Uso de geotecnologias aplicadas à delimitação de áreas de risco a voçorocamento em Manaus (AM)

Geotechnology use apply to the limits of risk area in a gullies in Manaus (AM)

Karoliny Felix Vidal

Bacharel em Geografia (UFAM)

Manaus, Amazonas

karol.vidal@hotmail.com

Olivaldo Patricio Da Costa Macedo

Analista em Geoprocessamento da Secretaria Municipal
de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS)

olivaldo.patricio@pmm.am.gov.br

Deivison Carvalho Molinari

Mestre em Geografia (UFSC) e Professor do
Departamento de Geografia (UFAM)

molinari_geo@yahoo.com.br

Artigo recebido para revisão em 20/02/2014 e aceito para publicação em 11/04/2014

Resumo

Este artigo tem como objetivo delimitar as áreas de risco à voçorocamento na cidade de Manaus. Para isto, realizou-se a elaboração de mapa de localização das voçorocas, do modelo digital de elevação com delimitação das áreas de risco a voçorocamento e, quantificação das residências em áreas de risco por zona administrativa. O mapeamento das áreas de risco a erosão e a quantificação de casas nas áreas susceptíveis foram elaborados no software ArcGis (versão 9.3). A extensão deste polígono foi delimitada de acordo com critérios geomorfológicos, isto é, as residências localizadas entre os divisores de água e a cabeceiras e/ou bordas das voçorocas compõem as moradias em risco ambiental. Os resultados permitem afirmar que existem 117 voçorocas dispostas nas cinco zona administrativas. A leste apresenta 82% com 96 incisões e apresenta a maior quantidade, ao passo que, as zonas oeste e centro-oeste possuem as menores, totalizando 4 e nenhum feição erosiva. Além disso, existem 8.684 residências localizadas em áreas de risco a erosão por voçorocamento.

Palavras chave: áreas de risco, voçoroca, geotecnologias, Manaus

Abstract

This article aims to delineate risk areas gullies in the city of Manaus. For this, there was the development of the location of gullies map, digital elevation model with delineation of risk areas to voçorocamento and quantification of households in risk areas by administrative area. The mapping of erosion risk and quantification of houses in areas which were developed in ArcGIS (version 9.3) software. The length of this polygon was defined according to geomorphological criteria, ie, the residences located between watersheds and headwaters and / or edges of gullies comprise villas in environmental risk. The results indicate that there are 117 craters arranged in the five administrative area. The east has 82 % to 96 incisions and has the highest amount, whereas the western and midwestern areas have lower, totaling 4 and no erosive feature. In addition, there are 8,684 households located in areas at risk from erosion by gullies.

Palavra chave: risk area, gullies, geotechnology, Manaus

1. INTRODUÇÃO

A cidade de Manaus (AM) possui um total populacional de 1.802.525 habitantes (IBGE, 2010), distribuídos numa área de 11.401km². Deste total, aproximadamente 99,5% da população reside no setor urbano ocupando apenas 4% da extensão territorial municipal, o que, portanto, revela elevada concentração demográfica.

Essa hipertrofia urbana tem produzido profundas alterações na paisagem decorrentes dos processos de migração, com isso ocorrem significativas transformações na forma de uso e ocupação do solo urbano, tais como: verticalização da zona centro-sul e expansão horizontal por invasões e conjuntos habitacionais na zona norte e leste; o processo de especulação imobiliária e, principalmente, na degradação ambiental por meio de processos geodinâmicos, responsáveis pela formação de áreas de risco a voçorocamento e movimentos de massa (escorregamento e desmoronamento), além da colmatagem de canais fluviais.

