

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM ÁREAS DE RISCO SOCIOAMBIENTAL E AÇÕES DE DEFESA CIVIL: ANÁLISE DA MICROBACIA DA GAMBOA DO BRACUÍ – ANGRA DOS REIS/RJ – BRASIL

Maykon da Silva de Oliveira¹; Carolina Souza Leite de Jesus²; Wanderson Luiz Silva³

¹ Coordenador de Geoprocessamento da Secretaria Executiva de Proteção e Defesa Civil de Angra dos Reis; Mestrando em Defesa e Segurança Civil – UFF

² Engenheira Florestal, Mestranda em Ciências Ambientais e Florestais – UFRRJ

³ Meteorologista e Doutor em Engenharia Civil, Professor Convidado – UFF

deoliveiramaykon@gmail.com, leitecarolina02@gmail.com, wanderweather@gmail.com

Resumo - *Através de uma abordagem integrada de todo o meio físico, o geoprocessamento associado aos aspectos sociais, econômicos e políticos, pode ser adotado como ferramenta para localizar áreas críticas. Nessas regiões, esforços devem ser concentrados visando à manutenção e/ou recuperação de áreas degradadas, bem como a prevenção de desastres e assistência à vida da sociedade que habita o espaço. O objetivo desse estudo é identificar e analisar as fragilidades ambientais da comunidade Gamboa do Bracuí, localizada no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. O ambiente é complexo e o planejamento urbano é estrategicamente uma ferramenta essencial, econômica e sustentável. Foram produzidos e analisados mapas temáticos de pedologia, geomorfologia, geologia, vegetação, relevo, hidrografia, rede triangular irregular, declividade e carta de suscetibilidade de erosão nos limites pertinentes à área de estudo, além das informações climáticas. Por meio dos mapas foram avaliados diversos aspectos da microbacia que levaram a corroborar a ação da Defesa Civil de interditar a área e a concluir tecnicamente que a localidade deve permanecer cercada devido à presente fragilidade ambiental.*

(Palavras-chave: *erosão, fragilidade ambiental, geoprocessamento*)

Abstract - Through an integrated approach of the whole physical environment, geoprocessing associated with social, economic and political aspects, can be adopted as a tool to locate critical areas. In these regions, efforts should be concentrated on the maintenance and/or recovery of degraded areas, as well as prevention of disasters and maintenance of the life of the society that inhabits there. This study aims to identify and analyze the environmental fragilities of the Gamboa do Bracuí community, located in the city of Angra dos Reis, in the state of Rio de Janeiro. The environment is complex and urban planning is strategically an essential, economic and sustainable tool. Thematic maps of pedology, geomorphology, geology, vegetation, relief, hydrography, irregular triangular network, slope and erosion susceptibility map were produced and analyzed, besides the climate information. Through the maps were evaluated several aspects of the micro-watershed that led to corroborate the Civil Defense's action to interdict the area and to technically conclude that the locality should remain walled due to the present environmental fragility.

(Key-words: *erosion, environmental fragility, geoprocessing*)

1 Introdução

As áreas montanhosas na interface entre a floresta e o meio urbano são reconhecidas pela associação com movimentos gravitacionais, porém esses eventos podem assumir uma dimensão catastrófica quando relacionados aos riscos promovidos pelo uso e ocupação dos centros urbanos (Coelho Netto 2005). Assim, a ocupação desordenada das cidades tem gerado constantes desastres ambientais, provocando perdas materiais e humanas. Os desastres naturais são causados por fenômenos de origem hidrometeorológica, climatológica, geofísica ou biológica que degradam o ambiente natural e construído das regiões afetadas, ocasionando prejuízos materiais e vítimas a níveis que excedem a capacidade de autorrecuperação da comunidade local, exigindo recursos da assistência externa (Alcántara-Ayala 2002; Noy 2010; Guha-Sapir *et al.* 2012).

Áreas proibidas à construção pela legislação, ainda assim são edificadas. Dessa forma, a ocupação imprime padrões de intervenções totalmente incompatíveis com as condições naturais. Neste contexto, a pressão

exercida pela expansão urbana vem resultando num processo de ocupação desordenada e irregular, restringindo a sustentabilidade e proteção ambiental.

Vários municípios do Brasil apresentam condições urbanísticas precárias, ocasionando ocupações em áreas de encostas e margens de rios, tornando-as vulneráveis a eventos de grandes impactos. Dentre esses municípios está Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro, o qual apresenta esta realidade de apropriações irregulares associadas às condições geológicas e geotécnicas.

No *réveillon* de 2009 para 2010, 54 pessoas morreram no município por conta de deslizamentos de terras que atingiram a Ilha Grande e o Morro da Carioca, na porção continental. No Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN), a Gerência de Engenharia aponta os 61 bairros que sofreram com escorregamentos ou deslizamentos, enxurradas ou inundações bruscas. No período entre 15h do dia 30 de dezembro de 2009 até às 03h30 do dia 1 de janeiro de 2010 foi registrado no pluviômetro instalado na sede da Defesa Civil um acumulado pluviométrico de 417 mm, ultrapassando a média para todo o mês de dezembro (225 mm) e representando cerca de 70% de todo o volume de chuva climatológico do verão (600 mm).

