



MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA: O CASO DOS BAIROS VILA EMBRATEL E SALINAS DO SACA VÉM – SÃO LUÍS/MA

Danyella Vale Barros França^(a), Marly Silva de Moraes^(b), Quésia Duarte da Silva^(c), José
Fernando Rodrigues Bezerra^(d)

^(a) Graduada em Geografia Licenciatura e Bacharelado/ Bolsista Técnica Nível II/Universidade Estadual do Maranhão, danyellabarro-geo@hotmail.com

^(b) Mestranda em Geografia, Dinâmica da Natureza e do Espaço/Universidade Estadual do Maranhão, marlymoraes22@hotmail.com

^(c) Professora do Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, quesiaduartesilva@hotmail.com

^(d) Professor do Departamento de História e Geografia/Universidade Estadual do Maranhão, fernangeo@yahoo.com.br

Eixo: GEOGRAFIA FÍSICA E DESASTRES NATURAIS

Resumo

Os movimentos gravitacionais de massa são fenômenos naturais que fazem parte da evolução geomorfológica das encostas e da paisagem. Nas áreas urbanas, estes eventos são potencializados, causando perdas materiais e humanas para a sociedade. Partindo deste pressuposto, objetivou-se neste trabalho diagnosticar as áreas com ocorrência dos fenômenos supracitados na bacia do rio Bacanga, São Luís-MA, através de trabalhos de campo. Para o alcance destes objetivos realizou-se um levantamento bibliográfico, trabalhos de campo e mapearam-se as áreas com ocorrência de movimentos de massa na área em questão. Três áreas foram diagnosticadas com os fenômenos supracitados, sendo uma no bairro Salinas do Sacavém e duas na Vila Embratel. Conclui-se que existem áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na área urbana da bacia em questão e que são aproximadamente 210 pessoas afetadas. Acredita-se que este e outros trabalhos poderão ser utilizados para minimizar estes problemas na área urbana de São Luís.

Palavras chave: Movimentos gravitacionais de massa; Bacia hidrográfica do Bacanga; Salinas do Sacavém; Vila Embratel.

ABSTRACT

Landslide is a natural phenomenon that is part of the geomorphological evolution of the slopes and landscape. However, in urban areas this event is enhanced, causing human and material losses to society. Based on this assumption, the aim of this study was to diagnose the areas with occurrence of the phenomena described above in the Bacanga basin. To achieve these results, it was developed the bibliographic survey, fieldwork, interviews and yield mapping of the areas with occurrence of landslide inside the studied basin. As a result three areas have been diagnosed with the landslide process, 1 point in Salinas of Sacavém and 2 points in Vila Embratel. Through the results it was possible to identify the existence of areas with occurrence of landslide in the urban area of the basin in question where approximately 210 people are affected by this process. It is believed that this and the other works may be used by the government to minimize these problems in the urban area of São Luís.

Key-words: Landslide; Bacanga Basin; Salinas of Sacavém; Vila Embratel.



1. Introdução

Os movimentos gravitacionais de massa são os deslocamentos descendentes de materiais presentes nas encostas como rochas, solos, enchimentos artificiais ou a combinação desses, podendo ser classificados conforme o tipo de movimento e o material envolvido (ARAÚJO, ALMEIDA e GUERRA, 2005; FERNANDES e AMARAL, 2003). Os movimentos gravitacionais de massa são fenômenos onde ocorre um movimento coletivo de solo e/ou rocha, onde a gravidade /declividade possui um papel significativo (GUERRA, 2014). A água também pode ser um fator relevante na ocorrência desses fenômenos, dependendo da porosidade dos materiais e da quantidade de chuva ou outro tipo de forma de água a que estão expostos (PRESS, SIEVER, GROTZINGER E JORDAN, 2006). Apesar de a água ter a capacidade de tornar o processo ainda mais catastrófico, esta não é necessariamente o principal agente desse processo geomorfológico (PETLEY, 1984; SELBY, 1990; GOUDIE, 1995 citado por GUERRA, 2014).

Os fenômenos supracitados são naturais, fazendo parte da evolução geomorfológica das encostas e da paisagem, no entanto, podem ser agravados devido à interferência antrópica. Em sua maioria, estes processos se destacam em escala global por causarem grandes prejuízos à humanidade, com danos na ordem de dezenas de bilhões de dólares por ano (FERNANDES E AMARAL, 2003).

