



Revista Brasileira de Geografia Física



Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Riscos Geomorfológicos no Município de Caicó (RN)

Andréa Dryelle dos Santos¹, Saulo Roberto de Oliveira Vital²

¹Bacharela em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Caicó; andrea.dryelle@gmail.com. ²Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (GEOCERES/UFRN); srovital@gmail.com.

Artigo recebido em 19/04/2019 e aceito em 01/04/2020

RESUMO

Este estudo tem por objetivo apresentar uma proposta de mapeamento dos riscos geomorfológicos no município de Caicó, utilizando bases compostas por informações geomorfológicas (unidades geomorfológicas e declividade), cobertura da terra e dados censitários. Para a extração dos dados geomorfológicos, procurou-se seguir a metodologia de compartimentação geomorfológica do relevo em táxons, proposta por Ross (1992) e Brasil (2009), com adaptações para o ambiente semiárido. No tocante aos dados sociais, foi utilizada a base do Censo 2010. A partir da elaboração do mapa geomorfológico, constatou-se a predominância de zonas pedimentares, cujo nível de ondulação varia majoritariamente entre plano, suave-ondulado a moderadamente-ondulado. Através do mapa de cobertura da terra, foi possível verificar uma hegemonia da vegetação esparsa e do solo exposto nas zonas pedimentares, e a presença de vegetação densa em superfícies elevadas ou no contato com pequenos corpos hídricos. Com a análise dos mapas censitários, por sua vez, podemos estabelecer relações entre as variáveis físicas e humanas, para a determinação das zonas de vulnerabilidade socioambiental. Portanto, ressaltar que os dados aqui apresentados servirão de subsídio para o planejamento urbano e ambiental do município de Caicó.

Palavras-chaves: Mapeamento Geomorfológico. Riscos Geomorfológicos. Caicó-RN.

Geomorphological Risks in the Caicó (RN) Municipality

ABSTRACT

This study aims to present a proposal for mapping geomorphological risks in the municipality of Caicó, using bases composed of geomorphological information (geomorphological units and slope), land cover and census data. For the extraction of geomorphological data, we sought to follow the methodology of geomorphological compartmentation of the relief in taxa, proposed by Ross (1992) and Brasil (2009), with adaptations for the semiarid environment. With regard to social data, the 2010 censo was used. From the elaboration of the geomorphological map, the predominance of pedestrian zones was found, whose level of undulation varies mainly between plane, smooth-wavy to moderately-wavy. Through the land cover map, it was possible to verify a hegemony of sparse vegetation and exposed soil in pedestrian zones, and the presence of dense vegetation on elevated surfaces or in contact with small bodies of water. With the analysis of census maps, in turn, we can establish relationships between physical and human variables, for the determination of socio-environmental vulnerability zones. Therefore, it should be noted that the data presented here will serve as a subsidy for urban and environmental planning in the municipality of Caicó.

Keywords: Geomorphological Mapping. Geomorphological Risks. Caicó-RN.

Introdução

Desde os primórdios, o homem demonstrou interesse em compreender o lugar onde vivia, sendo, assim, a superfície da Terra, substrato da maioria das atividades humanas, por ser constituída de diferentes composições e variações que formam as paisagens tornou-se objeto de investigação.

Nesse sentido, a Geomorfologia constitui uma ciência bastante apropriada, uma vez que

analisa as formas do relevo, buscando a compreensão de sua origem e evolução, além de fornecer importantes subsídios para o planejamento ambiental, urbano e regional.

É nesse sentido que surge o papel social da Geomorfologia (Hétu, 2003), sobretudo através do viés dos riscos geomorfológicos. O referido termo, em algumas situações, também pode ser designado como risco geológico, a partir do qual

podem ter alguma confusão epistemológica. Pode-se dizer, portanto, que o risco geomorfológico, por ser proveniente de um sub-ramo da Geografia Física, a Geomorfologia, denota uma análise de abordagem geográfica, uma vez que não se preocupa apenas com os fatores ligados à mecânica dos solos ou da resistência de determinados materiais rochosos, mas, também, está voltado ao relevo enquanto elemento que influencia e é influenciado pelo homem. As relações que aí se desenvolvem são tão complexas quanto aquelas que se processam nas reações químicas e físicas do solo.

Nos últimos anos, o referido tema vem sendo trabalhado por diversos especialistas, sobretudo na Geografia. O principal tipo de abordagem tem se baseado em modelos matemáticos de cunho geomorfológico e hidrológico para simular situações específicas, tais como inundações e deslizamentos, ou até como amparo para criação de sistemas de alerta (Olivattil et al., 2016; Kunz et al., 2016). Em outras situações, são utilizadas técnicas de análise especial aliada a levantamentos de campo para o zoneamento de áreas de risco geomorfológico em grandes e médias cidades brasileiras (Vital et al., 2016; Silva et al., 2017; Silva et al., 2018; Ferrari et al., 2019). Outros, embora também se utilizem de ferramentas de análise espacial, dão maior ênfase a fatores sociais e históricos (Martín-Díaz et al., 2018; Bon et al., 2018; Luz et al., 2019). Alguns, trabalhando numa escala histórica bem mais ampla, onde se torna possível mapear cicatrizes de movimentos de massa através de datação radiométrica (Boon et al., 2015). Outras contribuições analisam o valor teórico-metodológico do termo (Silva et al., 2018b), o que se apresenta como de grande valia diante dos conflitos entre o uso dos termos riscos geomorfológicos e/ou geológico. Importantes contribuições também têm sido dadas no Ensino de Geografia, o que tem grande relevância, uma vez que a educação ambiental é fonte para a prevenção dos riscos (Afonso et al., 2019).

Nesse caso específico, o mapeamento geomorfológico desempenha um importante papel na compreensão da gênese das formas de relevo, servindo como ferramenta de suporte e eficiência em estudos que envolvem a ocupação do espaço geográfico.

No município de Caicó, assim como em todo o estado do Rio Grande do Norte, os estudos que envolvem essa temática são ausentes. Assim, com a expansão urbana das médias cidades brasileiras, a exemplo deste município, se faz necessária a criação de uma base cartográfica

geomorfológica, para a gestão e planejamento da ocupação. Sobretudo, nas médias cidades, onde as áreas de expansão ainda são grandes. Destarte, faz-se necessário não cometer os mesmos erros de planejamento das grandes cidades brasileiras.

De acordo com o IBGE, o referido município conta com uma população estimada em 67.554 habitantes, onde, 52,62% estão na linha de pobreza, sendo 45,5% no limite inferior (Brasil, 2010). Este quadro, acoplado às condições ambientais, sem sombra de dúvida, gera situações de vulnerabilidade socioambiental, o que reforçou a necessidade da realização deste estudo.

Partindo desta premissa, este estudo tem por objetivo apresentar uma proposta de mapeamento dos riscos geomorfológicos no município de Caicó, utilizando bases compostas por informações geomorfológicas (unidades geomorfológicas e declividade), cobertura da terra e dados censitários.

Metodologia

Aspectos teórico-metodológicos

Na Geomorfologia, o mapeamento é um importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, permitindo, assim, representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, além de considerar suas particularidades em interação com a paisagem (Cassetti, 2006).

Esse tipo de mapeamento deve fornecer elementos morfogenéticos, morfométricos, morfocronológicos e morfográficos, permitindo uma análise pormenorizada da origem, tamanho, cronologia e forma do relevo. Mediante a isso, a cartografia geomorfológica torna-se, muitas vezes, complexa, visto o grande volume de informações que devem ser representadas, o que constitui um desafio para o desenvolvimento da cartografia geomorfológica (Ross, 1990; Cassetti, 1995).

Uma das metodologias de mapeamento geomorfológico mais disseminada e aceita no âmbito da geomorfologia nacional é o modelo de compartimentação do relevo em táxons proposta por Ross (1992), baseado no conceito de morfoestrutura e morfoescultura advindo da escola russa. De acordo com essa metodologia, o principal objetivo é representar o relevo e seus aspectos fisionômicos, relacionando-os às informações da morfogênese. As formas são classificadas de acordo com o grau de detalhamento em que se analisa o relevo (Amaral; Ross, 2006).

Outra metodologia, que preserva mais os procedimentos do projeto RADAM Brasil, é a de

Brasil (2009), do IBGE. Diferentemente da metodologia de Ross (1992), ela dispõe de mais opções no tocante aos tipos de modelados, abordando, além de modelados de agradação e dissecação, os modelados de aplanamento e dissolução. Portanto, a metodologia do IBGE se torna mais eficiente para ambientes semiáridos, uma vez que permite a distinção de modelados de aplanamento, que são dominantes nesse ambiente.

Mesmo com esse leque de opções, ainda é um problema a padronização e normatização de regras para mapeamento geomorfológico no Brasil e no mundo. Isso dificulta, por exemplo, a utilização de diferentes bases dessa natureza, que são disponibilizadas por órgãos de gestão e universidades, para serem utilizadas em outros mapeamentos de maior detalhe. O IBGE tem realizado esforços nesse sentido (Botelho e Pelech, 2019). Esforços da UGB (União da Geomorfologia Brasileira), também tem sido feitos. Porém, esses empenhos precisam de mais adesão da comunidade acadêmica, além de carecerem de mais articulação.