Considerando o nível de detalhamento fornecido pelo trabalho de campo realizado pela defesa civil municipal de Angra dos Reis, a consistência dessas informações apresentadas com o superdimensionamento dos parâmetros que avaliam a ocorrência de eventos de escorregamentos em áreas de encosta em situações de chuva intensa e/ou prolongada, além da dinâmica do cenário, faz-se necessário atualizar o mapa do local de estudo. Nota-se que a falta de infraestrutura e planejamento urbano vem causando grande pressão tanto no espaço urbano quanto no meio físico, ecológico e biológico. Dessa maneira, é possível perceber a crescente necessidade de adoção de novas tecnologias que sirvam de base para o planejamento e gestão de áreas irregularmente ocupadas.

Dentro desse contexto, o geoprocessamento, por permitir um tratamento integrado de todo o meio físico, relacionando-o às perspectivas sociais, econômicas e políticas, pode ser aplicado como instrumento para localizar áreas críticas, centralizando esforços que visem à manutenção e/ou restauração de áreas deterioradas, bem como a mitigação de desastres e assistência à vida da sociedade que habita o espaço. Diante disso, antecipa-se o valor potencial das informações georreferenciadas advindas da utilização das geotecnologias empregadas para avaliar as áreas de riscos ambientais e analisar os aspectos físicos da região de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro.

Desse modo, essa pesquisa tem como objetivo identificar e analisar as fragilidades ambientais especificamente da comunidade Gamboa do Bracuí, no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro, visando avaliar a aplicabilidade de técnicas de geoprocessamento em outras áreas de risco do município e do estado.

2 Metodologia

2.1 Área de Estudo

A área de estudo, denominada Microbacia da Gamboa do Bracuí, está localizada no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro, com coordenadas geográficas central 22°56'20 S e 44°24'58 O, na margem à montante da BR-101 no Km 507, a aproximadamente 170 km da capital e no sudoeste do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A área total é de aproximadamente 1,1 km², confrontando com a rodovia BR-101, com uma altitude 10 m e cota máxima de 360 m.



Figura 1 Limite da Microbacia da Gamboa do Bracuí – Angra dos Reis/RJ delimitada em amarelo
Fonte Google Earth

O município de Angra dos Reis está inserido no setor sul fluminense da Serra do Mar, o qual sofreu intensos processos de deformação, com geração de estruturas que atuam como zonas de fraqueza na crosta, recorrentemente ativadas. A geologia local é caracterizada pela instabilidade de taludes e pela proximidade das vertentes da Serra do Mar com o litoral (Salvador e Pimentel 2009).

A vegetação dominante da região é a Mata Atlântica e Angra dos Reis é coberta por floresta ombrófila e vastas áreas de vegetação típica de manguezais, recorrente em regiões litorâneas. No entanto, desde sua colonização, a flora da região vem sofrendo com fortes pressões antrópicas. Os tipos de solo são o latossolo vermelho-amarelo presentes em ambientes bem drenados e os neossolo quartzarênico que são mais suscetíveis à erosão (RESENDE, 1985).

2.2 Métodos

Através da produção e análise de mapas temáticos, foram avaliados a combinação das características físicas de relevo, a cobertura vegetal, o solo exposto, a drenagem, entre outros. A análise desses aspectos associados à ocupação humana visa buscar possíveis fragilidades causadas pelo tipo de ocupação e urbanização densa na Microbacia da Gamboa do Bracuí.

Os procedimentos adotados neste estudo consistiram na identificação de arquivos em formato *shapefile* existentes na Secretaria Municipal de Defesa Civil de Angra dos Reis cedidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Dessa forma, foram avaliados os aspectos físicos da paisagem, tanto pedológico como geomorfológicos, vegetação, declividade e dados pluviométricos da Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do Município de Angra dos Reis/RJ em escala 1:100.000 de 2014. Essas informações foram estruturadas em mapas temáticos de pedologia, geomorfologia, geologia, vegetação, relevo, hidrografia, rede triangular irregular (TIN), declividade e carta de susceptibilidade de erosão nos limites pertinentes à área de estudo, além das informações climatológicas.

Para a identificação do relevo e da declividade da área, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) adquirido do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, disponibilizados pelo Projeto Topodata (VALERIANO, 2005) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esses dados são provenientes da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponibilizados pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) na rede mundial de computadores. A imagem possui resolução espacial de 20 m x 20 m, pertencente à folha 22s45_SN referente à data de 19 de julho de 2016.

Os registros de eventos pretéritos da região foram verificados nos arquivos da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis/RJ, fornecidos pela instituição, possibilitando a localização das áreas interditadas. Com auxílio do *software Google Earth Pro* realizou-se a vetorização das residências inseridas em área interditada pela Defesa Civil Municipal. A aquisição dos dados para a representação da drenagem principal foi feita em visita à área de estudo, utilizando o *Global Positioning System* (GPS) de navegação modelo Garmin GPSmap 60CSx.

O sistema de informação geográfica (SIG) utilizado para a criação da base digital no levantamento de campo foi o programa ArcGis, versão 10.3 (*Environmental Systems Research Institute – ESRI*, Redlands, Califórnia, Estados Unidos). No ArcMap foram sobrepostas as informações de levantamento planimétrico e áreas interditadas para as ações reconstrutivas realizadas no local.

