

**MAPEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICOS NO
DISTRITO DO CALDAS-BARBALHA-CE: caso do núcleo urbano do Sítio
Riacho do Meio**

**MAPPING OF AREAS OF RISK GEOMORFOLÓGICOS IN THE
DISTRICT OF HOT SPRINGS BARBALHA YOU: case of the urbane
nucleus of the Siege Brook of the Way**

Francisco Marciano de Alencar Silva

Mestre em Desenvolvimento Regional Sustentável (UFCA)
mcgeoalencar@gmail.com

Ana Patrícia Nunes Bandeira

Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pernambuco (UFPE)

Simone Cardoso Ribeiro

Doutora em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

RESUMO

Este artigo tem como objetivo identificar e cartografar os riscos geomorfológicos nas áreas com ocupações desordenadas do sítio Riacho do Meio, permitindo a implantação de políticas públicas voltadas para o planejamento urbano. A elaboração deste trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica acerca do tema Riscos geomorfológicos. Para o mapeamento do setor seguiu os procedimentos metodológico do Ministério das Cidades. A elaboração do mapa contou com a base cartográfica elaborada pelo Prourb–cidades do Ceará (1997) e disponibilizada pela Secretaria de Infraestrutura (2016) na escala 1: 10.000 e Datum SAD 69 reprojeta para o Sirgas 2000 no *software Arcgis* 9.3. Sobre os resultados foi mapeado um setor de risco alto (R3) com uma diversidade de causas e agravantes nos taludes como, altura e declividade muito acentuada, além de cortes e retirada de material da sua base para ampliação dos quintais das residências, agravando assim a instabilidade do setor de risco. Diante da situação podemos concluir que é necessário tomar medidas estruturais como obras de contenção e medidas não-estruturais voltadas para educação ambiental, para que haja assim um controle e estabilização dos riscos uma vez que a área já é naturalmente frágil.

Palavras-chave: Riscos; planejamento urbano; mapa.

ABSTRACT

This article has as I aim to identify and cartografar the risks geomorphological in the areas with disordered occupations of the siege Brook of the Way, allowing the introduction of public policies turned to the urbane projection. The preparation of this work consisted of a bibliographical revision about the subject. For the mapping of the sector it followed the proceedings methodological of the Ministry of the Cities. The preparation of the map

disposed of the cartographical base when Proub-Cities of the Ceará (1997) were prepared for and when 1 made available by the General office of Infraestrutura (2016) in the scale: 10.000 and Datum SAD 69 re-projected for You Tow 2000 in the software Arcgis 9.3. On the results it was mapped a sector of high risk (R3) with a diversity of causes and aggravating circumstances in the slopes as, height and declivity very much accented, besides parliament and retreat of material of his base for enlargement of the back yards of the residences, aggravating so the instability of the sector of risk. Before the situation we can end that it is necessary to take structural measures as works of restriction and non-structural measures turned to environmental education, so that there is so a control and stabilization of the risks as soon as the area is already naturally fragile.

Key words: Risks; urbane projection; map.

1-INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada de áreas de encostas sem o devido planejamento associada a eventos de ordem natural acabam gerando perdas sociais e econômicas. Segundo Tominaga (2009), o aumento frequente de ocorrências de eventos adversos dos últimos anos revela a importância de conhecer os fenômenos para minimizar os impactos gerados nas principais cidades brasileiras.

Assim, a urbanização das cidades brasileiras vem crescendo constantemente, principalmente nas regiões metropolitanas, que são motivadas pelos investimentos nos diversos setores da economia. Um exemplo claro é a Região Metropolitana do Cariri, interior do Ceará, que vem apresentando, nos últimos 20 anos, um crescimento populacional elevado (BANDEIRA et al. 2016).

Em 1991 eram contabilizados 424.590 habitantes; já o Censo realizado em 2010 revelou o registro de 571.111 habitantes na região. De 1991 a 2000 a população cresceu 18%; e entre os anos 2000 a 2010 esse crescimento foi de 14% (IBGE, 2010). Ainda de acordo com Bandeira *et al.* (2016), os três municípios que mais apresentaram crescimento populacional nos últimos 10 anos na região do Cariri foram Juazeiro do Norte, Barbalha e Crato; esse fato se deu devido ao fluxo migratório por diversos motivos, com destaque às instalações do *Campus* da Universidade Federal do Ceará, no interior, sendo atualmente a Universidade Federal do Cariri, e à execução de diversas obras federais e estaduais na Região (Projeto de Integração do Rio São Francisco e Ferrovia Transnordestina).

O Sítio Riacho do Meio, do qual trata este trabalho, localiza-se no Distrito do Caldas no município de Barbalha. O município está localizado na mesorregião do Sul cearense e na microrregião do Cariri, sob as coordenadas 7° 18' 40"S; 39° 18' 15"W (IPECE, 2012) (figura 1). O município está dividido em quatro distritos: Caldas, Arajara, Estrela e a sede municipal,

totalizando uma área de 569, 508 km² e uma população estimada para 2014 de 58.347 habitantes. O distrito de estudo apresenta uma população residente de 4.046 habitantes, ou seja, 8,3% da população total do município (IBGE, 2010).

