

**ANÁLISE DOS CONDICIONANTES PREDISPOENTES DOS
ESCORREGAMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA, SÃO LUÍS,
MARANHÃO¹**

Danyella Vale Barros **FRANÇA**

Discente do Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dinâmica
da Natureza e Conservação do Espaço – PPGeo/UEMA
danyellabarro-geo@hotmail.com

Quésia Duarte da **SILVA**

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo/UEMA
quesiaduartesilva@hotmail.com

Cristiane Mouzinho **COSTA**

Discente do Mestrado Acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Geografia -
PPGeo/UEMA
cristianemouzinho@hotmail.com

RESUMO: Os escorregamentos, são tipos de movimentos de massa que, fazem parte da dinâmica da paisagem mas que podem ser deflagrados pela influência antropogênica no ambiente. Neste sentido, este trabalho objetivou analisar os condicionantes predisponentes dos escorregamentos em dois bairros inseridos na bacia hidrográfica do Bacanga, município de São Luís – MA. Sob o ponto de vista teórico-metodológico e para o alcance dos objetivos realizou-se um levantamento cartográfico dos dados referentes a bacia hidrográfica em questão e dos bairros estudados, elaborou-se mapas temáticos das características geoambientais os quais foram operacionalizados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica – ArcGis 10.2, sequenciado pela validação *in loco*. Realizou-se dez trabalhos de campo para a validação do mapeamento e para a coleta das amostras de solos das cicatrizes dos escorregamentos. Analisou-se os parâmetros físicos das amostras coletadas no Laboratório de Geociências da UEMA. Desta forma, obteve-se como resultado a análise dos condicionantes geológicos, geomorfológicos e pedológicos das três áreas afetadas pelos fenômenos sendo uma situada no bairro Salinas do Sacavém e duas no bairro Vila Embratel. Em termos pedológicos analisou-se as propriedades físicas dos solos coletados nas cicatrizes dos escorregamentos. Conclui-se que os condicionantes físicos são predisponentes indiretos dos escorregamentos nos bairros estudados e que o fator deflagrador tem sido a ação antrópica associada às chuvas episódicas ocorrentes nas áreas em questão.

Palavras-Chave: Escorregamentos. Salinas do Sacavém. Vila Embratel. Bacia Hidrográfica do Bacanga. São Luís.

¹ O referido trabalho foi originalmente publicado nos Anais do I Workshop de Geomorfologia e Geoconservação (I WORKGEO), realizado entre os dias 22 e 23 de outubro de 2017 na cidade de Teresina/Piauí.

Revista Equador (UFPI), Vol. 6, Nº 2, p.180 - 195

Home: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>

ISSN: 2317-3491

ANALYSIS OF THE PREDISPOSING FACTORS OF LANDSLIDING IN THE WATERSHED OF THE BACANGA, SÃO LUÍS, MARANHÃO

ABSTRACT: The landsliding, are types of mass movements that are part of the dynamics of the landscape but that can be triggered by the anthropogenic influence on the environment. In this sense, this work aimed to analyze predisposing conditions of landsliding in two districts in the watershed basin of the Bacanga, São Luís-MA. Under the theoretical-methodological point of view and to the achievement of the objectives a cartographic survey of the data for the watershed in question and the neighborhoods studied, devised thematic maps of geo-environmental characteristics which were operated in geographic information system environment-ArcGis 10.2, sequenced by the on-site validation. Held ten fieldwork for the validation and mapping to the collection of soil samples of the scars of landsliding. We analyzed the physical parameters of the samples collected in the Laboratory of Geosciences of UEMA. In this way, as a result the analysis of geological, geomorphological and soil conditions of the three areas affected by phenomena being a situated in the salt flats of London and two in the neighborhood Village Embratel. Soil examined in terms of the physical properties of soils collected in the scars of landsliding. It is concluded that the physical restrictions are indirect of landsliding in predisposing neighborhoods studied and that the factor that initiates the anthropic action has been associated with episodic showers occurring in the areas in question.

Key-Words: Landsliding; Salinas of Sacavém. Village Embratel. Watershed of Bacanga. São Luís.