Através dos dados cedidos pelo IBAMA (ano de referência 2013), foram verificados os mapas de relevo, hidrografia, rede triangular irregular (TIN) e declividade a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) Topodata. Para a carta de potencial de erosão, o método de elaboração foi a análise de multicritério, que permitiu a investigação combinada das variáveis estudadas. O método de álgebra de mapas também contribui para esse tipo de análise, uma vez que consiste na aplicação de operações aritméticas para associar várias camadas de modo a obter como resultado, classificações que permitem exames diversos. A análise de multicritério com o método de álgebra de mapa permite agrupar e classificar áreas que apresentem potencial de suscetibilidade erosiva semelhante (Benavides Silva e Machado, 2014).

Neste trabalho associou-se a geologia (25%), pedologia (30%), declividade (30%) e vegetação (15%) para a avaliação do potencial de erosão. Realizou-se a reclassificação de cada variável utilizando a ferramenta *Spatial Analyst* do *software* ArcGis 10.3, em que foram associados pesos para que todas as informações se estabelecessem em uma mesma escala de valor (Willen, 1965). Isso mostra que os índices de erosão variam significativamente em função de outras variáveis geralmente não consideradas nas suas definições: material geológico de origem, tipo de cobertura vegetal e forma, declividade e elevação dos terrenos.

A partir do MDE foram geradas as curvas de nível utilizando a ferramenta *Contour* com equidistância de 20 metros compatível com a resolução do modelo utilizado. A TIN (*Triangulated Irregular Network*), Rede Triangular Irregular, foi criada a partir das curvas de nível, através da interpolação dos valores de altitude, utilizando a ferramenta *Create TIN*. Também foram avaliadas as problemáticas e demandas encontradas pela Defesa Civil de Angra dos Reis acerca da ocupação das áreas de risco do município.

3 Resultados

Em visita à área de estudo foi possível encontrar na parte inferior da rodovia ocupações com pouca ou nenhuma técnica construtiva no sopé do morro que constitui um dos divisores da Microbacia da Gamboa do Bracuí (Figuras 2 e 3). Esta elevação natural apresenta cicatrizes de movimento de massa significativo por toda a superfície da elevação. Além disso, também foram localizadas manchas de deslizamentos apontando que são áreas que requerem estudos ambientais e restrições quanto à urbanização.



Figura 2 Construções na área de estudo - Fonte: Arquivo da Defesa Civil de Angra dos Reis



Figura 3 Edificação em área interdita - Fonte: Arquivo da Defesa Civil de Angra dos Reis

A área de estudo compreendida entre as escarpas da Serra do Mar e a Rodovia BR-101 está limitada quanto à expansão urbana, e em visitas foi possível perceber a ausência de planejamento no espaço disponível, observando-se ocupação desordenada, gerando assim um grave problema para o local. O sistema de fiscalização, ações preventivas e de socorro elaborado pela Defesa Civil municipal se mostra efetivo e vem apresentando resultados positivos, no entanto muitos ainda são os obstáculos a serem superados. A expansão da ocupação em áreas de risco ainda se mostra um problema em curso, onde áreas que são monitoradas periodicamente estão suscetíveis à ocupação e à construção de casas durante um final de semana, quando não existe fiscalização.

A área interdita pela Defesa Civil na microbacia Gamboa do Bracuí (Figura 4) está sobre ameaça de movimento gravitacional de massa, iniciando-se a partir da confluência da rodovia BR-101 com a Rua João Marinho, englobando todas as residências inseridas à montante da via, até a confluência da Rua João Marinho com a Travessa do Campinho. Foram localizadas 20 residências na área de estudo e identificadas como interditas, conforme relatório da Secretaria Municipal de Defesa Civil – Prefeitura Municipal de Angra dos Reis de 2012.

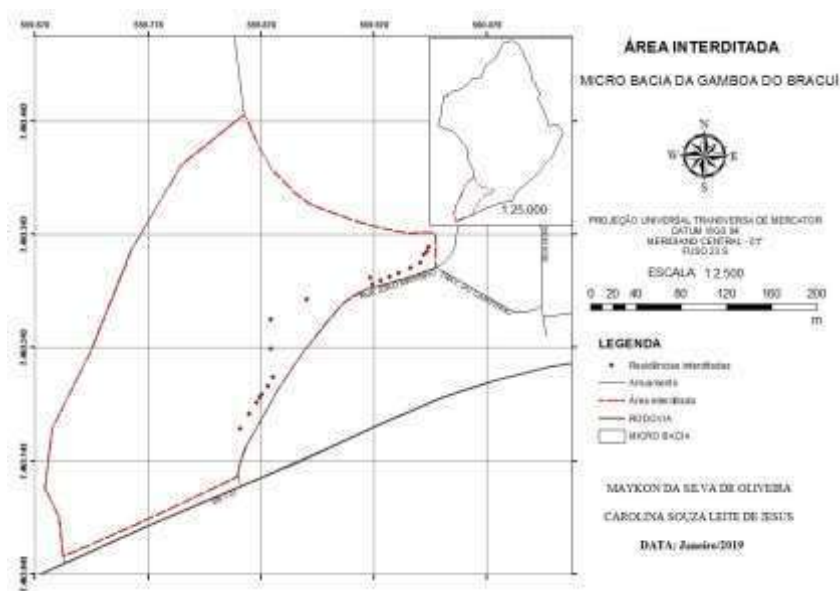


Figura 4 Mapa de Área Interditada da Microbacia Gamboa do Bracuí

Na investigação de campo realizou-se o cadastro dessas casas para verificar a atual situação. Verificou-se que 11 residências estão ocupadas, e que essas estão interditas pelo fato de estarem situadas em áreas de deslizamento de solo, oferecendo riscos de vida à população.