Por meio do estudo da ação antropogênica evidencia-se a relação entre o ser humano e as encostas. Os processos de movimentos de massa têm impacto direto no uso da terra e podem em casos extremos constituir riscos à vida humana (SMALL E CLARK, 1982 apud GUERRA, 2011).

Segundo Marandola Jr e Hogan (2004), quando uma região está suscetível a um evento extremo ou *hazard*, esta se encontra em risco. Marandola (2009, p. 36) afirma que “risco é um conceito importante porque permite pensar em termos de probabilidade tanto no que se refere à frequência quanto a lugares de ocorrência”. Nunes vai ainda mais além afirmando que o risco “é um fato capaz de modificar o território em sua dinâmica e funcionalidade por um período razoavelmente longo e com uma abrangência espacial razoavelmente difusa” (NUNES *apud* MARANDOLA JR & HOGAN, 2004, p. 54).

Dentre as conceituações de risco, é preciso realizar uma distinção entre risco real e risco potencial, uma vez que ambos estão presentes na sociedade atual. Segundo Hoffmann, Mendonça e Goudard (2014) o risco real de movimentos gravitacionais de massa corresponde à probabilidade de ocorrência destes em uma área anteriormente afetada por estes fenômenos. O risco potencial, por sua vez, é entendido como a probabilidade de ocorrência de um evento danoso, porém que nunca aconteceu, tendo por base apenas as características geográficas que tornam a área suscetível à ocorrência desses eventos.



Existe uma série de características intrínsecas das encostas que podem desencadear os movimentos gravitacionais de massa (SELBY, 1993 apud GUERRA, 2011), porém nas áreas urbanas, essas características são potencializadas devido ao uso intensivo e desordenado das encostas.

De acordo com Guimarães *et. al.* (2008), o Brasil apresenta condições climáticas e geomorfológicas favoráveis ao desencadeamento desses fenômenos. No entanto, a ocupação irregular das encostas, com o consequente desmatamento e o corte de taludes nas áreas urbanas, propicia maior suscetibilidade à ocorrência desses eventos.

A expansão urbana tem acontecido de maneira intensa em todo o Brasil desde os anos 1960, e em São Luís (MA) não foi diferente. Segundo a análise realizada por Diniz (2007) *apud* Silva (2012), o crescimento urbano de São Luís vem aumentando consideravelmente nas últimas décadas, e a partir de dados publicados e trabalhos de campo, observou-se que muitas populações do município residem em áreas de ocupação inadequada.

Neste sentido e como consequência do crescimento urbano, grande parte da população tem se deslocado para locais com menor visibilidade social, locais estes na maioria das vezes impróprios para a ocupação humana. Acredita-se que este fato deve estar relacionado à expansão urbana desse município nos últimos 60 anos.

Baseado em dados do IBGE e na análise estatística, Diniz (2007) *apud* Silva (2012), afirma-se que 87,1% da população de São Luís já era urbana em 1960, e que este número aumentou significativamente nos anos seguintes. Segundo dados da Defesa Civil Municipal, no ano de 2009, o município de São Luís apresentou diversos bairros com áreas de risco real a movimentos gravitacionais de massa, sendo que vários deles estão situados na bacia hidrográfica do Bacanga.

De acordo com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2012) identificou-se áreas de risco real aos movimentos gravitacionais de massa em diversos bairros situados na bacia hidrográfica do Bacanga, dentre eles estão os bairros Vila Embratel e Salinas do Sacavém.

A partir destes pressupostos e da grande quantidade de famílias (50 famílias/210 pessoas aproximadamente) que têm enfrentado problemas relacionados ao uso inadequado do solo em São Luís, objetivou-se neste trabalho diagnosticar, através de trabalhos de campo, as áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa nos bairros supracitados, a fim de que este e outros documentos sirvam como base para o poder público no que tange ao planejamento territorial de São Luís.



2. Materiais e Métodos

Para o alcance do objetivo deste trabalho realizou-se um breve levantamento bibliográfico relacionado aos conceitos de movimentos gravitacionais de massa, áreas de risco e geomorfologia urbana em diversas publicações como teses, dissertações, artigos científicos, periódicos impressos e eletrônicos, anais de eventos e dentre outros.