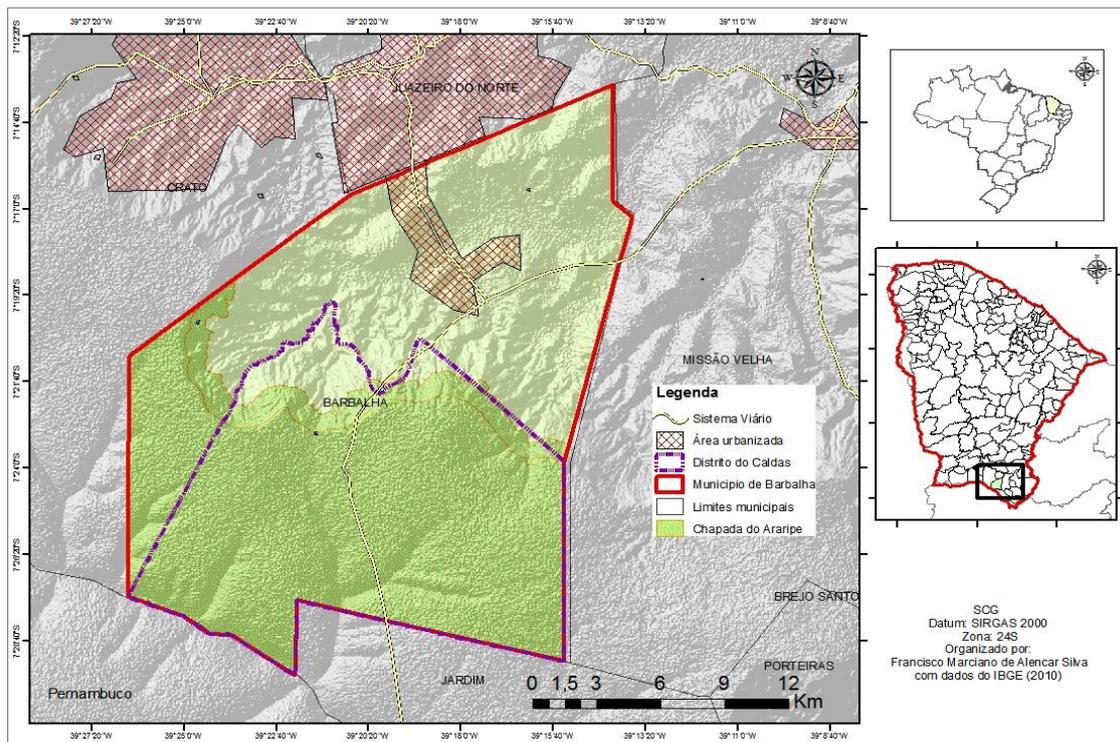


Figura 1 - Localização da área de estudo

O município de Barbalha, mesmo sendo uns dos primeiros municípios do Cariri cearense a realizar terracamento de encostas, não possui muitos trabalhos incorporados à gestão de risco. Diante dessas necessidades, este trabalho objetiva identificar e cartografar os riscos geomorfológicos nas áreas de ocupações desordenadas no sítio Riacho do Meio, podendo servir de apoio a implantação de políticas públicas voltadas para o planejamento urbano municipal.

A escolha desta área de estudo ocorreu devido ao pequeno núcleo urbano constituir-se em uma área de crescimento urbano irregular e devido as características naturais, ser uma área vulnerável aos processos erosivos e de movimentos de massa desencadeadores de situações de risco. Apesar do sítio Riacho do Meio apresentar uma ocupação pouco adensada já ocorrem moradias em situação de risco alto.

2- MATÉRIAS E MÉTODOS

Para o mapeamento das áreas de risco geomorfológico adotou-se os procedimentos da metodologia do Instituto de pesquisa Tecnológico-IPT, recomendada pelo Ministério da Cidade, disponível em Brasil (2007). A proposta tem por finalidade a identificação e caracterização de áreas de riscos sujeitas à erosão e deslizamentos, com vistas à implementação de uma política pública de re-ordenamento urbano e gerenciamento de risco.

Trata-se de um método composto por atividades de campo e escritório. No escritório, preliminarmente, foi gerada a carta de declividade em ambiente computacional do SIG Arcgis 9.3 com curvas de níveis de cinco metros; e a partir de imagens de satélites do Google foi observada a densidade ocupacional.