Outras informações sobre a área de estudo puderam ser obtidas através do geoprocessamento, como o georreferenciamento dos imóveis inseridos na área interdita, possibilitando o controle eficaz do quantitativo de famílias expostas ao risco. Também foi possível representar as características físicas do terreno com mapas.

No mapa pedológico foram identificados os tipos de solos presentes no local, que podem ser classificados como latossolos vermelho-amarelos e estão situados em extensas áreas do relevo, mais intensamente ao norte e em ambientes bem drenados. Ao sul encontra-se o neossolo quartzarênico, que são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura franco-arenosa ao longo de pelo menos 2 m de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo, sendo praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo (RESENDE, 1985).

A classificação geomorfológica da área de estudo é dividida em dois grupos: as escarpas em anfiteatro (80%) e a região de planície flúvio-marinha (20%) que vem se formando através de processos geomorfológicos. Nas encostas de maior declividade foi identificado um solo jovem e de baixa espessura. A base das escarpas, pelo fato da existência de uma associação a cortes de estrada, se torna um ambiente de grande instabilidade. As residências estão localizadas na área de planície flúvio-marinha, que predomina o neossolo quartzarênico, que é mais suscetível ao processo erosivo e, consequentemente, havendo riscos de deslizamento de solo e das residências sofrerem soterramento.

Analisando o mapa de geologia (Figura 5) foi possível identificar a classe geológica da área. Entre os tipos de rocha há o domínio do tipo gnaisses, uma rocha de origem metamórfica, resultante da deformação de sedimentos de arcóscicos ou de granito. No sopé das escarpas nota-se a presença de depósito de colúvio-aluviâres, porção de solos e detritos resultante de erosão. Na parte menos íngreme, verifica-se depósitos flúvio-marinhos resultante da combinação de processos erosivos de acumulação fluvial e marinha. No sopé existem mais sedimentos livres, que com a precipitação pluvial podem ser transportadas para a parte inferior da área, favorecendo o desprendimento do solo e da rocha do morro.

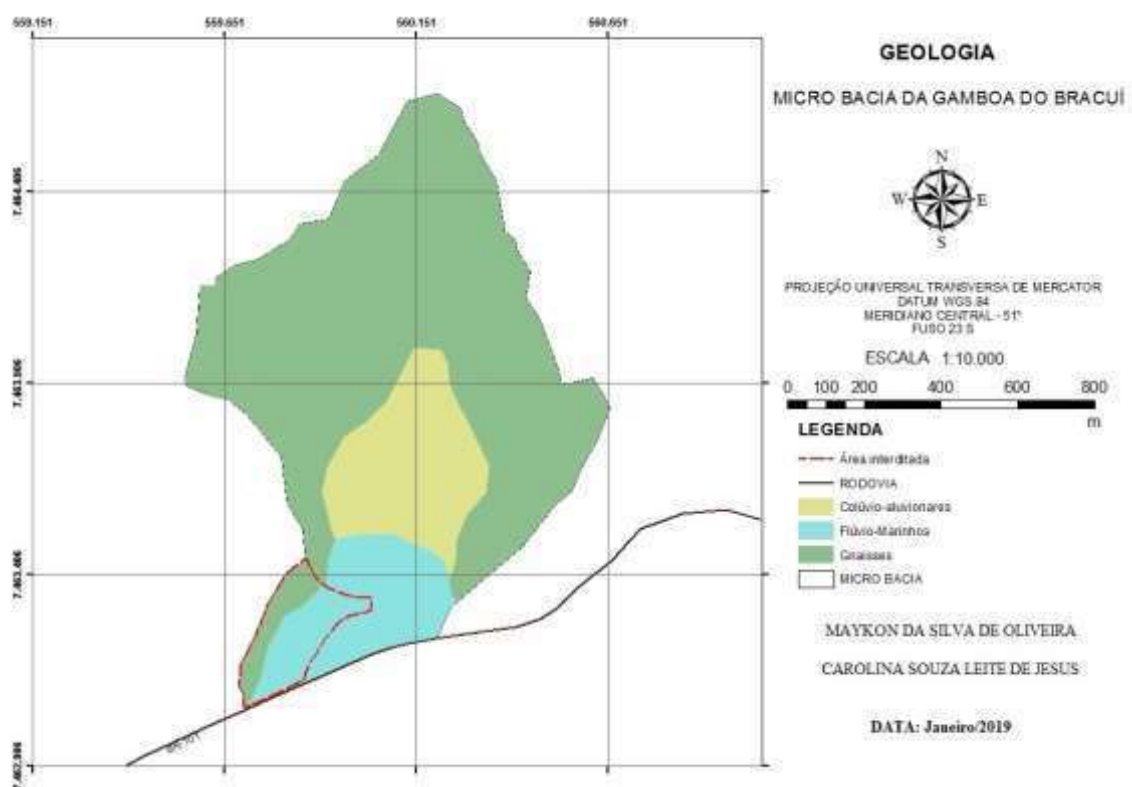


Figura 5 Mapa de Geologia da Microbacia Gamboa do Bracuí.