Para o mapeamento, processamento e espacialização dos dados referentes a movimentos gravitacionais de massa na bacia hidrográfica do Bacanga, utilizou-se o *software* ArcGIS for Desktop Advanced, versão 10.2, licença EFL999703439. Esta etapa do trabalho foi realizada no grupo de pesquisa GEOMAP (Grupo de Pesquisa Geomorfologia e Mapeamento), do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Maranhão.

Realizaram-se dez trabalhos de campo durante o desenvolvimento do trabalho, os quais ocorreram entre os dias 24 de fevereiro e 28 de outubro de 2015. Os trabalhos de campo tiveram a finalidade de diagnosticar áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na bacia estudada (áreas estas que foram identificadas neste trabalho).

Elaborou-se também uma ficha de campo a partir de outras já elaboradas por diversos autores como Fernandes e Amaral (2003) e conforme a realidade local. A ficha de campo apresenta doze questões as quais tratam dos aspectos físicos da encosta, tais como as dimensões, inclinação, tipo de material das mesmas, e da forma de uso da área, como instalações residenciais e comerciais no entorno das encostas, dentre outras. Na elaboração do mapa de localização das áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na bacia hidrográfica do Bacanga foram utilizadas cartas topográficas da DSG/ME- MINTER, (que estão disponibilizadas na página do ZEE-MA, Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Maranhão), folhas 13, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 38 e 39, referentes à área de estudo, na escala de 1:10.000. Adquiriu-se o banco de dados de Morais (2014) e Bezerra (2011), nos quais havia shapes referentes aos aspectos geoambientais da área, incluindo a vetorização da drenagem e das curvas de nível. A partir dos trabalhos de campo diagnosticaram-se as áreas com ocorrência dos fenômenos estudados (áreas identificadas neste trabalho) e com o GPS marcou-se os polígonos referentes às localidades, uma vez que o mapa proposto era de localização das áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na área urbana da bacia hidrografia do Bacanga.



3. Resultados e Discussões

A bacia hidrográfica do Bacanga possui uma área de 95,18 Km², sendo considerada a segunda maior bacia hidrográfica da Ilha do Maranhão. Está localizada na porção Centro-Noroeste da Ilha do Maranhão e do município de São Luís, com sua nascente no tabuleiro do Tirirical. Durante um ano de pesquisa mapearam-se três áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na área urbana da referida bacia, sendo uma no bairro Salinas do Sacavém e duas no bairro Vila Embratel (Figura 1).

Existem outras áreas com a ocorrência dos fenômenos aqui estudados na bacia hidrográfica do Bacanga, no entanto o objetivo do trabalho foi diagnosticar estes fenômenos em áreas urbanas e consideradas de risco real pela defesa civil municipal, a partir de trabalhos de campo. As demais áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa nesta bacia ou são áreas rurais ou de risco social elevado (áreas dominadas pelo tráfico de drogas), o que impossibilitou a pesquisa nestas localidades.

No que tange ao contexto geoambiental, as três áreas mapeadas apresentam características comuns, geologicamente estão sobre o Grupo¹ Barreiras (Oligo-Mioceno), a unidade de relevo predominante são as colinas esparsas com presença de neossolo regolítico e todas apresentam uso urbano intenso. Em relação ao contexto geoambiental das áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa no bairro Salinas do Sacavém e Vila Embratel, pode-se inferir que por se tratar de áreas com relevo suave ondulado e dissecado, com presença de neossolo regolítico, vertentes de morfologia predominantemente planar retilínea e se tratar de uma localidade com uso urbano intenso, há propensão à ocorrência dos fenômenos aqui estudados. No entanto, acredita-se que em ambas as áreas o fator deflagrador destes problemas tem sido a ação antropogênica.

Segundo Sousa et. al. (2012), o Grupo Barreiras é composto por arenitos, arenitos ferruginosos, cascalhos, sedimentos areno-argilosos de ambiente continental a transicional, depositados em sistemas fluviais, canais de maré e planícies de inundação. Pereira (2006), por sua vez, afirma que este grupo é caracterizado por apresentar um perfil pouco evoluído, com sedimentos inconsolidados, argilosos, arenosos e com nódulos e blocos de concreções ferruginosas. Esses sedimentos afloram nas falésias, nas colinas, nas encostas e nos topos dos tabuleiros, com espessura máxima de 30 metros.

