



# ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RISCO GEOMORFOLÓGICO: CASO DO BAIRRO BELA VISTA (BARBALHA, CEARÁ)

---

Francisco Marciano de Alencar Silva  
*Universidade Federal do Cariri*

Ana Patrícia Nunes Bandeira  
*Universidade Federal do Cariri*

Simone Cardoso Ribeiro  
*Universidade Regional do Cariri*

Marcelo Martins de Moura-Fé  
*Universidade Regional do Cariri*

Denise da Silva Brito  
*Universidade Estadual do Ceará*

## Resumo

O município de Barbalha, localizado no sul do estado do Ceará, apresenta áreas suscetíveis a riscos geomorfológicos, como foi analisado no mapeamento das áreas de risco elaborado no bairro Bela Vista. Esse mapeamento adotou os procedimentos metodológicos do Instituto de pesquisas tecnológicas- IPT, recomendado pelo Ministério das Cidades, utilizando a base cartográfica elaborada pelo PROURB - cidades do Ceará, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Barbalha (2015), escala 1:10.000, Datum SAD 69 re-projetada para SIRGAS 2000 no software *Arcgis* 9.3. No bairro Bela Vista foram mapeados dois setores de risco denominados “setor 10”, com risco muito alto e “setor 11”, com risco médio. Ambos apresentam processos atuantes como sulcos, ravinas profundas e deslizamentos planares de pequena escala em diversos pontos do talude, agravados pela falta de manejo adequado por parte dos moradores. A partir dos resultados alcançados, entende-se que o mapeamento de áreas de risco geomorfológico possa contribuir para um planejamento ambiental e prevenção de desastres no município.

**Palavras-chave:** Geomorfologia Ambiental. Mapeamento Geomorfológico. Desenvolvimento Regional Sustentável. Região Metropolitana do Cariri (RMC).

## ZONING OF AREAS OF GEOMORPHOLOGICAL RISK: CASE OF BELA VISTA NEIGHBORHOOD (BARBALHA-CEARÁ)

---

### Abstract

The municipality of Barbalha, located in the south of state of Ceará, presents areas susceptible to geomorphological risks, as was analyzed in the mapping of risks areas elaborated in the Bela Vista neighborhood. This mapping adopted the methodological procedures of the Institute of Technological Research – ITR, recommended by the Government of Cities, application the cartographic base elaborated by PROURB - city of Ceará, available by the City hall of Barbalha (2015), scale 1: 10,000, Datum SAD 69 re-designed for SIRGAS 2000 in Arcgis 9.3 software. In the Bela Vista neighborhood, two risks sectors denominated "sector 10", with high risk and "sector 11" were mapped, with medium risk. Both present processes active as furrows, profound ravines and small-scale planar landslides in several points of the embankment, aggravated by the absence of adequate management by the residents. From the results achieved, it is understood the mapping of areas of geomorphological risk can contribute to environmental planning and disaster prevention in the municipality.

**Keywords:** Environmental Geomorphology. Geomorphological Mapping. Sustainable Regional Development. The Cariri Metropolitan Region (RMC).

### INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e o crescimento desordenado das cidades em áreas impróprias à ocupação, em consonância com características geoambientais desfavoráveis, tem influenciado diretamente nos desastres naturais em diversas regiões do Brasil. Atividades humanas como cortes das encostas, desmatamento, alteração nas drenagens, lançamento inadequado de resíduos sólidos, lançamento de águas servidas e construção de residências sem infraestrutura correta, intensificam os riscos geomorfológicos. Esse fato justifica a necessidade de implantação de políticas públicas (municipais, estaduais e/ou federais) específicas para a gestão de risco geomorfológico (SILVA, 2017).

As consequências provocadas pela ocupação em áreas impróprias têm demonstrado a necessidade de se elaborar e efetivar políticas públicas voltadas para o ordenamento urbano. Desta forma, em 2001 foi aprovada a Lei Federal de nº 10.257 (BRASIL, 2001) do Estatuto da Cidade, que regulamenta o capítulo "Política Urbana" da Constituição Federal (BRASIL, 1988), tendo como princípios básicos o planejamento participativo e a função social da propriedade. Por sua vez, sua finalidade é organizar o processo de expansão urbana por meio de uma política de desenvolvimento urbano, garantindo assim, o bem estar dos habitantes (BRASIL, 2001).

O Estatuto da Cidade estabelece normas para as cidades com mais de vinte mil habitantes, onde é obrigatória, por exemplo, a elaboração e aprovação de Plano Diretor que sirva como instrumento político de desenvolvimento e expansão urbana, ou seja, definindo o uso e ocupação do solo e o destino das áreas para urbanização controlada, que garanta, dentre outras coisas, a segurança dos taludes, vales e topos e, por conseguinte, impeça a sua ocupação por moradias em situação de risco.

Ainda no âmbito federal, no intuito de prever problemas como esses, o Governo Federal publicou a Medida Provisória nº 547, de 11 de outubro de 2011, que alterou o Estatuto das Cidades, a Lei de Parcelamento do Solo e a Lei do Parlamento Nacional de Defesa Civil-SINDEC (BRASIL, 2011). Com a nova Legislação o Governo Federal instituiu o Cadastro Nacional de Municípios com áreas propícias à ocorrência de escorregamentos de grande impactos ou processos geológicos correlatos. Essa medida adotada pela Casa Civil é importante na prevenção dos riscos naturais, por meio de elaboração de cartas geotécnicas de aptidão a urbanização e mapeamento das áreas suscetíveis a deslizamentos de grande impacto.