No mapa de vegetação (Figura 6) foi possível perceber que uma parte da área ainda se encontra recoberta por Mata Atlântica, no entanto, a maior cobertura do solo se dá por floresta degradada e vegetação rasteira de pasto, sendo evidente a ação antrópica substituindo a cobertura vegetal na área. Esse fator afeta os

processos e serviços ambientais prestados pela microbacia, favorecendo a erosão e tornando o solo mais vulnerável a deslizamentos.

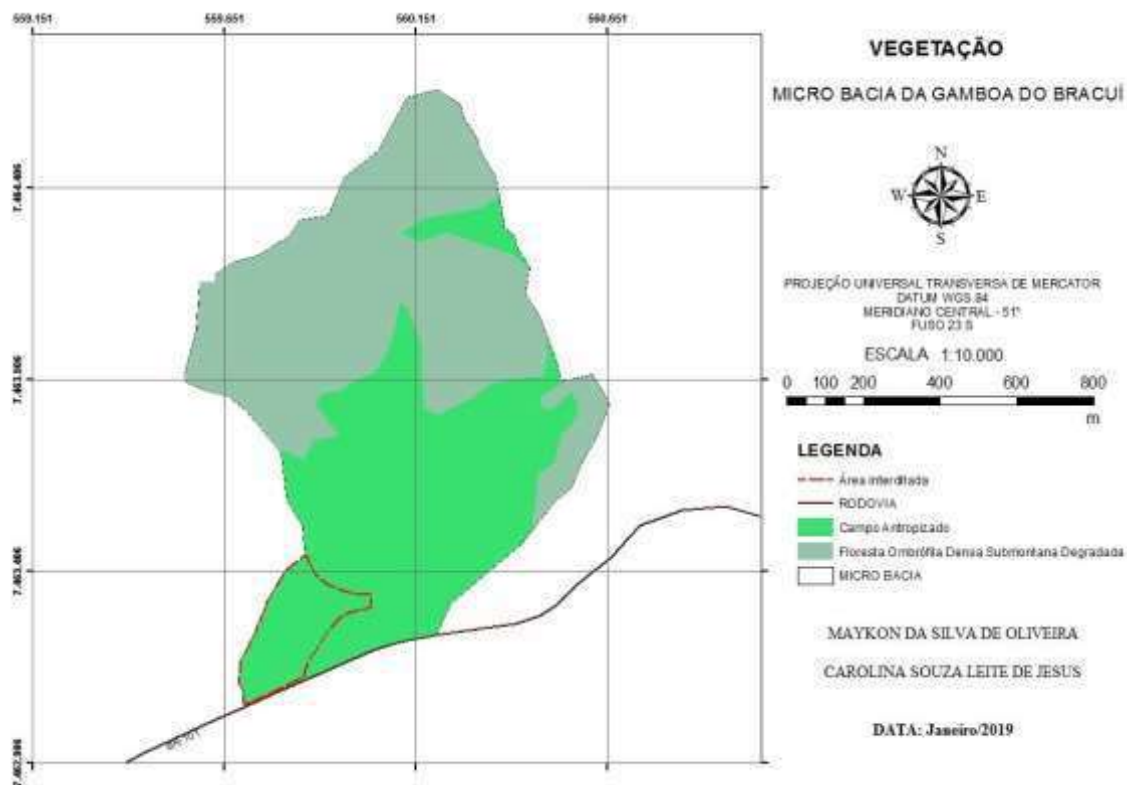


Figura 6 Mapa de Vegetação da Microbacia Gamboa do Bracuí.

O mapa de relevo elaborado mostra curvas de nível de 20 em 20 m e a hidrografia associada (Figura 7). Observa-se que em uma pequena distância existem significativas diferenças altimétricas. Nota-se também que o Córrego Gamboa possui nascentes em cotas aproximadas de 160 m chegando ao vale com cota de 20 m, numa distância aproximada de 1.000 m. Deve-se ressaltar que toda a água da planície acumulada deve ser drenada para o outro lado da rodovia pavimentada por obras de galerias.

