



REVISTA
Casa da

ISSN 2316-8056

GEOGRAFIA
de Sobral

RISCO GEOMORFOLÓGICO EM ENCOSTAS ÚMIDAS NO SEMIÁRIDO: CASO DO NÚCLEO URBANO DO DISTRITO DO CALDAS-BARBALHA-CE

Geomorphological risk in semiarid humid slopes: case of the urban nucleus of Caldas-Barbalha-CE district

Riesgo geomorfológico en pendientes húmedas en el semiárido: caso del núcleo urbano del distrito de Caldas-Barbalha-CE

Francisco Marciano de Alencar Silva¹

Ana Patrícia Nunes Bandeira²

Simone Cardoso Ribeiro³

Denise da Silva Brito⁴

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo identificar e cartografar o risco de erosão e deslizamento nas áreas de ocupações desordenadas das encostas do Distrito do Caldas localizado no município de Barbalha-CE. Os procedimentos metodológicos consistiram em uma revisão bibliográfica a cerca de temas relacionados aos riscos ambientais, erosão de solos, deslizamentos de encostas e mapeamento de áreas de risco geomorfológico. O mapeamento do setor e do ponto de risco geomorfológicos seguiu os procedimentos da metodologia do Ministério das Cidades. Foram identificados e mapeados um setor de risco (SR) e um ponto de risco (PR), sendo o primeiro com um grau de risco Baixo (R1) e o segundo com um grau de risco médio (R2). Diante da constatação sugere-se como medidas preventivas para conter a evolução do grau de risco geomorfológico no núcleo urbano do distrito do Caldas, medidas não-estruturais como a educação ambiental e a elaboração de uma 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.

Palavras - chaves: Riscos geomorfológicos, Erosão, deslizamentos, mapeamento.

ABSTRACT

This work aims to identify and map the risk of erosion and landslide in the areas of disorderly occupations of the slopes of the District of Caldas located in the municipality of Barbalha-CE. The methodological procedures consisted in a bibliographical review about themes related to environmental risks, soil erosion, slope landslides and mapping of geomorphological risk areas. The mapping of the geomorphological sector and risk point followed the methodology of the Ministry of Cities. A risk sector (SR) and a risk point (PR) were identified and mapped, the first with a low risk degree (R1) and the second with a medium degree of risk (R2). In view of this, it is suggested as preventive measures to contain the evolution of the degree of geomorphological risk in the urban nucleus of the district of Caldas, non-structural measures such as environmental education and the elaboration of a Geotechnical Charter for Aptitude to Urbanization that is

¹ Mestrando do programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável da Universidade Federal do Cariri-UFCA. Email: mcgeoalencar@gmail.com

² Prof^a Dr^a do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Cariri- UFCA. Email: ana.bandeira@ufca.edu.br

³ Prof^a Dr^a do curso de Geografia da Universidade Regional do Cariri- URCA. Email: simonecribeiro@oi.com.br

⁴ Doutoranda do programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará- UECE. Email: denisegeo26@hotmail.com



produced through zoning and classification of their suitability for natural disasters (flooding, erosion, landslides and others), making it possible to indicate the potential risks of their future occupation.

Key words: Geomorphological risks, Erosion, landslides, mapping.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo identificar y cartografiar el riesgo a la erosión y al deslizamiento en las áreas de ocupaciones desordenadas de las pendientes del Distrito de Caldas localizado en el municipio de Barbalha – CE. Los procedimientos metodológicos consistirán en una revisión bibliográfica acerca de temas relacionados a los riesgos ambientales, erosión de suelos, deslizamientos de pendientes y mapeo de áreas de riesgo geomorfológico. El mapeo del sector y del punto de riesgo geomorfológico siguieron los procedimientos de la metodología del Ministerio de las Ciudades. Fueron identificados y mapeados un sector de riesgo (SR) y un punto de riesgo (PR), siendo el primero con un grado de riesgo bajo (R1) y el segundo con un grado de riesgo medio (R2). Delante de la constatación se sugieren como medidas preventivas para contener la evolución del grado de riesgo geomorfológico en el núcleo urbano del Distrito de Caldas, medidas no-estructurales como la educación ambiental y la elaboración de una Carta Geotécnica de Aptitud a la Urbanización que es producida por medio de la zonificación y clasificación acerca de su capacidad frente a los desastres naturales (inundaciones, erosión, deslizamientos y otros), que proporcionan una indicación cuanto a los riesgos de su ocupación futura.