No tocante ao uso de mapeamentos geomorfológicos para análise de riscos geomorfológicos, alguns esforços tem sido feito (Carneiro e Souza, 2003; Teixeira e Romão, 2009; Corrêa, 2011; Barbosa et al., 2019), porém, talvez seja o momento de empreender esforços na unificação dessas metodologias, para sedimentar métodos de cunho geográfico.

A geomorfologia é fundamental nos estudos dos riscos, pois quando as formas de relevo são ocupadas de forma desordenada, desenvolvem-se as circunstâncias que levam ao desastre (Oliveira, 2004). A noção de risco pode ser entendida quando existe a possibilidade de um determinado evento provocar perdas e danos para uma sociedade, seja no ponto de vista social, econômico e/ou ambiental.

De acordo com Cunha e Ramos (2013), os riscos geomorfológicos propriamente ditos, equacionam a probabilidade de ocorrência, no espaço e no tempo, de situações de instabilidade topográfica e geomorfológica na superfície terrestre e suas implicações na segurança de pessoas e bens. As manifestações desse tipo de risco afetam, geralmente, vias de comunicação e edifícios, o que acarreta elevados prejuízos materiais, podendo mesmo, em alguns casos extremos, causar a perda de vidas humanas.

De acordo com os autores anteriormente citados, dentre os tipos de riscos geomorfológicos, manifestam-se aqueles que são mais frequentes e causadores de maior número de danos nas

populações e bens a eles expostos, como os definidos a seguir:

- Desabamentos: que correspondem a processos gravíticos diretos com movimentações rápidas e bruscas de solo ou rocha, ao longo de uma superfície em que os movimentos tangenciais são nulos ou reduzidos;
- Deslizamentos: definem-se como a movimentação de um conjunto de materiais (solo ou rocha) ao longo de planos de ruptura ou de zonas relativamente estreitas, alvo de intensa deformação tangencial. Podendo ser divididos em deslizamentos rotacionais ou translacionais;
- Fluxos (escoadas) de lama ou de detritos: implicam o fluxo rápido e desordenado do manto de alteração ou de formações superficiais sobre a rocha subjacente, favorecido pela saturação hídrica; e Colapso de cavidades naturais, colapso de teto e/ou paredes de cavidades subterrâneas naturais, geralmente desencadeados por processos continuados de dissolução, precipitações, sismos ou ações antrópicas, onde as cavidades subterrâneas estão diretamente relacionadas à natureza do substrato geológico: rochas calcárias, ocorrência de evaporitos (gesso, sal-gema), em que as cavidades surgem por dissolução dessas rochas.

Podemos considerar, então, que os movimentos de massa estão no *hall* dos riscos geomorfológicos. Porém, não se pode excluir os diferentes tipos de erosão em áreas urbanas (Castro et al., 2002; Reckziegel et al., 2005) em ambiente urbano e os desastres de cunho hidrológico (enchentes, alagamentos e inundações), que também têm um cunho geomorfológico, porque não? A ocupação indevida de margens de rios, seja em seu leito menor, maior ou, até mesmo, excepcional, tem sido a principal causa de desastres no Brasil (Londe et al., 2014).

Cabe em um outro momento, uma discussão mais aprofundada acerca do que vem a ser, de fato, riscos geomorfológicos, uma vez que ações estejam sendo realizadas nesse sentido, inclusive, a do presente artigo.

Área de estudo

O município de Caicó, localizado no interior do Rio Grande do Norte (Figura 1), é a principal cidade do Seridó potiguar, ocupando uma área de 1.228,574 km²; distante cerca de 282 km de Natal, capital do estado. De acordo com o

IBGE, sua população estimada no ano de 2018 é de 67.554 habitantes e sua densidade demográfica é de 51,04 hab./km².

O referido município possui excedente hídrico pequeno ou nulo e média de precipitação pluviométrica anual de aproximadamente 700 mm. Apresenta grandes problemas com riscos hidrológicos em função da característica do clima semiárido, onde as chuvas ocorrem de forma concentrada, configurando episódios de forte intensidade pluviométrica.

Procedimentos técnicos e operacionais

A confecção de todos os mapas aqui apresentados foi realizada em um SIG (Sistema de

Informação Geográfica), através de técnicas de análise espacial.

Inicialmente, foram inseridas as imagens do SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), disponibilizadas na página do TOPODATA (Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil). As informações obtidas foram reprojetaadas do DATUM WGS 1984 (Sistema de Coordenadas Geográficas) para o DATUM WGS 1984 UTM ZONA 24S, as quais, logo em seguida, foram unidas a partir da elaboração de um mosaico. Após isso, foram extraídas as curvas de nível do terreno com equidistância de 30 metros, a fim de se obter informações geomorfométricas do terreno, para auxiliar na análise geomorfológica do terreno.

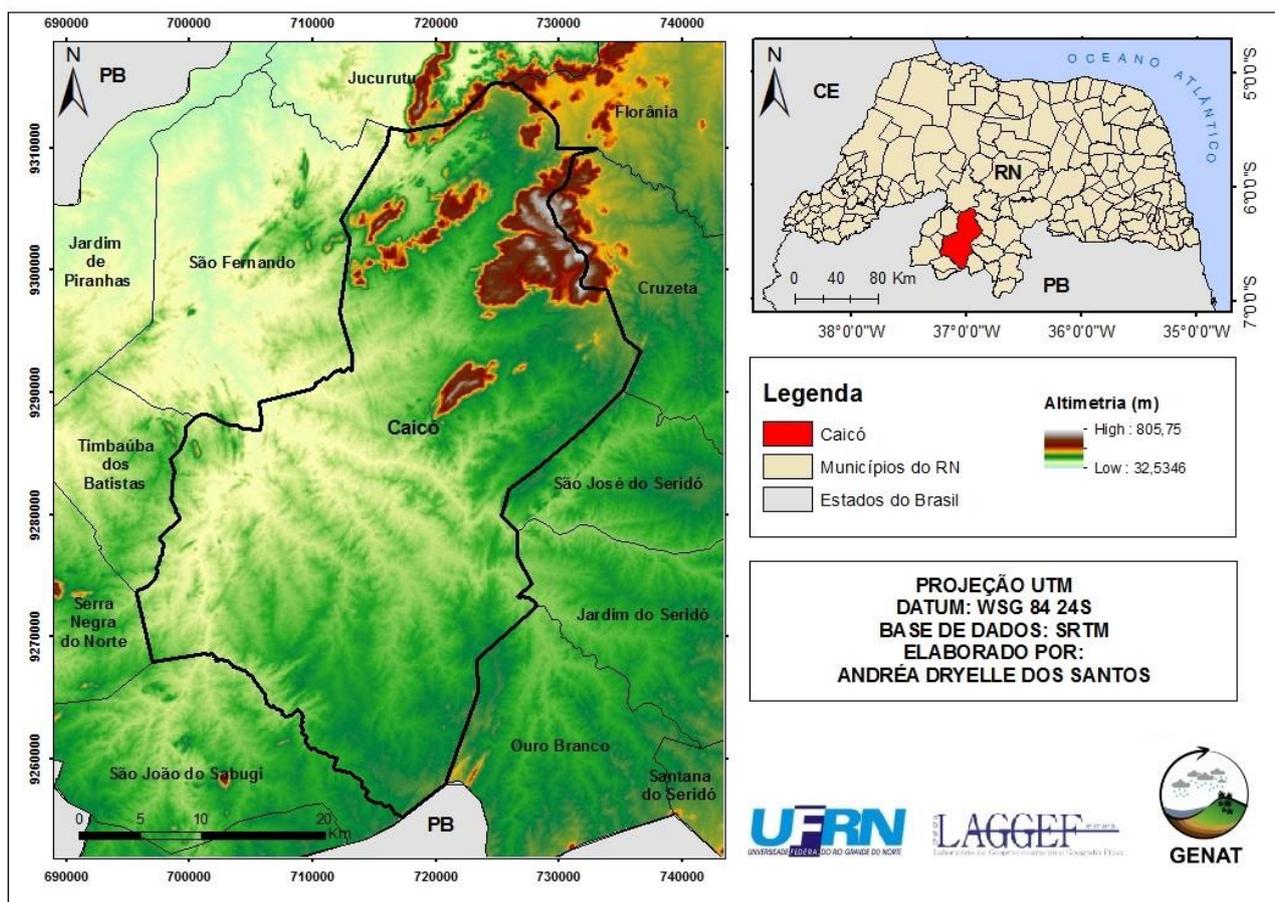


Figura 1. Mapa de localização do município de Caicó (RN).

Para a extração das informações de declividade, foi criado um TIN (Triangular Irregular Network), através das curvas de nível. O TIN é um MNT (Modelo Numérico do Terreno) do tipo Grade Irregular Triangular, onde cada polígono que forma uma face do poliedro constitui um triângulo, cujas vértices constituem os pontos amostrados da superfície (Câmara et al., 2005). Esse tipo de dado é bastante utilizado para modelagens precisas do relevo ou de quaisquer

outras variáveis dotadas de informações nos eixos XYZ, sendo, no caso da geomorfologia, bastante eficiente na extração de informações clinográficas e na delimitação de unidades geomorfológicas.

Após isso, foram definidos os seguintes intervalos de inclinação do terreno: plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte-ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%) e forte-montanhoso (>75%) (EMBRAPA, 1979).