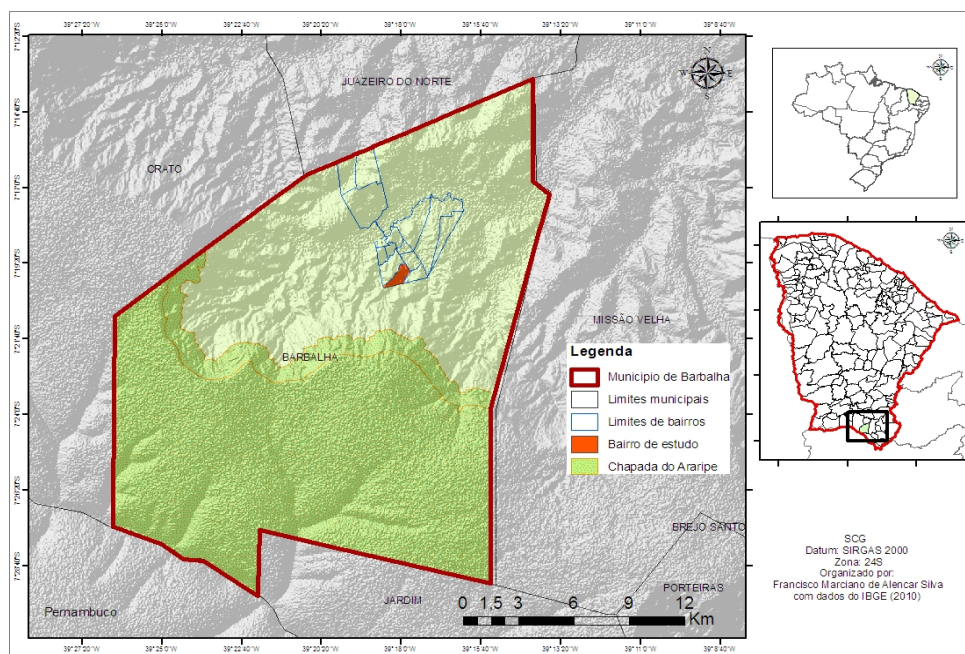
Nesse contexto de contínua regulação pelo Poder Público, o município de Barbalha, localizado no sul do estado do Ceará (**Figura 1**) e integrando a Região Metropolitana do Cariri-RMC (CEARÁ, 2009) com uma população de aproximadamente 55.323 habitantes, em que pese situar-se no contexto semiárido do Nordeste brasileiro, apresenta condições subúmidas. Tais condições são decorrentes da conjugação entre a orografia do relevo da chapada do Araripe, do substrato geológico da bacia sedimentar do Araripe e das condições climáticas regionais.

De maneira geral, Barbalha apresenta um relevo bastante heterogêneo, repleto de feições geomorfológicas de diversas altimetrias e declividades, embutidas no elemento geomorfológico mais significativo, a chapada do Araripe, uma forma tabular esculpida em rochas sedimentares de idade mesozoica, com altimetria máxima em torno de 900 metros.

O crescimento urbano mais representativo do município se deu somente na segunda metade do século XX, sob influência da implantação industrial. Por exemplo, na década de 1960, a Cerâmica do Cariri S/A, implantada às margens da CE-293, impulsionou a formação do bairro Buriti, os conjuntos habitacionais Malvinas, Vila Santa Teresinha e Vila São José. Em 1982, nas proximidades da indústria de cimento Portland o governo municipal implanta o loteamento privado Bela Vista, no eixo sul de expansão da cidade (ARAÚJO, 2013).

Em 2000 foi elaborado o plano diretor da cidade, que encontra-se desatualizado, ao passo que percebe-se a inadequação do plano para, por exemplo, contemplar o processo de expansão do município na direção das encostas da chapada do Araripe e das condições de instabilidade dos taludes, ilustrando a necessidade de implantação de políticas públicas de gerenciamento de risco e de políticas de habitação neste município.

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo



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

Para controle da ocupação de áreas instáveis é necessário conhecer as condições geoambientais, assim como as condições geológico-geotécnicas, caracterizar os parâmetros envolvidos para obtenção de informações de suscetibilidade e vulnerabilidade do meio e representar tais informações de forma cartográfica. Assim, o arranjo das informações de suscetibilidade agregado à vulnerabilidade mensura o risco. Com a exigência dos seus Planos Diretores, alguns municípios que convivem com os riscos geomorfológicos têm tido a necessidade de avaliar seu potencial, sendo importante uma gestão voltada para a redução dos desastres.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo apresentar o zoneamento das áreas de risco geomorfológico do bairro Bela Vista, pertencente ao município de Barbalha-CE.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do mapeamento das áreas de risco geomorfológico adotou-se os procedimentos da metodologia do Instituto de pesquisas tecnológicas- IPT, recomendada pelo Ministério das Cidades, 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 reordenamento 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 com equidistância de 5

(cinco) metros; e a partir de imagens de satélites do Google (2016) 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 identificado foi atribuído um grau de determinação, com escala que varia de 1 a 4 graus (ou níveis) de probabilidade de ocorrência dos riscos geomorfológicos, com base nas informações geológico-geotécnicas definidas pelo Ministério das Cidades, apresentadas no **Quadro 1**.