No campo realizou-se o zoneamento dos setores de risco, com a delimitação das áreas em imagens plotadas em papel. Esta atividade teve auxílio do preenchimento de duas fichas de campo (*checklist*), que permitiu coletar informações dos fatores geológicos, topográficos, além da presença de evidências de movimentação, presença de água, cobertura vegetal entre outros. Para cada setor de risco foi atribuído um grau de determinação, com escala que variaram de 1 a 4 graus (níveis) de probabilidade de ocorrência dos riscos geomorfológicos, com base nas informações geológico – geotécnicas definidas pelo Ministério das Cidades que define risco baixo (R1) os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e em margens de drenagens. Risco (R2) os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de baixa potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Risco (R3) os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. Observa-se a presença de significativa(s) evidência(s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, etc. e Risco (R4) os condicionantes geológico-geotécnicos predisponentes (declividade, tipo de terreno, etc.) e o nível de intervenção no setor são de alta potencialidade para o desenvolvimento de processos de escorregamentos e solapamentos. As evidências de instabilidade (trincas no solo,

degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego, etc.)

De posse das informações coletadas no campo, a etapa final do mapeamento trata-se do zoneamento das áreas de risco em meio digital. Para a elaboração do Mapa de Risco Geomorfológico do município de Barbalha-CE, sendo apresentado aqui o estudo de caso do Sítio Riacho do Meio, foi utilizada a base cartográfica elaborada pelo PROURB- cidades do Ceará e disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Barbalha (2015) na escala 1:10.000 e DATUM SAD 69 re-projetada para SIRGAS 2000 no software *Arcgis* 9.3. As informações contidas no interior das quadras são ilustrativas, oriundas de voo de 35m e atualizada a partir vetorização de imagens do Google satélite no *SIG Qgis* 2.14.

3- REFERENCIAL TEÓRICO

A sociedade atual vive cercada pelo risco nos mais variados contextos. Com o desenvolvimento e inovação das técnicas, esses riscos tem se tornado cada vez mais efetivo. Giddens (1991) na sua obra “Consequências da Modernidade” faz referência aos riscos globais de grandes consequências que todos nós corremos nessa era moderna e possuindo elementos básicos de descontrole da modernidade, e onde nenhum ser humano ou grupo em especial é responsável por eles.

O termo “risco” atualmente possui diferentes abordagens e formas, no que se refere ao risco social, tecnológico e natural. O primeiro refere-se ao comportamento da sociedade promovendo a insegurança da mesma. O segundo refere-se às técnicas desenvolvidas com a evolução tecnológica, pondo em risco a própria sociedade, que tem tratado de buscar difundir técnicas capazes de viabilizar a vida humana; e, por último o risco natural derivado, dos processos naturais geomorfológicos, geológicos e climáticos ocasionados pelos agentes externos da natureza, como: escorregamentos, processos erosivos, rolamento, queda de blocos rochosos e as inundações (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Nas abordagens que tratam sobre a questão dos riscos verifica-se uma bibliografia diversificada, dificultando no entendimento conceitual do termo. Observa-se que o conceito de risco é tratado muitas vezes pelo mesmo conceito de desastre natural, perigo ou vulnerabilidade por muitos autores.

Segundo Almeida (2010) há uma diversidade teórico-conceitual da abordagem do risco e que são comuns as imprecisões, ambiguidades e até confusões quanto ao estabelecimento dos conceitos. O quadro 1 explana uma diversidade de aspectos conceituais discutidos na literatura.

Quadro 1 – Conceitos sobre riscos encontrados na literatura científica

AUTORES	CONCEITO DE RISCO
Zuquete (1994)	O risco é o resultado entre o evento e a vulnerabilidade dos elementos sob o risco e que corresponde a sua predisposição em ser afetado ou estar suscetível a sofrer perdas (danos)
Cerri e Amaral (1998)	O risco é uma probabilidade de perdas e danos sociais e econômicos
Aneas de Castro (2000)	O conceito inclui a probabilidade de ocorrência de um evento natural ou antrópico e apreço pelo homem em termos de seus efeitos adversos (vulnerabilidade).
Cristo (2002)	Medida de danos ou prejuízos potenciais, expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis
Castro <i>et al.</i> (2005)	Riscos e refere ao conhecimento <i>a priori</i> de possibilidade de danos, enquanto que <i>incerteza</i> seria o desconhecimento das possibilidades
Veyret (2007)	Risco é a percepção de um perigo possível, mais ou menos previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele.
Brasil (2007)	É a relação entre a possibilidade de ocorrência de um dado processo ou fenômeno, e a magnitude de danos ou consequências sociais e/ou econômicas sobre um dado elemento, grupo ou comunidade. Quanto maior a vulnerabilidade, maior o risco.
Tominaga (2009b)	É a possibilidade de se ter consequências prejudiciais ou danosas em função de perigos naturais ou induzidos pelo homem. Assim, considera-se o Risco (R) como uma função do Perigo (P), da Vulnerabilidade (V) e do Dano Potencial (DP), o qual pode ser expresso como: $R = P \times V \times DP$.

Fonte: Adaptado de Brito (2016)

Diante da diversidade teórico-conceitual, não somente do termo “risco”, mais também de termos como, acidente, desastre, perigo “hazard”, ameaça, suscetibilidade, vulnerabilidade e outros, optou-se para este trabalho aderir os conceitos do Comitê Técnico em Deslizamentos e Taludes artificiais -JTC1 (*Joint Technical Committee on Landslides and Engineered Slopes*), que elaborou em 2008 um documento buscando uma padronização dos termos, o qual atualmente tem sido recomendado internacionalmente para zoneamento de deslizamento e gerenciamentos de risco (MACEDO e BRESSANI, 2013).