¹ O termo “Barreiras” tem sido utilizado pela literatura geológica ora como “Formação”, ora como “Grupo” e dantes, como “Série”, a qual foi considerada imprópria, por representar unidades cronoestratigráficas, não coerente para o caso, pois se desconhecem os limites de sua sedimentação no tempo geológico. A designação Formação Barreiras, segundo Bigarella et al. (2007), também não parece adequada devido à presença de inconformidades erosivas e grande variação litológica. Devido às dificuldades de se classificar a sequência Barreiras, Matoso e Robertson (1959) utilizam a expressão formações cenozóicas indiferenciadas ou indivisas, contudo Bigarella e Andrade (1964) desenvolveram pioneiramente uma proposta de subdivisão do Barreiras, passando a usar a denominação Grupo.

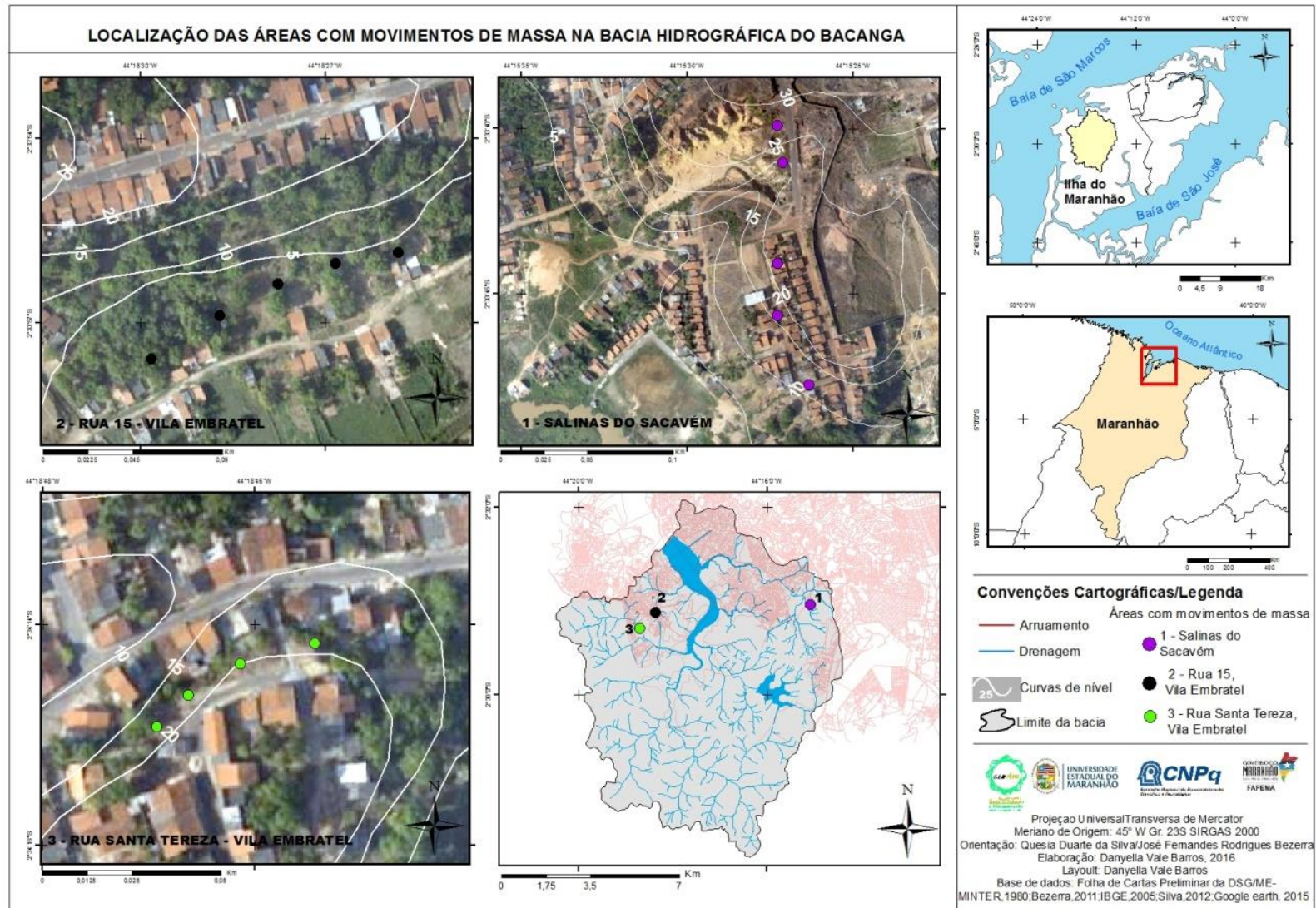


Figura 1: Localização das áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa nos bairros Vila Embratel e Salinas do Sacavém na bacia hidrográfica do Bacanga, São Luís – MA



Segundo Silva (2012) as colinas esparsas na Ilha do Maranhão, e conseqüentemente na área de estudo caracterizam-se por terem altitudes médias de 20 a 30 metros, declividades de 2 a 30% e dissecação de muito fraca a muito forte. Essas duas características geoambientais favorecem a ocorrência dos movimentos gravitacionais de massa na área em questão, pois a estrutura geológica é composta por materiais friáveis, pouco evoluídos e que associados às colinas esparsas auxiliam no desencadeamento destes fenômenos, pois estas unidades de relevo também são naturalmente suscetíveis a estes eventos, por apresentarem forte dissecação.

Segundo Silva (2012) os Neossolos Regolíticos, estão associados à ocorrência dos sedimentos do Grupo Barreiras e as colinas esparsas. Conforme a EMBRAPA (2006, p.214), “são solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura”. Estes se encontram bem distribuídos na bacia do rio Bacanga, sendo este o tipo de solo predominante na mesma ocupando 58,71% da área total da mesma.

Os neossolos regolíticos são bem drenados e apresentam uma alta capacidade de encharcamento o que pode causar o desprendimento do solo na encosta devido ao peso provocado pela água. Analisando estas características de forma conjunta, pode-se inferir que as áreas apresentam características físicas favoráveis à ocorrência dos movimentos gravitacionais de massa nas encostas, desde a sua estrutura geológica aos tipos de solos das áreas afetadas.