**Quadro 1:** Definição dos níveis de riscos

<b>R1</b>	<b>Risco baixo</b>	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.
<b>R2</b>	<b>Risco médio</b>	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).
<b>(R3)</b>	<b>Risco alto</b>	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.
<b>(R4)</b>	<b>Risco muito alto</b>	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.)

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2007)

De posse das informações coletadas no campo, a etapa final do mapeamento tratou do zoneamento das áreas de risco em meio digital. Para a elaboração do

Mapa de Risco Geomorfológico do município de Barbalha, sendo apresentado aqui o estudo de caso do bairro Bela Vista, foi utilizada a base cartográfica elaborada pelo PROURB - cidades do Ceará, 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.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Conceituações e definições de termos

O termo “zoneamento” significa a divisão do solo em áreas ou domínios homogêneos, sendo que sua classificação pode se dar de acordo com graus de suscetibilidade, perigo ou risco de deslizamentos e erosões reais ou potenciais, ou ainda de acordo com a aplicabilidade de regulamentações ligadas ao perigo (SANTOS, 2014).

Por sua vez, 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, rolamentos, queda de blocos rochosos e as inundações (OLIVEIRA *et al*, 2012).

Diante da diversidade teórico-conceitual, não somente do termo “risco”, mas 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 zoneamentos de deslizamentos e gerenciamentos de risco (MACEDO e BRESSANI, 2013). As definições para os termos utilizados pelo JTC1 estão descritos no **Quadro 2**.

O termo “risco geomorfológico” é comumente empregado como sinônimo de risco geológico, mas para Cerri (1999), 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.

O gerenciamento de áreas de risco é um processo de tomada de decisões, que envolve a definição das necessidades, o reconhecimento das opções aceitáveis e a escolha das estratégias apropriadas para sua redução (BANDEIRA; COUTINHO, 2015). Dentro deste contexto tem-se os mapeamentos das áreas de risco, que fornecem importantes contribuições para a melhoria da gestão dos riscos, desde que considerem em seu escopo, por exemplo, as condições geoambientais da área a ser mapeada.



**Quadro 2:** Definições para zoneamento de deslizamentos e gerenciamentos de risco

TERMOS	DEFINIÇÕES
Evento	Fenômeno com características, dimensões e localização geográfica registrada no tempo, sem causar danos econômicos e / ou social.
Perigo (HAZARD)	Condições ou fenômeno com potencial para causar uma consequência indesejável (num intervalo de tempo). A descrição de perigo de deslizamento deve incluir o local, volume (ou área), tipo e velocidade do deslizamento potencial ou qualquer material desprendido resultante, e a probabilidade da sua ocorrência dentro de um dado período de tempo.
Vulnerabilidade	Grau de perda para um dado elemento ou grupo de elementos dentro da área afetada pelo deslizamento e erosão. É expressa numa escala de zero (sem perda) até 1,0 (perda total).
Suscetibilidade	Indica a potencialidade de ocorrência de processos naturais e induzidos em uma dada área, expressando-se segundo classes de probabilidade de ocorrência.
Risco	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.
Área de risco	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 materiais e patrimoniais. Normalmente, no contexto das cidades brasileiras, essas áreas correspondem a núcleos habitacionais de baixa renda (assentamentos precários).

Fonte: Adaptado de Macedo e Bressani (2013)

### Aspectos Geoambientais de Barbalha

Sobre os aspectos geoambientais do município de Barbalha destacam-se os seguintes elementos: a geologia que se caracteriza pela bacia sedimentar do Araripe, onde são delimitadas 8 (oito) formações litoestratigráficas, as formações Cariri, Mauriti, Brejo Santo, Missão Velha, Rio da Batateira, Santana, Arajara e Exu, além da ampla ocorrência de depósitos de tálus (ASSINE 2007) nas encostas da chapada do Araripe. Já no tocante a geomorfologia, a principal feição

geomorfológica é a Chapada do Araripe, possui características morfológicas de relevo típico de área sedimentar do tipo chapada, com topo plano e limitado por escarpas íngremes, onde seu caimento topográfico configura o Vale do Cariri.

Sobre os aspectos pedológicos tem-se a formação de solos bem desenvolvidos, como o latossolo e o argissolo, e solos pouco desenvolvidos como os neossolos. Adotando como referência o mapeamento de solos realizado pela Funceme (2012) para a Mesorregião Sul Cearense, podemos destacar na área de estudo os latossolos amarelos distróficos, argissolos vermelhos-amarelos, neossolos litólicos distróficos típicos, neossolos litólicos eutróficos distrófico, neossolos quartzarênicos distróficos e neossolos flúvicos eutróficos.

Os solos apresentados, vale frisar, de maneira geral, estão recobertos por um conjunto vegetal bastante heterogêneo. Segundo a Funceme (2006), Fernandes (2006) e Mendonça (2001) podem ser encontradas as seguintes fisionomias vegetais: Cerrado/Cerradão, Carrasco (no topo da chapada do Araripe), Mata úmida (margeando a encosta da chapada), Mata seca (na baixa encosta), Mata ciliar, Caatinga Arbóreo-arbustiva e Caatinga Arbustiva-arbórea.