Apesar do acentuado fluxo migratório, Manaus não possuía (e ainda não possui) estrutura capaz de absorver esta população, principalmente no que tange a oferta de moradia e de equipamentos urbanos. Desta maneira, o espaço urbano expandiu-se horizontalmente no sentido leste e norte, na forma de ocupações irregulares, processo inerente a quase a totalidade dos bairros da zona leste, bem como por conjuntos habitacionais, de iniciativa do poder público estadual localizados na zona norte. Ainda assim, a cidade possui atualmente 62 bairros e inúmeras comunidades que ainda não são oficialmente bairros, criadas em sua grande maioria a partir de ocupações irregulares; o surgimento de comunidades sinaliza para o elevado déficit habitacional, que em 2000 chegou a 63.000 residências (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2002 *apud* OLIVEIRA; COSTA, 2007).

Além disso, verificam-se expressivos problemas ambientais devido a ocupação irregular em fundos de vale e/ou em encostas, estas últimas chamadas regionalmente de barrancos, com declividade acentuada (AB SABER, 1953). Em linhas gerais, a ocupação é precedida pelo desmatamento das superfícies acelerando os processos naturais de denudação (MAGALHAES et al., 2011). Esta prática auxilia a deflagração de processos geodinâmicos, tais como a formação de voçorocamentos e de cicatrizes de movimentos de massa (escorregamento e desmoronamento) que ao surgirem próximo as habitações, convertem esses espaços, em áreas de risco ambiental (DIRANE et al., 2010).

Isto posto, torna-se imprescindível a elaboração de propostas técnicas que subsidiem a identificação de áreas de risco na capital amazonense. Portanto, o objetivo geral deste artigo é criar modelo de delimitação das áreas de risco à voçorocamento na área urbana de Manaus (AM). Para isto, realizou-se a elaboração de mapa de localização das voçorocas; de modelo digital de elevação

com delimitação das áreas de risco a voçorocamento e, quantificou-se as residências das áreas de risco por zona administrativa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende o perímetro urbano de Manaus, no qual se configura entre os 62 bairros existentes e aprovados, entre os mesmos podem-se localizar áreas as quais já possuem voçorocas e áreas com susceptibilidade a tal processo erosivo (Figura 01). A distribuição dos usos sobre o solo urbano de Manaus pode ser caracterizada a partir da descrição de cada uma de suas zonas urbanas. As zonas são apresentadas de acordo com a divisão geográfica estabelecida pelo Decreto Municipal n° 2.924/95.

Figura 01- Localização da cidade de Manaus.

2.2. Procedimentos Operacionais

A localização e mapeamento das voçorocas foram realizados com base no trabalho de Vieira (2008) e no relatório da Defesa Civil de Manaus (2010) apud A CRITICA (2013) nos quais registram cadastramentos desta incisão em toda a cidade de Manaus. Para isto, foi realizado fotointerpretação direta da imagem da *Ortofoto* (2010) cedida pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS) utilizando-se o software *Adobe ImageReady 7.0* para identificação de possíveis novas áreas com voçorocamento. Uma vez reconhecida à voçoroca na imagem, obtêm-se a localização exata (rua e acesso) o que permite a verificação em campo.

Em campo, foi coletado as coordenadas no sistema latitude/longitude por meio de GPS de navegação, para em seguida, realizar-se a transferência dos pontos via software *Track Maker* permitindo, o georreferenciamento dos pontos coletados no *ArcGis* (versão 9.3).

O mapeamento das áreas susceptíveis a erosão e quantificação de casas nestas áreas foi alcançada a partir da elaboração de polígonos que circundarão as incisões erosivas elaborados no software *ArcGis* (versão 9.3) por meio da ferramenta edição de *layer*. A extensão deste polígono, denominada de área de contribuição, foi delimitada de acordo com critérios geomorfológicos (forma e declividade), isto é, as residências localizadas entre os divisores de água e a cabeceiras e/ou bordas das voçorocas compõem as moradias em risco ambiental (CARVALHO, 2007; COSTA et al., 1996; VALENTE, 1996; VIEIRA et al., 2005; SILVA, 2007) (Figura 02).