A respeito da classificação de risco, há uma vasta bibliografia com grande diversidade de enfoques. Diferentes processos são classificados como riscos geológicos, principalmente os associados à dinâmica externa como erosão e deslizamentos. Alguns autores utilizam para este processo o termo risco geomorfológico.

Assim o termo risco geomorfológico é comumente empregado como sinônimo de risco geológico. Mas, para Cerri (1999) *apud* Reckziegel *et al.* (2005) os riscos geomorfológicos estão enquadrados numa ideia de risco mais ampla, que é a de risco natural, pois os processos naturais fazem parte da dinâmica natural do nosso planeta. Assim, em se tratando de manifestações próprias da natureza, ocorrem independentes da presença do homem. Mas a ação humana pode acelerar, intensificar e induzir a ocorrência de muitos deles (enchentes, escorregamentos, erosão, etc.), especialmente devido às alterações ambientais provocadas pela ocupação. Desta forma, a expressão “processos naturais”, na verdade engloba, também, os processos induzidos pelas atividades da sociedade.

3.1 Movimentos gravitacionais de massa e erosão

Os movimentos de massa têm sido objeto de amplos estudos nas mais diversas latitudes, não apenas por sua importância como agentes atuantes na evolução das formas de relevo, mas também em função de suas implicações práticas e de sua importância do ponto de vista econômico e social. A análise e o controle de estabilizações de encostas têm seu amplo desenvolvimento com as grandes obras civis modernas, em paralelo à consolidação da Engenharia e da Geologia de Engenharia (CRUDEN e VARNES, 1996).

Esses tipos de evento já vêm sendo relatados há vários séculos na Ásia e na Europa. O primeiro deslizamento de que se tem notícia ocorreu na Província de Honan, localizada na China, no ano de 1767, provocado por um terremoto (XUE-CAI e NA-NING, 1986, in SCHUSTER, 1996). Desde então, vários são os relatos de deslizamentos ocorridos em todo o mundo até os dias atuais, geralmente seguidos por relatos de perdas humanas e econômicas.

De acordo com Cruden e Varnes (1996) os movimentos de massa podem ser classificados em dois grupos; sendo o primeiro grupo referente aos movimentos de massa devido à ação da gravidade, e o segundo grupo os movimentos de massa causados por processo de transporte de massa (erosão).

Uma das classificações mais usadas internacionalmente, devido a sua simplicidade, é a proposta por Varnes (1978) que se baseia no tipo de movimento e no tipo de material

transportado. No entanto, quando se trabalha com movimentos de massa é importante que se utilizem uma terminologia consistente para classificá-los e descrevê-los. Desta forma é recomendado que se utilize as classificações de Cruden e Varnes (1996), Varnes (1978) e a terminologia descrita em IAEG (1999) (MACEDO e BRESSANI, 2013).

Sobre os processos erosivos vala ressaltar que o solo é um dos recursos naturais mais disponíveis da superfície terrestre, sendo essencial para grande parte das atividades humanas, como principal pode-se apontar a produção de alimentos. Segundo Mafra (2014) com o objetivo de usufruir de condições ambientais propícias ao uso agrário o homem tem buscado meios consonantes com seu nível tecnológico, para transformar cada vez mais as terras em espaços produtivos, sem considerar seu potencial e suas limitações quanto ao seu uso.

De acordo com Santos (2009) a erosão do solo constitui a principal causa do empobrecimento precoce das terras produtivas. As enxurradas, provenientes das águas que não foram retidas ou infiltradas no solo, transportam partículas de solo em suspensão e nutrientes necessários às plantas.

A erosão é um processo natural na evolução do relevo, podendo ser definida como a retirada de sedimentos (produzidos pelo intemperismo sobre as rochas) das partes mais altas e transportadas para as partes mais baixas (GUERRA e GUERRA, 2005), A erosão constitui assim uma das ações mais perturbadoras ocorridas no solo, seja ela natural ou acelerada pelas ações antrópicas, a qual pode ser definida como processo de degradação e remoção de partículas do solo, rochas ou fragmentos, através da ação combinada da gravidade com a água, o vento, o gelo e outros organismos (plantas e animais) (SALOMÃO e IWASA,1995).

Os processos erosivos podem ser classificados de acordo com a sua origem (natural ou antrópica) e com o agente deflagrador. Dentre os fatores de origem natural que determinam a intensidade dos processos erosivos, destacam-se como os mais importantes: a ação da chuva, a cobertura vegetal, o relevo, os tipos de solos e o substrato rochoso. Como ação antrópica tem-se o desmatamento e as formas de uso e ocupação do solo (SILVA e GIACHETI, 2001).