Os aspectos climáticos na região compreendem um parâmetro relevante para o município, pois, diferente de outras regiões do estado do Ceará, o município de Barbalha apresenta peculiaridade no tocante aos níveis pluviométricos, apresentando boas médias anuais, já que a chuva é um dos fatores agravantes das áreas de risco. Predomina localmente um clima Tropical Quente Semiárido Brando, com uma precipitação pluviométrica de 1.095 mm anuais (MONT'ALVERNE, 1996).

Segundo estudo feito a partir de dados de precipitação das séries históricas contidos no *site* da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Funceme, do período de 1985 a 2015, as chuvas na região concentra-se entre os meses de janeiro a março, e tendo como trimestre mais seco os meses de julho a setembro (BRITO e SILVA, 2016). Em uma análise mais antiga das séries históricas da FUNCEME, de 1978 a 2008, a distribuição de chuvas na região de Barbalha já tinha uma concentração bastante significativa, como mostra o mapa de precipitação média na **Figura 2**.

Sobre a temperatura, conforme FUNCEME (2006), há uma variação térmica de temperatura baixa apresentando valores médios anuais que oscilam de 23º a 27º C. Vale salientar também que os meses de maio a agosto apresentam quedas com médias variando de 21º a 25ºC.

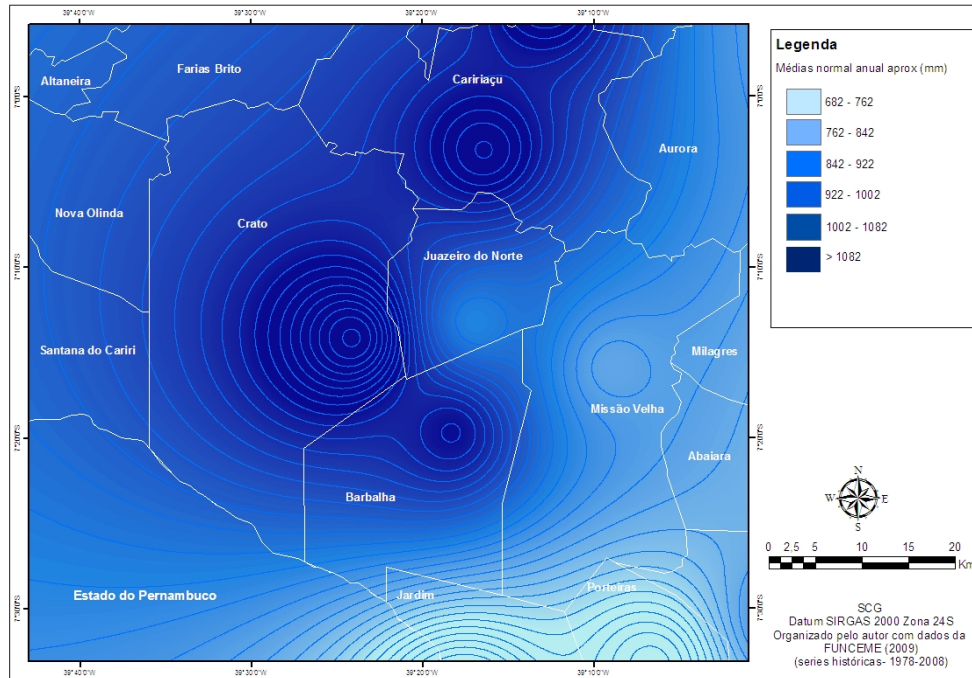
### **O Bairro Bela Vista**

O município de Barbalha possui uma área de 451,9 km<sup>2</sup> e 3 distritos: Caldas, Arajara e Estrela, além da sede municipal, dotada de 15 bairros, dentre eles, o bairro Bela Vista, o quinto bairro mais populoso da cidade com uma população residente de 2.824 pessoas, ou seja, 5,8% da população total do município (IBGE, 2010). Em uma caracterização geral é possível observar um modo de ocupação parcialmente planejada e, em alguns pontos, de forma espontânea. O estágio de ocupação é parcialmente consolidado, pois ainda existem algumas áreas possíveis



de ser ocupadas. O padrão das edificações em sua totalidade é de alvenaria que variam de pequeno a médio porte (**Figura 3**).