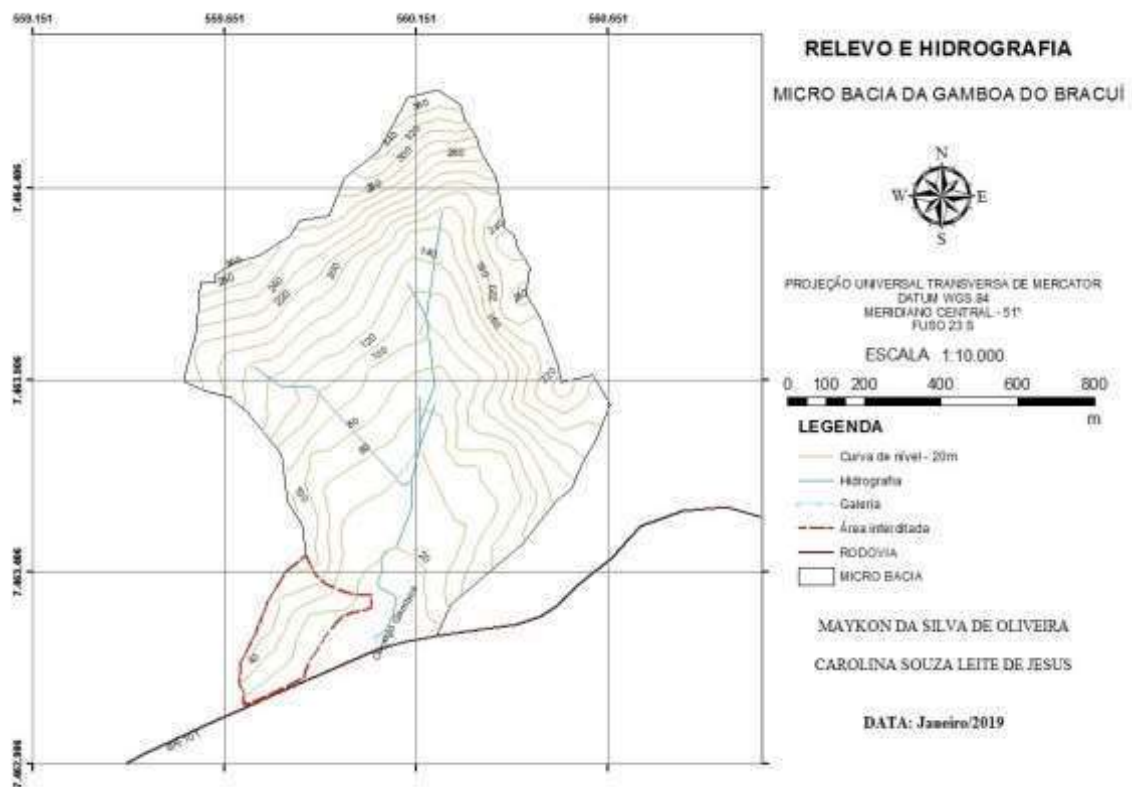


Figura 7 Mapa de Relevo e Hidrografia da Microbacia Gamboa do Bracuí.

O mapa de declividade foi elaborado criando-se uma grade numérica (*grid*) de declividade em graus, que posteriormente classificou-se em 5 (cinco) intervalos de classes de declividades expressas em porcentagem (Figura 8). Logo, os resultados dos valores de declividade percentuais da área foram agrupados em: 0-5%; 5-15%; 15-30%; 30-45%; e acima de 45%. Através do mapa foi possível constatar que grande parte do terreno pode ser aproveitada em termos de ocupação, porém a declividade varia de 0 a valores acima de 45°. À medida que a declividade aumenta, também cresce a velocidade do escoamento da água superficial, gerando um gradiente hidráulico significativo e uma vulnerabilidade considerável aos imóveis (RESENDE, 1985). Com declividade na faixa de 0 a 5°, o terreno é praticamente plano, e terrenos rasos implicam em problemas que geralmente ocorrem nesta faixa de inclinação, como inundações. Até então, não foi observado nem relatado qualquer caso de inundação nessa área de estudo.

