PKS

PUBLIC
KNOWLEDGE
PROJECT

REVISTA DE
GEOGRAFIA

Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPE

OJS

OPEN
JOURNAL
SYSTEMS

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia>

RISCOS GEOLÓGICOS URBANOS NOS MORROS DA CIDADE DE RECIFE – PERNAMBUCO

Vanessa Gomes Rolim Villa Verde¹, Almany Costa Santos²

¹Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGeoc). E-mail: vangrvv@gmail.com

²Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGeoc). E-mail: almany@ufpe.br

Artigo recebido em 25/05/2019 e aceito em 25/12/2019

RESUMO

Recife, em Pernambuco, possui uma área de 218,50 km², uma população estimada de 1.637.834 habitantes, com densidade populacional de 7.039,64hab./km² e 38,1% dos recifenses tem a renda per capita mínima de ½ salário mínimo. Interferências na ocupação dos morros geram pontos de riscos nas encostas. Portanto, o estudo dos riscos associados às erosões é uma ferramenta essencial para o planejamento do uso do solo e sua ocupação. Será apresentado um panorama sobre os riscos associados a erosão urbana, a partir das características geológicas (tipos litológicos, solos, descontinuidades e modo de ocorrência), geomorfológicas (forma de relevo e declividade), e da influência antrópica, além de identificar as áreas mais susceptíveis aos processos erosivos e fornecer informações básicas para o controle dos riscos, bem como orientações preventivas e corretivas. A geologia bastante diversificada, com ocorrência de rochas plutônicas, vulcânicas e sedimentares das Bacias Pernambuco e Paraíba, além de sedimentos diversos friáveis e erodíveis, também contribuem nos movimentos de massa. Os pontos de riscos dos morros e encostas foram baseados na NBR 11.682.

Palavras - chave: Riscos geológicos urbanos. Erosão urbana. Erosão de encostas. Ocupação de morros.

URBAN GEOLOGICAL RISKS OF THE HILLS FROM THE CITY OF RECIFE – PERNAMBUCO

ABSTRACT

Recife, Pernambuco, has an area of 218.50 km², an estimated population of 1,637,834 inhabitants, with a population density of 7,039.64 ha / km², and 38.1% of the Recife inhabitants have a minimum per capita income of ½ minimum salary, wich interferes in the occupation of the hills generate points of risk on the slopes. Therefore, the study of the risks associated with erosion is an essential tool for the planning of land use and its occupation. A panorama of the risks associated with urban erosion will be presented, from the geological characteristics (lithological types, soils, discontinuities and mode of occurrence), geomorphological (form of relief and slope), and anthropic influence, besides identifying the most susceptible to erosive processes and provide basic information for risk control, preventive and corrective guidance. The geology diversified, with plutonic, volcanic and sedimentary rocks from the Pernambuco and Paraíba basins, besides, diverse friable and erodible sediments also contribute in the mass movements. At the risk points of hills and slopes were based on NBR 11,682.

Keywords: Urban geological risks. Urban erosion. Slops erosion. Hills ocupation.

INTRODUÇÃO

O crescimento da cidade de Recife e a deficiência no planejamento urbano influenciam nos processos geológicos erosivos, gerando riscos geológicos urbanos. Este artigo propõe uma visão do estudo dos condicionantes geológicos-geotécnicos com o objetivo de definir os principais fatores desencadeadores dos riscos no município de Recife, PE e compreender a origem e evolução mais adequadas para o planejamento do uso do solo e sua ocupação.

Os riscos ocorrem principalmente nos morros, afetando construções e espaços utilizados pelas comunidades que residem ou utilizam dessas áreas.

Neste artigo foram caracterizados os principais parâmetros geológicos, geomorfológicos e antrópicos que permitiram a identificação das áreas mais susceptíveis aos processos erosivos, bem como fornecer informações básicas aos órgãos públicos e incentivar futuros estudos no controle dos riscos existentes, nas medidas preventivas e corretivas.