**Figura 1** - Mapa de precipitação da média anual normal (Aproximada)



**Fonte:** Organizado pelos autores com dados do IBGE (2010)

**Figura 3:** Padrão das edificações nas proximidades do talude de corte



**Fonte:** Silva (2017). Foto: agosto de 2016

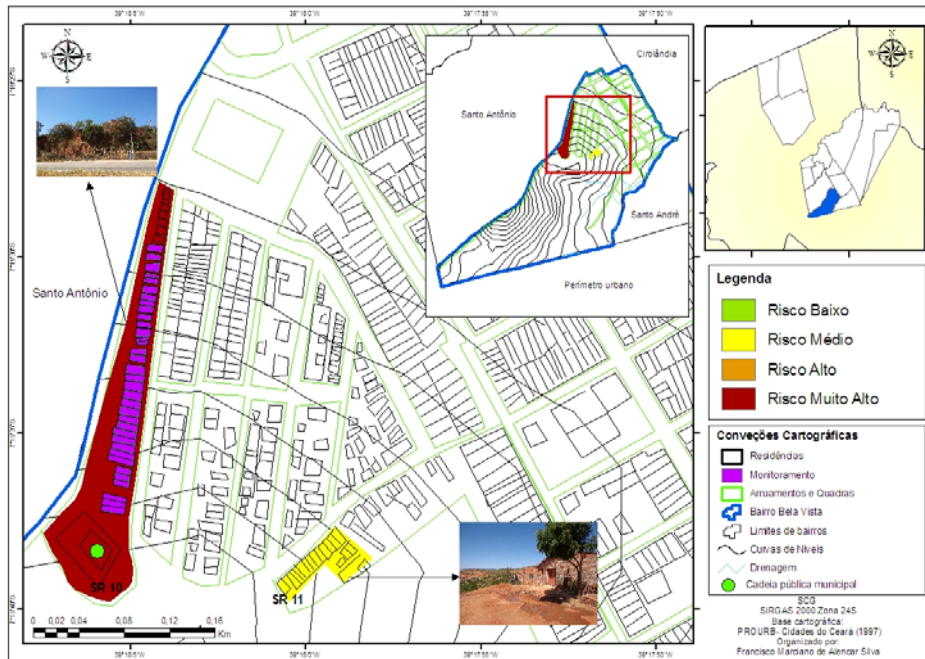
O bairro está localizado sobre as litologias da formação Rio Batateira, modeladas em um relevo colinoso, com predominância de rede fluvial esparsa e retilínea. A vegetação dos taludes é marcada por arbustos e árvores de pequeno porte, desenvolvida sobre solos constituídos por texturas areníticas, com presença de Laterita, que favorece a resistência do solo e o deixa menos impermeável.

Estudos geotécnicos realizados por Bandeira *et al.* (2017) em amostras coletadas de uma encosta de grau de risco muito alto, identificaram amostras constituídas por grãos de predominância fina, com (71% passando na peneira 0,075mm), sendo 31% de argila, 22% de silte e 43% de areia fina, sendo classificado como silte de baixa compressibilidade, que, de acordo com Llopis Trillo (1999), tem alto potencial de erodibilidade.

Este fato é reforçado pelas condições observadas em campo, onde foram identificadas evidências de erosão e deslizamentos de pequena escala, do tipo planar. Nos estudos de Bandeira *et al.* (2017) também foram encontrados os fatores de erodibilidade em amostras na umidade natural e em amostras previamente inundadas, sendo eles classificados como de elevado potencial de erodibilidade ( $K > 0,1 \text{ g/cm}^2/\text{min}/\text{Pa}$ ), segundo o critério de Bastos (1999). Ensaio edométrico simples, para avaliação dos potenciais de colapso, sob tensões de inundações de 50 e 100 kPa, realizados em amostras indeformadas permitem classificar o solo como colapsível ( $PC > 2\%$ ), segundo Vargas (1978), mostrando que o solo apresenta uma estrutura porosa, que facilita a infiltração, perdendo resistência em contato com a água. Todos esses fatores contribuem para a elevação do grau de risco da área de estudo.

Diante das condições geoambientais e da relação dos moradores com o uso da terra no bairro pode-se mapear dois setores de risco, que somam uma área total de 1.568 m<sup>2</sup>, como mostra a **Figura 4** e a **Tabela 1**.

**Figura 4 -** Mapa dos setores de risco geomorfológico do bairro Bela Vista



Fonte: Silva (2017)

**Tabela 1 –** Síntese dos setores de risco do bairro Bela Vista

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 Destruidas	Nº de casas Removidas
SR 10	R4	44	35	-	05	-
SR 11	R2	19	-	-	-	-

Fonte: Silva, 2017

**Zonas de risco do Bairro Bela Vista**

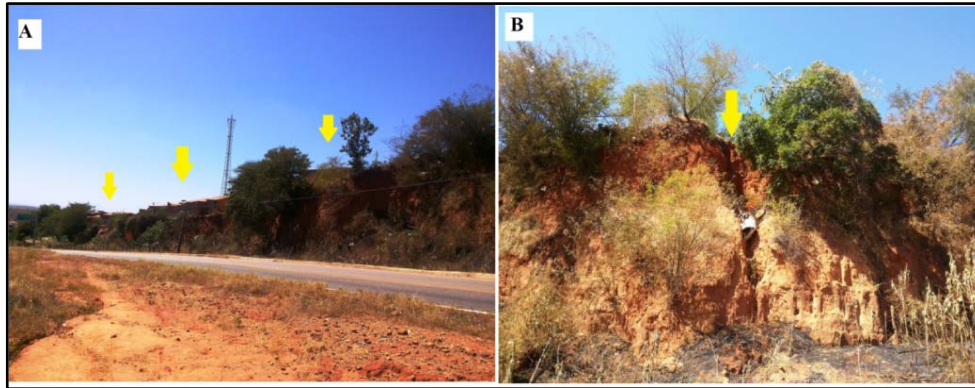
O primeiro setor, “Setor de risco 10”, está inserido parcialmente em um conjunto popularmente conhecido como conjunto Nassau. Este setor apresenta uma área em torno de 1.357 m<sup>2</sup>, com taludes em torno de 10 metros de altura e declividade maior que 75%. Segundo moradores mais antigos do bairro, a ocupação desordenada ocorreu após um corte na encosta para abertura de uma estrada, onde famílias se apropriaram e ocuparam inadequadamente todo o talude de corte, tornando-se muito vulneráveis aos processos geomorfológicos que, associados a eventos pluviométricos intensos, podem trazer prejuízo econômico e até perda de vidas.