ANÁLISIS DE LOS FACTORES PREDISPONENTES DE DESLIZAMIENTOS DE TIERRA EN LA CUENCA DEL BACANGA, SÃO LUÍS, MARANHÃO

RESUMEN: Los deslizamientos de tierra, tipos de movimientos de masas que forman parte de la dinámica del paisaje, pero que puede ser desencadenada por la influencia antrópica sobre el medio ambiente. En este sentido, este trabajo pretende analizar las condiciones predisponentes de deslizamientos de tierra en dos distritos en el área de captación de la Bacanga, São Luís-MA. Bajo el punto de vista teórico metodológico y a la consecución de los objetivos de un estudio cartográfico de los datos de la cuenca en cuestión y los barrios estudiado, elaborado mapas temáticos de las características geo-ambientales que fueron operado en información geográfica sistema medio ambiente-ArcGis 10.2, ordenados por la validación in situ. Llevó a cabo diez trabajos de campo para la validación y la asignación a la colección de muestras de suelo de las cicatrices de deslizamientos de tierra. Se analizaron los parámetros físicos de las muestras recolectadas en el laboratorio de Geociencias de UEMA. De esta manera, como resultado del análisis de geológica, geomorfológica y condiciones de las tres zonas afectadas por fenómenos siendo un situado en las Salinas de Londres y dos en el barrio pueblo Embratel del suelo. Suelo examinado en términos de las propiedades físicas de los suelos recolectados en las cicatrices de deslizamientos de tierra. Se concluye que las restricciones físicas son indirectas de deslizamientos de tierra en predisposición de barrios estudiadas y que el factor que inicia la acción antrópica se ha asociado con duchas episódicas que ocurre en las zonas en cuestión.

Palabras-Clave: Deslizamientos de tierra. Salinas de Sacavém. Pueblo de Embratel. Cuenca del Bacanga. São Luís.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização brasileira tem se caracterizado pela crescente apropriação do mercado imobiliário das melhores áreas das cidades, e pela ausência de áreas urbanas destinadas a moradia popular. Uma vez definidas pelo mercado as melhores áreas para habitação e que trazem maiores lucros, as populações menos favorecidas precisam buscar alternativas de moradia em áreas inadequadas a ocupação, geralmente vulneráveis do ponto de vista ambiental e geomorfológico.

A geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo e seus diferentes processos, porém com o avanço da urbanização e dos mais diversos impactos gerados pela ação antrópica, necessitou-se de um campo específico que dialogasse com o binômio sociedade/natureza, quebrando o engavetamento estabelecido desde o surgimento da ciência geográfica entre o físico e o humano. Com essa finalidade nasceu a geomorfologia urbana, considerada uma subdivisão da geomorfologia, “a qual pode ajudar a controlar o rápido consumo de recursos naturais disponíveis e prevenir a ocorrência de novos impactos” (JORGE, 2011, p.138), tendo em vista que o relevo e seu modelado representam o fruto da dinamicidade entre os processos físicos e os agentes sociais atuantes, e que ocorrem de modo contraditório e dialético (JORGE, 2011).

É notório que os impactos resultantes da ação antrópica são vistos no ambiente e sentidos pelos seres humanos. Segundo Jorge (2011), os processos antropogênicos diretos são vistos na natureza como as ações construtivas e a interferência no ambiente hidrológico; já os processos antropogênicos indiretos, geralmente são aqueles que atingem os seres humanos, como a aceleração dos movimentos de massa, erosão, sedimentação e cheias.

Dentre os diversos fenômenos que ocorrem nas bacias hidrográficas urbanas, os movimentos de massa tem se destacado nos últimos anos. Segundo Guimarães *et al* (2008, p.159) “os movimentos de massa são um dos fenômenos naturais que mais causam prejuízos financeiros e mortes no mundo”.

Os movimentos gravitacionais de massa, também denominados de escorregamentos de maneira sinônima por Fernandes e Amaral (1997), são fenômenos naturais que fazem parte da evolução geomorfológica da paisagem e que podem ser agravados devido à interferência

antrópica. Quando atingem as populações gerando danos, sejam eles diretos ou indiretos, eles podem ser classificados como desastres, conforme Scheuren *et. al.* (2008).

Os escorregamentos são movimentos gravitacionais de massa que têm sido intensamente estudados em diversos países e por diferentes profissionais (GUIDICINI; NIEBLE, 1984) tanto pela sua importância como agente atuante na evolução das formas de relevo quanto pelas suas implicações práticas e econômicas, pois normalmente estão relacionadas com atividades antrópicas, deixando de ter um caráter estritamente natural (LOPES & ARRUDA JUNIOR, 2015).

Os escorregamentos segundo Cerri (1993, 2001), estão entre os riscos ambientais naturais relacionados ao meio físico e geológico e ainda de origem exógena. Estes correspondem a um dos processos erosivos mais importantes na modelagem do relevo na escala de tempo humana, além de se constituírem como processos atuais da evolução natural das encostas (WOLLE, 1988).

