas não aconselhem a edificação.

Também, a Lei Federal 4771/65 (Código Florestal) trata, indiretamente, de riscos geológicos, quando proíbe a ocupação em terrenos com declividade superior a 45° (100%).

No se que refere aos Decretos Estaduais de Alagoas, vários legislam sobre a matéria, destacando-se:

O parcelamento do solo urbano foi disciplinado pela Lei 6.766/79. A implantação de loteamentos e desmembramentos deve-se harmonizar com a legislação ambiental. Muitas vezes a aprovação dos projetos está condicionada a aprovação do IBAMA ou do IMA, sobretudo quando os empreendimentos provocam significativos impactos ambientais.

O Decreto Nº 33.410 de 28 de março de 1989, cria o Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas - IMA e dá providências correlatas. Deste, destacamos:

- Art. 16 - Compete ao Núcleo de Preservação Ambiental:

- IV - Analisar projetos de desmembramentos, loteamentos, urbanizações e outros, afetos às áreas protegidas por normas legais de proteção e de preservação ambiental.

No âmbito municipal destaca-se a Lei Nº 3536 de 23 de dezembro de 1985, que institui o Código de Urbanismo do Município de Maceió e dá outras providências, destacando-se:

- Art. 60 - O parcelamento da terra somente será admitido nas zonas urbanas e de expansão urbana do município.

§ Único - não será permitido o parcelamento do solo:

- III - em terrenos com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se

atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

- IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação.

Art. 160 - São consideradas áreas públicas paisagísticas, como tal devendo ser preservadas em função do seu papel modelador da paisagem e mantenedor do equilíbrio ecológico, entre outras as seguintes áreas:

- IV - Áreas de grotões situadas no Tabuleiro;

- X - Encostas.

O Decreto Municipal Nº 5.273 de 08/06/94, publicado no Diário Oficial do Estado de Alagoas em 28/06/94, cria a Comissão Municipal de Defesa Civil e dá outras providências. No seu bojo, destaca-se o artigo primeiro, nos seguintes termos:

- Art. 1º - Fica criada a COMISSÃO DE DEFESA CIVIL DE MACEIÓ - destinada a planejar e executar operações que permitam evitar ou, pelo menos, reduzir os efeitos das catástrofes (inundações, chuvas torrenciais ou prolongadas, secas, deslizamentos de encostas, etc.) que possam causar danos à população civil.

Assim, observa-se uma legislação atenta às questões de riscos associados a escorregamentos de encostas.

Abordando os aspectos legais referentes a riscos geológicos associados a escorregamentos no Brasil, Cerri & Barbosa (1990) apresentam algumas considerações que permitem concluir quanto à responsabilidade civil ante os acidentes e as situações de risco, com destaque para as seguintes questões:

- *"A Administração Pública pode vir a causar danos a terceiros... Os danos assim causados podem ensejar obrigação de indenizar"*;

- *"...os escorregamentos em regiões urbanizadas acarretam danos inúmeros (perda de bens móveis e imóveis) e irreversíveis (lesões corporais e mortes)"*;

- *"A culpa da Administração caracteriza-se, principalmente, pela omissão na prestação de Serviços Públicos a seu cargo. Tais omissões têm sido reconhecidas em nossos Tribunais como ensejadoras da responsabilidade civil da Administração"*;

- *"o argumento do município de desconhecimento das situações de risco, bem como a alegação de insuficiência generalizada de recursos técnicos ou financeiros, não exime o Poder Público da obrigação de indenizar", e*

*"Nos casos de situações de risco iminente pode-se compelir o cidadão a sair do local, até mesmo com requisição de força policial, se necessário.*

Os aspectos legais apresentados evidenciam a necessidade de serem implantadas ações e medidas de prevenção de acidentes associados a escorregamentos nas encostas ocupadas de Maceió.

## 5 SITUAÇÕES DE RISCO A ESCORREGAMENTOS

As encostas ocupadas de Maceió, apesar dos frequentes acidentes, ainda não foram alvo de estudos sistemáticos de identificação e análise de riscos a escorregamentos. Há alguns trabalhos extremamente localizados, elaborados em função de questões pontuais nas encostas e que também não levaram em consideração a análise pormenorizada do modelo fenomenológico de instabilização. Anjos (1993) apresenta considerações geotécnicas qualitativas das encostas, enfocando-as como áreas impróprias à ocupação, sem detalhar ou cartografar os riscos, quer a nível de zoneamento, quer a nível de cadastramento.