Segundo dados da defesa civil municipal, a área com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa no bairro Salinas do Sacavém é considerada condenada e inapropriada para uso residencial, porém existem ocupações na alta e na baixa encosta, e todas as casas devem ser desocupadas. São aproximadamente duzentas pessoas que precisam ser relocadas nesta localidade.

Segundo relatos dos moradores da localidade, no ano de 2009 um casal morreu soterrado enquanto dormia e uma família ficou desabrigada devido à ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na encosta. Todas as residências que existiam na parte final da rua foram abandonadas devido ao risco real de ocorrer novos movimentos de massa no local.

Em trabalho de campo, conversou-se com uma moradora, a qual está com sua residência em uma área com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa. Segundo a própria moradora, somente nas primeiras chuvas do ano de 2015 a mesma perdeu aproximadamente 1,5 m de terreno. Os movimentos gravitacionais de massa ocorrentes nesta localidade são classificados como escorregamentos rotacionais, uma vez que ao se desprenderem as porções de solo formam uma concavidade na encosta.



Sabe-se que os movimentos gravitacionais de massa, são fenômenos naturais que fazem parte da evolução geomorfológica das encostas e da paisagem, no entanto, a ação humana tem contribuído significativamente para o desencadeamento desses problemas no bairro Salinas do Sacavém, através da deposição inadequada de resíduos sólidos, os quais aceleram os escorregamentos no local (Figura 2).



Figura 2: Área com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa do tipo escorregamento rotacional no bairro Salinas do Sacavém

Em relação à estrutura urbana, o bairro Vila Embratel apresenta maiores características de urbanização em detrimento do bairro Salinas do Sacavém. No primeiro, há pavimentação asfáltica, as moradias são bem consolidadas enquanto que no bairro Salinas a estrutura não é totalmente apropriada.

Em entrevista ao jornal O Estado do Maranhão no ano de 2014, o até então secretário de segurança e cidadania afirmou que quarenta e oito famílias estavam residindo em áreas de risco real a movimentos gravitacionais de massa na bacia hidrográfica do Bacanga, sendo que destas, trinta famílias encontram-se no bairro Salinas do Sacavém, mais especificamente na área mapeada neste trabalho.