De maneira geral, segundo Guidicini e Nieble (1984) e IPT (1991), os escorregamentos são caracterizados por movimentos rápidos de ordem de m/h a m/s de duração relativamente curta. Para Lopes e Arruda Junior (2015), estes são sem dúvida os processos mais marcantes na evolução das encostas, seja pela frequência com que ocorrem, seja pelo potencial de causar danos ao ser humano.

Segundo Fernandes e Amaral (2003), os escorregamentos podem ser classificados em rotacional ou circular, quando possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá um movimento da massa rotacional de solo; e em translacional ou planar, quando possuem uma superfície de ruptura com forma planar a qual acompanha, de modo geral, o perfil da encosta, o material no escorregamento pode variar de solo solto e não adensado até grandes placas de rochas, ou ambos.

Segundo Brasil (2012), somente no ano de 2011, constatou-se 676.388 pessoas afetadas por escorregamentos, entre mortos, feridos, desabrigados e entre outros danos humanos. No Maranhão, segundo a UFSC (2011), entre os anos de 1991-2010 aproximadamente 400 pessoas foram afetadas por estes fenômenos e em São Luís não tem sido diferente, devido ao crescente processo de urbanização na capital maranhense.

Segundo dados do IBGE (1996) em 1960 foi diagnosticado um acréscimo populacional em São Luís de 4,3% confirmando um intenso processo de urbanização já iniciado. De 1970 a 1980, a população migrante de origem rural cresceu 99,56%,

correspondendo a 41,25% sobre o total de São Luís, em 1980. Em 1991, a população da capital do Maranhão era de 695.199 habitantes, o equivalente a um aumento de 261% em relação a 1970. Em 1996, a população de São Luís passou a ser de 780.833 habitantes (IBGE, 1996).

No ano 2000 a população do município de São Luís era 870.028 habitantes. Somando este valor aos dos outros municípios da ilha, São José de Ribamar, 107.384 habitantes, Raposa, 17.088 habitantes, e Paço do Lumiar, 76.188 habitantes, tem-se um total de 1.070.688 habitantes residindo numa área de um pouco mais de 900 km² (IBGE, 2008). Em 2010, de um total de 1.309.330 habitantes, 77,50% residiam no município de São Luís, 12,45% em São José de Ribamar, 8,03% em Paço do Lumiar e 2,01% em Raposa, o que confirma uma grande concentração populacional na Ilha do Maranhão (IBGE, 2012).

Em virtude dos diversos danos humanos e materiais que os escorregamentos trazem, é fundamental o levantamento dos condicionantes predisponentes dos escorregamentos. Segundo Melo, Elldorf e Dias (2015), os fatores predisponentes dos escorregamentos não são limitados, pois variam conforme a realidade de cada ambiente, abrangendo questões geológicas, litológicas, geomorfológicas, pedológicas *etc.*

A crescente deflagração de escorregamentos em ambientes urbanos tem sido associada à influência antrópica nas encostas por meio do uso e ocupação dos espaços, no entanto, é preciso avaliar se estas encostas que atualmente estão antropizadas apresentam condicionantes físicos/geoambientais que deflagrariam esses eventos sem a interferência antrópica. Na área urbana da bacia hidrográfica do Bacanga tem-se constatado a ocorrência de escorregamentos ao longo dos últimos dez anos, porém o crescimento urbano nesta área também tem sido intenso, com a ocupação de áreas inadequadas para a habitação. Desta forma, objetivou-se neste trabalho analisar quais características geoambientais tem se tornado condicionantes predisponentes dos escorregamentos em três bairros inseridos na bacia hidrográfica do Bacanga, município de São Luís – MA.

ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Bacanga possui uma área de aproximadamente 95,18 Km², sendo a segunda maior bacia hidrográfica da Ilha do Maranhão (SILVA, 2012). Limita-se ao Norte com a baía de São Marcos e com a bacia do Anil, ao Sul, com o tabuleiro do Tirirical; a Leste, com as bacias do Anil, Paciência e Cachorros e a Oeste, com a bacia do rio dos

Cachorros. Na área urbana da bacia selecionada foram mapeadas três encostas com ocorrência de escorregamentos sendo estas denominadas de Salinas do Sacavém, Vila Embratel – Rua 15 e Vila Embratel – Rua Santa Tereza (Figura 01).