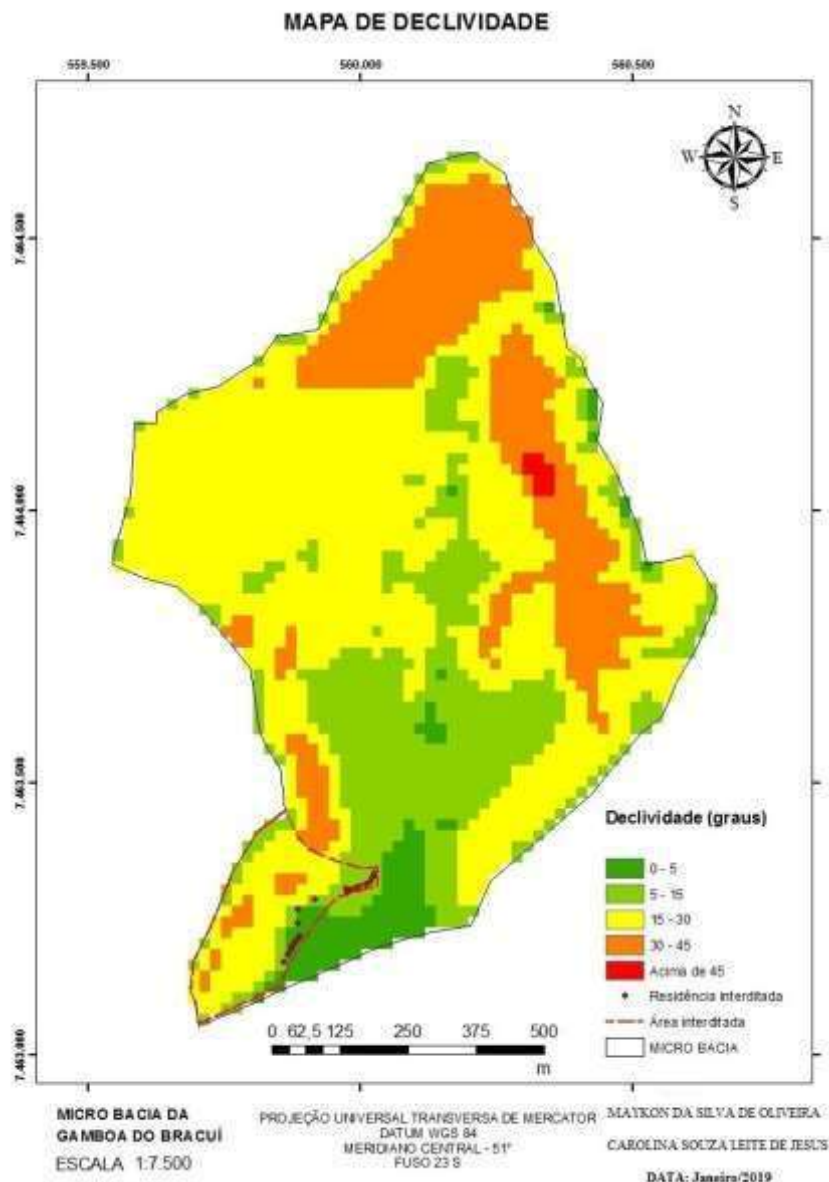


Figura 8 Mapa de Declividade da Microbacia Gamboa do Bracuí.

Observa-se que à medida que a declividade vai se elevando e, principalmente ao se aproximar de 30°, o potencial de escoamento superficial relacionado às chuvas acelera com o terreno sujeito à erosão hídrica em função da suscetibilidade da composição do solo (Resende 1985). Esse fator se torna ainda mais relevante uma vez que a área do município de Angra dos Reis é sujeita à influência de importantes sistemas meteorológicos ocasionadores de acentuada precipitação quando associados à topografia local, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na primavera e no verão e as frentes frias ao longo de todo o ano. Essa região da Costa Verde apresenta totais pluviométricos médios anuais por volta de 1.600 mm (Luiz Silva e Dereczynski 2014). Normalmente, medidas preventivas devem ser tomadas a fim de se evitar problemas futuros como deslizamentos de terra.

Declividades de 30 a 45° ocupam uma área considerável do mapa e a área interditada está inserida nessa faixa, sendo assim necessárias providências imediatas, sejam de obras de contenção de encosta ou da retirada dos ocupantes dessa área. Regiões com declividades maiores que 45° (encostas) não são edificantes (Lei Federal 6.766; Brasil 1979) e no momento dessa pesquisa se encontram sem edificações.

A carta de potencial à erosão combinou dados de geologia, pedologia, declividade e vegetação (Figura 9). Nesta carta, adotou-se 5 (cinco) classes para avaliar o potencial: muito alto, alto, moderado, baixo e muito

baixo. É possível notar que a maior parte da área apresenta potencial muito alto de erosão, cobrindo 47,4% da área. Somando o potencial alto de 13,7%, juntas ultrapassam 60% da área. O potencial moderado é de 14,9%, o baixo de 19,5% e um pequeno trecho apresenta potencial muito baixo, abrangendo área de somente 4,3%.