No bairro Vila Embratel diagnosticou-se duas áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, as quais receberam na pesquisa o nome da rua principal de ocorrência do fenômeno. Na Rua 15 existem doze casas na base da encosta e também existem residências (não contabilizadas) na porção superior da mesma. A encosta apresenta quinze metros de comprimento e declividade de 6%; a base encontra-se comprometida devido à ação antrópica. Os moradores depositam resíduos sólidos na base da encosta e, segundo os moradores, constantemente há descida de material na encosta (movimento gravitacional de massa) em pequena escala. Enquanto a baixa encosta passa por estes fenômenos encontrando-se sem vegetação, a alta encosta apresenta grande quantidade de serrapilheira, e muitas árvores, as quais demonstram o movimento gravitacional de massa classificado de rastejo (Figura 3).

Em conversa com os moradores, os mesmos afirmaram que as descidas de material na encosta nunca afetaram a população. Segundo os mesmos, a Defesa Civil Municipal nunca realizou visita técnica no



local e os populares acreditam que não é necessário, uma vez que os movimentos gravitacionais de massa ocorrentes na região são em pequena escala, e não oferecem riscos reais, sendo no ponto de vista da população uma área apenas de risco potencial.



Figura 3: Área com ocorrência de movimentos gravitacional de massa na Rua 15, Vila Embratel. Obs. A seta vermelha indicando o movimento classificado como rastejo

Apesar destes fatos, acredita-se que alguns moradores omitem os fatos devido ao medo de serem remanejados. Mesmo sem apresentar alta declividade, infere-se que ocorrem movimentos gravitacionais de massa em pequena escala e a população pode ser afetada, uma vez que a encosta fica ao fundo de algumas residências.

Outro fato agravante é a deposição constante de resíduos sólidos na encosta pelos moradores do local. Constatou-se em campo que o movimento gravitacional de massa ocorrente no local é o escorregamento rotacional. A ocorrência do movimento do solo deixa certa concavidade na encosta onde os moradores depositam os resíduos, incluindo uma quantidade excessiva de plásticos, o que no período chuvoso facilita a descida superficial de material.

Na Rua Santa Tereza há uma encosta com ocorrência de escorregamento em pequena escala, com residências ao fundo. Nas proximidades dessa rua tem-se também a Rua São Félix, que apresenta risco real a escorregamentos e muitas pessoas estão em risco nesta localidade, segundo o relatório do CPRM (2011).

Na Rua Santa Tereza, o topo da encosta encontra-se totalmente impermeabilizado, pois existem ruas pavimentadas, diversas casas e calçamento. Em conversa com uma moradora da localidade, a mesma



relatou que nesta área há constantes movimentos gravitacionais de massa, mas que durante o ano de 2015 não ocorreu nenhum escorregamento em grande escala, apenas pequenas quantidades de solo foram destacadas ou se desprenderam durante as chuvas. Em trabalhos de campo constatou-se que existem em torno de vinte famílias afetadas, com uma estimativa de quarenta pessoas aproximadamente que precisam ser remanejadas.

A ação antropogênica tem contribuído significativamente para o desencadeamento desses problemas na área supracitada, através da deposição inadequada de resíduos sólidos, cortes nas encostas e construção de moradias na base da encosta.

Os movimentos gravitacionais de massa ocorrentes na Rua Santa Tereza são classificados como escorregamentos translacionais, uma vez que as parcelas do solo desprendem de forma planar em relação à encosta (Figura 4).



Figura 4: Área com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa na Rua Santa Tereza, Vila Embratel – Escorregamentos do tipo rotacional

4. Conclusões

Durante um ano de pesquisa diagnosticou-se a partir dos trabalhos de campo, algumas áreas com ocorrência de movimentos gravitacionais de massa da bacia hidrográfica do Bacanga, estando relacionadas geologicamente ao Grupo Barreiras e pedologicamente aos neossolos regolíticos. No entanto objetivou-se na pesquisa concentrar o estudo na área urbana da mesma. Dentre estas áreas urbanas, algumas apresentavam alto risco social², no que diz respeito à segurança pública, fato este que impossibilitou o estudo nestas localidades. Em virtude destes fatos, diagnosticou-se durante esta pesquisa apenas três áreas, sendo duas no bairro Vila Embratel e uma no bairro Salinas do Sacavém.