Nesse contexto, Reckziegel *et al.* (2005) ressaltam que os cortes realizados para construção de moradias ou estradas em terrenos com declividade acentuada são obras que provocam alterações na forma original do terreno, sendo sujeitas à erosão pela ação das águas pluviais e também de movimento de massa devido à ruptura abrupta da forma original do terreno. Diante desses fatores foram



identificados alguns processos atuantes como sulcos, ravinas profundas e deslizamentos planares de pequena escala em diversos pontos do talude, agravados pela falta de manejo adequado por parte dos moradores (**Figuras 5B e 6**).

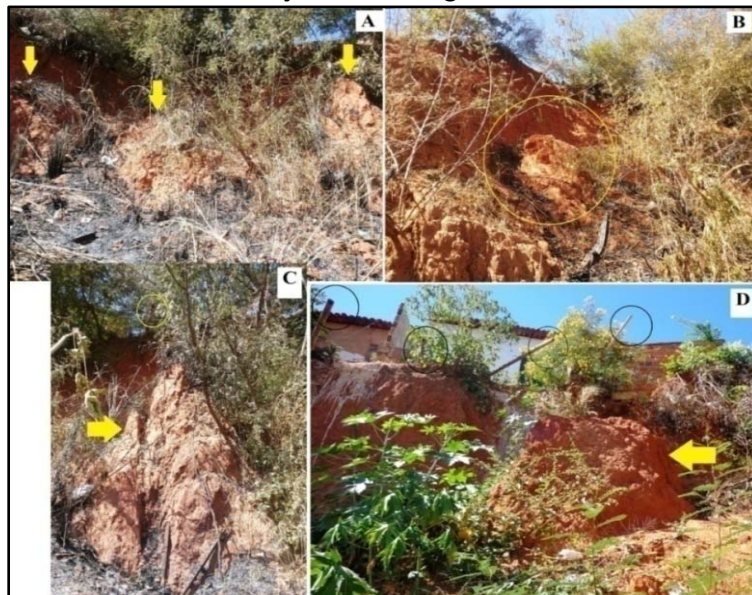
**Figura 5:** (A) Vista parcial do talude de corte com ocupação desordenada (B) Sulcos e ravinamento severo ao longo do talude de corte



**Fonte:** Silva (2017) Foto: agosto de 2016

Conforme visto na **Figura 5A**, a ocupação por residências ao longo de toda borda do talude agrava e compromete ainda mais a estabilidade do setor, o que, somado ao lançamento de lixo e entulho exerce indiretamente um sobrepeso sobre o talude. De acordo com os moradores, neste ponto específico do bairro não há coleta de lixo, assim os moradores acabam jogando lixo em áreas inadequadas contribuindo para a proliferação de doenças.

**Figura 6:** (A e B) Série de deslizamentos de pequena escala do tipo planar ao longo do talude de corte. (C e D) deslizamentos de pequena escala do tipo planar possivelmente associados ao lançamento de águas servidas sobre a encosta

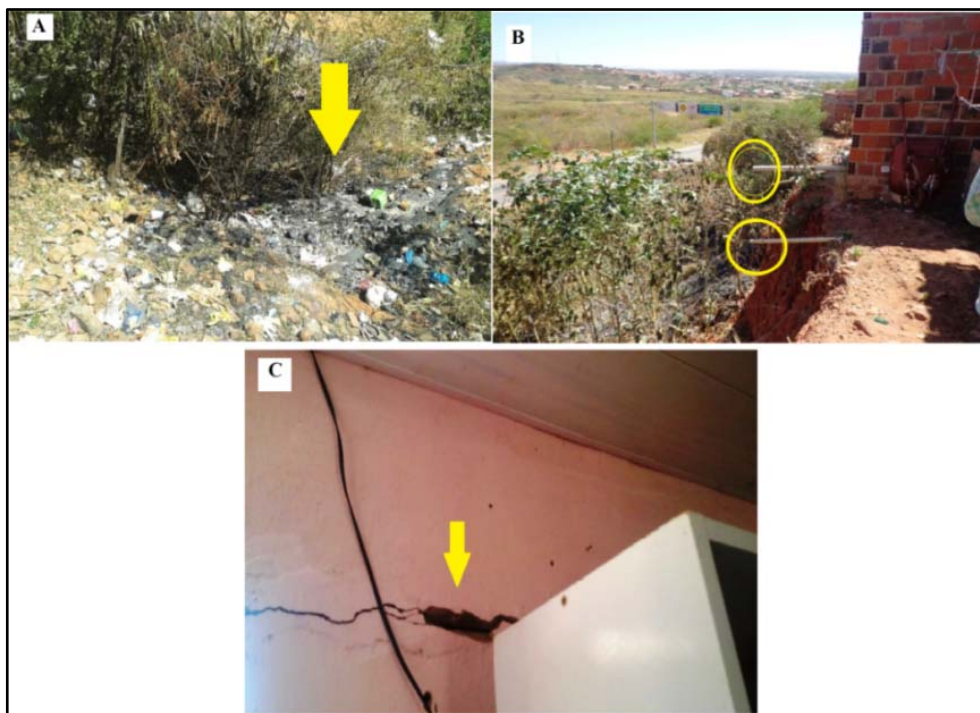


**Fonte:** Silva (2017). Foto: agosto de 2016

Outro fator agravante é a falta de saneamento, onde os moradores acabam lançando águas servidas ao longo da borda do talude que, ao se infiltrar, pode acarretar movimentos de massa (**Figura 7A e 7B**). Com a alta declividade e o avanço da erosão na borda do talude, quase não tem vegetação nesses pontos, apenas uma vegetação rala e arbustiva deixando o solo quase totalmente exposto a fatores exógenos.