Palabras - clave: Riesgos geomorfológicos, erosión, deslizamientos de tierra, levantamiento cartográfico

INTRODUÇÃO

A ocupação desordenada de áreas de encostas sem o devido planejamento associadas 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 Região Metropolitana do Cariri, Sul do estado 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 no Censo realizado em 2010 revelou o registro de 571.111 habitantes na Região. De 1991 a 2000 a população cresceu em 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, como saúde, cultura e educação 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).

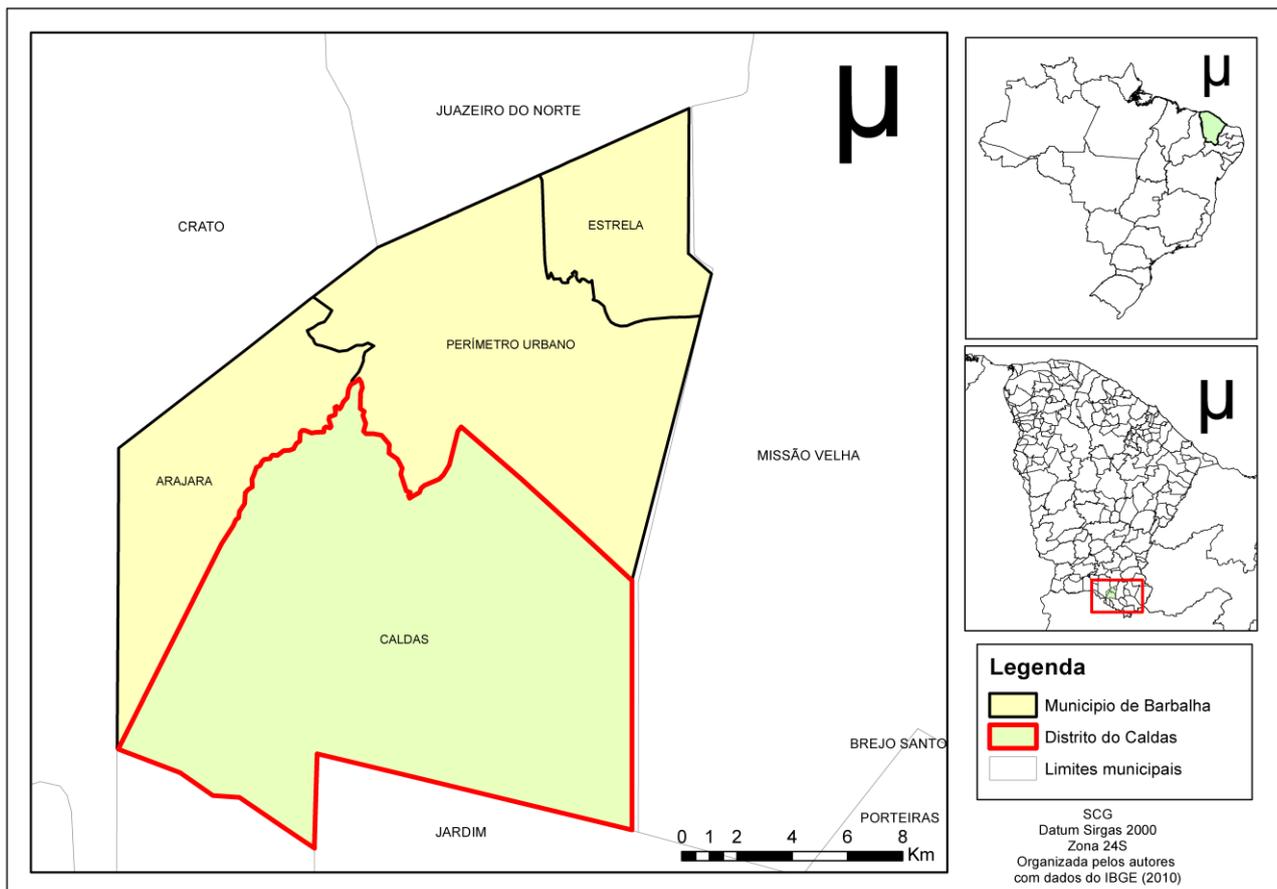
O distrito do Caldas, do qual trata este trabalho, localiza-se em Barbalha. Município localizado na mesorregião do Sul Cearense e na microrregião do Cariri, sob as coordenadas 7° 18' 40" S; 39° 18' 15" W (IPECE, 2012). O município está dividido em quatro distritos: Caldas, Arajara, Estrela e a sede municipal, 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, 2014) (figura 1).