MATERIAIS E MÉTODOS

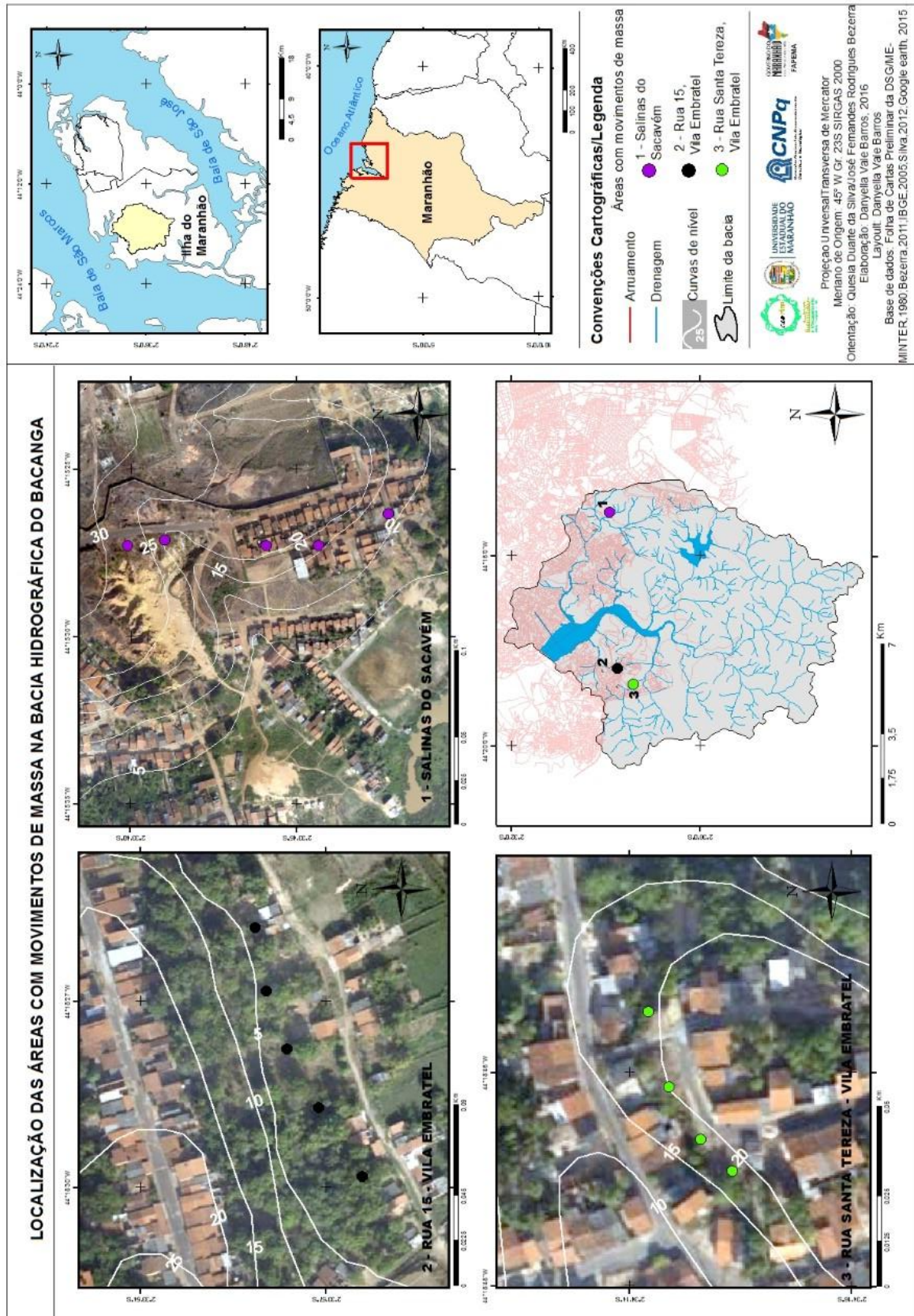
Para a realização do trabalho foi feito de um levantamento bibliográfico acerca dos temas inerentes a pesquisa, um levantamento cartográfico a respeito das características geoambientais da bacia hidrográfica do Bacanga e trabalhos de campo. Para o mapeamento, processamento e espacialização dos dados referentes aos escorregamentos na área de estudo, utilizou-se o software ArcGIS for Desktop Advanced, versão 10.2.

Foram realizados dez trabalhos de campo nos quais foram coletadas 46 amostras deformadas e 39 amostras indeformadas de solos, nas mais diferentes profundidades para a determinação em laboratório da porosidade total, densidade do solo e granulometria conforme EMBRAPA (2011), tendo em vista que o entendimento pedológico é de suma importância no estudo dos escorregamentos. As amostras de solos foram analisadas no Laboratório de Geociências da Universidade Estadual do Maranhão.