Figura 02 – Delimitação da área de risco de acordo com a geomorfologia e quantificação das residências

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Mapeamento das Voçorocas em Manaus

Em Manaus foram encontradas 117 voçorocas localizadas dispostas nas cinco zona administrativas do perímetro urbano. A zona leste apresenta 82% com 96 incisões apresenta a maior quantidade, ao passo que, as zonas oeste e centro-oeste possuem as menores, totalizando 4 (quatro) e nenhum feição erosiva (Figura 03 e Quadro 01).

Figura 03- Mapa de Localização das Voçorocas em Manaus.

Dentre os fatores responsáveis, pode-se destacar aqueles relacionados a produção do espaço como equipamentos urbanos na forma de tubulação e canaletas inadequada sem acompanhar o relevo (do interflúvio ao fundo do vale) bastante comuns nas ocupações irregulares sejam recentes ou antigas.

Outro fator importante são os aspectos geoambientais, com destaque para a hidrografia. Na zona leste verifica-se maior densidade de drenagem, isto significa que, possivelmente esta área da cidade apresenta maior erosividade da cobertura pedológica latossólica, visualizado nos entalhes geomorfológicos na forma de vales (em V ou em U) com diferentes níveis de dissecação, que por vezes afloram o lençol freático na forma de canais fluviais, localmente chamados de igarapés.

Dentre os bairros com maior quantidade de incisões em Manaus, destacam-se: Distrito Industrial II, Jorge Teixeira, Colônia Antônio Aleixo, Mauazinho e Tancredo Neves (Figura 04).

Figura 04: Voçorocas localizada na Av. Itaúba - Jorge Teixeira (Zona Leste – Manaus)

3.2. Elaboração de Modelo Digital de Elevação, Mapeamento e Quantificação das Residências em Áreas de risco em Manaus

No perímetro urbano de Manaus existem 8.684 (oito mil e seiscentos e oitenta e quatro) residências localizadas em áreas de risco a erosão por voçorocamento. Estas encontram-se próximas ou até mesmo em risco eminente devido a acelerada dinâmica de crescimento das incisões erosivas, as quais causam danos materiais e econômicos significativos.

Quadro 01 – Quantidade de voçorocas e residências em área de risco em Manaus

ZONA	QUANTIDADE DE VOÇOROCAS	QUANTIDADE DE RESIDÊNCIAS EM RISCO
Leste	96	7.536
Norte	5	676
Centro-Sul	5	16
Oeste	4	333
Sul	7	123
Manaus	117	8.684

Estes dados contrastam significativamente com os cadastrados no mapeamento realizado pela Prefeitura Municipal de Manaus (PMM) em parceria com a Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais (CPRM) divulgados 2013. Segundo a PMM em Manaus existem 28.684 residências em risco (A CRÍTICA, 2013).

Dentre as explicações para esta diferença encontra-se a metodologia utilizada pela Prefeitura de Manaus. Esta delimitou o risco a partir de critérios visuais como trincas e fraturas nas estruturas das residências, dividindo as áreas em 4 níveis (muito alto, alto, médio e baixo) de risco.

Nesta pesquisa, conforme descrito no item 2.2 relativo aos procedimentos operacionais deste trabalho tomou-se como critério principal de delimitação a geomorfologia para circunscrever o limite de crescimento máximo da incisão erosiva, denominou-se área de contribuição, e que, portanto, as residências localizadas neste polígono estariam em risco.

Do total identificado (Quadro 01), 7.536 edificações encontram-se na zona leste de Manaus. Este número atesta que 89,7% das áreas de risco a erosão estão nesta área. Identificou-se 96 voçorocas nesta zona administrativa, principalmente nos bairros Jorge Teixeira, Distrito Industrial II, Gilberto Mestrinho, Puraquequara, Tancredo Neves e Colônia Antônio Aleixo (Figura 05).