As unidades geomorfológicas, por sua vez, foram mapeadas a partir de um processo de interpretação visual das formas, utilizando uma base cartográfica composta pelo MNT e pelo MDE (Modelo Digital de Elevação) sobreposto ao relevo sombreado e às imagens de satélite. Essa configuração permitiu visualizar o relevo de forma mais clara para a escala adotada nesse estudo.

A metodologia de hierarquização dos diferentes táxons do relevo seguiu a proposta de Ross (1992) e Brasil (2009), com adaptações para ambientes semiáridos, baseada em Vital (2011) e Diniz et al. (2017), do primeiro ao quarto táxon.

Inicialmente foram classificadas as unidades morfoestruturais, ou seja, às grandes formas de relevo advindas de agentes endógenos e, portanto, maiores e mais antigas (1º táxon). Em seguida, procedeu-se a classificação das unidades morfoesculturais, que correspondem a relevos modelados por agentes climáticos do passado e do presente (2º táxon), as subunidades morfoesculturais, que foram definidas com base em conjuntos de aspecto regional, separados por padrões de formas semelhantes (3º táxon), e, por fim, os modelados, que correspondem a relevos mais individualizados, separados por padrões altimétricos e de rugosidade (4º táxon).

O mapa de cobertura da terra foi construído a partir da utilização de uma imagem do satélite LANDSAT 8, obtida no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (Earth Explorer). Tendo em vista que essas imagens já possuem algum nível de correção geométrica e atmosférica, foi realizado uma ampliação do contraste para, em seguida, delimitar as classes da cobertura da terra através de um procedimento de classificação supervisionada, a partir do qual foram definidas as seguintes classes: corpos hídricos, solo exposto, vegetação densa e vegetação esparsa.

As tabelas de informações do censo demográfico contêm todas as informações pesquisadas pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), constituindo a única fonte de referência para o conhecimento das condições de vida da população em todos os municípios e em seus recortes territoriais internos (distritos, subdistritos, bairros e classificação de acordo com a localização dos domicílios em áreas urbanas ou rurais).

Após a obtenção dos referidos dados, as tabelas passaram por um tratamento em um software editor de planilhas. Esse tratamento consiste em manter na planilha apenas os dados referentes ao município desejado, visto que possuem informações de todo o estado. Com a

malha digital do município e as tabelas, é possível realizar o a ligação entre a entidade espacial e alfanumérica (join) em ambiente SIG.

A partir de então, foram elaborados dois mapas com os seguintes dados censitários: total de domicílios improvisados e domicílios particulares permanentes cedidos sem pavimentação. Os dados foram escolhidos por representarem de forma direta ou indiretamente situações de riscos.

A partir dos mapas citados (unidades geomorfológicas, declividade, cobertura da terra e dados censitários), foi possível a elaboração do mapa de riscos geomorfológicos. Para elaboração do mesmo, foi realizado um processo de álgebra de mapas, a partir da atribuição de pesos para determinação de zonas de baixo, médio e alto risco (tabela 1).

Tabela 1. Pesos utilizados para os mapas no processo de álgebra.

Classes	Peso
Unidades geomorfológicas	0,15
Declividade	0,35
Cobertura da terra	0,20
Dados censitários	0,30 (0,15 por mapa)

Os respectivos pesos foram escolhidos com base no grau de importância de cada uma das variáveis apresentadas. Após a definição dos pesos, foi realizado o processo de álgebra a partir da seguinte equação:

$$(ug * 0,15) + (ct * 0,20) + (d * 0,35) + (di * 0,15) + (pi * 0,15) \quad (1)$$

Onde:

ug - unidades geomorfológicas

ct - cobertura da terra

d - declividade

di - domicílios improvisados

pi - pavimentação inexistente

A declividade teve maior peso, pois as áreas mais inclinadas são aquelas com maior suscetibilidade e movimentos de massa. A cobertura da terra teve peso 0,20, pois as áreas mais desprovidas de cobertura vegetal são as mais propensas à ocorrência de erosão. As demais variáveis tiveram peso 0,15, pois representam elementos de menor importância no processo de álgebra. No entanto, a elaboração de um mapa geomorfológico e espacialização de dados sociais, são importantes para compreender em que setores do relevo estão distribuídos os principais tipos de riscos e quais grupos sociais são mais atingidos. A identificação desses setores, por sua vez, permite

identificar a dinâmica evolutiva dos processos conforme cada unidade do relevo e suas particularidades (Figura 2).

Essa tendência de setorização dos riscos a partir da morfodinâmica seguiu o postulado teórico de Tricart (1977), um dos mais importantes para a Geografia Física, haja vista seu

valor teórico-metodológico. Isso significa dizer que, embora no ano da referida teoria não existissem métodos de modelagem computacional acessíveis, a mesma pode nortear estudos dessa natureza, haja vista sua riqueza teórica e metodológica.

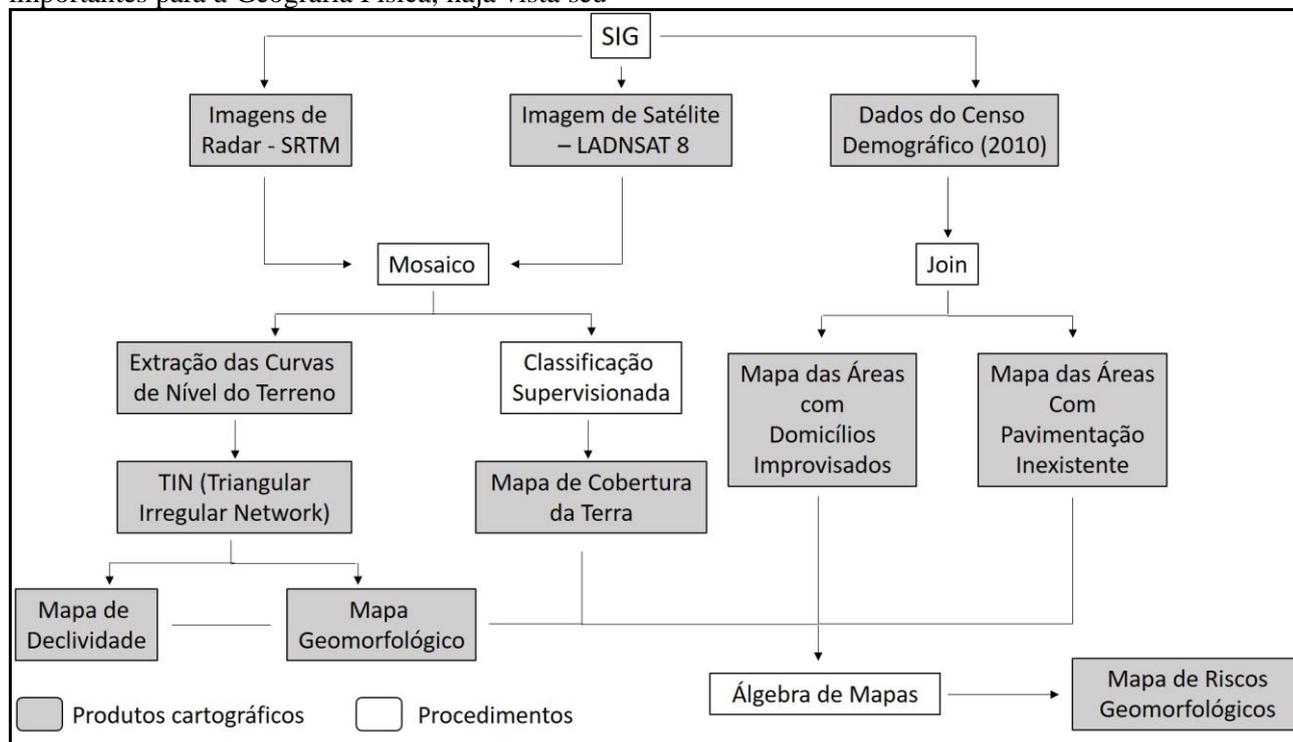


Figura 2. Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

Resultados e discussão

Análise do mapa geomorfológico

A partir do mapa geomorfológico elaborado (Figura 3), foram identificados no município de Caicó: uma unidade morfoestrutural (1º táxon), que corresponde ao Cinturão Orogênico Brasileiro; duas unidades morfoesculturais, representadas pelo Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja (2º táxon); uma subunidade morfoescultural (3º táxon), que corresponde à Depressão Interplanáltica do Piranhas-Açu; e cinco modelados, desde Pedimentos em diferentes níveis altimétricos, Maciços Residuais, Inselbergs e o Plauto Aluvial.

A unidade morfoestrutural identificada na área de estudo corresponde às faixas de dobramentos do embasamento pré-cambriano, envolvidas nos eventos poliorogênicos que afetaram a Província Borborema no Proterozóico, sobretudo o ciclo Brasileiro-Pan-Africano, e da reativação cretácea que resultou na separação do megacontinente Gondwana (Almeida e Hasui, 1984).