O mapa de geologia foi elaborado com base em Silva (2012) e adaptou-se o mapeamento geomorfológico de Bezerra (2011) para este trabalho. Os mapas de solos, drenagem, declividade, uso e cobertura do solo foram adaptados de Morais (2014).

A partir da avaliação integrada do mapeamento geoambiental, visitas de campo e análises laboratoriais foi possível inferir os condicionantes predisponentes para a ocorrência dos escorregamentos na área de estudo.

Figura 01: Localização das áreas com ocorrência de escorregamentos na bacia do rio Bacanga, São Luís - MA



Fonte: Barros (2016).

CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ESCORREGAMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA

Os escorregamentos ocorrentes na área urbana da bacia hidrográfica em questão são classificados em rotacionais e translacionais, segundo Guidicini e Nieble (1984), sendo possível a identificação de rastejos em algumas áreas, conforme a classificação do IPT (1991). No bairro Salinas do Sacavém, ocorrem os escorregamentos do tipo rotacional, uma vez que, ao se desprender as porções de solo é formada uma concavidade na encosta (Figura 02A), e também encontra-se na mesma localidade a ocorrência de rastejos, segundo o IPT (1991), conforme está evidenciado na Figura 02B.

Figura 02: Escorregamentos rotacionais no bairro Salinas do Sacavém; A – Medição do terreno onde ocorre o escorregamento; B – Ocorrência de rastejos na vertente com presença excessiva de resíduos sólidos



Fonte: Barros (2016).

Na Vila Embratel, por sua vez, os escorregamentos são classificados como rotacionais (Figura 03A) e translacionais (Figura 03B). Na Rua 15 a declividade não é acentuada - 2% - possuindo 15 metros do topo até a base, não sendo uma vertente íngreme. Na Rua Santa Tereza, os escorregamentos são translacionais e ocorrem em pequena escala. Em ambas as localidades a influência antrópica é bem presente, por se tratar da área urbana da bacia hidrográfica do Bacanga. Há ocupação na alta e baixa encosta e muitos resíduos são lançados ao longo da vertente.

Figura 03: Escorregamentos no bairro Vila Embratel; A – Cicatriz de escorregamento rotacional na vertente localizada na Rua 15; B – Escorregamento translacional na Rua Santa Tereza



Fonte: Barros (2016).

Houve a ocorrência dos escorregamentos em grandes proporções nas áreas estudadas nos anos de 2009 e 2012 respectivamente, quando ocorreram chuvas episódicas em São Luís e outros municípios maranhenses, deflagrando enchentes, inundações e outros eventos associados a questões hidrometeorológicas.

CONDICIONANTES PREDISPONENTES DOS ESCORREGAMENTOS NA ÁREA URBANA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA

Segundo Press (2006), de forma geral existem três fatores primários que influenciam a movimentação das massas, sendo eles: a natureza do material da encosta, a declividade e instabilidade da mesma e a quantidade de água contida nos materiais. No entanto, nos estudos de caso, deve-se levar em consideração a realidade do ambiente e os fins para os quais o trabalho é feito. Neste sentido, apresentar-se-á os condicionantes verificados como predisponentes para a ocorrência dos escorregamentos na bacia hidrográfica do Bacanga.

Condicionantes Geológicos

A bacia hidrográfica do Bacanga está inserida no contexto do Grupo Barreiras (77,34%) seguido dos sedimentos pós-Barreiras, também denominados de Formação Açuí

(17,89%). Segundo Pereira (2006), o Grupo Barreiras é caracterizado por apresentar um perfil pouco evoluído, com sedimentos inconsolidados, argilosos, arenosos e com nódulos e blocos de concreções ferruginosas. Os sedimentos pós-Barreiras, segundo a mesma autora, é caracterizado pela presença de areia fina a média, madura a submatura, com estratificação cruzada. Presença de argila arenosa, maciça bioturbada.

Os sedimentos do Grupo Barreiras propicia a ocorrência dos escorregamentos por ser constituída de materiais inconsolidados, muito friáveis e devido a presença da argila há ocorrência de escoamento em subsuperfície. Este escoamento, associado a características pedológicas como a porosidade total, influencia no encharcamento dos pacotes de solo e rocha que associados a declividade podem se desprender, deflagrando assim os fenômenos em questão.