3.2 Análise climática

A precipitação é, sem dúvida, um dos fatores climáticos mais importantes e controladores da erosão e dos deslizamentos. As principais influências da precipitação no processo erosivo são suas intensidades, duração e distribuição durante o ano, mais ou menos regular, no tempo e no espaço (SANTORO, 2009). As regiões com índices pluviométricos

elevados e bem distribuídos, geralmente há formação de solos mais profundos e permeáveis, com maior resistência a erosão. Nesses solos desenvolvem-se florestas mais densas que os protegem totalmente do impacto das chuvas e retém facilmente os materiais removidos pelo escoamento superficial (SANTORO, 2009).

O contrário ocorre em regiões semiáridas onde as chuvas são irregulares e mal distribuídas possibilitando um maior transporte de sedimentos que é favorecido pela vegetação pouco densa e que não ameniza o impacto das chuvas sobre o solo. A região ainda apresenta áreas em processos de desertificação, solos rasos que são saturados rapidamente pela baixa permeabilidade e desprotegidos pelos cultivos, o que agrava ainda mais os processos erosivos (SILVA, 2017).

Sobre os aspectos climáticos da região onde está inserida a área de pesquisa, os principais sistemas climáticos atuantes é a Zona de convergência intertropical, vórtices ciclônicos de altos níveis e ondas de lestes. Um dos fatores naturais que complementam a dinâmica climática e, principalmente, a precipitação é a orografia, que ocorre devido ao barramento ou mudança de direção da umidade e ventos originando chuvas de relevo e/ou chuvas convectivas, uma vez que os ventos úmidos guiados pelo processo de inércia, sobem ao relevo e precipitam na faixa de barlavento. O relevo incidente é a Chapada do Araripe, com altitude aproximadamente de 1.000 metros, que provoca uma divisão na distribuição das precipitações no encontro dos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí. Segundo Silva (et al, 2010) a umidade, geralmente vinda do litoral norte, faz da Chapada uma área de barlavento, aumentando as chuvas nas suas proximidades que apresenta médias anuais em torno de 1153mm.

4- RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Distrito do Caldas onde está localizado o sítio Riacho do meio apresenta uma população residente de 4.046 habitantes, equivalente a 8,3 % da população total do município de Barbalha. Como a área é rural, o modo de ocupação se torna parcialmente planejada somente na sede do distrito, nas outras localidades, que na totalidade, são sítios, o modo de ocupação é espontâneo. O padrão das edificações é de alvenaria e de taipa, que variam de pequeno a médio porte.

O distrito está localizado em uma área de proteção ambiental-APA. A APA da chapada do Araripe foi criada em 04 de agosto de 1997, essa unidade se estende por uma área de

aproximadamente 1.063.000 hectares, ocupando um perímetro de 2.658,55 km. Ela representa a terceira maior APA brasileira e a segunda da região Nordeste em extensão territorial. Estende-se por três estados Nordeste: Ceará (47%) Pernambuco (36%) e Piauí (17%) (NASCIMENTO, 2013).

Assim, de acordo com Brasil (1997), para o estabelecimento de uma APA existem permissivos e restritivos. Entre as principais restrições e proibições quanto ao uso da APA chapada do Araripe e que deve ser aplicado no distrito do Caldas são:

- I- Implantação de atividades industriais potencialmente poluidoras, que impliquem danos ao meio ambiente e afetem os mananciais de água;
- II- Realização de obras de terraplenagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem alteração das condições ecológicas locais, principalmente nas zonas de vida silvestre;
- III- Exercício de atividades capazes de provocar acelerada erosão, o assoreamento das coleções hídricas ou o comprometimento dos aquíferos;
- IV- Exercício de atividades que impliquem matança captura ou molestamento de espécies raras da biota regional;
- V- Despejo, nos cursos d'água abrangidos pela APA, de efluentes, resíduos ou detritos, capazes de provocar danos ao meio ambiente.

Com relação ao relevo desta área, é típico de área sedimentar do tipo chapada, com topo plano e limitado por escarpas íngremes. Quanto à hidrografia, há uma alta concentração de águas como exutórios naturais que ressurgem formando cursos de água. A recarga desse sistema é realizada através das drenagens existentes e pela precipitação pluviométrica direta na área de afloramento (COGERH, 2009). Os taludes são ocupados principalmente por uma vegetação arbustiva, com alguns elementos arbóreos.

No tocante as características geológica – geotécnicas, o distrito está inserido na Formação Santana e formação Arajara. A primeira segundo Mont'Alverne (et al., 1996) é constituída por folhelhos cinzas, castanho-escuros e negros, calcíferos, laminados, calcários cinza-claros e creme argilosos, bancos de gipsita e anidrita, com intercalações de folhelhos cinzas e verdes, e um horizonte carbonático contendo fósseis de peixes. O segundo apresenta arenitos finos e siltitos.

Quanto aos solos, há no topo da chapada do Araripe a presença de Latossolo Amarelo distrófico com textura argilosa bastante porosa. Na porção mais escarpada do talude

encontram-se Neossolo Litólico distrófico com textura arenosa média e argilosa. Na parte mais baixa do distrito sobre um relevo plano e suavemente ondulado, encontra-se o Argissolo Vermelho- amarelo.