O município de Barbalha mesmo sendo uns dos primeiros municípios do Cariri cearense a realizar terraceamento de encostas não existe muitos trabalhos incorporados a gestão de risco. Diante destas necessidades este trabalho buscou identificar e cartografar o risco de erosão e deslizamento nas áreas de ocupações desordenadas das encostas do Distrito do Caldas, permitindo assim a implantação de políticas públicas voltadas para o planejamento urbano municipal.

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Organizado pelos autores (2018) com dados do IBGE, 2010.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os processos abordados neste trabalho são a erosão e o deslizamento. O primeiro de acordo com Mascarenhas *et al* (2015) é um processo de desgaste da superfície terrestre causado pela ação de agentes externos, como, a água e o vento. É uma forma natural de modelagem do relevo e atua de modo conjugado aos processos de formação dos solos. O segundo processo é o deslizamento que também são chamados de

quedas de barreira ou desbarrancamento. Moura-Fé (2015) conceitua este processo como movimentos gravitacionais ao longo de uma ou mais superfícies de ruptura da encosta. As formas e quantidades de superfícies de ruptura diferenciam seus tipos: rotacionais e translacionais. Contudo, o uso e a ocupação desordenada do solo pelo ser humano aumentam a intensidade com que esses processos ocorrem, o que acarreta problemas ambientais, sociais e econômicos, aumentando assim as áreas de risco.

No tocante ao risco há uma diversidade teórico-conceitual, não somente do termo “risco”, mais também do termo como, áreas de risco, 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, 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).

Assim o JTC1 define risco como: Medida de probabilidade e severidade de um efeito adverso à saúde, propriedade ou ao meio ambiente. O risco é frequentemente estimado pelo produto da probabilidade versus consequências. No entanto, uma interpretação mais geral de risco envolve uma comparação da probabilidade e consequências sem cálculos do seu produto. E áreas de risco como: área passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ ou induzidos que causem efeito adverso. As pessoas que habitam essas áreas estão sujeitas a danos à integridade física, perdas matérias e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários) (MACEDO e BRESSANI, 2013).

Um importante instrumento para o planejamento municipal é o mapa de risco e que pode ser utilizado para diversos propósitos como: planejamento urbano, definição de áreas prioritárias para intervenções estruturais entre outros (BANDEIRA, 2003). Assim as informações geradas no mapa somadas ao plano diretor municipal podem ser fundamentais para gestão de áreas passíveis de ser ocupadas garantindo segurança de encostas.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A elaboração deste trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica a cerca de temas relacionados aos riscos ambientais, erosão de solos, deslizamentos de encostas e mapeamento de áreas de risco geomorfológico.

O mapeamento do setor e do ponto de risco geomorfológicos seguindo os procedimentos da metodologia do 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. A proposta de zoneamento foi dividida em três partes:

1ª Parte: Pré - Zoneamento (Pré – Setorização)

Antes do zoneamento ou setorização de risco geomorfológico foi feito em escritório uma pré – setorização da área de estudo através de parâmetros básicos observados como: carta de declividade e densidade ocupacional. A primeira foi gerada em ambiente computacional do SIG Arcgis 9.3 com curvas de níveis de cinco em cinco metros. A Densidade ocupacional foi observada a partir de imagens de satélites do Google (2016).

2ª Parte: Zoneamento (Setorização)

Nesta etapa os trabalhos de setorização foram realizados em campo, onde permitiu uma melhor delimitação dos setores de risco. O zoneamento iniciou-se com o auxílio imagens de satélite e carta de declividade e duas fichas de campo (*checklist*), que permitiu uniformizar e comparar as informações que foram coletadas, considerando o fator geológico, topográfico, além da presença de evidências de movimentação, presença de água, cobertura vegetal entre outros.

3ª Parte: Determinação do Grau de Probabilidade de ocorrência dos Processos geomorfológicos

Foi atribuído para cada setor de risco 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, como pode ser observada no quadro 1.

Quadro 1: Critérios para determinação dos graus de risco.