A cidade de Recife mostra uma geologia bastante diversificada, com ocorrência de rochas cristalinas, rochas vulcânicas e sedimentares das Bacias Pernambuco e Paraíba, e também, sedimentos diversos friáveis e erodíveis. As áreas, de Recife mais suscetíveis aos deslizamentos encontram-se ao oeste, nos solos eluvionares das encostas com maiores declividades e densidade demográfica.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Recife, capital do estado de Pernambuco, está localizada no NE do Brasil, possui uma área de 218,50 km² e está situada a 08° 04' 03" de latitude S e 34° 55' 00" de longitude W, limitando-se ao norte com o Município do Paulista, ao Sul com o Município de Jaboatão dos Guararapes, a Oeste com os Municípios de Camaragibe e São Lourenço da Mata, ao Noroeste com Abreu e Lima, ao Norte Nordeste com o Município de Olinda e a Leste com o Oceano Atlântico.

Mapa 1 - Mapa ilustrativo da localização da cidade de Recife, PE.

Fonte: Modificado Google Maps (2019).

De acordo com o IBGE Cidades (2019), Recife conta com uma população estimada de 1.637.834 habitantes, o que representa uma densidade populacional de 7.039,64hab./km².

Além disso, 38,1% dos recifenses tem a renda *per capita* mínima de ½ salário mínimo (IBGE, 2019), que influencia na maneira como a população reside nos bairros da cidade e também explica o fato de que grande parte da ocupação nos morros se dá de forma espontânea, ou seja, se dão geralmente a partir de invasões e de ocupações consentidas da terra. Segundo Alheiros *et al.* (2004), esse tipo de ocupação ocorre de forma desordenada, já que os lotes são obtidos através de cortes para a criação de terreno plano, com lançamento do material cortado na borda da encosta, sem a compactação exigida para um aterro.

Contexto geológico

A área estudada está situada na sub-bacia Olinda, localizada entre as bacias Pernambuco e Paraíba. A Sub-Bacia Olinda é limitada a sul pela Zona de Cisalhamento Pernambuco (ZCPE) e ao norte pela Falha de Goiana.

A diferenciação das duas bacias foi apontada por Lima Filho (1998), que definiu a Bacia Pernambuco como do tipo *rift*, situada entre o Z.C. Pernambuco e o Alto de Maragogi-Barreiros, enquanto a Bacia Paraíba como sendo uma bacia sedimentar homoclinal, situada entre o ZCPE e Alto de Touros. Esta definição da Bacia Paraíba, todavia, foi redefinida por

Barbosa (2004), do Lineamento Pernambuco até o Alto de Mamanguape, por questões estratigráficas. (LIMA FILHO *et al.*, 2005 *apud* TOPAN, 2017)

Bacia Pernambuco

A coluna estratigráfica da Bacia Pernambuco inicia-se com a Formação Cabo composta de sedimentos típicos de sistema de leques lacustres, caracterizados por três fácies (LIMA FILHO *et al.*, 1988; CRUZ *et al.*, 2002; FRUTUOSO JR. *et al.*, 2002; CRUZ *et al.*, 2003, 2004 *apud* TOPAN, 2017). Intrudindo na Formação Cabo, a Suíte Magmática Ipojuca é constituída, principalmente, por rochas vulcânicas à hipoabissais, com posicionamento sincrônico à sedimentação e falhamentos, ou subsequentes. Em discordância angular, tem-se sobreposta, a Suíte Magmática Ipojuca, os carbonatos e rochas siliciclásticas da Formação Estiva (Cenomaniana-Santoniana), compondo a sequência transgressiva. Também em contato discordante (correlacionado ao limite K-T), ocorrem as rochas siliciclásticas da Formação Algodoads. As rochas que constituem esta formação compreendem conglomerados polimíticos ou, mais restritamente, mono a diamíticos, assim como arenitos e argilitos intercalados, que constituem as fácies de canal fluvial e de planície de inundação de um sistema fluvial entrelaçado a meandrante (CRUZ *et al.*, 2003 *apud* TOPAN, 2017). A Formação Algodoads é capeada, em discordância erosional, pela Formação Barrerias, que é constituída de depósitos de leques costeiros e sistemas fluviais, predominantemente, entrelaçados e provenientes do continente. Sobrepostos à Formação Barreiras, encontram-se sedimentos quaternários representados pela Formação Pós-Barreiras (ROSSETTI *et al.*, 2011 *apud* TOPAN, 2017).