4.1- Setores de risco do distrito do Caldas

Nesta localidade foi mapeada 01 setor de risco. Este setor está inserido em um pequeno núcleo urbano, localizado no Sítio Riacho do Meio, denominado de Setor de Risco 15, que pode ser observado na tabela 1 e na figura 2.

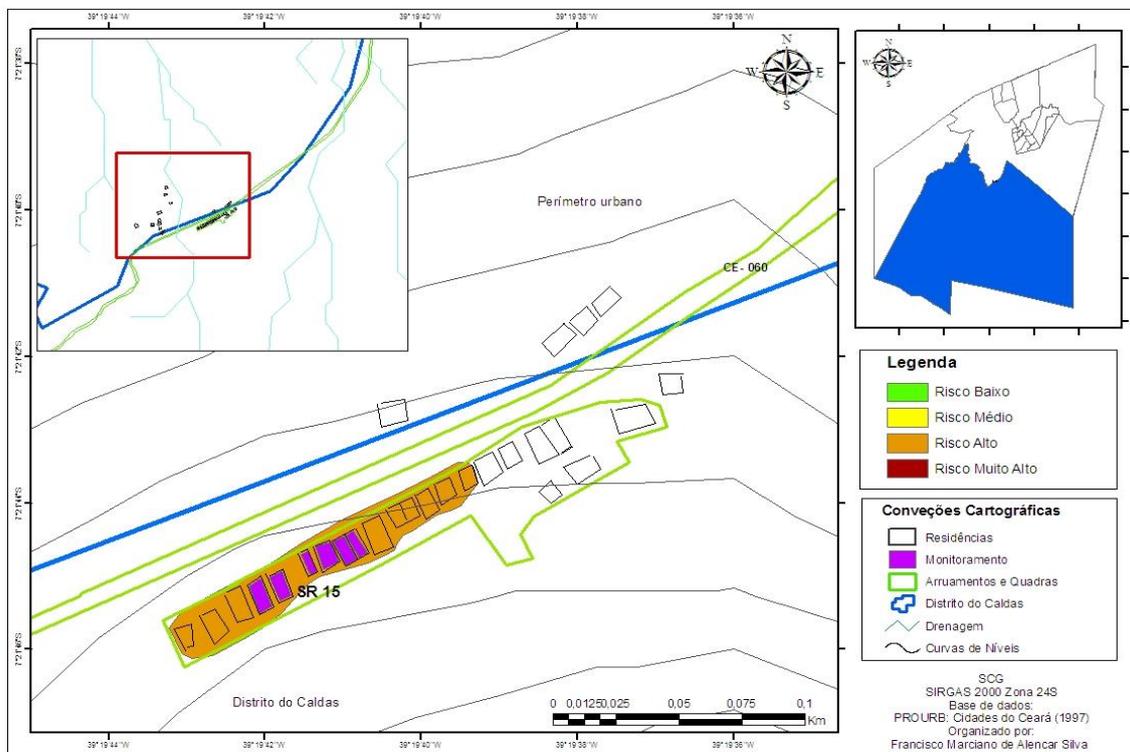


Figura2 – Mapa de risco geomorfológico do Sítio Riacho do Meio - Distrito do Caldas
Fonte: Silva (2017)

Tabela 1 – Síntese dos setores de risco do Distrito do Caldas

Setor de Risco (SR)	Grau de Risco (R*)	Nº de casas do setor	Nº de casas Ameaçadas	Nº de casas p/Remoção	Nº de casas Destruídas	Nº de casas Removidas
SR 15	R3	16	06	-	-	-

Fonte: organizado por Silva (2017)

As características geoambientais deste setor são as mesmas citadas anteriormente na caracterização do distrito do caldas onde o setor de risco mapeado está inserido. Quanto as encostas naturais, o setor apresenta formas do tipo convexo, côncavo e formas retilíneas nas encostas onde foram realizado cortes, estas formas são agravadas pela ausência de vegetação e segundo Oliveira *et al.* (2012) pela alta fragilidade ambiental do solo da área.

Estão vulneráveis neste setor um total de 15 residências sendo que 06 estão ameaçadas de atingimento por conta da proximidade com o talude. Desta forma diante dos fatores de suscetibilidade e vulnerabilidade, o setor se enquadra num grau de risco alto-R3, por oferecer prejuízo econômico e risco de vida as pessoas que residem nesta área.

Este setor apresenta dimensões em torno de 250 m² com taludes em torno de 8 metros de altura e declividade maior que 75%. O risco no setor está associado a ocupação muito próxima a base do talude o qual é mais alto que a cumieira das casas, deixando-as sob risco alto de atingimento (Figura 3).



Figura 3 - Ocupação muito próxima do talude sob risco de atingimento
Fonte: Silva (2017)

Dentre os agravantes que podem comprometer a estabilização do setor, foi identificado apenas a pouca vegetação na base do talude, devido a retirada de material para ampliação dos

quintais, deixando a base sem sustentação e o solo exposto, vulnerável a processos exógenos (figura 4).