O Planalto da Borborema, uma das unidades morfoesculturais identificadas, é a principal unidade do relevo nordestino brasileiro, representado por setores de terras altas, estruturado sobre diversos litotipos cristalinos, cuja origem está relacionada à fragmentação da Pangeia e ao magmatismo intraplaca que atuou durante o cenozoico (Corrêa et al, 2010). A Depressão Sertaneja, a qual corresponde à outra unidade morfoescultural, possui um perfil morfológico bastante antagônico, com áreas desgastadas, pedimentos e relevos residuais típicos, chamados de Inselbergs.

Os padrões de formas semelhantes, aqui, são representados por uma subunidade morfoescultural, a Depressão Interplanáltica do Piranhas-Açu, que corresponde à área de dissecação do relevo promovida pelo rio Piranhas-Açu e seus afluentes, no qual se destaca o rio Seridó (Diniz et al., 2017).

Com relação aos tipos de modelados, destaca-se que, a maior parte do município de Caicó é representada pelos pedimentos. Inclusive, vale destacar que esse contexto favoreceu a

expansão da referida cidade, uma vez que essas zonas possuem declividades moderadas, o que permitiu a expansão da malha urbana. Nesse contexto, percebe-se, portanto, que a área urbana se encontra, quase em sua totalidade, no Pedimento a 160 metros.

Destaca-se que, nessa unidade geomorfológica, em virtude de uma característica intrínseca do ambiente semiárido, nos períodos chuvosos, o grande volume de precipitação dá origem a fortes enxurradas que contribuem significativamente para o acúmulo das águas, sobretudo em ambientes urbanos, onde há impermeabilização dos solos e a ocupação das margens dos rios (Figura 4A) potencializa tal processo. Tendo em vista a predominância de um relevo consideravelmente aplainado, marcado por extensos pedimentos, também merece destaque a grande ocorrência de Inselbergs e Maciços Residuais, com destaque para a Serra de São Bernardo e a Serra da Formiga, estruturadas sobre granitos e gnaisses do Complexo Caicó (Figura 4B).

O plano aluvial constitui uma unidade cujos processos de deposição fluvial são dominantes, sobretudo nos períodos de maior intensidade pluviométrica, onde as cheias dominam as baixadas semiáridas.

Percebe-se, portanto, pelo panorama do relevo do município de Caicó, uma predominância de superfícies de aplanamento, com ocorrência de poucos maciços residuais a norte e nordeste. A tendência geral do relevo regional é de um alinhamento SW-NE, seguindo a direção preferencial de grande parte das zonas de cisalhamento do nordeste brasileiro.

Conforme percebe-se através do perfil topográfico (Figura 5), grande parte do município analisado encontra-se entre as cotas altimétricas 150 e 250 metros, cujas cotas vão mudando gradativamente do plano até o último nível das superfícies pedimentares. A partir de então, tem-se uma mudança brusca de inclinação (*knickpoint*), onde irrompem os maciços residuais da região, os quais passam 500 metros de altitude.

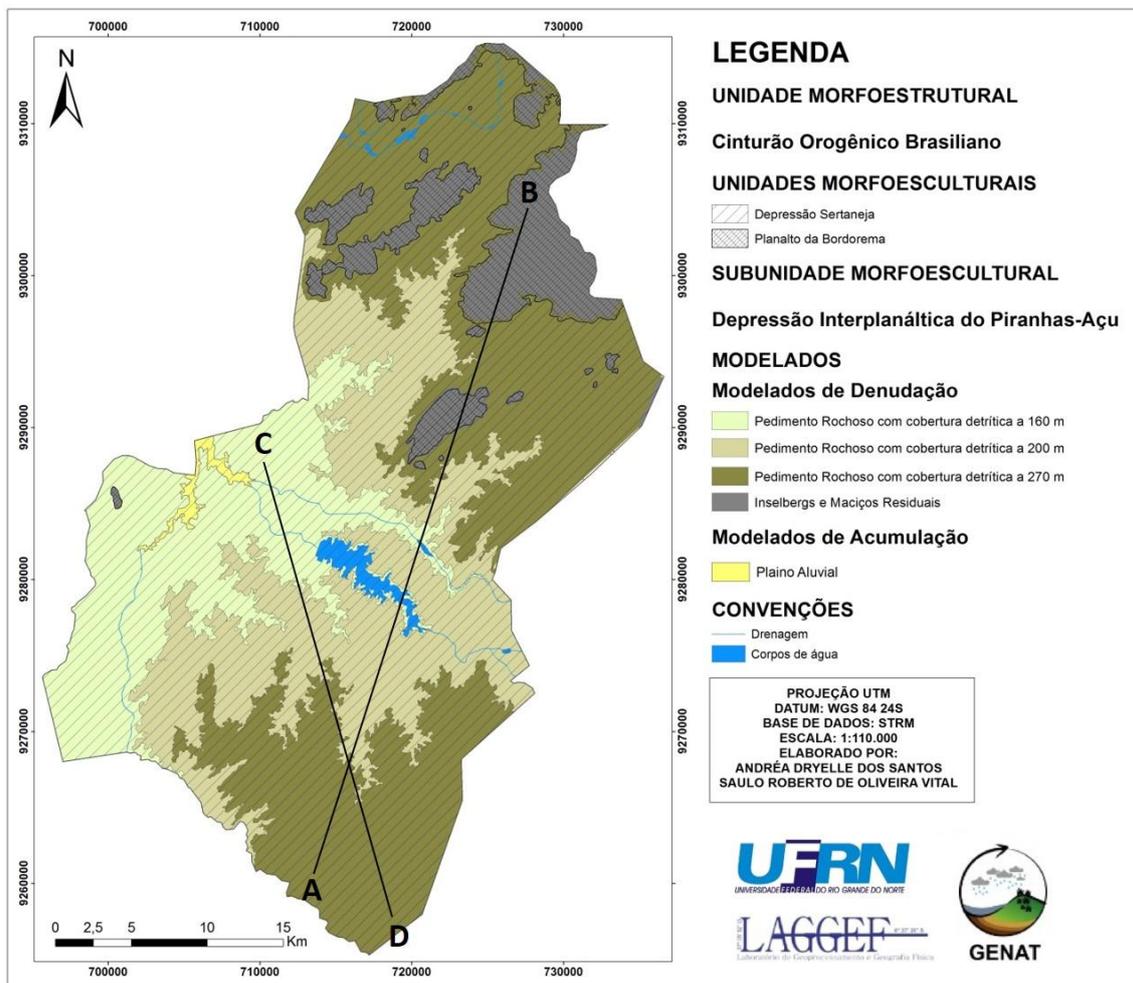


Figura 3. Mapa Geomorfológico do Município de Caicó-RN.

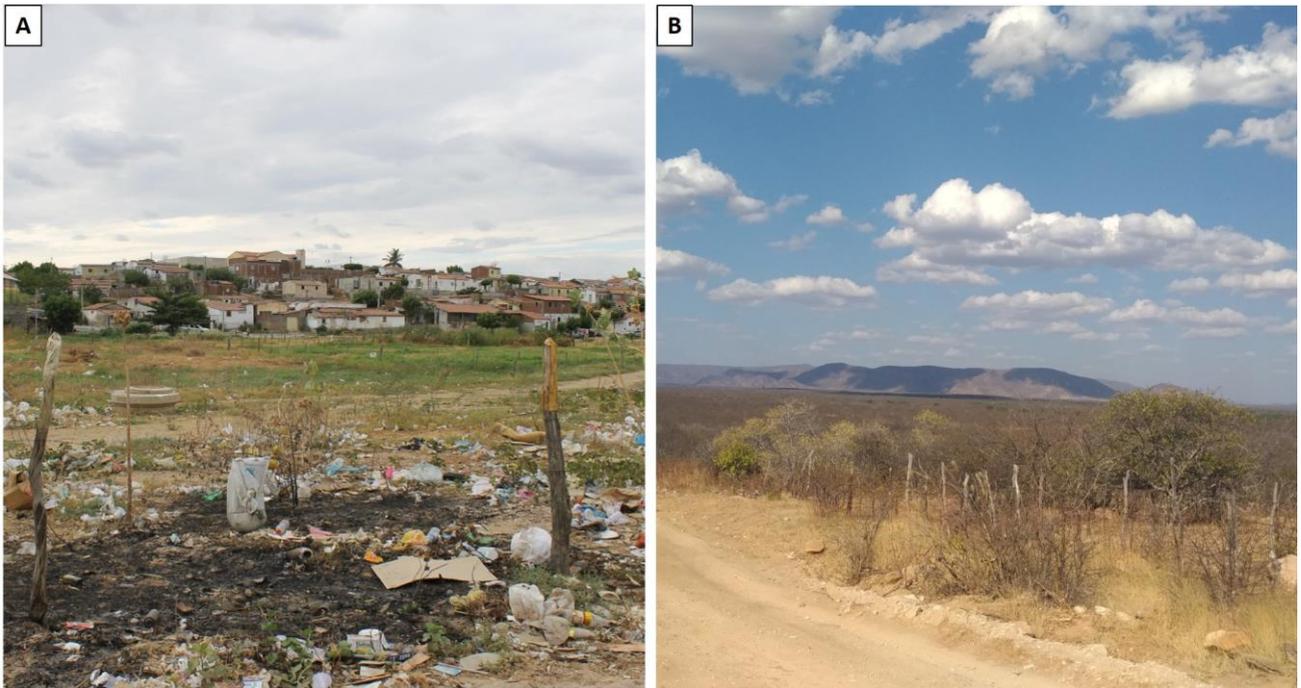


Figura 4. A – Ocupação nas margens do rio Barra Nova, Caicó (RN), B – Visão do pedimento detrítico em primeiro plano e da Serra da Formiga em segundo plano. Também é importante observar a cobertura vegetal das áreas pedimentares no Seridó, com a presença de Jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth), indicadoras de degradação da paisagem. Foto: os autores.