Bacia Paraíba

A estratigrafia da Bacia Paraíba é iniciada pela Formação Beberibe. Estende-se de forma erosional e discordante sobre o embasamento cristalino (NÓBREGA & ALHEIROS, 1991 *apud* TOPAN, 2017), delineando-se por uma camada de argila branca caolinítica. É composta de uma sequência arenosa, de granulação grossa a fina, mas selecionada, com coloração variando de cinza clara a creme, tendo, na base, o predomínio de leitos arenosos conglomeráticos (DANTAS *et al.*, 1980 *apud* TOPAN, 2017).

Mapa 2 - Mapa das relações entre as bacias costeiras de plataforma de Recife a Natal.

Fonte: Barbosa (2006, modificada *apud* TOPAN 2017).

No sentido da plataforma, os litotipos citados intercalam-se com os sedimentos transgressivos da Formação Itamaracá, essa definida, primeiramente, como uma sequência de calcarenitos (Kegel *et al.*, 1953) e marcada por frequente interdigitação com fácies marinha, representada pela Formação Beberibe (KEGEL, 1955 *apud* TOPAN, 2017). A Formação Itamaracá corresponde um pacote sedimentar bem estratificado, formado por arenitos finos de coloração creme, além de siltitos cinza esverdeados, com manchas avermelhadas e ricamente fossilífero (incontáveis conchas de bivalves mal preservados), caracterizando um ambiente lagunar. São reconhecidas as fácies supramesolitoral e fosfática sedimentar, marca de um depósito de superfície de inundação máxima (TINOCO & SIQUEIRA 1976; AMARAL *et al.*, 1997; MENOR & AMARAL, 1979; SOUZA, 1998, 2006 *apud* TOPAN, 2017).

A Formação Gramame encontra-se em contato gradacional ou interdigitado sobre sedimentos siliciclásticos e distais da Formação Beberibe (NASCIMENTO, 2003 *apud* TOPAN, 2017). A mudança para os calcários da Formação Maria Farinha, limite superior, é marcada por contatos gradacionais (MENOR *et al.*, 1977 *apud* TOPAN, 2017). É caracterizada por calcários margosos e margas sem influência siliciclásticas, depositados em plataforma rasa com baixa ou moderada energia e sob a ação periódica de tempestades (NASCIMENTO, 2003 *apud* TOPAN, 2017).

A Formação Maria Farinha são calcáriosossilíferos encontrados ao norte de Recife. A Formação Maria Farinha repousa diretamente sobre a Formação Gramame, sem nenhuma discordância ou hiato, mergulhando para leste e mostrando uma suave ondulação no sentido N-S (OLIVEIRA & RAMOS, 1956 *apud* TOPAN, 2017). A porção basal está em contato com a Formação Gramame através de “calcário vidro”, de cor creme, homogêneo, compacto, utilizado como uma camada-guia (KEGEL, 1955 *apud* TOPAN, 2017). Sobreposta a Formação Maria Farinha, encontra-se em contato discordante erosional a Formação Barreiras. Como a maioria das camadas, são constituídas de material silico-argilosos, com predominância de areias quartzosas, arcoseanas e argilas, às vezes, com ocorrência de seixos, como citado anteriormente.

Geomorfologicamente, é dominada por tabuleiros costeiros de grande extensão recortados por grandes vales de rios na zona costeira proximal.

Com relação às estruturas tectônicas, a área do Recife apresenta-se cortada por falhas pré-cambrianas, parcialmente reativadas durante o Cretáceo e atualmente estabilizadas.