Com relação às causas da instabilidade, Macedo e Santoro (2001) *apud* Reckziegel (2012) salientam que o grande causador principalmente dos deslizamentos é a ocupação desordenada, pois quando a população constrói, realiza cortes e aterros, desmatamentos, despeja água utilizada no solo, joga lixo e entulhos nas encostas e cultivam plantas impróprias nos taludes, como bananeiras. Desta forma todas essas alterações potencializam a ocorrências de movimentos de massa e intensifica o avanço dos processos erosivos.

**Figura 7:** (A) Talude parcialmente recoberto por lixo e entulho (B) Tubo de águas servidas lançadas sobre o talude com pouca vegetação (C) Fenda profunda nas edificações



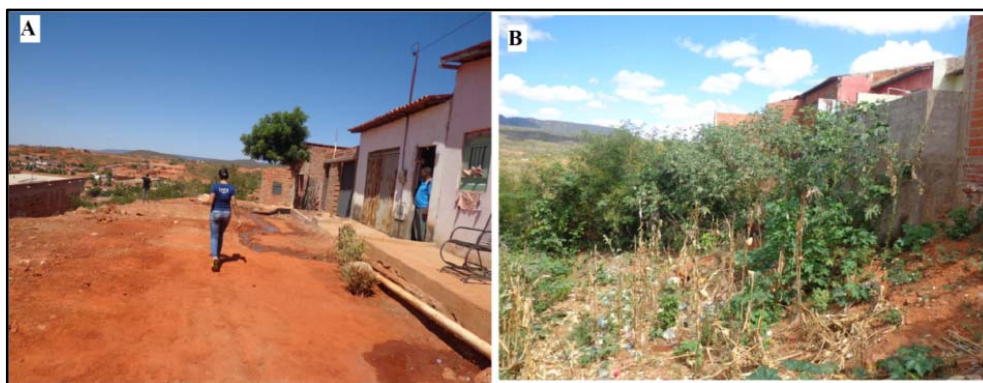
**Fonte:** Silva (2017) Foto: agosto de 2016

Segundo informações dos moradores, quase todos os anos durante a quadra chuvosa há recorrências de processos erosivos significativos, o último foi em 2015, com a queda parcial de muros. Em algumas residências foi possível identificar fendas nas paredes, no entanto, suas causas devem ser minuciosamente pesquisadas, pois essas evidências podem estar associados à má execução da construção ou a instabilidade do terreno (**Figura 7C**). Neste setor de

risco encontram-se vulneráveis um total de 44 residências, sendo que 35 estão ameaçadas e necessitam de monitoramento constante. Desta forma, avaliando a área este setor se enquadra em uma classificação de risco muito alto (**R4**).

O segundo setor de risco do bairro Bela Vista, denominado de “Setor de Risco 11”, apresenta área de aproximadamente 211 m<sup>2</sup>, com taludes em torno de 3 (três) metros de altura e declividades em torno de 8 a 20%. Parte deste setor é formada por aterros onde recebe sobrecarga das residências, potencializando riscos futuros (**Figura 8A**) e, dentre os processos atuantes, foram identificados erosões superficiais por sulcos, mas com potencial de evolução para o estágio de ravinamento. Uma das causas que pode agravar este setor é a ocupação de toda a borda do talude por residências de pequeno e médio porte, o que interfere na microdrenagem da encosta, tornando-a insuficiente (**Figura 8B**).

**Figura 8:** (A) área construída sobre aterro (B) vista parcial da borda do talude ocupada



Fonte: Silva (2017) Foto: agosto de 2016

A maioria das fossas são drenantes e estão construídas nos quintais das casas, nas proximidades da crista do talude. O saneamento é precário, não apenas no setor, mas em todo o bairro, assim os moradores acabam lançando os resíduos sólidos, entulho e águas servidas a céu aberto em direção ao talude, onde a água infiltrada e o peso do lixo influenciam na desestabilização deste setor (**Figura 9**).

Neste setor é importante frisar que estão vulneráveis 19 edificações e e que precisam de monitoramento. Diante das características atuais, o setor pode ser classificado como risco médio (**R2**), porém, apresenta um grande potencial de evolução de grau de risco caso algumas práticas que agravam a instabilidade se intensifiquem.

## CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou o mapeamento das áreas de risco geomorfológico no bairro Bela Vista no município de Barbalha Ceará. Destaca-se que o adensamento populacional e a expansão urbana da cidade,



contextos socioambientais nos quais o bairro está inserido, evidenciou-se uma falta de planejamento de uso e ocupação do solo, principalmente em áreas impróprias como encostas com declividade bastante acentuada. No município não há uma política local que trate de prevenir, reduzir e orientar a população a respeito de riscos geomorfológicos.

**Figura 9:** (A) Fossa construída sobre a crista do talude (B) Lixo lançado sobre a crista do talude (C) Entulho lançado sobre o talude (D) tubulação de água servida Lançadas em direção ao talude.