Diante deste quadro, é fundamental a realização de trabalhos de identificação e análise dos riscos instalados. Com base na proposição de Cerri (1993), tal atividade pode ser iniciada por meio de um zoneamento de risco em escala maior que 1:2.000 (abrangendo setores da encosta e áreas planas adjacentes, geralmente envolvendo um conjunto de moradias), cujos resultados podem orientar as atividades de cadastramento de risco em escala próxima a 1:500 (identificando os riscos moradia por moradia).

Dada a carência de cartogramas adequados, a representação dos riscos a serem identificados pode ser realizada com base em fotografias aéreas 35 mm, de baixa altitude, obtidas por meio de sobrevôos específicos, conforme propõem Bitar et al. (1992). Os sobrevôos devem cobrir as áreas de encostas já ocupadas, dando-se prioridade aos setores cujo conhecimento histórico demande maiores suscetibilidades. As fotos selecionadas para a representação dos riscos podem ser ampliadas, se necessário.

A identificação e análise de riscos propostas devem se fundamentar nos resultados de trabalhos já realizados, tratando dos escorregamentos nas encostas ocupadas de

Maceió. A este respeito, Anjos (1990 e 1992) afirma que a suscetibilidade aos escorregamentos naquelas encostas tem estreita relação com:

- a retirada da vegetação natural (primeira intervenção realizada na encosta por ocasião de sua ocupação), permitindo, sobretudo, o incremento do teor de umidade do solo nos períodos chuvosos. Durante a infiltração por meio de uma frente de saturação (com fluxo para baixo e para fora do maciço), ocorrem inúmeros fenômenos geotécnicamente negativos, favorecendo o desequilíbrio de forças existentes. Assim, a água infiltrada aumenta o peso próprio do maciço (que é uma força atuante) e reduz a coesão (que é uma força resistente). Com o incremento das forças atuantes e decréscimo das forças resistentes, cria-se o início do desequilíbrio do sistema de forças. As pesquisas desenvolvidas na área concluíram que o principal processo de instabilização desenvolve-se pelo avanço da frente de saturação que reduz a coesão aparente. Vargas Júnior et al (1986) apud Wolle (1988), apresentam um modelo teórico no qual verifica-se que o fator de segurança da encosta diminui na razão direta do avanço da frente de saturação;

- as sobrecargas promovidas pelas construções e pela deposição de lixo residencial, aumentando o peso próprio do maciço e funcionando como barreiras/anteparos ao escoamento da água, facilitando ainda mais as infiltrações anteriormente citadas;

- as edificações instaladas nas encostas, desprovidas dos serviços de saneamento básico, requerem a utilização de poços absorventes e fossas sépticas para lançar suas águas servidas e seus dejetos sanitários favorecendo, mais uma vez, o processo de infiltração;

- a alteração na geometria do talude em razão da exploração de material de construção, minimizando as forças resistentes aos escorregamentos e aumentando sua declividade.

Segundo Anjos (1992), por ocasião da saturação do solo em razão da infiltração da água de chuva, o coeficiente de segurança das encostas decai em cerca de quatro vezes, com relação aos períodos de estiagem.

Em Maceió, os ciclos pluviométricos obedecem a uma periodicidade muito bem definida pela curva da média móvel de três anos (Figura 1).

Nesta figura observa-se, também, a existência de anos pluviométricos com

intensidade extremamente elevadas, obedecendo um segundo ciclo de chuvas com periodicidade variando de 25 a 30 anos. A

Figura 2 mostra a relação existente entre as médias e as máximas precipitações mensais.