Para Pereira (2006), em termos de geologia estrutural, os sistemas de lineamentos da Ilha do Maranhão e entorno, a partir de fotointerpretação, indicam direção preferencial para NE-SW e NW-SE e menos frequentes nas direções NNE-SSW e WNW-ENE, nos terrenos cretácicos e terciários da Bacia de São Luís (RODRIGUES *et al.*, 1994). Esta estruturação está marcada por alinhamentos de drenagem na bacia do rio Bacanga que tendem a influenciar de alguma forma nos mais diversos fenômenos naturais.

Condicionantes Geomorfológicos

As unidades de relevo predominantes nas áreas com ocorrência de escorregamentos são as colinas esparsas e as superfícies dissecadas segundo Bezerra (2011), com superfícies tabulares na direção S-W da bacia. As encostas não são íngremes, apenas 28% da área total da bacia apresenta uma declividade superior a 30%, sendo que somente o bairro Salinas do Sacavém apresenta esta declividade, nas áreas mapeadas na Vila Embratel a declividade não ultrapassa 18%. As vertentes das áreas de estudo são dispensoras de água, fazendo com que o fluxo escoe mais rapidamente.

Condicionantes Pedológicos

Os solos típicos encontrados ao longo da área de estudo consistem em solos autóctones derivados das rochas e sedimentos do Terciário Paleogeno e da Formação Barreiras, respectivamente (PEREIRA, 2006). Para Pereira (2006), o solo residual, típico na

área da bacia do rio Bacanga, caracteriza-se pela alta concentração de ferro nos sedimentos areno-argilosos, argilo-arenosos, areia fina, sendo, geralmente, capeado por extensas formações de laterita (petroplintitas), cuja gênese está diretamente relacionada com as condições geológicas e do clima tropical.

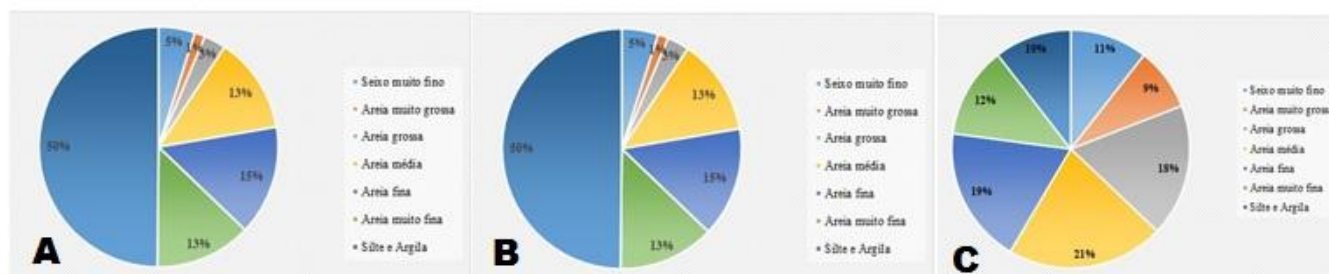
Segundo Bezerra (2011), há predominância do Neossolo regolítico (59%) nas três áreas estudadas neste trabalho. As propriedades físicas dos solos foram levantadas, afim de se entender se este fator tem colaborado para a ocorrência dos mesmos.

No que tange as propriedades físicas dos solos, em termos de granulometria, na encosta com escorregamentos do bairro Salinas do Sacavém e Rua 15 da Vila Embratel, as frações texturais predominantes são silte e argila com 50% e 27% respectivamente. Na encosta da Rua

Santa Tereza da Vila Embratel as frações são bem distribuídas, predominando as frações de areia média (21%), areia fina (19%) e areia grossa com 18% (Figura 04).

Segundo Guerra (1996), se os solos apresentarem maior quantidade de argila em sua textura, estas irão dificultar a ação da penetração de água, que se escoará em subsuperfície e que será um fator desencadeante dos escorregamentos. Por outro lado, solos ricos em areia encharcam mais rapidamente, e dependendo das condições pluviométricas, as parcelas dos solos encharcadas associadas ao declive e a força gravitacional podem também favorecer a ocorrência dos eventos supracitados. No entanto, deve-se ressaltar que isto depende da capacidade de carga do solo, uma vez que, os solos apresentam uma capacidade máxima de carga e passa a ficar saturado. Essa capacidade de carga não foi quantificada para este trabalho.

Figura 04: Frações granulométricas das encostas com escorregamentos na bacia do rio Bacanga: A - bairro Salinas do Sacavém; B - Rua 15 na Vila Embratel; C – Rua Santa Tereza na Vila Embratel



Fonte: Própria pesquisa (2016).