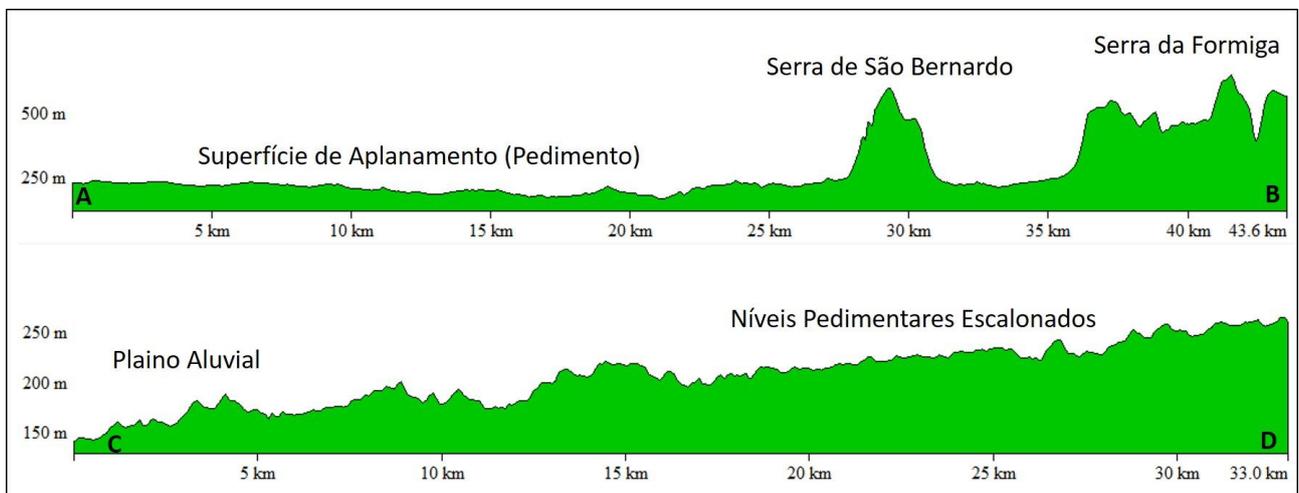


Figura 5. Perfis topográficos do município de Caicó.

Mapa de Declividade

A partir do mapa de declividade do município de Caicó (Figura 5), constatou-se a predominância do intervalo entre 0 e 3% (52,5%) e do intervalo entre 3 e 8% (30%) (Gráfico 1). Sabe-se, portanto, que esse quadro é amplamente

condizente com aquele apresentado no mapa geomorfológico, em função da predominância das superfícies pedimentares, cujo nível de ondulação varia conforme anteriormente apresentado. Os demais intervalos variam entre 8 e 0,2%, os quais são correspondentes às zonas escarpadas e moderadamente escarpadas.

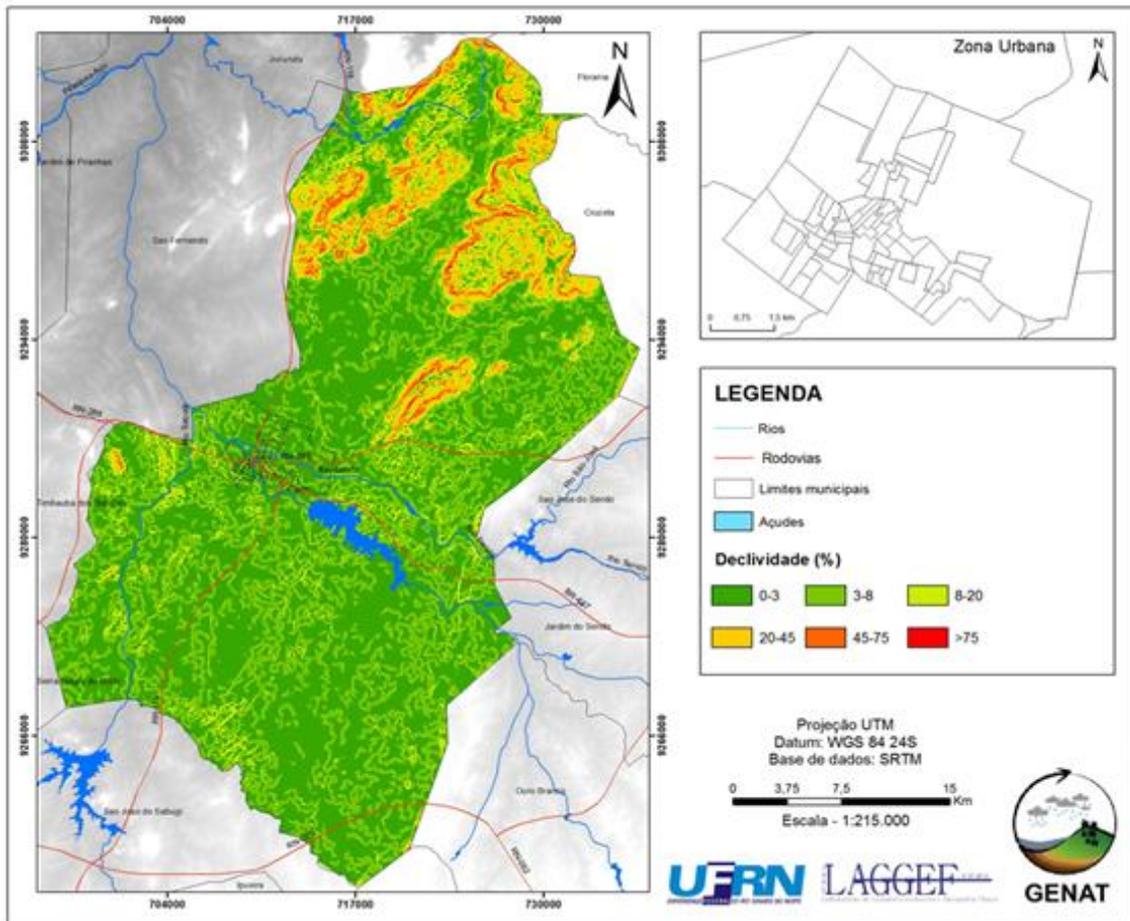


Figura 6. Mapa de declividade do município de Caicó (RN).

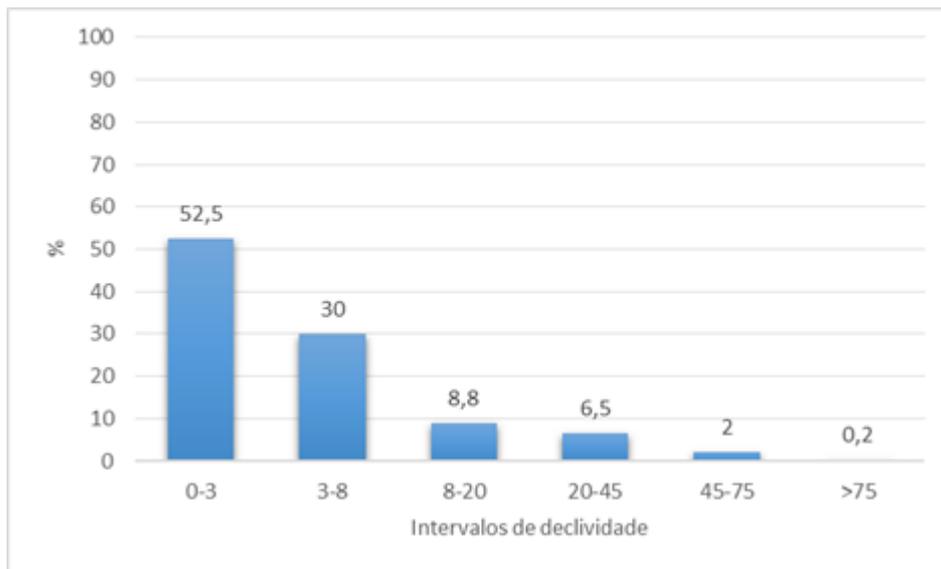


Gráfico 1. Porcentagem dos intervalos de declividade.

Mapa de cobertura da terra

A partir do mapa de cobertura da terra (Figura 6), constatou-se uma hegemonia da vegetação esparsa e do solo exposto nas zonas pedimentares, abrangendo, respectivamente, 59% e 32% da área. A vegetação densa, por sua vez,

compreende 8,5% da área, com predominância em superfícies elevadas ou em contato com pequenos corpos hídricos.

É importante frisar que, atualmente, a tendência do uso das terras, não apenas do município de Caicó, mas de toda a região do

Seridó, é de ocupação das margens dos canais fluviais, seja em áreas urbanas, onde abriga predominantemente áreas residenciais, ou, na maioria dos casos, em áreas rurais, onde, principalmente no período de estiagem, são utilizadas para o cultivo de policultura.