ANÁLISE DE PRECIPITAÇÕES ANUAIS

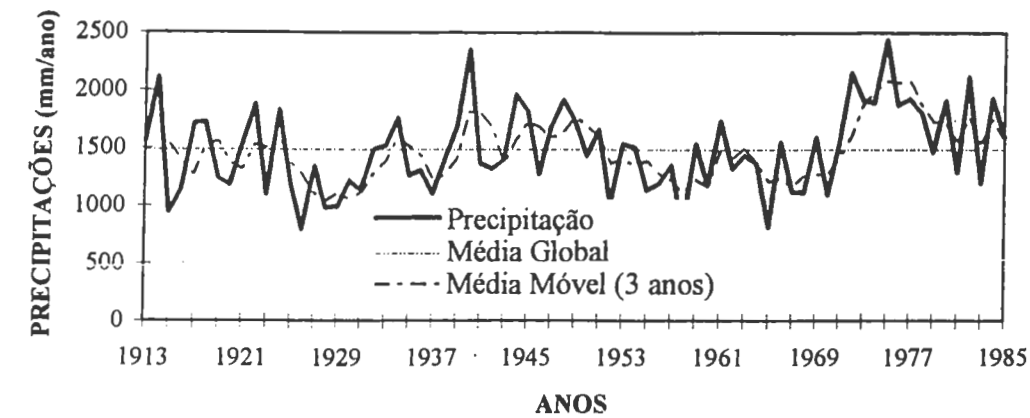


Figura 1 - Interrelação entre os totais anuais, a média total e o ciclo móvel de três anos, para o Posto Puvimétrico Maceió.

PRECIPITAÇÕES MENSAIS

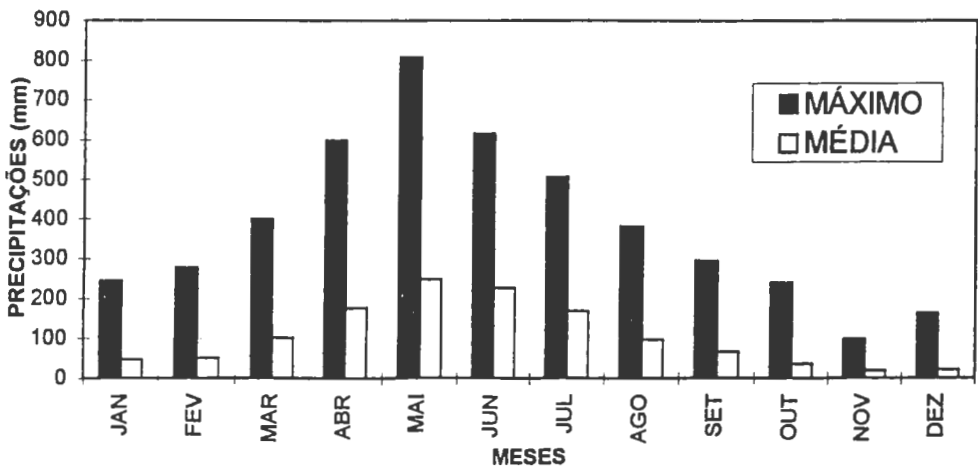


Figura 2 - Análise comparativa entre as precipitações médias e máximas mensais no Posto Puvimétrico Maceió.

Verifica-se, então, que o quadrimestre mais chuvoso envolve os meses de abril, maio, junho e julho. Também verifica-se que existe uma forte variação pluviométrica entre anos pouco chuvosos e anos muito chuvosos. Para os meses chuvosos, têm-se os seguintes dados:

abril, média de 176,1 mm, máxima de 597,8 mm (correspondendo a 339,46% acima da média); maio, média de 249,7 mm, máxima de 807,4 mm (323,24% acima da média); junho, média de 226,1 mm, máxima de 615,4 mm (272,18% acima da média); julho, média de

167,1 mm, máxima de 504,6 mm (301,97% acima da média). Estes fatos são fortes balizadores da identificação temporal do risco.

## 6 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

A partir da constatação da impossibilidade e inviabilidade de remoção definitiva de todos os moradores das encostas urbanas de Maceió para locais mais seguros e considerando-se os dispositivos legais pertinentes, fica patente a necessidade de implantação de medidas de prevenção de acidentes. Tais medidas visam, especialmente, evitar o registro de perda de vidas humanas quando da ocorrência de escorregamentos e reduzir, tanto quanto possível, a magnitude dos prejuízos materiais resultantes destes tipos de acidentes geológicos.

Somente a partir da identificação e análise de riscos, podem ser estabelecidas as medidas de prevenção de acidentes associados a escorregamentos nas encostas ocupadas de Maceió.