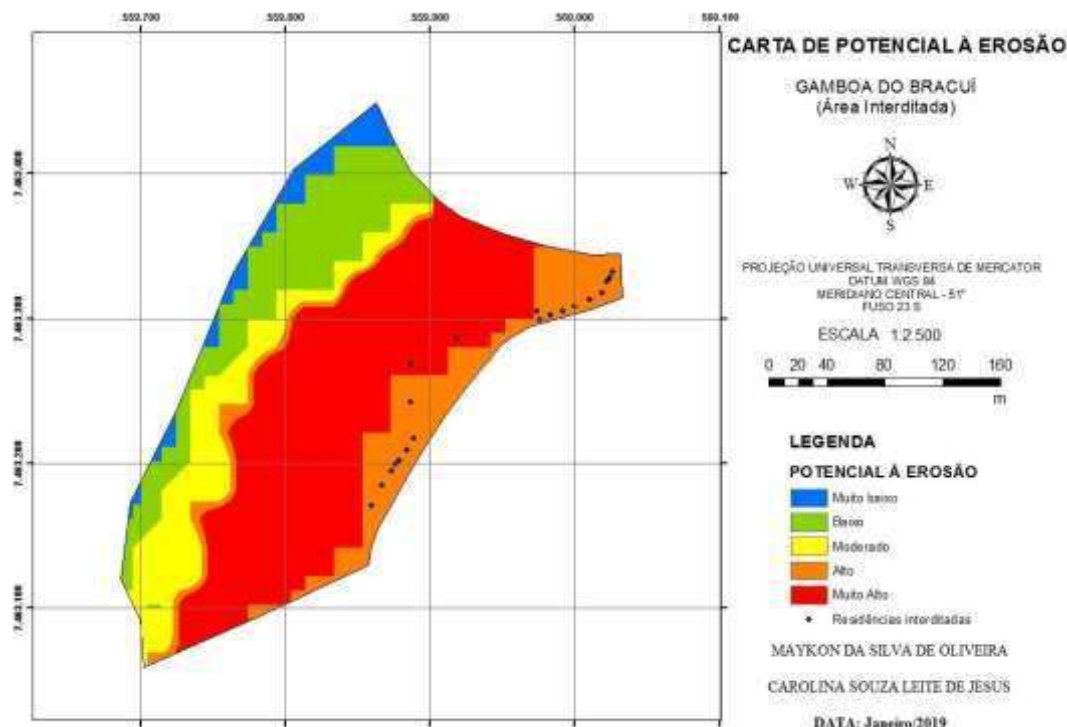


Figura 9 Carta de Potencial a Erosão da Microbacia Gamboa do Bracuí.

O maior potencial à erosão em que as ocorrências da perda do solo pelas condições ambientais são agravadas (alta e muito alta) estão localizadas exatamente na área ocupada pela população. É possível relacionar que a força da água de montante juntamente com o peso do solo em dias chuvosos pode afetar de maneira expressiva essa região, impactando o ambiente e colocando em risco a vida dos moradores do local.

4 Conclusões

Neste trabalho foram examinados diversos aspectos da Microbacia da Gamboa do Bracuí (Angra dos Reis, RJ) através de ferramentas SIG, que conjuntamente levaram a corroborar a ação da Defesa Civil de interditar a área. Esse estudo conclui tecnicamente que a localidade deve permanecer bloqueada pela presente fragilidade ambiental que pode ser analisada nos mapas, principalmente de hidrografia, declividade e potencial de erosão.

A Microbacia da Gamboa do Bracuí é uma bacia ambientalmente fragilizada pela forte ação antrópica exercida no local, onde a substituição da vegetação nativa constitui perda significativa dos principais serviços ecossistêmicos prestados e crescente instabilidade geológica. O ambiente é complexo e o planejamento urbano é estrategicamente uma ferramenta essencial, econômica e sustentável.

A utilização de geotecnologias em estudos multidisciplinares voltados para a organização do espaço urbano e conservação dos recursos naturais visando à redução de desastres naturais foi avaliada de forma positiva, tornando-se fortemente recomendada por órgãos competentes. Essas pesquisas são enfáticas facilitadoras para o desenvolvimento de práticas de defesa civil para solução de possíveis problemas já existentes ou para a prevenção da ocorrência de eventos futuros. Além do mais, tais estudos servem de base para a criação de um plano de ação de resposta para o momento do desastre que resulte em menores perdas ambientais, sociais e econômicas por meio de ações específicas para as particularidades de cada região.

Espera-se que este trabalho seja de utilidade imediata para o processo de verificação de mudanças do ambiente, se mostrando fundamental para a compreensão da paisagem de forma integrada, permitindo

principalmente apresentar as informações para tomadas de decisão em todas as fases de proteção e defesa civil: prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução.

O município de Angra dos Reis, especificamente, carece de mais pesquisas e investigações por ser um território com histórico de desastres, e diante deste estudo de caso da Microbacia da Gamboa do Bracuí é possível atestar que o método pode ser expandido e repetido em todo o município de modo preventivo e imediatista. As geotecnologias se mostraram ferramentas eficazes, tanto para aplicações no ordenamento urbano quanto em ações preventivas ou de resposta a desastres para Defesas Civas e outros órgãos associados. Por fim, essa metodologia pode ser útil não somente para o município de Angra dos Reis, mas também para outros que dispõem de fragilidades semelhantes em seus territórios.

Referências Bibliográficas

Alcántara-Ayala I (2002) Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. *Geomorphology*, 47:107-124

Benavides Silva VC; Machado PS (2014) SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais, *Revista de Geografia (UFPE)* 31(2):20-32

Brasil (1979). LEI No 6.766 de 19 de Dezembro de 1979. Parcelamento do Solo Urbano, Brasília, Distrito Federal

Coelho Neto AL (2005) A Interface Florestal-Urbana e os Desastres Naturais Relacionados à Água no maciço da Tijuca: Desafios ao Planejamento Urbano numa Perspectiva Sócio Ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, 16:46-60

Guha-Sapir D; Vos F; Below R; Ponserre S (2012) Annual Disaster Statistical Review 2011: the numbers and trends. CRED, Brussels. http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2011.pdf. Acessado em 26 de abril de 2019

Luiz Silva W; Dereczynski CP (2014) Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 37:123-138

Noy I; Nualsri TB (2010) The Economics of Natural Disasters in a Developing Country: the case of Vietnam. *Journal of Asian Economics*, 21:345-354

Resende M (1985) Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. *Informe Agropecuário*, 11(128):3-18

Salvador ED; Pimentel J (2009) Avaliação da neotectônica no município de Angra dos Reis, setor sul-fluminense da Serra do Mar, com base em mapas morfométricos gerados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 3347-3354

Valeriano MM (2005) Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 1-8

Willen DW (1965) Surface soil textural and potential erodibility characteristics of some Southern Sierra Nevada Forest sites. *Soil Science Society Proceedings*, 29:213-218