Figura 05: Modelo Digital de Elevação e Localização das Áreas de risco a voçorocamento - Zona Leste / Manaus (AM)

Além dos fatores socioespaciais e geoambientais mencionados anteriormente, verificou-se que estas incisões erosivas surgem e evoluem no final de avenidas secundárias perpendiculares aos principais eixos viários destes bairros, coincidentemente no segmento médio e/ou inferior de vertentes convexas nas quais há expressiva convergência de fluxo de água pluviais (Figura 06).

Figura 06: Voçoroca localizada no final do arruamento - Bairro Tancredo Neves / Zona Leste

Na zona sul identificou-se 7 voçorocas localizadas nos seguintes bairros: Morro da Liberdade, Distrito Industrial I, Vila Buriti e Mauzinho. No que tange, a quantidade na área de risco mapeou-se 123 edificações (Figura 07). A grande peculiaridade desta zona é a presença de áreas de risco em terrenos industriais, a saber, no Parque Industrial de Manaus (PIM). Em geral estas se constituem em terrenos colinosos com vertentes curtas porém bastante inclinadas, que em decorrência do desmatamento seguido de terraplanagem tem desencadeado o surgimento de incisões erosivas.

Figura 07: Modelo Digital de Elevação e Localização das Áreas de risco a voçorocamento - Zona Sul / Manaus (AM)
Fonte: Karoliny Vidal (2012)

Em termos práticos, a percepção do risco ambiental somente ocorre por parte das empresas e do poder público quando a incisão compromete estruturas patrimonial das empresas (trincas e rachaduras) e impedem/difícultam a mobilidade, enquanto não se chega neste nível nenhuma providência é tomada (Figura 08).

Figura 08: Áreas de Risco no Distrito Industrial (Manaus/AM)

Na zona norte foram identificadas 5 voçorocas localizadas nos bairros Cidade Nova e Nova Cidade, nas quais encontram-se 676 edificações em áreas de risco a voçorocamento. Pode-se observar que as incisões localizam-se nas vertentes próxima as nascentes denunciando o assoreamento, e, portanto, o impacto ambiental existente na área. Outro aspecto é que as voçorocas localizam-se no segmento final dos terrenos predominantemente residenciais dos supracitados conjuntos habitacionais. Isto significa afirmar que, a presença destas feições erosivas ocasiona risco de vida aos moradores, e ao mesmo tempo, desvaloriza os imóveis e compromete a estrutura física das residências (Figura 09).

Figura 09: Modelo Digital de Elevação e Localização das Áreas de risco a voçorocamento Zona Norte / Manaus (AM)

O pequeno número de áreas de risco possivelmente associa-se ao processo de produção do espaço urbano nesta zona predominantemente conduzido pelo Estado por meio da construção de conjuntos habitacionais iniciado em meados dos anos 1980. Neste sentido, foram construídas também uma série de equipamentos urbanos como avenidas asfaltadas, canaletas de águas pluviais, energia elétrica, entre outros, os quais contribuíram para o não surgimento de incisões, e, por conseguinte, pela significativa inexpressividade de áreas de risco nesta zona administrativa quando comparada a outras de Manaus.

Na zona centro sul foram identificadas 5 áreas de risco localizadas nos bairros Chapada e Parque Dez de Novembro, com 16 edificações presentes. É salutar mencionar que uma destas incisões localiza-se na área de um shopping center, e que o crescimento desta voçoroca, caso não contida, possa vir a comprometer parte deste empreendimento, especificamente o estacionamento (Figura 10).

Figura 10: Modelo Digital de Elevação e Localização das Áreas de risco a voçorocamento
Zona Centro-Sul / Manaus

Por fim, na zona oeste identificou-se 4 áreas de risco situadas nos bairros Tarumã e São Jorge com 333 residências (Figura 11). Verificou-se que algumas destas áreas localizam-se em loteamentos recentes no qual o desmatamento tem ocasionado condições favoráveis aos escoamentos superficiais concentrados nas vertentes responsáveis pelo surgimento dos canais incisos.