A degradação das toposequências do semiárido, mais especificamente no Seridó potiguar, advém de uma questão histórica, tendo em vista que a pecuária extensiva prosperou na região entre os séculos XVII e XVIII num ambiente onde o porte da vegetação esparsa, com um extenso tapete herbáceo, além de drenagens

intermitentes e efêmeras de porte razoável favoreciam esse tipo de atividade (Diniz et al., 2015). Também vale ressaltar que a atividade algodoeira, no século XIX e XX, teve grande contribuição no atual panorama de degradação da paisagem dessa região. Atualmente, o predomínio de espécies como a Jurema-preta (*Mimosa hostilis* Benth), segundo diversos autores (Bakke et al., 2006; Costa et al., 2009; Azevêdo et al., 2012; Silva et al., 2012;), pode ser considerado como um indicativo de recuperação do meio ambiente, tendo em vista que esta é uma espécie pioneira, bastante presente em áreas degradadas.

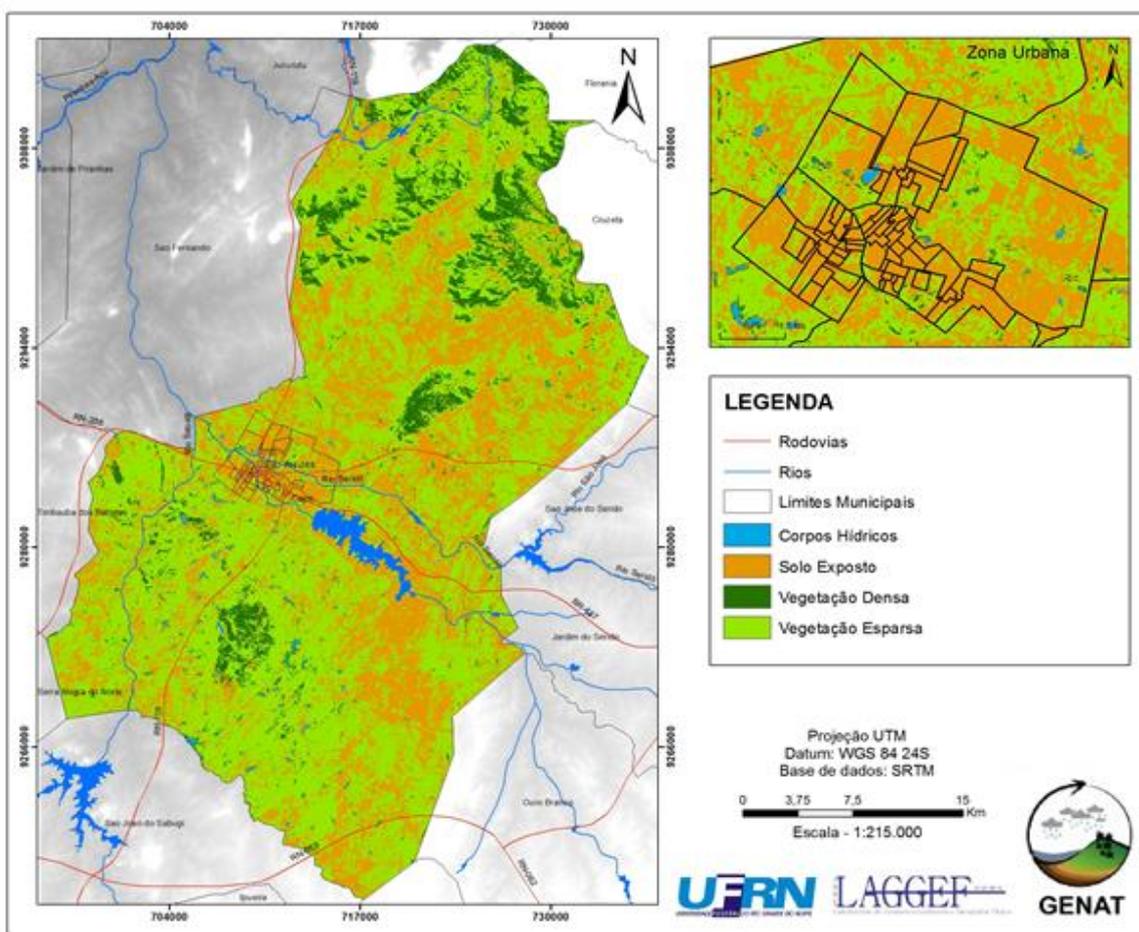


Figura 7. Mapa de Cobertura da Terra de Caicó (RN).

Mapas Censitários

O mapa de domicílios particulares permanentes cedidos onde não existe pavimentação (Figura 7), demonstra que o município possui muitas ruas ainda não pavimentadas e que apenas o centro da cidade apresenta uma situação adequada.

O calçamento em conjunto com o sistema de drenagem é um componente estruturador em zonas urbanas, agregando extrema importância no

que diz respeito à mitigação da erosão nas áreas urbanas.

O mapa de total de domicílios particulares improvisados (Figura 8), por sua vez, demonstra que a zona oeste do município de Caicó apresenta bairros de extrema carência, como o João XXIII, Paulo VI, João Paulo II, Walfredo Gurgel e Frei Damião, onde existem dezenas de domicílios improvisados, casas de taipa, falta de saneamento básico.

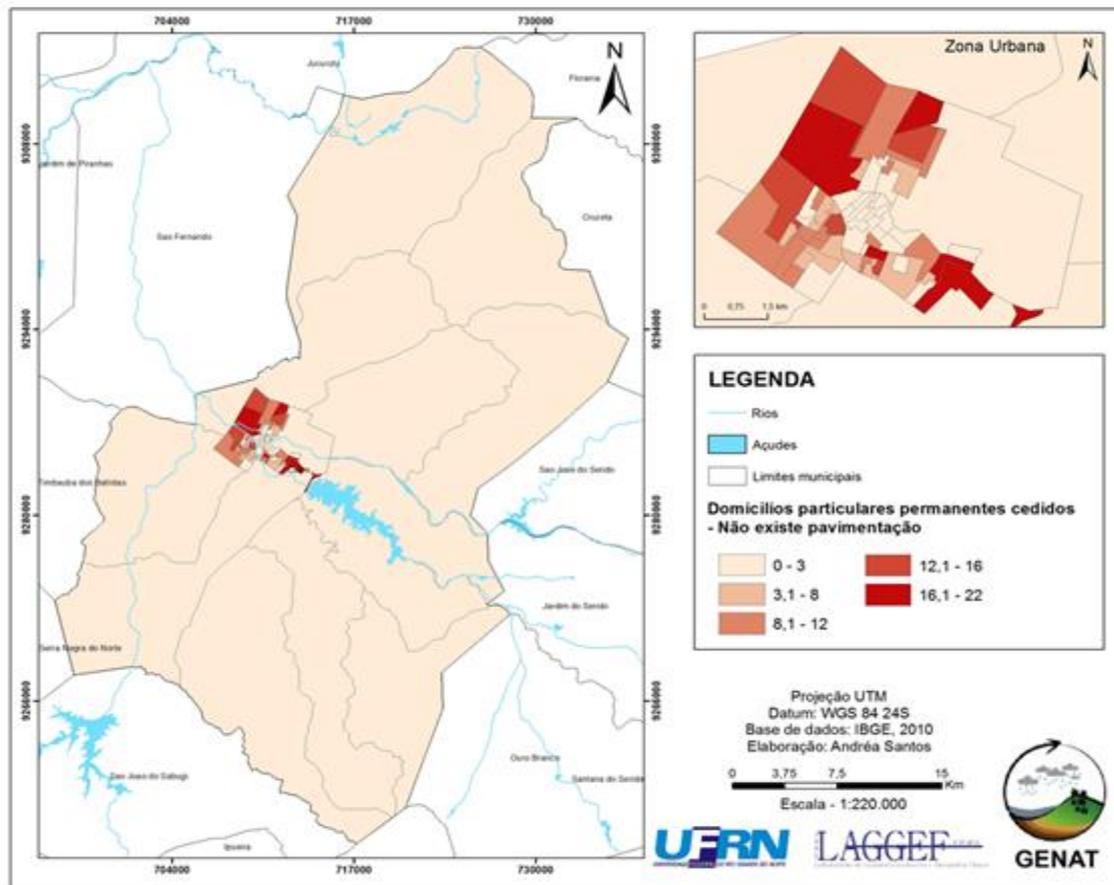


Figura 8. Domicílios particulares permanentes cedidos, onde não existe pavimentação em Caicó-RN.

Porém, devido ao tempo em que o último Censo Demográfico do IBGE foi realizado, o referido mapa ainda apresenta uma parte do centro da referida cidade e uma parte do bairro Boa Passagem como as mais detentoras de domicílios improvisados.

Destarte, é necessário destacar que o centro de Caicó é majoritariamente comercial e que, portanto, podem existir residências em fundos de lojas, as quais podem ser consideradas improvisadas pelo IBGE.

A análise dos mapas censitários é imprescindível, pois é a partir do uso e ocupação do solo, fruto do processo de urbanização, que podemos estabelecer se existe ou não a ocorrência de áreas de risco geomorfológico em ambientes urbanos, visto que a população que não possui condições mínimas de obter uma digna localização dentro do espaço urbano, são obrigadas a construir suas moradias em áreas susceptíveis a ocorrência de processos de dinâmica físico-naturais (Oliveira, 2004), como exemplo, a ocupação no leito do rio Barra Nova no referido município.