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
R1 Baixo	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. É a condição menos crítica. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos no período de um ciclo chuvoso.
R2 Médio	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). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.
R3 Alto	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.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.

R4 Muito Alto	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.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. É a condição mais crítica. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas, no período de um ciclo chuvoso.
---------------	---

Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

Foi elaborado um mapa de risco geomorfológico contendo um setor de risco (SR) e um ponto isolado de risco (PR) no distrito do Caldas. Assim a elaboração do mapa contou com os seguintes produtos cartográficos: 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 re-projetada para o 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).

Toda a base de dados cartográficos foi gerada no ambiente Sistema de Informações Geográficas - SIG e elaborada através do *software ArcGis* 9.3. O sistema de referência geocêntrico adotado foi Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – SIRGAS 2000 Zona 24S.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A localidade mapeada apresenta um modo de ocupação parcialmente planejada e estágio de ocupação parcialmente consolidada pelo fato de ainda apresentar áreas possíveis de ser ocupada. O padrão das edificações é na totalidade de alvenaria de pequeno e médio porte.

O relevo 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 a características geológico – 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 associações de Argissolo vermelho- amarelo.

A vegetação apresenta carrasco, floresta caducifólia espinhosa, floresta sub-caducifólia tropical pluvial, floresta sub-caducifólia xeromorfa e floresta sub-perenifólia tropical pluvio-nebular, em parte protegida pela Área de Proteção Ambiental (APA) da Floresta Nacional do Araripe. Encontra-se inserido na bacia hidrográfica do rio Salgado (IPECE, 2012).

O clima no município é tropical quente semiárido brando. O período do ano mais chuvoso em toda área ocorre de janeiro a março, enquanto que o menos chuvoso, que vai de julho a novembro, é mais diversificado, com predominância do trimestre (julho-agosto-setembro). O mês mais chuvoso é março (Barbalha- 275 mm). Já o mês mais seco, em toda a área é agosto. Na tabela 1 abaixo em um trabalho mais recente de Brito e Silva (2016) é possível observar a distribuição pluviométrica na área de estudo e em dois importantes municípios circunvizinhos.

Tabela 1: Análise temporal da precipitação do triângulo Crajubar/CE – 1985-2015.

Município	Trimestre mais chuvoso	Mês mais chuvoso (média mensal)	Trimestre mais seco	Mês mais seco (média mensal)	Ano mais chuvoso (total anual)	Ano mais seco (total anual)	Média anual normal (aprox.)
Crato	Jan-fev-mar	Março-262mm	Jul-ago-set	Agosto – 2,8mm	1985-1.970mm	1993-685mm	1.126mm
Juazeiro do Norte	Jan-fev-mar	Março – 257mm	Jul-ago-set	Agosto – 0,2mm	1985–1.660mm	2012 - 520mm	979mm
Barbalha	Jan-fev-mar	Março-275mm	Jul-ago-set	Agosto – 2,7mm	1985 – 2.014mm	2012 - 540mm	1.095mm

Fonte: Brito e Silva (2016).

O volume precipitação tem uma relação direta com a erosão e os deslizamentos. Na área de estudo esse volume é intensificado pela influência orográfica da chapada do Araripe. Sobre isto Segundo Silva *et al* (2010) afirma que a umidade, geralmente vinda do litoral norte, faz da Chapada uma área de barlavento, aumentando as chuvas nas suas proximidades, uma vez que os ventos úmidos guiados pelo processo de inércia sobem o relevo e precipitam na faixa de barlavento, próximo ao eixo da crista.