Em relação à densidade do solo, esta foi analisada no período seco e no período chuvoso. No bairro Salinas do Sacavém, a densidade do solo foi maior durante o período

chuvoso, variando em torno de $1,6 \text{ g/cm}^3$, o que significa dizer, segundo a literatura especializada, que é uma encosta com média compactação. Nas duas áreas estudadas na Vila Embratel, os valores oscilaram nos dois períodos, sem certa predominância em um deles, ficando baixo de $1,6 \text{ g/cm}^3$, o que revela que nessas encostas ainda há espaço poroso para que a água percole nos pacotes de solo (Figura 05), e o solo não está totalmente compactado.

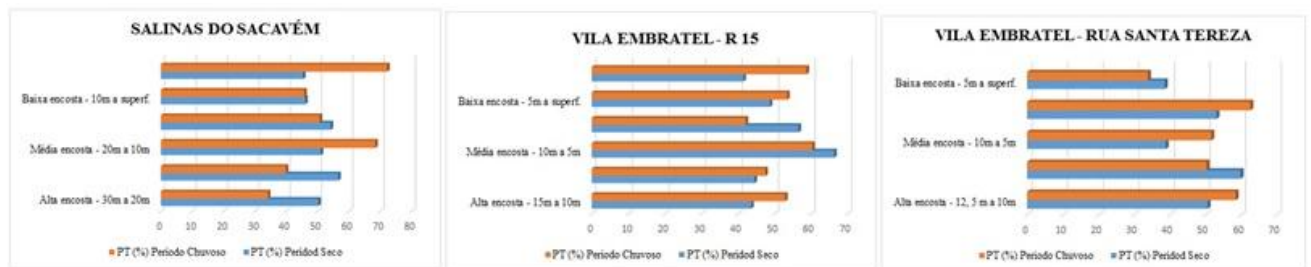
Figura 05: Densidade do solo das áreas com ocorrência de escorregamentos na bacia do rio Bacanga



Fonte: Própria pesquisa (2016).

Correlacionado à densidade do solo está a porosidade total. Quanto maior a densidade do solo, menor é a porosidade total, sendo assim estas propriedades são inversamente proporcionais. De maneira geral, pode-se constatar que os valores de porosidade se mantiveram intermediários em torno de $\geq 50\%$ (Figura 6).

Figura 6: Porosidade total do solo das áreas com ocorrência de escorregamentos na bacia do rio Bacanga



Fonte: Própria pesquisa (2016).

Outra propriedade associada às anteriores é a infiltração, pois pode mostrar a capacidade do solo em infiltrar ou de gerar escoamento superficial. Em cada encosta foram realizados dois testes, um na alta e outro na baixa encosta. A infiltração ocorreu de maneira relativamente rápida na alta encosta, sendo que a medida que o solo recebe água e fica encharcado, a capacidade de infiltração diminui. Os testes foram realizados em cada encosta no período chuvoso e no período seco.

Os testes de infiltração foram realizados na encosta vegetada, o que leva a inferir que a porosidade na base é maior no período chuvoso porque mais sedimentos estão sendo carregados para a base, logo a infiltração de fato será maior na base e menor no topo. Já no período seco, a porosidade é maior no topo e menor na base, quando os sedimentos são transportados pelo vento e o aumento do pisoteio, aumentando assim a compactação (pois no período seco provavelmente há maior movimentação de pessoas na área). Esses fatos explicam porque os valores de infiltração foram menores no período seco, sendo menor na base e maior no topo.

Recapitulando os parâmetros de maneira conjunta, pode-se inferir que nas encostas estudadas tem-se uma encosta com predominância de areia média a muito fina em sua textura e um solo com média compactação e porosidade total, o que reflete nas altas taxas de infiltração.

As propriedades físicas dos solos nas três localidades apresentaram uma predisposição física favorável à ocorrência dos movimentos de massa. Além disto, a ação antrópica tem sido fundamental na deflagração destes fenômenos. Aliás, as situações de desastres só estão caracterizadas desta maneira devido à inserção humana nestes ambientes.

Sobre isto, Selby corrobora,

“Existem uma série de características intrínsecas das encostas que podem desencadear os movimentos de massa. Essas características, na maioria das vezes, são potencializadas nas áreas urbanas, devido ao uso intensivo e desordenado aí verificado, podendo os cortes indiscriminados ou mal dimensionados dos taludes, bem como a falta de rede de esgotos e galerias pluviais, acelerar os movimentos de massa, tornando-os catastróficos, provocando quase sempre a morte de dezenas de pessoas” (SELBY, 1993 *apud* GUERRA, 2011, p. 30).