Pela interpretação em fotografias aéreas, imagens de radar e dados da literatura, além das observações de campo, foi possível identificar três direções principais de falhamentos: O Lineamento Pernambuco de direção E-W, falhas normais de direção NE-SE associadas à abertura do Oceano Atlântico, que formam um escalonamento de blocos em direção à plataforma continental e falhas de transcorrência, de direção NW-SE, que propiciaram a formação de uma depressão (*rift*) a sul do Lineamento Pernambuco, dando origem à Bacia Cabo. (ALHEIROS *et al*, 1995)

RISCOS GEOLÓGICOS

O solo de Recife é essencialmente areno-argiloso composto de caulinitas e ilitas provenientes do embasamento cristalino, e as rochas vulcânicas básicas têm como alteração, os filossilicatos de ferro e magnésio, dos grupos das esmectitas e cloritas, e com isso, solos argilosos expansivos. Soma-se também, areias acumuladoras de água dos arenitos da Formação Beberibe e os solos da Formação Gramame, que produzem argilas calcíticas e dolomíticas também expansivas.

A formação desses argilominerais nos solos tem um papel importante nas ocorrências de deslizamentos. Além disso, a instabilidade das encostas devido ao relevo maduro e a falta da cobertura vegetal também contribuem para os processos erosivos.

O solo removido e lançado sobre a encosta original apresenta alta porosidade e permeabilidade, favorecendo a infiltração da água no solo e, consequentemente, aumentando o risco de erosão e escorregamento. Quando as ocupações espontâneas ocorrem de modo rápido, criam-se vários focos de instabilizações numa mesma encosta, o que potencializa a possibilidade de ocorrência de acidentes.

Como é observado em Recife, os taludes de corte ou encostas naturais que apresentam problemas de estabilidade, e que podem causar acidentes, e no dia-a-dia da Defesa Civil são definidos como pontos de risco, ou seja, apenas uma análise local voltada para as condições da barreira e da moradia, que possam acarretar em acidente.

A atenção se volta para as evidências de erosão e de movimentos de massa como fissuras e fendas, ressaltos no terreno, rupturas de tubulações, inclinação de árvores, surgências de água, embarrigamento de muros, entre outros. A análise é feita caso a caso e a solução deve ser indicada levando em conta o contexto geral da encosta, para evitar que a intervenção venha a induzir novos pontos de risco nas proximidades.

Os locais mais perigosos são identificados simplesmente como “Ponto de risco” (ou “Ponto de alto risco”), e aqueles com alta probabilidade de ocorrência de acidente em curto prazo, identificados como “Ponto de risco eminente”.

A Secretaria de Defesa Civil do Recife, divide a região das encostas em cinco Regionais: Norte (Passarinho, Guabiraba, Córrego do Jenipapo, Nova Descoberta, Passarinho, Brejo da Guabiraba, Dois Irmãos), Nordeste (Bomba do Hemetério, Água Fria, Beberibe, Linha do Tiro, Porto da Madeira, Dois Unidos, Cajueiro, Fundão, Bomba do Hemetério e Alto Santa Terezinha), Sul (Jordão, Cohab (Ibura de Cima) e Ibura), Oeste (Cohab (Ibura de Cima), Coqueiral, Jardim São Paulo, Cohab, Várzea, Sancho, Totó e Caxangá) e Noroeste (Macaxeira, Alto José Bonifacio, Vasco da Gama, Mangabeira, Apipucos, Nova Descoberta, Morro da Conceição, Alto José do Pinho, Casa Amarela e Alto do Mandu).

Os fatores mais influenciáveis na susceptibilidade nos pontos de risco nas encostas de Recife foram:

Os solos residuais, pois a partir da alteração das rochas, tiveram sua espessura aumentada com o tempo. Quando o solo é mais arenoso, se torna permeável, e com isso, apresenta alta susceptibilidade à erosão e baixa susceptibilidade aos deslizamentos. Já os argilosos são impermeáveis e são mais resistentes à erosão e alta susceptibilidade aos deslizamentos.

Com relação as estruturas da rocha fonte presentes nos solos residuais a susceptibilidade estará em função da posição do talude. Ou seja, quando o declive fica no sentido do mergulho das camadas, a susceptibilidade de deslizamento será maior. Quando a posição do talude é contrária ao mergulho das camadas, a susceptibilidade é menor.