RISCO GEOMORFOLÓGICO DO DISTRITO DO CALDAS

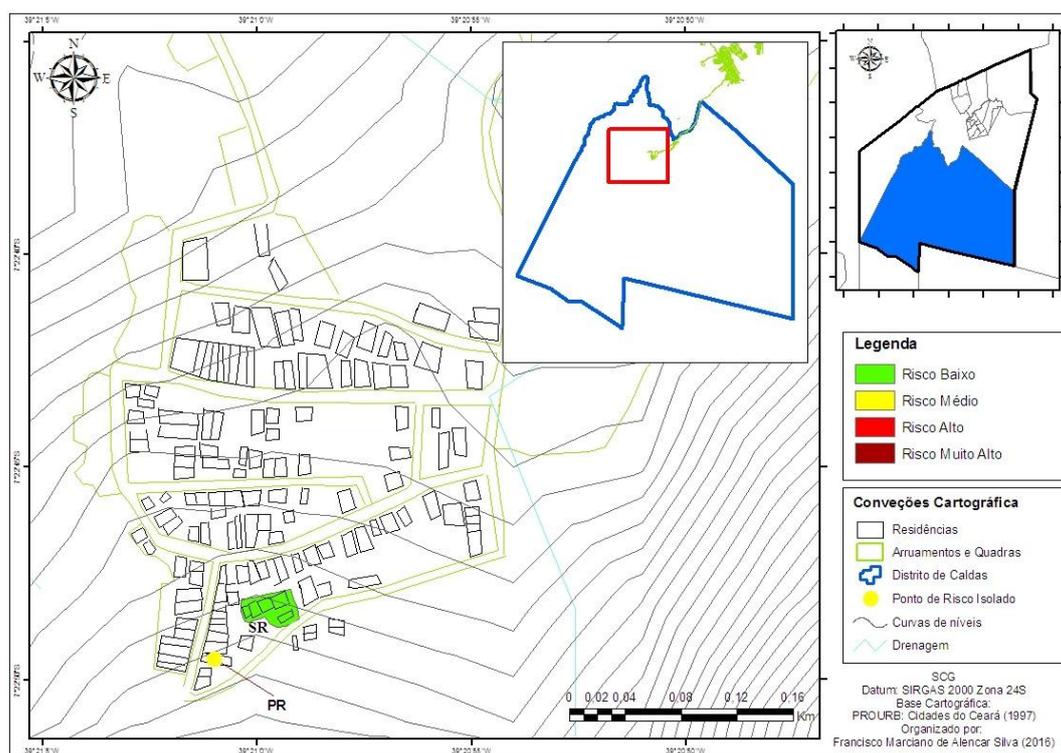
Diante das condições geoambientais e da relação dos moradores com o uso da terra na localidade pode-se mapear um setor e um ponto isolado de risco de com grau de risco baixo (R1) no núcleo urbano localizado na sede do distrito do Caldas, que pode ser observado na tabela 2 e na figura 2.

Tabela 2: 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	Coordenadas
SR	R1	05	-	-	-	-	7°22'48.5-S 39°20'59.5-W
PR	R2	01	-	-	-	-	7°22'49.8-S 39°21'01.2-W

Fonte: Autor (2016).

Figura 2: Mapa de risco Geomorfológico no núcleo urbano do Distrito do Caldas- Barbalha- CE.



Fonte: Autor (2016)

O setor apresenta dimensões em torno de 250 m² com taludes em torno de 2 a 3 metros de altura e declividade maior que 75%. O risco no setor está associado à ocupação na base do talude a qual é mais alta que a cumieira de algumas casas e também a ocupação no topo por residências de médio porte que exerce

sobrepeso na encosta (figura 3). Dentre os processos atuantes no setor foi possível identificar poucos pontos de erosão superficial devido ao corte no talude e pela ausência de vegetação (figura 4).

Figura 3: vista parcial do setor com ocupações de pequeno e médio porte no topo e na base do talude.

Figura 4: Erosão superficial ao longo do talude de corte.



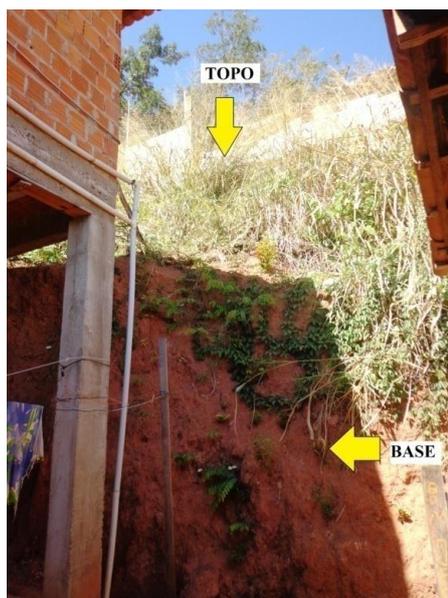
Fonte: Autor (2017)



Fonte: Autor (2017)

No ponto de risco também foi mapeado um talude com declividade bastante acentuada e altura em torno de 3 metros, muito próximo a uma residência. Este talude superficialmente está parcialmente estabilizado pela vegetação no topo, mas a sua base encontra-se instável pela ausência de vegetação, deixando assim o solo desnudo vulneráveis a processos deflagradores e fatores destrutivos como eventos intensos de precipitação (figura 5).