Figura 11: Modelo Digital de Elevação e Localização das Áreas de risco a voçorocamento Zona Oeste / Manaus (AM)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problemática das áreas de risco a erosão em Manaus traz a lume aspectos relativos a produção do espaço urbano fruto da interação de processos espontâneos (as chamadas invasões e/ou ocupações) ou planejados (conjuntos habitacionais públicos ou privados).

Os dados mostraram grande quantidade de residências em invasões e conjuntos habitacionais que de forma direta ou indireta possuem risco diante da evolução das voçorocas, este fato, mostra que, as áreas de risco não se encontram somente em ocupações espontâneas, mas em locais ditos planejados.

A influência dos contornos geomorfológicos como delimitador das áreas de risco constitui-se num elemento inovador no mapeamento das áreas de risco em Manaus. Isto possivelmente constitua-se na causa da disparidade quantitativa identificada pela Prefeitura de Manaus, em parceria com a CPRM e a Defesa Civil no qual cadastraram 28.684 residências em áreas de risco (A CRITICA, 2013), enquanto que este mapeamento identificou 8.864 habitações nestas condições.

Por fim, independentemente da metodologia utilizada percebe-se a gravidade deste problema socioespacial, pois coloca em risco o bem mais precioso, a vida humana. Ademais, os reflexos socioambientais como assoreamento de igarapés e desvalorização imobiliária revelam a face perversa desta problemática urbana, a segregação socioespacial.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) pelo apoio financeiro e ao Grupo de Pesquisa Geografia Física da Amazônia do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Amazonas (GFA/DEGEO/UFAM).

REFERÊNCIAS

A CRITICA. Jornal A critica. **Vidas em Perigo**. Caderno Cidades. Folhas A1. Data: 05 de agosto de 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFICO ESTATISTICO – IBGE. **Censo da população das capitais brasileira**. < Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> > Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

CARVALHO, T.M. **Método de Sensoriamento Remoto aplicado a geomorfologia**. Revista Geográfica Acadêmica. Vol.1. N1. Viçosa. 2007.

COSTA, T.C.C.; SOUZA, M.G.; BRITES, R.S. **Delimitação e Caracterização de Área de Preservação Permanente por meio de Sistema de Informações Geográfica (SIG)**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador: INPE, 1996.

DIRANE, A.C.M.; DONALD, A.R.; MOLINARI, D.C. **Caracterização das vertentes das áreas de risco ambiental do Distrito Industrial II – Manaus (Amazonas)**. Geonorte. Manaus. Ano 1. N1. Vol.1, 2010.

MAGALHAES, R.C.; MOLINARI, D.C.; GOMES, R.C.M. **Produção do Espaço e alterações das características fitogeográficas e geomorfológicas em Manaus: o caso do Tarumã e Distrito Industrial 2 (Manaus)**. Geonorte. Manaus. Ano 2. N3. Vol.1, 2011.

OLIVEIRA, J. A.; COSTA, D. P. Conjuntos habitacionais e a urbana de Manaus: Filigramas do processo de construção urbana e o papel das políticas habitacionais, **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, 11 (6), 2007.

VALENTE, A.L.S. **Uma metodologia para identificação de áreas de risco através de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Salvador: INPE, 1996.

VIEIRA, I. M.; KAZIMIERKZAK, M.L.; MALTA, F.J.N.C. **Proposta Metodológica para identificação de áreas de risco de movimentos de massa em áreas de ocupação urbana. Estudo de caso: Campos do Jordao, SP**. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia: INPE, 2005.

SILVA, L.P. **Modelagem e Geoprocessamento na identificação de áreas de risco a inundação e erosão na bacia do rio Cuiá**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. Universidade Federal da Paraíba, 2007.