A morfologia dos morros de Recife também influencia na susceptibilidade dos riscos. Por ser quente e úmido, Recife tem morros e colinas suaves, os relevos são maduros (estáveis) mostram formas sinuosas com colinas arredondadas e vales abertos em forma de “U”.

Quadro 1 - Relação entre Morfologia e Susceptibilidade a Deslizamentos

Unidade de Relevo	Cotas Dominantes (m)	Amplitudes (m)	Declividades Médias (%)	Feições Morfológicas (Características)	Grau de Susceptibilidade a Deslizamentos e Erosões
Tabuleiros dissecados	100	75	>45	Topos irregulares	Alto
Morros altos	200	150	30-45	Topos alinhados	Mediano
Morros baixos	100	100	30-45	Forma irregular	Baixo
Colinas suaves	50	30	<30	Formas isoladas	Baixo

Fonte: Modificado de Alheiros *et al.* (2004).

As chuvas que caem ao longo dos períodos de inverno tanto podem escoar causando a erosão, como se infiltrar propiciando o umedecimento e a saturação dos solos.

As águas correntes do escoamento superficial formam uma rede natural de drenagem (sistema fluvial), cuja densidade depende da morfologia da bacia, da permeabilidade do solo e da intensidade das chuvas.

Quando os solos ou sedimentos são mais argilosos, as águas subterrâneas atuam principalmente nos processos de deslizamento: quanto maior a taxa de infiltração e a altura do nível freático, maior a suscetibilidade do terreno para deslizar. Por outro lado, quando o material

é muito arenoso, quanto maior a infiltração e mais alto o nível freático, maior a probabilidade de erosão acelerada com a formação de voçorocas.

Quanto mais elevado esse nível freático, mais saturados estão os terrenos e, conseqüentemente, maior o risco de deslizamento. O nível freático não alcança o topo dos morros. Nos períodos muito chuvosos, quando esse nível fica mais elevado, pode formar surgências ou fontes e ajudar a descalçar a base das encostas, facilitando o processo de ruptura, ou amplificando a erosão formando voçorocas. Uma parte das águas que se infiltram não chega a recarregar os aquíferos. Fica retida nos poros dos solos, formando uma franja de umedecimento, que atinge, nos períodos de chuva, espessura aproximada de 3 metros. É principalmente nesse intervalo do solo onde se dão os deslizamentos. (GUSMÃO FILHO, 1998 *apud* ALHEIROS *et al.* 2004).

Os fatores antrópicos têm um papel muito importante na composição do risco. A alta frequência de acidentes nos morros de Recife não se deve apenas às suas características geológicas, nem às suas feições topográficas, mas principalmente à forma como essas áreas são ocupadas, com cortes e aterros, lançamento de águas servidas e lixo.

A importância relativa dos fatores de risco mostraram que a frequência de riscos mais altos é maior para os fatores antrópicos, quando comparados aos fatores geológicos ou morfológicos.

Principais fatores antrópicos:

- Densidade populacional;
- Frequência de cortes e aterros;
- Taxa de solo exposto;
- Frequência de pontos de lançamento de lixo;
- Frequência de fossas nas encostas;
- Frequência de pontos de vazamentos/lançamento de águas;
- Verticalização das construções;
- Geomantas rompidas.

Densidade populacional

Nas Ocupações Espontâneas, que resultam da busca individual ou coletiva pela moradia, os próprios ocupantes são os agentes modificadores do espaço. A decisão de onde e como habitar é estabelecida à medida que o assentamento cresce. As necessidades vão criando o lugar e consolidando um tipo de ocupação desordenada considerada como o principal responsável pelo desequilíbrio das encostas.

Foto 1 - Córrego do Carroceiro, 8ª Subida, Regional Nordeste. Coordenadas 287313/9117154UTM. Construção realizada no pé do talude, ponto de risco alto quando for época de chuvas.

Fonte: Villa Verde (2019).