² O termo *Alto risco social* adotado neste trabalho refere-se às áreas de criminalidade e comercialização de drogas. Áreas dominadas pelo tráfico. O estudo ficou impossibilitado nestas áreas, pois somente moradores dos bairros são autorizados a entrarem nestas localidades.



Em trabalhos de campo e análise de relatórios da Defesa Civil Municipal e do CPRM (2011), percebeu-se que todas estas são áreas de risco real à população. Em relação ao que foi mapeado e do que foi observado em trabalhos de campo, pode-se inferir que as três áreas com movimentos gravitacionais de massa na bacia hidrográfica do Bacanga apresentam estrutura geológica, unidade de relevo e tipos de solos favoráveis para a ocorrência destes fenômenos e que o processo de ocupação inadequada dessas áreas tem contribuído significativamente para o desencadeamento dos mesmos.

Neste sentido, sugere-se que estas áreas continuem sendo estudadas, uma vez que há uma crescente ocupação do espaço nesta bacia e que existe atualmente um total de 210 pessoas atingidas no bairro Salinas do Sacavém e na Rua Santa Tereza, na Vila Embratel. Sendo assim, pode-se inferir que estas são áreas que podem ter maiores problemas futuramente, se não houver intervenção do poder público.

5. Referência bibliográfica

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BEZERRA, J. F. R. **Geomorfologia e reabilitação de áreas degradadas por erosão com técnicas de bioengenharia de solos na bacia do rio Bacanga, São Luís, Maranhão**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

CPRM (2012). Relatório de visitas técnicas. São Luís: CPRM, 2012.

CPRM. Relatório de visitas técnicas. **Áreas de risco no Eixo Itaqui Bacanga – CROQUIS**. São Luís: CPRM, 2011.

EMBRAPA. **Grupo Barreiras: Características, Gênese e Evidências de Neotectonismo**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2011.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. C. (Org.) **Geomorfologia e Meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 123-194.

GUERRA, A. J. T. Degradação dos solos – conceitos e temas. In: GUERRA, A. J. T. JORGE, M. C. O. (Orgs.) **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014, p. 15-47.

GUERRA, A. J. T. Encostas e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B. GUERRA, A. J. T. (Orgs.) **A Questão ambiental – diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008, p. 191-218.

GUERRA, A. J. T. Encostas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011, p. 13-42.

GUIMARÃES, R. F. *et.al.* Movimentos de massa. In: FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e técnicas atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 159-184.

HOFFMANN, T. C. P.; MENDONÇA, P.; GOUDARD, G. Eventos climáticos extremos: inundação e gestão de riscos no Paraná. In: MENDONÇA, F. (Org.) **Riscos climáticos: vulnerabilidades e resiliência associados**. Jundiaí: Paco editorial, 2014, p. 223 – 260.

MARANDOLA JR, E; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 95-109, 2004.



MORAIS, M. S. **Análise da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do rio Bacanga, município de São Luís – MA.** Relatório de Iniciação Científica. (Pesquisa em Geografia). São Luís, 2014, p.66.

PEREIRA, E. D. Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do aquífero do reservatório Batatã – São Luís (MA). Tese (Doutorado) Rio Claro: UNESP. 2006.

PRESS, F. SIEVER, R. GROTZINGER, J. JORDAN, T. H. **Para entender a terra.** São Paulo: Artmed, editora S. A, 2006.

SILVA, Q. D. **Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão/** Tese de Doutorado. Presidente Prudente- Universidade Estadual de São Paulo, 2012.

SOUSA, C. S.; KLEIM, E. L.; LOPES, E. C. S.; TEIXEIRA, S. G.; OLIVEIRA, J. K. M.; MOURA, E. M.; LEÃO, M.H.B. 2012. **Mapa Geológico e Recursos Naturais do Estado do Maranhão.** In: KLEIN, E.L. & SOUSA, C. S. (Orgs.) Geologia e Recursos Naturais do Estado do Maranhão: Sistema de Informações Geográficas - SIG, Escala 1:750.000. Belém: CPRM, 2012.