Cerri (1993) discorre sobre as alternativas de medidas de prevenção de acidentes associados a escorregamentos. Considerando-se as características das encostas de Maceió, bem como as alterações em sua dinâmica provocadas pela ocupação, pode-se prever que será necessário:

- a interdição de algumas moradias, com remoção de seus moradores para local seguro, nos casos em que a análise custo/benefício indicar que não é técnica e economicamente viável a implantação de obras de estabilização;
- a implantação de obras de estabilização (inseridas em um contexto de projetos de urbanização da área). A seleção do tipo de obra deve, necessariamente, considerar o mecanismo de instabilidade presente (é interessante adotar a proposta metodológica de caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas, apresentada por Augusto Filho (1992). Considerando o modelo do processo de instabilidade dominante na área, certamente será necessária a implantação maciça de sistemas de drenagem das águas superficiais. Em alguns poucos casos (se técnica e economicamente viável) pode ser necessária a implantação de obra de contenção. Também deve ser avaliada a necessidade de implantação de obras de proteção contra massas

escorregadas, especialmente muros de espera nas áreas planas adjacentes à base das encostas; - avaliar a conveniência e adequabilidade de elaboração e implantação de Plano Preventivos de Defesa Civil; nos quais a população em risco é preventiva e temporariamente removida, quando o quadro pluviométrico indica a alta possibilidade de ocorrência de escorregamentos nas áreas de risco identificadas.

É interessante considerar que os resultados do zoneamento de risco contribuem para a definição das obras de engenharia de caráter mais geral, como por exemplo os sistemas de drenagens de água pluviais, enquanto os resultados do cadastramento de risco contribuem para a definição de intervenções mais localizadas.

Para a elaboração do Plano Preventivo de Defesa Civil será necessário desenvolver uma análise da correlação entre pluviometria (horária e acumulada) e a ocorrência de escorregamentos nas encostas ocupadas de Maceió. Esta retroanálise permitirá uma melhor determinação de valores de pluviometria, indicativos de diferentes níveis de prevenção do Plano de Defesa Civil. Trabalhos desta natureza foram realizados com sucesso por vários autores, com destaque para Guidicini e Iwasa (1977), Tatizana et al (1987), Menezes (1987), IPT (1989), Barros e Brandão (1992), Elbachá et al (1992) e Popescu (1994).

A sistemática de elaboração de Planos Preventivos de Defesa Civil é apresentada em detalhe por Cerri (1993), particularmente no que se refere à correlação entre diferentes índices de pluviosidade acumulada e a expectativa de ocorrência de escorregamentos. Tais índices pluviométricos, aliados aos dados de previsões meteorológicas e aos resultados de vistorias técnicas de campo, determinam os critérios de entrada e de saída dos níveis de operação do plano Preventivo (Observação, Atenção, Alerta e Alerta Máximo). Para cada nível do Plano são fixadas as ações técnicas correspondentes.

Por outro lado, no caso de haver a possibilidade de expansão e/ou de adensamento da ocupação nas áreas de encostas, é necessário que sejam elaboradas cartas geotécnicas que reúnem as informações do meio físico indispensáveis para permitir que a instalação de novas edificações se dê de forma tecnicamente segura.

## 7 ATENDIMENTOS EMERGENCIAIS

Os trabalhos propostos de identificação e análise de riscos associados a escorregamentos nas encostas de Maceió, bem como a implantação do conjunto de medidas de prevenção de acidentes descrito no item anterior, correspondem às atividades que demandam um certo tempo para sua execução.

Assim, é necessário que, até a completa execução das ações anteriormente descritas, seja implantado, de imediato, um sistema operacional para situações de emergência. Tal sistema se justifica porque certamente devem ser registrados novos acidentes nas encostas ocupadas. Desta forma, o planejamento proposto pode ser entendido como uma medida paliativa, que deverá ser mantida até a implantação das outras ações descritas.

A essência do sistema para atendimento emergencial corresponde ao levantamento de meios e recursos disponíveis, bem como a estabelecimento de rotinas operacionais, visando reduzir as consequências sociais e econômicas quando do registro de acidentes nas encostas. Assim, trata-se de uma preparação para enfrentar emergências.

Com este escopo, recomenda-se que sejam estruturadas equipes técnicas em sistema de plantão para:

- vistorias de campo;
- remoção da população instalada em situações de risco iminente;
- abrigo da população preventivamente removida;
- apoio social e assistência médica aos desalojados;
- guarda dos bens da população removida;
- resgate de vítimas;
- desobstrução de galerias e vias de acesso.