Figura 5: talude próximo de residência com topo parcialmente recoberto por vegetação e base desprotegida vulnerável aos processos exógenos naturais e antrópicos.



Fonte: autor (2017).

Estão vulneráveis no setor de risco (SR) quatro residências. No ponto de risco (PR) está vulnerável apenas uma residência que está sob-risco de atingimento. Diante dos fatores de suscetibilidade e vulnerabilidade o SR está enquadrado em um grau de risco baixo (R1), pois há pontos parcialmente estabilizados por muros como mostra a figura 6. O ponto de risco (PR) encontra-se em um grau de risco médio –R2. Assim de um modo geral tanto o SR quanto o PR apresentam potencial para evoluir para um grau de risco maior, caso haja intensificação de ações que potencializem os riscos.

Figura 6: Talude do SR parcialmente estabilizado por muros.



Fonte: Autor (2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do mapeamento realizado no núcleo urbano do distrito do Caldas foi possível identificar setores e pontos de risco que apresentam grau de risco entre baixo e médio. Essas áreas por estarem encravados na encosta da chapada do Araripe recebem durante a quadra chuvosa na região uma grande quantidade de precipitação, estando assim, vulnerável a ação da água das chuvas. De acordo com Pichler, (1957), Barata, (1969), Nunes, (1969) *apud* Mendes *et al* (2015) a água da chuva é o principal agente preparatório e deflagrador dos riscos geomorfológicos.

Além das chuvas outros processos deflagradores como: corte de estrada, lançamento de lixo e entulho, concentração de água na encosta, lançamento de águas servidas, ausência de canaletas entre outros, podem intensificar o risco na área. Desta forma as medidas não-estruturais como a educação ambiental pode ser bastante eficaz para evitar que as áreas com potencias de risco evoluam para um grau de risco maior.



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

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, 2016.

BANDEIRA, A, P, N. **Mapa de Risco de Erosão e Escorregamento das Encostas com Ocupações Desordenadas no Município de Camaragibe-PE.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFPE: 2003.

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.

BRITO, D. S; SILVA, F. M. A. . Análise das distribuições pluviométricas municipais triângulo no Crajubar-CE (1985-2015). In: XII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2016, Goiânia. Variabilidade e susceptibilidade climática: implicações ecossistêmicas e sociais, 2016. v. 12. p. 1003-1011

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

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico municipal 2011 Barbalha.** Disponível em: http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2011/Barbalha.pdf. Acessado em: 05 de maio de 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **IBGECidades@:** Barbalha, CE. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acessado em: 01 de outubro de 2016.

IBGE, **Censo Demográfico 2010,** Ceará. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.phpdados=29&uf=23/>. Acesso em dezembro. 2016.

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.

MASCARENHA, M. M. A; MAHLER, C. F; LAFAYETTE, K. P V; NACINOVIC, M. G. G.; BANDEIRA, A. P. N; ALMEIDA, J. G. R. Erosão. In: Camapum de Carvalho, José; Gitirana Junior, Gilson de Farias Neves; Machado, Sandro Lemos; Mascarenha, Márcia Maria dos Anjos; Silva Filho, Francisco Chagas da.. (Org.). **Solos não saturados no contexto geotécnico.** 1ª.ed. São Paulo: ABMS, 2015, v. , p. 581-609. Disponível

em: http://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/livros/Solos_nao_saturados_no_contexto_geotecnico_2015.pdf. Acesso em dezembro de 2016.

MOURA-FÉ, M. M. **Evolução Geomorfológica da Ibiapaba Setentrional, Ceará: gênese, modelagem e conservação.** (Tese de Doutorado em Geografia) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 308p.

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

MENDES, R. M; FILHO, M. V; BERTOLDO, M. A.; SILVA, M. F. **Estudo de limiares críticos de chuva deflagradores de deslizamento no município de São Jose dos Campos - SP.** Territorium (Coimbra), 2015. Disponível em: http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T22_Artg/T22_Artg08.pdf. Acesso em dezembro de 2016

TOMINAGA, L. K. Desastres naturais: por que ocorrem? In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres naturais: conhecer para prevenir.** São Paulo: Instituto Geológico, 2009. cap 1, p. 11-24.