Frequência de cortes e aterros

As alterações que o processo de ocupação promove no relevo natural, através de cortes e aterros, são fortes indutores de deslizamentos e erosões. Quanto maior o número de moradias, maior o número de cortes/aterros e maior a probabilidade de verticalização dos taludes, por falta de espaço, aumentando o grau de risco. Um caso particular de cortes são aqueles associados às atividades de mineração urbana, nas quais os grandes volumes de material de construção explorados deixam grandes e abruptos desníveis no relevo, gerando áreas suscetíveis de deslizamentos e transformando em áreas de risco as faixas ocupadas próximas à crista e ao pé desses cortes. (ALHEIROS *et al.* 2004)

Frequência de pontos de lançamento de lixo

O acúmulo de lixo sobre uma encosta contribui para a saturação do solo. Sua progressiva acumulação pode levar a acidentes de deslizamento da massa de lixo, associada ou não à encosta. Quanto maior o número de pontos de concentração de lixo e maior o seu volume, maior a probabilidade de ocorrência de deslizamentos associados a esses maciços artificiais.

Estampa 1 - Pontos de lançamento de lixo. **(A)** Fotos de entulhos de construção civil, sobrecarga do solo, com risco de deslizamento para a casa de baixo. Ibura de Cima, UR-03, Regional Oeste, coordenadas: 284957/9102328UTM. **(B)** Fotos de entulhos de construção civil, lixo e vegetação que não é apropriada para encostas. Av. Doná Pereira, Jordão Baixo. Coordenadas 286272/9100092UTM.

Fonte: Villa Verde (2019).

Taxa de solo exposto

Este fator de risco é representado pela percentagem de cobertura vegetal removida em relação à área total da encosta. A remoção da vegetação expõe o solo ao choque direto da chuva e às águas correntes, permitindo uma maior infiltração de água nas encostas.

Estampa 2 - Talude localizado na Comunidade Barreiras, Caxangá, Regional Oeste. Coordenadas 283029/9112116UTM. Nesse local ocorre de forma clandestina a mineração urbana, com a extração de saibro para construção civil. Já houve acidente no local, com deslizamento, e a retirada de uma casa. **(A)** Talude cortado. **(B)** Base da encosta com o colúvio. **(C)** Casa próxima ao talude em situação de risco alto.

Fonte: Villa Verde (2019).

Frequência de fossas nas encostas

As fossas absorventes (ou sumidouros) funcionam como pontos de concentração de água, de modo que quanto mais próximas e numerosas, maior o risco de deslizamentos que trazem para as moradias próximas.

Foto 2 - Fossa na encosta. Alto da Saudade nº77, Alto José Bonifácio, Regional Noroeste.
Coordenadas 289263/9113544UTM.

Fonte: Villa Verde (2019).

Figura 1 - Esquema da saturação dos solos por fossas.

Fonte: Alheiros *et al.* (2004).

O adensamento habitacional nos morros, com decorrente concentração e aumento do volume de água lançada, cotidianamente, sobre os terrenos, satura o solo, desestabilizando as encostas e favorecendo, mesmo sem chuvas, a ocorrência de acidentes.

Essa situação agrava-se em períodos de inverno, quando as chuvas se intensificam e os solos, já encharcados, recebem maior infiltração de água, aumentando os processos de

deslizamento e erosão e, conseqüentemente, elevando a magnitude dos acidentes. (ALHEIROS *et al.* 2004)

Frequência de pontos de vazamentos/lançamento de águas

À semelhança das fossas, os pontos de lançamento de águas servidas e de vazamentos diretamente sobre o solo são fortes indutores de acidentes. Quanto mais bem servida de biqueiras, canaletas e outros condutos de água superficial, menor é o risco para os ocupantes da encosta.

Estampa 3 - Foto de deslizamento causado por cano de águas servidas rompido. Estradas dos Macacos, acesso à esquerda para o Sítio Sapucaia, imóvel de nº 04 A. Coordenadas 284354/9114764UTM.

(A) O deslizamento do talude causou transtornos para os moradores vizinhos e ainda impediu o tráfego de carros na via (B).

Fonte: SEDEC-Recife, César Gonçalves da Silva (2017).