Quando do registro de acidentes nas encostas, estas equipes devem ser acionadas para agir de forma integrada visando evitar a ampliação das consequências dos acidentes.

Para tanto, é também necessário elaborar um plano de acionamento das equipes de plantão e sobreaviso.

No caso de acidentes com vítimas, as escavações para resgates devem ser realizadas com base em orientações técnicas, principalmente no que tange à drenagem da água local, drenagem da água de montante, verificação da possibilidade de existência de dutos rompidos e identificação da existência de massas instáveis.

Outra ação que pode ser implantada, com resultados mais efetivos em relação àqueles do atendimento de emergência propriamente dito, refere-se à possibilidade de intervenção das equipes técnicas quando são verificadas feições de instabilidade nas encostas, antes da ruptura (portanto, antes do registro de acidentes). Para que tal ação seja eficiente, é necessário implantar um sistema de recepção de informações procedentes da população residente nas encostas, especialmente sobre o desenvolvimento de novas feições de instabilidade. A partir do recebimento destes informes as equipes de vistorias de campo devem avaliar a gravidade da situação e determinar a medida preventiva mais adequada (implantação de obra emergencial e/ou remoção dos moradores em risco).

De acordo com os dados pluviométricos disponíveis, faz-se necessário que a preparação para atendimentos emergenciais considere como época mais provável para a ocorrência de acidentes associados a escorregamentos nas encostas de Maceió, o período compreendido entre os meses de abril e julho (estação chuvosa).

Para que haja uma efetiva eficiência das ações previstas nos moldes de atendimentos emergenciais é importante que haja a participação da população instalada nas encostas de Maceió.

Assim, a população deve ser informada quanto à importância de observar e notificar sobre a ocorrência de novas e feições de instabilidade.

Resumidamente, as principais feições que devem ser observadas e que indicam a elevada possibilidade de ocorrência de escorregamentos são:

- o desenvolvimento de fraturas longitudinais na crista da encosta (fraturas de alívio), fraturas circulares sugerindo a geometria de cunha em planta na crista ou ao longo da encosta (início da deflagração do processo de ruptura do maciço);
  - o registro de inclinação em estruturas originalmente verticais (postes, cercas, árvores e muros), bem como de fraturas abertas em paredes e em fundações das edificações.
- A suscetibilidade a escorregamentos nas encostas de Maceió pode ser determinada, já que são conhecidos os condicionantes geoambientais naturais e induzidos destes processos, bem como o agente deflagrador dos mesmos. Assim, pode-se prever a ocorrência de acidentes e, portanto, preveni-los, já que os



danos decorrentes têm custos sociais e econômicos imensuráveis.

Em termos geotécnicos, a análise da equação de Mohr-Coulomb, mostra que não se pode aumentar as forças resistentes através de processos naturais de proteção de taludes ou encostas (drenagem, vegetação, etc.). Estas são técnicas de baixo custo financeiro de execução e manutenção e são mitigadoras de forças atuantes. O aumento de forças resistentes pode ser promovido através de técnicas de contenção (muros, cortinas, etc.). Estas exigem alto custo financeiro para execução da obra e para sua manutenção. Nestes termos, entende-se que a solução melhor exequível é o controle da magnitude das forças atuantes. Esse controle pode e deve ser feito através de pesquisas específicas para análise do comportamento dos diferentes horizontes de materiais, quando submetidos a um determinado sistema de forças cisalhantes.

Os métodos de análise de estabilidade são vários. As soluções de Engenharia são as mais variadas e, cada vez mais, mais sofisticadas. A questão reside em qual técnica utilizar, onde utilizar e quando utilizar. Assim, *qual, onde e quando* só podem ser definidos com o desenvolvimento de pesquisas que culminem com soluções exequíveis, seguras, econômicas, confiáveis e duradouras. A questão reside na viabilidade dessas obras, por vezes, bastante questionáveis.

Desta forma, necessita o Poder Público assumir a responsabilidade que lhe é atribuída pela legislação brasileira em suas mais diferentes esferas. Por outro lado, ressentem-se o Poder Público da escassez de cartas de suscetibilidade e de riscos que subsidie suas tomadas de decisões.