Figura 4 - Base do talude sem sustentação
Fonte: Silva (2017)

O risco é agravado pelo fato dos moradores criarem um patamar no talude para assentamento de caixas de água, que, além de apresentar risco de queda devido a sobrecarga, há o risco devido a vazamentos, o que agrava a situação do risco na localidade (figura 5). De um modo geral esta área encontra-se em um grau de risco Alto (R3) apresentando um enorme potencial para evoluir para um grau de risco muito alto, caso haja intensificação de ações que potencializem os riscos locais.



Figura 5 - Caixa d'água assentada no talude sob risco de queda e atingimento de moradia
Fonte: Silva (2017)

Outro fator agravante é a falta de saneamento, onde os moradores acabam lançando águas servidas ao longo da base do talude que, ao se infiltrar, pode acarretar movimentos de massa. Com a alta declividade e o avanço da erosão nesta base, quase não tem vegetação nesses pontos, apenas uma vegetação rala deixando o solo totalmente exposto a fatores exógenos.

No Sítio Riacho do Meio as situações de risco geomorfológico estão associadas à dinâmica de encostas, com ocorrência de moradias sujeitas a processos erosivos, deslizamento, tombamento de árvores e até rolamento de blocos de rocha.

5- CONSIDERAÇÕES FINAIS

No município não há conhecimento de uma política local que trate de prevenir, reduzir e orientar a população a respeito de riscos geomorfológicos. Na maioria dos casos identificados, os maiores prejudicados nos eventuais desastres naturais foram às pessoas mais pobres sem condições de moradias ficando à mercê das precárias condições urbanísticas do município.

No distrito do caldas foi identificado e mapeado um setor de risco classificado em um único grau denominado alto (R3) conforme os critérios de determinação dos graus de risco proposto pelo ministério das cidades.

Os fatores de suscetibilidade identificados nos setores de risco foram processos erosivos como, sulcos. O setor é agravado mais ainda pela declividade e altura bastante acentuada, que são intensificados pelos agentes deflagradores como: instalação de fossas drenantes na base do talude; ausência de canaletas de drenagem, retirada de material da base dos taludes para construção entre outros.

Assim, a área onde localiza-se o setor de risco é naturalmente instáveis, e se não houver ações estruturais (obras de contenção) e não-estruturais (palestras, orientação) quanto aos riscos, essas áreas poderão evoluir para grau de risco elevado e futuramente poderá causar perdas materiais e humanas consideráveis.

Diante da constatação do crescimento do município de Barbalha e da Região do Cariri, é interessante a elaboração de instrumentos que auxiliam o planejamento urbano das cidades. Quando o crescimento de um município se dá sem planejamento é muito provável o surgimento de diversos problemas ambientais. Dentre os instrumentos recomendados para auxiliar o planejamento urbano de acordo com Bandeira *et. al.*, (2016) destaca a Carta Geotécnica de Aptidão à Urbanização, que é produzida através do zoneamento e classificação acerca de sua aptidão frente aos desastres naturais (alagamentos, erosão, deslizamentos e outros), possibilitando uma indicação quanto aos potenciais riscos de sua ocupação futura.

Portanto medidas não-estruturais e a carta geotécnica podem ajudar o município de Barbalha a tomar medidas para ocupação adequada, principalmente em áreas onde os parcelamentos urbanos não devem ser realizados, visto que há uma grande tendência no crescimento urbano da região do Cariri.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos. Bacia hidrográfica do rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará.** Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências e Ciências Exatas/Unesp, Rio Claro, Tese de Doutorado, 2010. 278p

BANDEIRA, A. P. N. NUNES, P. H. S. GUILHERME, L. C. SILVA, A. J. A. **Percepção de Riscos Socioambientais em uma área de encosta do bairro Pinto Madeira, município do Crato-CE, Brasil.** In: III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana, 2016, São Paulo. III Congresso da Sociedade de Análise de Risco Latino Americana.

BRASIL- Ministério das Cidades/ Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margens de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades/ Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

BRASIL - Decreto nº 148 de 04 de agosto de 1997. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da chapada do Araripe, nos Estados do Ceará, Pernambuco e Piauí e dá outras providências. 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior%20a%202000/1997/Dnn5587.htm. Acesso em: Setembro de 2016.

BRITO, D. S. **Risco de inundação em enclaves úmidos no Semiárido: o caso da bacia do rio Salomanca, Barbalha/Ceará**. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Geografia, UECE – Fortaleza: 2016.

CERRI, L.E. da S. **Risco Geológico Urbano**. In: CHASSOT, Attico e CAMPOS, Heraldo (Orgs.). Ciências da Terra e Meio Ambiente: Dialogo para (inter) ações no Planeta. São Leopoldo: Ed.UNISINOS, 1999, p.49-73.

COGERH- Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. **Plano de Monitoramento e Gestão dos Aquíferos da Bacia do Araripe, Estado do Ceará**. Fortaleza- CE, 2009.