Mapa de Risco Geomorfológico

A partir do mapa de risco geomorfológico elaborado para o município de Caicó (Figura 9), constatou-se que 51,4% do território está em situação de baixo risco. O risco considerado como médio, abrange 31,6%, e as zonas detentoras de forte instabilidade, onde os processos de erosão são bastante atuantes possui um total de 17%. Essas últimas coincidem, em grande parte, com as vertentes íngremes dos Maciços Residuais que circundam o referido município, tais como: a Serra da Formiga e a Serra de São Bernardo.

Desse modo, subtende-se que esse produto também tem importante aplicabilidade no planejamento urbano do município analisado, uma vez que indica áreas que não devem ser ocupadas em nenhuma hipótese. Ao contrário, as mesmas devem ser alvo de preservação, através de políticas públicas que visem transformá-las em áreas de interesse coletivo, como Geoparques, por exemplo.

As áreas de risco médio e baixo, que se distribuem basicamente pelas áreas planas, constituem, em sua totalidade, porções onde a impermeabilização e/ou compactação do solo, causam diversos problemas de erosão acelerada

e/ou inundações nos períodos de concentração pluviométrica.

Diante desse panorama, vale destacar que os principais fenômenos deflagradores de desastres em Caicó são: a erosão e as inundações,

sendo esta última, de cunho mais hidrológico. No entanto, foge do escopo dessa pesquisa a discussão teórica acerca do uso adequado dos termos: risco geomorfológico e/ou hidrológico.

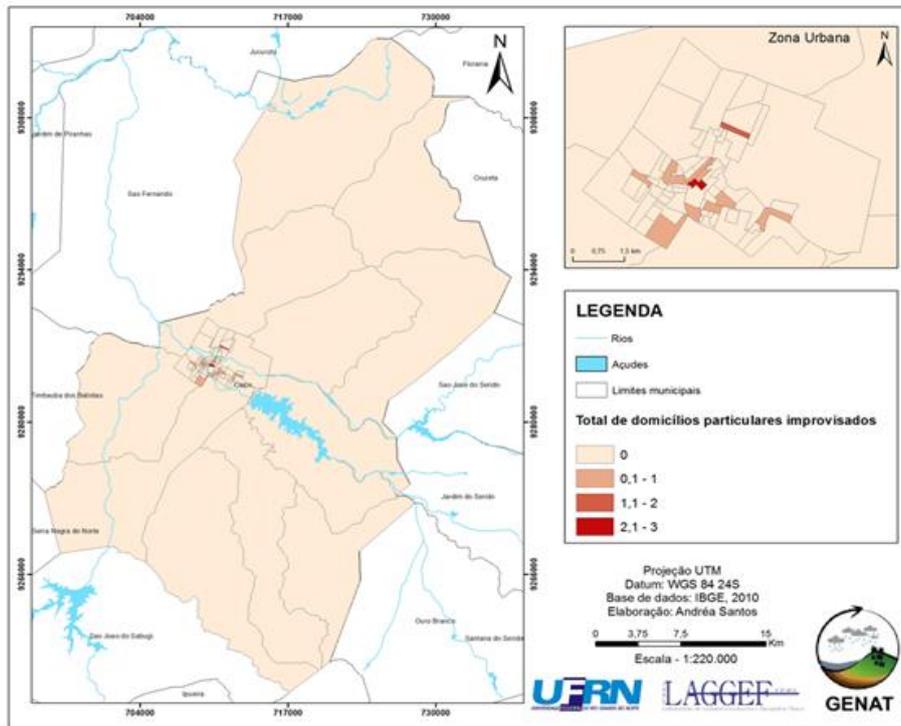


Figura 9. Total de domicílios particulares improvisados em Caicó-RN.

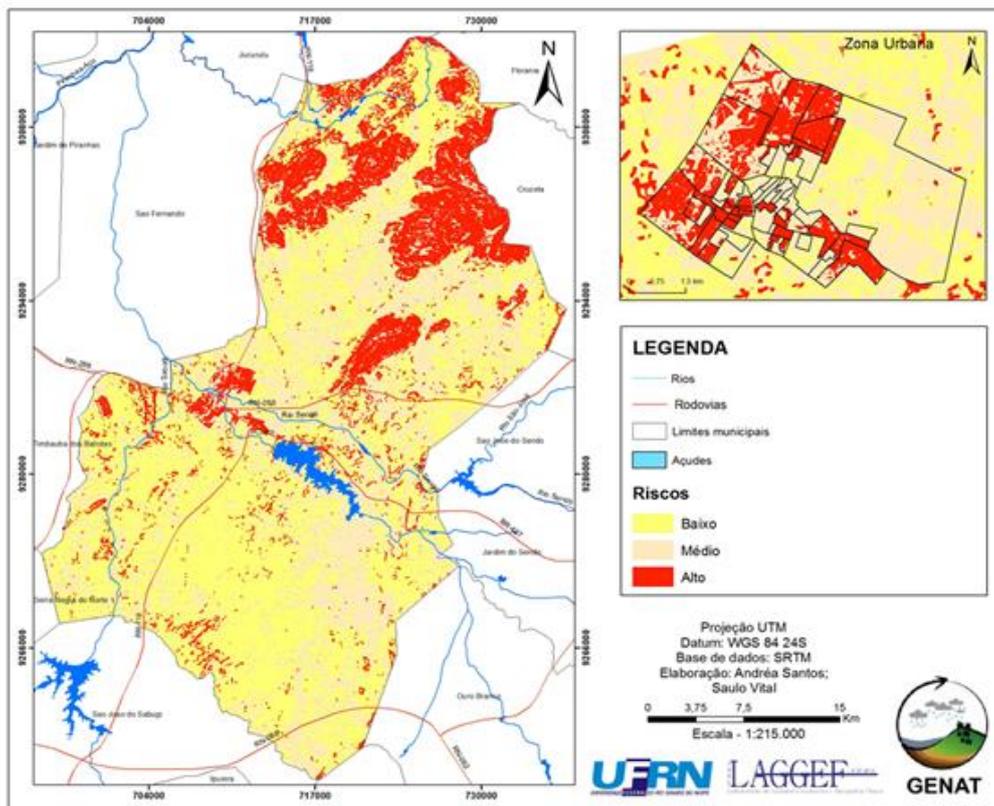


Figura 10. Mapa dos riscos geomorfológicos no município de Caicó (RN).

Conclusões

A partir do presente estudo foi possível compreender o panorama dos riscos geomorfológicos no município de Caicó (RN), onde pode-se destacar os seguintes aspectos:

1. O referido município apresenta um relevo suave-ondulado a moderadamente-ondulado, dominado por extensos pedimentos detríticos e planícies fluviais, onde se distribui a maior parte das atividades urbanas e rurais.
2. O atual quadro de degradação da paisagem no município estudado é fruto de um processo histórico de uso das terras, onde é possível observar grande nível de desmatamento nos compartimentos de relevo anteriormente apresentados.
3. Os riscos geomorfológicos e/ou hidrológicos identificados no município de Caicó são os seguintes: inundações e alagamentos (na estação chuvosa) e erosão acelerada (nos pontos onde a ocupação por atividades urbanas e rurais promovem a compactação e impermeabilização dos solos).
4. Os movimentos de massa estão basicamente restritos às vertentes dos Maciços Residuais, onde verifica-se o risco de queda de blocos. No interior da cidade, ocorrem alguns casos pontuais.
5. A relação entre dados físicos e humanos (através da correlação os mapas de relevo, cobertura da terra e setores censitários) se mostrou bastante positivo, uma vez que subsidiou a determinação de áreas de vulnerabilidade socioambiental.

Referências

- Afonso, A.E., Silva, L.F.H.S., Costa, D.G., 2019. Formação de professores e educação geográfica: trabalho de campo autônomo com vistas à identificação de riscos geomorfológicos. *GEOSABERES: Revistas de Estudos Geoeducacionais* 10, 1-10.
- Almeida, F.F.M., Hasui, Y., 1984. *O Pré-cambriano do Brasil*. São Paulo: Edgard Blucher. 378p.
- Amaral, R., Ross, J.L.S., 2006. A classificação taxonômica do relevo como um instrumento de gestão territorial: uma aplicação ao Parque Estadual do Morro do Diabo, município de Teodoro Sampaio (SP). VI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Goiânia-GO. Disponível: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/6/4/141.pdf>. Acesso: 25 dez. 2018.
- Azevêdo, S.M.A., Bakke, I.A., Bakke, O.A., Freire, L.O., 2012. Crescimento de plântulas de Jurema Preta (*Mimosa tenniflora*) em solos de áreas degradadas da Caatinga. *Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal* 9, 150-160.
- Bakke, I.A., Bakke, O.A., Andrade, A.P., Salcedo, I.H., 2006. Regeneração natural da Jurema Preta em áreas sob pastejo de bovinos. *Revista Caatinga* 19, 228-235.
- Barbosa, T.S., Lima, V.F., Furrier, M., 2019. Mapeamento geomorfológico e geomorfologia antropogênica do município do Conde – Paraíba. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 20, 525-540.
- Bon, N.S., Josipovic, D., Kanjir, U., 2018. Linking geomorphological and demographic movements: The case of Southern Albania. *Applied Geography*, 100, 55-67.
- Boon, D.P., Chambers, J.E., Hobbs, P.R.N., Kirkham, M., Merritt, A.J., Dashwood, C., Pennington, C., Wilby, P.R., 2015. A combined geomorphological and geophysical approach to characterising relict landslide hazard on the Jurassic Escarpments of Great Britain. *Geomorphology* 248, 296-310.
- Botelho, R.G.M., Pelech, A.S., 2019. Do Mapeamento Geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. *Revista Brasileira de Geografia* 64, 183-201.
- Brasil., 2009. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Manual Técnico de Geomorfologia. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2009_10%20Manual%20Tecnico%20de%20Geomorfologia.pdf. Acesso em 20 de abril de 2019.
- Brasil., 2010. Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Demográfico do Brasil 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de abril de 2019.
- Câmara, G., Davis, C., Monteiro, A.M.V., 2005. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. São José dos Campos: INPE.
- Carneiro, C.D.R., Souza, J.J., 2003. Mapeamento geomorfológico em escala de semidetalle da região de Jundiá-Atibaia. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 4, 17-30.