Urge, nos meios técnicos e acadêmicos, enquanto comunidade científica da cidade de Maceió, a análise sistematizada dos Riscos Geológicos, tais como os movimentos de massa, em forma cartografada, em escala de detalhe, para apoio àqueles que decidem.

Recomenda-se, assim, a criação de um Grupo de Estudos e Prevenção de Acidentes. Com isso, objetiva-se apontar as potencialidades de suscetibilidades naturais e adequabilidade às diferentes formas de ocupação do meio físico. Complementarmente, absorver, desenvolver e difundir métodos e técnicas de prevenção e tratamento de Acidentes Geológicos.

Tomando-se o caráter emergencial para prevenção de acidentes que envolve a questão

em análise, recomenda-se ao Poder Público que, na impossibilidade de evacuar a população das encostas de forma permanente ou, ainda, impedi-las de ali habitar deve-se, no mínimo, desenvolver ações governamentais no sentido de gerar infra-estrutura de drenagem e saneamento básico. As competentes obras de engenharia devem ter a preocupação maior de coletar as águas pluviais de telhados e de escoamentos superficiais de montante e, sobretudo, as águas servidas e dejetos sanitários ali produzidos e emanados, canalizando-os para fora da área da encosta. Estas ações não só lhe garantiriam o preceito constitucional da qualidade de vida como impediriam os processos de infiltração e percolação desencadeados a partir da intervenção humana e que possuem o caráter desestabilizador maior. Complementarmente, torna-se extremamente salutar a construção de calçadas, escadarias e ruas revestidas em material inibidor de infiltrações como o paralelepípedo, blocos premoldados, alvenaria de pedras rejuntadas, etc.

Com base na *Identificação e Análise dos Riscos* e, em função das características intrínsecas de cada Risco, deve-se desenvolver uma ou mais das seguintes medidas de prevenção:

- caracterizar temporalmente, em função do ano pluviométrico, o período de vigência do Risco;
  - definir plano preventivo de escorregamento com base em índices pluviométricos, em previsões meteorológicas e em resultados de vistorias de campo (Cerri, 1992);
  - definir, em função dos elementos técnicos disponíveis, os diversos níveis de ações preventivas (observação, atenção, alerta e alerta máximo);
  - determinar quais encostas encontram-se sob Risco;
  - definir medidas que eliminem o risco;
  - obras de engenharia;
  - evacuar a população e abrigá-la;
  - definir medidas mitigadoras do Risco;
- Deve-se ainda desenvolver estudos analíticos e preventivos de escorregamentos, a saber:
- estudos geológicos do ambiente sob Risco;
  - estudos geotécnicos dos solos envolvidos;
  - análise morfométrica das encostas envolvidas;
  - cadastro físico da ocupação do meio físico;
  - análise de dados meteorológicos preexistentes, e

definição de um sistema de informações e participação da população.

Estas atividades devem ter o objetivo maior de evitar vítimas, em contraposição às atuais e rotineiras medidas de "atender vítimas".