Fonte: Silva (2017) Foto: agosto de 2016

Os setores de risco mapeados tem como causas e agravantes a instabilidade dos taludes, a declividade e altura, que são intensificados pelos agentes deflagradores como: lançamento em superfície de águas servidas e instalação de fossas drenantes; lançamento inadequado de resíduos sólidos e entulhos no talude; ausência de canaletas de drenagem; calhas e telhados direcionados para a encosta; residências de portes variados que exercem sobrepeso na crista dos taludes; retirada de material da base dos taludes para construção; cultivo de espécies que favorecem a instabilidade do talude, como bananeiras, por exemplo; retirada de vegetação que recobre os taludes deixando o solo exposto a agentes externos entre outro.

Face ao exposto fica evidente a importância do mapa de risco geomorfológico e também de políticas públicas voltada para reordenamento urbano, que realize ações preventivas por meio de ações estruturais (obras de contenção) e não-estruturais (educação ambiental/plano de prevenção) a fim de evitar o crescimento desordenado e ocupação de áreas impróprias do município.

## AGRADECIMENTOS

O autor principal do artigo agradece ao programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável – PRODER pelo apoio; à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa concedida para a realização da pesquisa de mestrado, da qual derivou este trabalho; e à Prefeitura Municipal de Barbalha-CE pelas informações prestadas.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. S. **Análise histórica do processo de expansão urbana das cidades de Barbalha, Crato e Juazeiro do Norte.** (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional Sustentável, UFC – *campus* Cariri, 2013.

ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 371-389, maio/nov 2007.

BANDEIRA, Ana Patrícia Nunes; COUTINHO, Roberto Quental. **Critical Rainfall Parameters: Proposed Landslide Warning System for the Metropolitan Region of Recife, PE, Brazil.** *Soils & Rocks*, v. 38, p. 1, 2015.

BRASIL. Casa Civil. Medida Provisória N.º 547, DE 2011. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=FF0C81952B838925C2A6B51016C897A1.node1?codteor=934479&filename=Avulso+MPV+547/2011](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=FF0C81952B838925C2A6B51016C897A1.node1?codteor=934479&filename=Avulso+MPV+547/2011). Acesso em janeiro de 2019.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília: Editora Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. Lei Federal do Estatuto da Cidade. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm). Acesso em: Janeiro de 2017.

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.

CEARÁ. Casa Civil. **Lei Complementar nº 78, de 26 de junho de 2009.** Dispõe sobre a criação da Região Metropolitana do Cariri, cria o Conselho de desenvolvimento e Integração e o fundo de Desenvolvimento e integração da Região Metropolitana do Cariri – FDMC, altera a composição de Microrregiões do Estado do Ceará e dá outras providências. Fortaleza: DOE publicado em 03 de julho de 2009. Série 3, Ano I, n. 121. Caderno 1/2.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira - Províncias florísticas.** 2a parte. 3. ed. Fortaleza: Realce editora e indústria gráfica, 2006.

FUNCEME. **Zoneamento geoambiental do Estado do Ceará.** Parte II –Mesorregião do Sul cearense. Fortaleza, 2006. 132p.

LIMA, F. G. **Evolução Geomorfológica e Reconstrução Paleoambiental do Setor Subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos colúviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará** (Tese de

doutorado em Geografia). Recife: Universidade Federal do Pernambuco-UFPE, 2015.

LIMA, F. J.; LIMA, G. G; CORREA, A. C. B.; MARÇAL, M. S. Mapeamento geomorfológico em escala de semi-detalhe e a flexibilização de manuais de mapeamento: breves considerações a partir de um estudo de caso - setor sub-úmido do planalto sedimentar do Araripe/ce/Brasil. **Ensaio de Geografia**, v. 3, p. 61-78, 2014.

LLOPIS TRILHO, G. **Control de la Erosión y Obras de Desague**. Manual de Estabilización y Revegetación de Taludes. Entorno Grafico S. L., Madri. 1999. Disponível em: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR06757.pdf>. Acesso em: Julho de 2016.

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

MENDONÇA, L. A. R. **Recursos Hídricos da Chapada do Araripe**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará/Centro de Tecnologia, 2001(Tese de doutorado em Engenharia Civil- Recursos Hídricos)

PREFEITURA MUNICIPAL DE BARBALHA. **Base cartográfica PROURB: Cidades do Ceará (1997)**. Secretaria Municipal de Infraestrutura. Barbalha- CE, 2015.

RECKZIEGEL, B. W. et al. Mapeamento de áreas de risco geomorfológico nas bacias hidrográficas dos Arroios Cancela e Sanga do Hospital, Santa Maria-RS. **GEOGRAFIA Revista do Departamento de Geociências**, v. 14, n. 1, jan./jun. 2005. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6744/6085>. Acesso em Janeiro de 2017.

RECKZIEGEL, E.W. **Identificação e Mapeamento das Áreas com Perigo de Movimento de Massa no Município de Porto Alegre, RS**. (Dissertação de Mestrado) programa de Pós-Graduação em Geografia/ UFRS, 2012, p. 90.

SANTOS, A, R. **Manual básico para a laboração e para o uso da carta Geotécnica**. São Paulo: Ed. Rudder, 2014.

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.