- Cassetti, V., 1995. Ambiente e Apropriação do Relevo, 2 ed. Contexto, São Paulo.
- Cassetti, V., 2006. Geomorfologia. Disponível: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/index.php>. Acesso: 27 dez. 2018.
- Castro, C.M., Mello, E.V., Peixoto, M.N.O. 2002. Tipologia de processos erosivos canalizados e escorregamentos – proposta para avaliação de riscos geomorfológicos urbanos em Barra Mansa (RJ). Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ 25, 11-24.
- Colavite, A.P., Passos, M.M., 2012. Integração de mapas de declividade e modelos digitais tridimensionais do relevo na análise da paisagem. Revista Geonorte 2, n. 4, 1547-1559.
- Corrêa, A.C.B., 2011. Antropogênese e morfogênese sob a ação de eventos climáticos de alta magnitude no semiárido pernambucano: o caso da bacia do riacho Salgado. Revista Brasileira de Geomorfologia 12, 25-36.
- Costa, T.C.C., Oliveira, M.A.J., Accioly, L.J.O., Silva, F.H.B.B., 2009. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 13, 961-974.
- Cunha, L., Ramos, A.M., 2013. Riscos Naturais em Portugal: alguns problemas e perspectivas e tendências no estudo dos riscos geomorfológicos, in: Lombardo, M.A., Freitas, M. I. (Org). Riscos e Vulnerabilidade: teoria e prática no contexto luso-brasileiro. Cultura acadêmica, São Paulo, pp. 19-43.
- Díaz-Martín, J., Palma, P., Golijanin, J., Nofre, J., Oliva, M., Cengic, N., 2018. The urbanisation on the slopes of SARAJEVO and the rise of geomorphological hazards during the post-war period. Cities 72, 60-69.
- Diniz, M.T.M., Medeiros, D.B.S., Oliveira, G.P.O., 2015. Condicionantes naturais e distribuição espacial das economias fundantes do Rio Grande do Norte: sucroultura e pecuária entre os séculos XVII e XIX. Revista GeoUECE 7, 126-152.
- Diniz, M.T.M., Oliveira, G. P., Maia, R. P., Ferreira, B., 2017. Mapeamento Geomorfológico do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geomorfologia 18, 689-701.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de pesquisa agropecuária, 1979. Classes de Declividade. Rio de Janeiro.
- Ferrari, M., Carpi, L., Pepe, G., Mucerino, L., Schiaffino, C.F., Brignone, M., Cevasco, A., 2019. A geomorphological and hydrodynamic approach for beach safety and sea bathing risk estimation. Science of The Total Environment 671, 1214-1226.
- Hétu, B., 2003. Uma geomorfologia socialmente útil: os riscos naturais em evidência. Mercator – Revista de Geografia da UFC 3, 83-97.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07 abr. 2018.
- Kobiyama, M. et. al. 2006. Prevenção de Desastres Naturais: Conceitos Básicos, 1 ed. Editora Organic Trading, Curitiba.
- Kunz, M., Luz, B.M., Neckel, A., Faustini, L., 2016. Modelagem matemática em análises de riscos geomorfológicos: um estudo de caso da Rocinha/RJ – Brasil. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental 20, 32-39.
- Lombardo, M. A., FREITAS, M. I. C., 2013. Geotecnologias Aplicadas na Análise da Vulnerabilidade Social e Ambiental: Um Estudo Piloto em Municípios de São Paulo, in: LOMBARDO, M.A., FREITAS, M. I. (Org). Riscos e Vulnerabilidade: Teoria e prática no contexto Luso-Brasileiro. Cultura acadêmica, São Paulo, pp. 109-129.
- Londe, L.R.M., Coutinho, M.P., Gregório, L.T., Santos, L.B.L., Soriano, E., 2014. Water related disasters in Brazil: perspectives and recommendations. Ambiente e Sociedade 17, 133-152.
- Luz, M.B., Queiroga, A.A., Cunico, C. Vulnerabilidade socioambiental do município de Patos: subsídios para gestão de riscos e desastres. Revista OKARA 13, 273-295.
- Maia-Silva, C., Silva, C.I., Hrcir, M., Queiroz, R.T., Imperatriz-Fonseca, V.L., 2012. Guia de plantas visitadas por abelhas na Caatinga. Fortaleza, CE: Editora Fundação Brasil Cidadão. 99p.
- Mendes, B.C., 2015. Mapeamento geomorfológico aplicado ao estudo de uso e ocupação da terra no Planalto Central. Dissertação (Mestrado). Brasília. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília.
- Olivattil, Y.M., Amann, K.A.P., Maia, R.F., 2016. Aplicação de sensores e modelo geomorfológico para monitoração de áreas de riscos de acidentes naturais. Revista de Informática Aplicada 12, 52-64.
- Oliveira, E.L., 2004. Áreas de Risco Geomorfológico na Bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria-RS: Zoneamento e Hierarquização. Dissertação (Mestrado). Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- Oliveira, G.P., Diniz, M. T. M., Ferreira, B., Medeiros, D. B. S., 2016. Mapeamento Morfoestrutural e Morfoescultural do Seridó Potiguar. XI Simpósio Nacional de Geomorfologia. Maringá-PR. Disponível: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-418-1650.html>. Acesso: 25 dez. 2018.
- Rebello, F., 2001. Riscos Naturais e Ação Antrópica: estudos e reflexões, 2 ed. Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra. Disponível: <http://dx.doi.org/10.14195/978-989-26-0467-1>. Acesso 05 mar. 2018.
- Reckziegel, B.W., Robaina, L.E.S., Oliveira, E.L.A., 2005. Mapeamento de áreas de risco geomorfológico nas bacias hidrográficas dos Arroios Cancela e Sanga do Hospital, Santa Maria (RS). Revista do Departamento de Geociências 14, 5-18.
- Ross, J. L. S., 1990. Geomorfologia: Ambiente e Planejamento. Contexto. São Paulo.
- Ross, J. L. S., 1992. O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia, 6, 17-29. Disponível: <https://doi.org/10.7154/RDG.1992.0006.0002>. Acesso: 01 mai.2019.
- Santos, A., 2012. Análise dos Riscos Geomorfológicos e hidrológicos em Aracajú. Dissertação (Mestrado). São Cristóvão. Universidade Federal de Sergipe.
- Silva, F.M., Bandeira, A.P.N., Ribeiro, S.C., 2018. Mapeamento de áreas de risco geomorfológico no distrito do Caldas-Barbalha-CE: caso do núcleo urbano do Sítio Riacho do Meio. Revista Georaguia 8, 1-18.
- Silva, F.M.A., Bandeira, A.P.N., Ribeiro, S. C., Nascimento, D.C., 2017. Percepção dos Riscos Geomorfológicos em Assentamentos precários no município de Barbalha – Ceará. Ciência e Sustentabilidade 3, 145-162.
- Silva, H.A. et al. 2010. Mapeamento Geomorfológico da Reserva ecológica de Pedra Talhada, Alagoas – Brasil. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física - Universidade de Coimbra.
- Silva, W.F., Menezes-Júnior, E.M., Silva, O.G., 2018. Uma análise teórica a partir de perspectiva sistêmica dos espaços de riscos geomorfológicos na cidade do Recife – Pernambuco. Espaço Aberto 8, 127-146.
- Teixeira, L.L.F.M., Romão, P.A.R., 2009. Análise integrada do meio físico como subsídio ao diagnóstico de processos erosivos para bacia do Ribeirão Extrema em Anápolis (GO). Boletim Goiano de Geografia 29, 127-142.
- Tricart, J. 1977. Ecodinâmica. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, Rio de Janeiro.
- Vital, S.R.O., Ferreira, B., Girão, O., Santos, C.L., Nunes, F.C., Silveira, T.A., 2016. Base cartográfica digital como instrumento para a identificação de áreas suscetíveis à erosão e movimentos de massa em João Pessoa (PB), Brasil. Revista Geográfica da América Central 57, 261-287.
- Vital, S.R.O., Girão, O., 2015. Análise da suscetibilidade da paisagem à erosão na bacia do alto curso do rio Taperoá (PB). Revista OKARA 9, 4-25.