Verticalização das construções

As casas estão se transformando em pequenos prédios; tanto pelo aumento do número de pessoas na família, quanto pela necessidade de alugar imóveis para complementar a renda familiar.

Esse aumento das construções de forma vertical também contribui para a sobrecarga de peso na encosta e, conseqüentemente o deslizamento seguido de desmoronamento, com isso maior número de vítimas num eventual acidente.

Foto 3 - Vista do Alto José Bonifácio, Regional Noroeste. Nos detalhes (setas amarelas) vê-se construções sobre pilotis, causa de maior instabilidade nas construções.

Fonte: Autora (2019).

Geomantas rompidas

Desde que foi implementada nos morros a geomanta até certo ponto mostrou-se eficiente, mas a falta de manutenção e também de orientação para a preservação e conservação por parte da população têm gerados processos erosivos nas encostas.

Quando falta a manutenção adequada, as geomantas se rompem nas emendas, deixando abertura para a infiltração da água nas encostas. Por estarem sobre as encostas, ocultam o carreamento dos sedimentos pela água infiltrada (*piping*), e quando é percebido o processo de erosão, a remediação pode ser tardia, e os danos já foram causados à população.

Outro fator é a falta de instrução da população, que por vezes rompe a geomanta para a prática de plantio, também gerando a umidade do solo, e com isso, processos erosivos e deslizamentos.

Estampa 4- Fotos de Geomantas danificadas. **(A)** Córrego do Carroceiro, 8ª Subida. Coordenadas 287313/9117154UTM. A geomanta rompeu nas emendas, deixando abertura para infiltração da água, e o crescimento de arbustos, que também prejudicam a durabilidade da manta e estabilidade da encosta. **(B)** Comunidade Pantanal, Bairro Cohab, coordenadas 284534/9103033UTM. Nesse ponto, um cano de águas servidas apresentou vazamento, e como estava coberto com a geomanta, não foi visto à tempo o processo erosivo, que ocasionou deslizamentos e acidentes. Várias casas tiveram que ser retiradas. Percebe-se também a existência de um fossa na beira da encosta, e talvez tenha contribuído para o agravamento do deslizamento.

Fonte: Villa Verde (2019).

CONCLUSÕES

As características geológico-geotécnicas evidenciam a fragilidade do solo no que diz respeito às ações de desagregação e remoção das partículas, devido à baixa coesão dos sedimentos. Isso aumenta a necessidade e importância de sistemas de drenagens, para disciplinar as águas servidas e de chuvas nas encostas constituídas por esses sedimentos;

A vegetação é necessária para a estabilidade das encostas, pois evitam o impacto da chuva diretamente no solo, e as gramas prendem os sedimentos evitando que sejam carreados pela água.

Para o lixo, seria criar um sistema alternativo de coleta seletiva, operado pela própria comunidade, de forma a ampliar a capacidade da coleta desse material, ao mesmo tempo em que fomente um programa de educação ambiental e de geração de renda para a população nos morros.

A tecnologia para a coleta de esgotos mais adequada às condições encontradas nos morros é a do sistema condominial, que se baseia na definição da unidade de atendimento, que deixa de ser o lote e passa a ser o conjunto de domicílios vizinhos em uma mesma quadra ou frontais em vias de pedestres, formando uma unidade de coleta de esgotos.

É necessária a readequação de muitas moradias, com retaludamento e retirada de casas em risco, como já é realizado, mas isso precisa ser intensificado.

Qualificação do corpo técnico da Defesa Civil com cursos de capacitação e reciclagem. Aprendizagem de ensaios de solo e de manejos são necessárias para uma boa aplicação de obras de estabilização. Técnicas novas para obras de contenção estão sempre surgindo, portanto a Defesa Civil estar atualizada é imprescindível.

Conscientização dos moradores para construção corretas de moradias, para o correto descarte do lixo e das águas utilizadas, com a criação de projetos sociais, feito o Viva o Morro, já realizado em 2004, e que surtiu um bom efeito entre as comunidades e as Defesas Cíveis da Região Metropolitana de Recife.