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que existem condicionantes relativamente predisponentes como é o caso da geologia e de algumas características pedológicas. Entende-se que as morfologias locais não são um condicionante enfático, por não apresentarem altas declividades ou morfologias que favoreçam a ocorrência de escorregamentos. No entanto, o solo das três áreas estudadas não tem alta compactação e conseqüentemente tem espaço poroso para que a água percole. Esse fato auxilia no desencadeamento dos escorregamentos, levando-se em consideração que havendo maior espaço poroso, a água tem possibilidade de

percolar e quando a capacidade de carga deste solo é saturada, os pacotes de massa associados ao declive podem ser movimentados gerando escorregamentos.

Em termos de classes texturais, o escoamento em subsuperfície nas áreas com predominância de argila e o encharcamento do solo nas áreas com predomínio de areia podem contribuir para o desprendimento do solo. Estudos futuros deverão aprofundar as investigações envolvendo mais técnicas e mais análises, porém até o momento, acredita-se que o fator deflagrador dos escorregamentos na bacia hidrográfica do Bacanga é o uso inadequado do solo associado a ocorrência de chuvas episódicas com ordem acima de 50 mm/h, tendo em vista que as propriedades físicas são médios condicionantes e as características geoambientais são condicionantes indiretos a ocorrência dos mesmos.

Salienta-se que o estudo dos condicionantes é de suma importância para o entendimento das dispersões de massa nas mais diversas localidades, tendo em vista que, conforme a realidade da paisagem, a deflagração de escorregamentos pode estar associada a condicionantes diversos.

Trabalho enviado em Junho de 2017
Trabalho aceito em Novembro de 2017

REFERÊNCIA

BARROS, D. V. **Situação das Áreas com Ocorrência de Movimentos de Massa na Bacia Hidrográfica do Bacanga**: estudo de caso dos bairros Salinas do Sacavém e Vila Embratel. Monografia. São Luís – Universidade Estadual do Maranhão, 2016.

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.

BRASIL. **Anuário Brasileiro de Desastres Naturais: 2011**. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Brasília: CENAD, 2012.

CERRI, L. E. S. Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para a prevenção de acidentes. 197 f. **Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente)** – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

CERRI, L. E. S. Subsídios para a seleção de alternativas de medidas de prevenção de acidentes geológicos. 78 f. **Tese (Livre Docência)** - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

EMBRAPA. **Manual de métodos e análises solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/SNLCS, 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.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher; Edusp, 1984. 194 p.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências** - V.19 – 1996.

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

IBGE. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1960.

_____. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

_____. **Cidades**. Disponível em< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 20 out. 2008.

_____. **Cidades**. Disponível em< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 05 jan. 2012.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ocupação de encostas: manual**. São Paulo,1991. 216 p. Publicação n. 1831.

JORGE, M. C.O **Geomorfologia Urbana: conceitos, métodos e teorias**. In: GUERRA, A. T. (org). Geomorfologia Urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. p. 117 - 145, 2011.

LOPES, E. S. S.; ARRUDA JUNIOR, E. R. de. **Sensoriamento remoto para deslizamentos**. In.: SAUSEN, T, M.; LACRUZ, M. S. P. **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 213-273 p.

MELO, R. C.; ELLDORF, B.; DIAS, G. P. **Análise das Condicionantes Geológicas da Corrida de Massa Ocorrida na Serra das Antas, Águas Belas – PE**. 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, 2015. Anais.

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.

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. et al. **Para entender a Terra**. 4 ed. Tradução de Rualdo Menegat et al. Porto Alegre: Bookman, 2006.

RODRIGUES, T. L. N. et al. (Org) **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: São Luís, Folha SA-23-2-A, Cururupu Folha SA-23-X-C, escala 1: 250.000**, Brasília: CPRM, 1994, 185 p.

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

SCHEUREN, J. M; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S. Annual Disaster Statistical Review: the numbers and trends 2007. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium. 2008. Disponível em: <http://www.emdat.be/Documents/Publications>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2013.

UFSC. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais 1991 a 2010: Maranhão**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: CEPED - UFSC, 2011.

VALERIANO, M. M. Dados topográficos. In. FLORENZANO, T. G. (Org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008a, p. 73-104.

WOLLE, C. M. **Análise dos escorregamentos translacionais numa região da Serra do Mar no contexto de uma classificação de mecanismos de instabilização de encostas**. 394 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.