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS, C.A.M. dos. 1990. Vulnerabilidade aos Escorregamentos Urbanos em Maceió. UFAL. GET/CCEN. Revista de Geociências. N° 04. Maceió-AL. pp. 04-09.
- ANJOS, C.A.M. dos. 1992. Estudo da Estabilidade de Encostas em Maceió. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Engenharia Civil, com área de concentração em Geotecnia. Universidade Federal da Paraíba. Campina Grande. 177p.
- ANJOS, C.A.M. dos. 1994. Ocupação de Encostas Naturais Urbanas em Maceió-AL.: Uma Questão Geoambiental. I Congresso Brasileiro de Análise Ambiental. UNESP. Rio Claro-SP. pp-42.
- ANJOS, C.A.M. dos; QUEIROZ DE CARVALHO, J.B.; DINIZ, A.A.. 1993. Instabilidade de Taludes Naturais Próximos a Vias Urbanas em Maceió-AL. 4ª Reunião de Pavimentação Urbana. ABPV. pp. 240 - 254. Maceió-AL.
- AUGUSTO FILHO, O. 1992. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, 1992, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABMS / ABGE / PCRJ. v.2, p.721-733.
- BARROS, L.H. dos S.; e BRANDÃO, A.M. de P.M. 1992. A pluviosidade - fator condicionante dos movimentos de massa na serra da carioca, Rio de Janeiro. 1ª COBRAE - Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas. *Anais*. pp. 697-708.
- BITAR, O. Y., CERRI, L.E.S., NAKAZAWA, V.A. 1992. Carta de risco geológico e carta geotécnica: uma diferenciação a partir casos em áreas urbanas no Brasil. In: Simpósio Latino Americano Sobre Risco Geológico Urbano, 2, 1992, Pereira. *Anais*. Pereira: CARDER/ INGEOMINAS/ EAFIT / AGID/ IUGS/ IAEG/ ONAD. v.1, p.35-41.
- BRASIL. Constituição. 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*, promulgada em 5 de outubro de 1988.
- CERRI, L.E.S. 1992a. Identificação, análise e cartografia de riscos geológicos associados a escorregamentos. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, 1992, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PCRJ. v.2, p.605-617.
- CERRI, L.E.S. 1992b. Prevenção e Controle de Acidentes Geológicos Urbanos Associados a Escorregamentos no Brasil: Proposições Técnicas Fundamentadas na Realidade Sócio-econômica Brasileira. II Simpósio Latino-americano de Risco Geológico Urbano. Memórias, Volume 2. Pereira (Colômbia). 1992. pp 112-126.
- CERRI, L.E.S.. 1993. Riscos Geológicos Associados a Escorregamentos: Uma Proposta para a Prevenção de Acidentes. Tese de Doutorado em Geociências apresentada à Universidade Estadual Paulista. Rio Claro-SP. 1993. 197p.
- CERRI, L.E.S.; BARBOSA, M.N.L. 1990. Os escorregamentos como riscos geológicos no Brasil: aspectos legais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1, 1990, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABGE. p.448-456.
- CERRI, L.E.S.; MACEDO, E.S. de; AUGUSTO FILHO, O.. 1990. 6º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e IX COBRAMS. Salvador-BA. *Anais* Vol. 1 pp. 319-325.
- ELBACHÁ, A. T.; CAMPOS, L.E.P. de; e BAHIA, R.F.C.. 1992. Tentativa de correlação entre precipitação e deslizamentos na cidade de Salvador. COBRAE - Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas. *Anais*. pp. 647-656.
- GUIDICINI, G. & IWASA, O Y.. (1977). Tentative correlation between rainfall and landslides in a humid tropical environment. IAEG. Bulletin of International Association of Engineering Geology, n.16, p.13-20.
- GUSMÃO FILHO, J. de A. 1993. Risco Geológico no Recife. VII Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. ABGE. *Anais* Vol.1. Poços de Caldas-MG. pp41-62.

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. 1989. Diretrizes para o estabelecimento de Plano Preventivo de Defesa Civil - escorregamentos / Serra do Mar. São Paulo. (IPT. Relatório, 27.492).
- LAMEGO, A.R.. 1944. O Desabamento do Morro do Faról em Maceió-Al. Divisão de Geologia e Mineralogia. Notas Preliminares e Estudos. Nº 24.
- MENEZES, V.G.de. 1987. A pluviosidade e os escorregamentos de taludes na zona urbana da cidade de Recife. ABGE. 5 Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. Anais. V. 2. pp.347-358.
- OFFICE OF THE UNITED NATIONS DISASTERS RELIEF CO-ORDINATOR - UNDRO. 1991. UNDRO's approach to disaster mitigation. UNDRO NEWS, Geneva, Jan.-Feb. p20.
- POPESCU, M.E.. 1994. A suggested method for reporting landslide causes. Proposition d'une method pour rendre compt des causes des glissements. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. IAEG. Paris. Nº 50. pp 71-74.
- SANTOS, A.R. dos. 1994. Fundamentos Filosóficos e Metodológicos da Geologia de Engenharia. Comunicação Técnica. Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT. São Paulo. 5p.
- TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERRI, L.E.S; e ROCHA, M. de C.M. da. 1987. Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicado às encostas da Serra do Mar no município de Cubatão. ABGE. 5 Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. Anais. V. 2. pp.237-248.
- WOLLE, C.M. 1988. Análise dos escorregamentos translacionais numa região da Serra do mar no contexto de uma classificação de mecanismos de instabilização de encostas. São Paulo. 1988. (Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica). 406p.