AGRADECIMENTOS

Ao Secretário-executivo Coronel Cassio Sinomar Queiroz de Santana, quem permitiu realizar os trabalhos de campo junto aos engenheiros e técnicos da Defesa Civil de Recife, Secretaria da Defesa Civil (SEDEC) da cidade de Recife.

À Elaine Hawson, engenheira da Defesa Civil, quem possibilitou os trabalhos de campo, e também, agradecimentos aos engenheiros, técnicos e motoristas da Defesa Civil de Recife, os quais ajudaram bastante com os trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ALHEIROS, M. A. & Medeiros, G. M., 2004. **Guia de ocupação dos morros – Região Metropolitana do Recife, Programa Viva o Morro**. Manuais Técnicos e Cartilhas Populares. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Órgãos de Defesa Civil nacional, estaduais e municipais. 36p.

ALHEIROS, M. M., Ferreira, M. G. V. X., Lima Filho, M. F., 1995. **Mapa Geológico do Recife 1:25.000**. 3ª Divisão de Levantamento/MEX.

ALHEIROS, M. M., Souza, M. A. A., Bitoun, J., MATOS Medeiros, S. G. M., Amorim Júnior, W. M., 2004. **Manual de Ocupação dos Morros, da Região Metropolitana**, Fundação de Desenvolvimento Municipal FIDEM, Programa Viva o Morro, Recife: Ensol, [2004], 32p.: il. Disponível em: <http://www2.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe-fidem/biblioteca-virtual-download1> Acesso em: 11 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT - NBR 11682/1991 – **Estabilidade de taludes, Rio de Janeiro, RJ.**

ASSUNÇÃO, P. R. S., Nesi, J. R., Bezerra, M. S. & Souza Júnior, L. C., 2012. **Insumos Minerais para a Construção Civil na Região Metropolitana de Recife -PE**, Recife: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 144p.: Il. color. + 5 mapas– (Informe de Recursos Minerais. Série Rochas e Minerais Industriais, 8).

BANDEIRA, A. P. N, 2010. **Parâmetros técnicos para gerenciamento de áreas de riscos de escorregamentos de encostas na Região Metropolitana do Recife**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de tecnologia e geociências Programa de pós-graduação em Engenharia Civil, Recife, PE.

BITAR, Omar Yazbek, 1995. **Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente**, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia – ABGE, Divisão de Geologia, Digeo – IPT, 247p.

GUSMÃO FILHO, J. A., Alheiros, M. M., Justino da Silva, J. M., Gusmão, A. D., Bastos, E. G., Leal, P. C., Ferreira, H. N., 1993. **Mapeamento de risco das encostas ocupadas do Recife**. Gusmão Eng. Associados. URB/CODECIR, Relatório Técnico, Recife, 32p; 3 mapas 1:10000; Anexos.

HIGHLAND, L.M., & Bobrowsky, Peter, 2008, **The landslide handbook – A guide to understanding landslides**: Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129p.

IBGE, 2019. **Conheça cidades e estados do Brasil**, Portal: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística | v4.3.16.1 [2017] Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 20 jan. 2019.

KOEPPEN, W., 1948. **Climatologia con un estudio de los climas de la Tierra**. Version de Pedro R. Hendricles Pérez. Mexico: Fondo de Cultura Econômica, 1948.

PREFEITURA DE RECIFE, 2018. **Recife Prefeitura da Cidade**. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/> Acesso em: 20 jan. 2019.

TOPAN, J. G. O., 2017. **Caracterização Tectono-Estratigráfica da Sub-Bacia Olinda, Bacia Paraíba e Embasamento Adjacente, NE do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências Programa de pós-graduação em geociências, Recife, PE.

USGS, 2014. Landslide Types and Processes. In: United States Government, The U.S. **Geological Survey Landslide Program has information, publications, and educational**

information <http://landslides.usgs.gov> Portal FOIA [2016] Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/pdf/fs2004-3072.pdf> Acesso em: 11 dez. 2018.

VILLA VERDE, V. G. R., 2019. **Diagnóstico Da Erosão Urbana da Cidade de Recife, Pernambuco.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências Programa de pós-graduação em geociências, Recife, PE.