GIDDENS, A. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991. In. SIQUEIRA, José. **Da Filosofia a Administração**. Departamento de administração da FEA-USP. Publicado em Março de 2011 Disponível em <www.scribd.com/doc/50397264/Risco-da-Filosofia-a-Administracao>. Acesso em: Junho de 2015.

CRUDEN, D. M.; VARNES, D. **Landslide Types and Processes In Landslides Investigation and Mitigation**. SpecialReport 247, 1996.

GUERRA, A.T; GUERRA, A.J.T. Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 4ªed. 2005, 648p.

IBGE, **Censo Demográfico e contagem da população, 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/sinopse>>. Acesso em: fevereiro de 2015.

IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará). **Base cartográfica digital do estado do Ceará, 2012**. Secretaria de Governo e Gestão, Governo do Estado do Ceará. Disponível em <<http://www.ipece.ce.gov.br/categoria5/base-2/base-1>>, Acesso Dezembro de 2015.

MACEDO, E, S; BRESSANI, L. A. Diretrizes para o Zoneamento da Suscetibilidade, Perigo e Risco de Deslizamentos para Planejamento e Uso do Solo. Ed. São Paulo: ABGE- ABMS, 2013.

MAFRA, N. M. C. **Erosão e Planificação de Uso do Solo**. In GUERRA.A.T. SILVA, A.S. BOTELHO. R. G. M.Org(s), 9ªEd. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações 9.ed.Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.p.301-322.

MONT'ALVERNE, A. A. F. **Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Araripe**. Recife: MME/ DNPM, 1996. 101 p.

NASCIMENTO, P. S. S.; **Gestão em áreas protegidas: proposição metodológica para análise de impactos socioambientais nas comunidades tradicionais da APA Chapada do Araripe** (Tese de Doutorado) Instituto de Geociências e Ciências Exatas do *Campus* de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista - Rio Claro, 2013.204 p.

OLIVEIRA, S.G.; SILVA, F.M.A.; RIBEIRO, S. C.; **Identificação e Caracterização das Áreas de Fragilidade Ambiental Potencial na Microbacia do Rio Carás/CE**. In ARAUJO, M. A. *et al.*(Org (s) 1º Ed. Geografia Ensino e Pesquisa: produzindo saberes. Curitiba: Editora CRV, 2012. P. 99-114.

RECKZIEGEL, Bernadete Weber; OLIVEIRA, Edson Luis de Almeida ; ROBAINA, Luis Eduardo de Souza . **Mapeamento de Áreas de Risco Geomorfológico nas Bacias Hidrográficas dos Arroios Cancela e Sanga do Hospital, Santa Maria/RS**. Geografia (Londrina), Londrina, v. 14, n.2, p. 5-18, 2005. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/geografia/V14N1/artigo01.pdf>>. Acesso em Novembro de 2017.

SALOMÃO, F. X. T. e IWASA, O. Y. **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente**, São Paulo, ABGE/IPT, 1995. pp.31-57.

SANTORO. J. **Erosão Continental**. In. TOMINAGA. L. K. SANTORO. J. AMARAL. R. Org (s) 1ª Ed. Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. p. 53-70.

SANTOS, L. L. **Quantificação do Escoamento Superficial e Erosão do Solo em Regiões Semiáridas**. Revista Brasileira de Geografia Física-RBGF. Recife-PE, v.. 2, n.01 jan/abril 2009,14-25.

SCHUSTER, R. L. “**Socioeconomic significance of landslides**”. In Landslides: Investigation and Mitigation. A. Keith Turner, Robert L. Schuster, editors. Special Report / Transportation Research Board, National Research Council, 247. Washington, 1996). p.12- 35.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA DE BARBALHA. **Loteamentos municipais de Barbalha - 2006 a 2016**. Barbalha-2016.

SILVA, F.M.A. **Zoneamento de áreas de risco geomorfológico no município de Barbalha-Ce**. Dissertação (Mestrado em Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável) - Universidade Federal do Cariri- UFCA, 2017.

SILVA, M. J. D.; GIACHETI, H. L. **Diagnóstico de Processos Erosivos no Município de Bauru/SP: O Caso da Vila Jussara**. III Conferência Brasileira Sobre Estabilidade de Encostas (III COBRAE), Rio de Janeiro, 2001.

SILVA. F. M. A, LIMA. G.G, REIS.GP, SOUZA. G. B. B, LIMA,F. J. RIBEIRO. S. C. **Análise das precipitações pluviométricas na sub-bacia do rio salgado, sul cearense (1979 - 2008)**. In Simpósio Nacional de Climatologia Geográfica, 9, 2010, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: UFC, 2010.

TOMINAGA.L.K. **Análise e Mapeamento de Risco**. In TOMINAGA. L. K. SANTORO. J. AMARAL. R. Org(s) 1ª Ed. Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. P.147-160

VARNES, D. J. *Slope Movement Types and Processes. Landslides Analysis and Control*. WASHINGTON, D. C., National Academy of Sciences, 1978 p.11-33.

Recebido para publicação em:
06 / 12 / 2017
Aceito para publicação em:
19 / 11 / 2018