

Discussão de uma metodologia a ser implementada no mapeamento de áreas de risco à inundação

Bruno Zucuni Prina¹
Romario Trentin¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Programa de Pós-Graduação em Geografia
Avenida Roraima, 1000, Prédio 17 – Camobi, Santa Maria - RS, Brasil, CEP 97105-900
{brunozprina, romario.trentin}@gmail.com

Abstract. The aim of this study is to present and discuss general aspects about a methodology for mapping risk areas to flooding, along with the presentation of an application development proposal. The justification is driven by the question of contextualizing an efficient routine and practice in mapping risk areas to flooding, to tying-idea of inducing the mapping even personnel not specialized in this area, such as municipal civil servants. So, to systematize the purpose of this study, one can cite basically four stages: development of BDFloods application, organization of search form, organization of primary data, application and analysis of data (generation information). Thus, they were organized all methodological routines, and in the end the results are emphasized hypothetically, however, all focus is portrayed to BDFloods application, developed with Visual Basic programming language. It is concluded as very important the information structure to be composed by the BDFloods application, therefore, the discussion about the application appears to be essential, especially in the stage that comes their development (in full).

Palavras-chave: Banco de Dados, Geoprocessamento, SIG (*Database, Geoprocessing, GIS*).

1. Introdução

Entre os inúmeros assuntos que estão em destaque, ultimamente, na mídia e na comunidade científica referem-se aos problemas com desastres naturais, muitos deles correlatos as inundações ocorridas no meio urbano. As maiores problemáticas referentes a essa questão devem-se a questão da urbanização desordenada sobre o território e a incidência de grandes precipitações.

Uma ferramenta para o gerenciamento de risco é a realização dos mapeamentos de áreas de risco à inundação. Inúmeras são as aplicações, com variadas metodologias, porém, muitas delas são compostas por etapas de difícil implementação e requer pessoal técnico especializado. Além disso, no meio acadêmico, quando refere-se a questão de “mapear inundações”, intui-se, diretamente, o uso de Modelos Digitais do Terreno (MDT), os quais inoportunamente são disponibilizados pelas Prefeituras (ou quando disponibilizados são em escalas incompatíveis), e, se for de interesse reproduzi-los, os mesmos caracterizam-se como de grande dificuldade, além de serem de alto custo.

A partir das discussões levantadas, cabe salientar que a problemática contida nesse trabalho refere-se a resolução da seguinte questão: “*como idealizar uma metodologia para mapeamento de áreas de risco à inundação de forma prática, fácil e eficiente?*”

Justifica-se, desse modo, entender que dessa forma, será possível contextualizar uma rotina eficiente e prática no mapeamento de áreas de risco à inundação, atrelando-se a ideia de induzir o mapeamento, até mesmo, ao pessoal não especializado nessa área, como por exemplo, servidores públicos municipais. Em linhas gerais, pode-se destacar, que esse trabalho induz a realização de um planejamento acerca de um futuro trabalho que será implementado, o qual compõe um projeto de tese de doutorado.

Assim sendo, o objetivo geral do trabalho é o de apresentar e discutir aspectos gerais acerca de uma metodologia para mapeamento de áreas de risco à inundação, juntamente com a apresentação da proposta de desenvolvimento de um aplicativo.

A partir da indexação da temática desse trabalho, deve-se conceituar algumas terminologias, a fim de subsidiar o entendimento global a respeito das etapas metodológicas e conceituais desse trabalho, conforme destacado a seguir.

Inicialmente será destacado algumas questões referente ao adensamento populacional. Dessa forma, destaca-se que com o adensamento populacional é responsável por uma maior geração de sedimentos dentro da bacia hidrográfica, procriando, além de áreas degradadas - erosão, uma maior tendência para o assoreamento da rede de drenagem (TUCCI, 2005), contribuindo, de forma indireta, com as inundações.

O crescimento urbano das cidades, com uma maior concentração da população e de suas atividades alheias, na visão de Basso, Moreira e Pizzato (2011) geram dois cenários: um de maior impermeabilização do solo (pelo adensamento de construções e pavimentação de ruas e calçadas) e o segundo, uma consequência do primeiro, ou seja, um maior escoamento superficial (contribuindo para que as águas cheguem em um tempo mais curto aos canais de drenagem). Os referidos fatos estão diretamente associados à dinâmica natural do ambiente (no caso, da bacia hidrográfica), a qual é alterada, gerando problemáticas à sociedade.

Esses dois processos acabam por sobrelevar a frequência das inundações, bem como a magnitude dessas, principalmente em períodos de precipitações intensas e/ou acumuladas. Assim, é notório, que o acontecimento desses eventos está diretamente ligado às chuvas, porém não pode ser desconsiderada outra série de variáveis que interferem paralelamente a esse, como por exemplo: a urbanização e a vulnerabilidade urbana (social e física).

Os danos causados pelo processo de inundação são ampliados pela localização da população de baixa renda (mais vulnerável), muitas vezes, dispostas em posições geográficas propícias à ocorrência das inundações (áreas suscetíveis). Com isso, a fim de caracterizar e segmentar a interferência das camadas populacionais às áreas consideradas como de preocupação urbana (áreas de risco), o trabalho de Tucci (1993) informa que a população de baixa renda ocupa, de forma espontânea e com maior frequência, as áreas ribeirinhas, que são consideradas as de maior risco.

No que tange às preocupações acerca dos desastres naturais, pode-se destacar que é algo que está vivamente marcado na história da população mundial, porém, cabe destacar, que apenas nas últimas décadas eles estão sendo considerados como mais preocupantes, visto o maior número de acontecimentos danosos, tanto em magnitude de prejuízos como de maior frequência de ocorrência.

A definição do vocábulo "desastre", na visão de Viana, Aquino e Muñoz (2009) é dependente do enfoque do referido conceito, podendo ser do ramo físico, social, ou ainda, ligado a uma infraestrutura, ou da natureza das ocorrências, como por exemplo, se for geológica, climática ou antrópica. Aysan e Oliveira (1987, apud VIANA; AQUINO; MUÑOZ, 2009) destacam que desastre é a relação entre a vulnerabilidade e o evento extremo do local. Ainda, nessa temática, deve-se ressaltar que um desastre natural é caracterizado pelo conflito existente entre o homem e a natureza (GOERL; KOBAYAMA; PELLERIN, 2012), presente nas discussões da ciência geográfica.

Para a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 52) desastre é considerado o "resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais".

Com o intuito de analisar os desastres naturais registrados no Brasil, após a década de 1960, a Figura 1, explicita-os, diferenciando-os em vários segmentos. A partir dessa análise, verifica-se que as inundações, dentro dos desastres naturais ocorridos no Brasil, é o tipo de evento registrado com a maior frequência, com 63%.

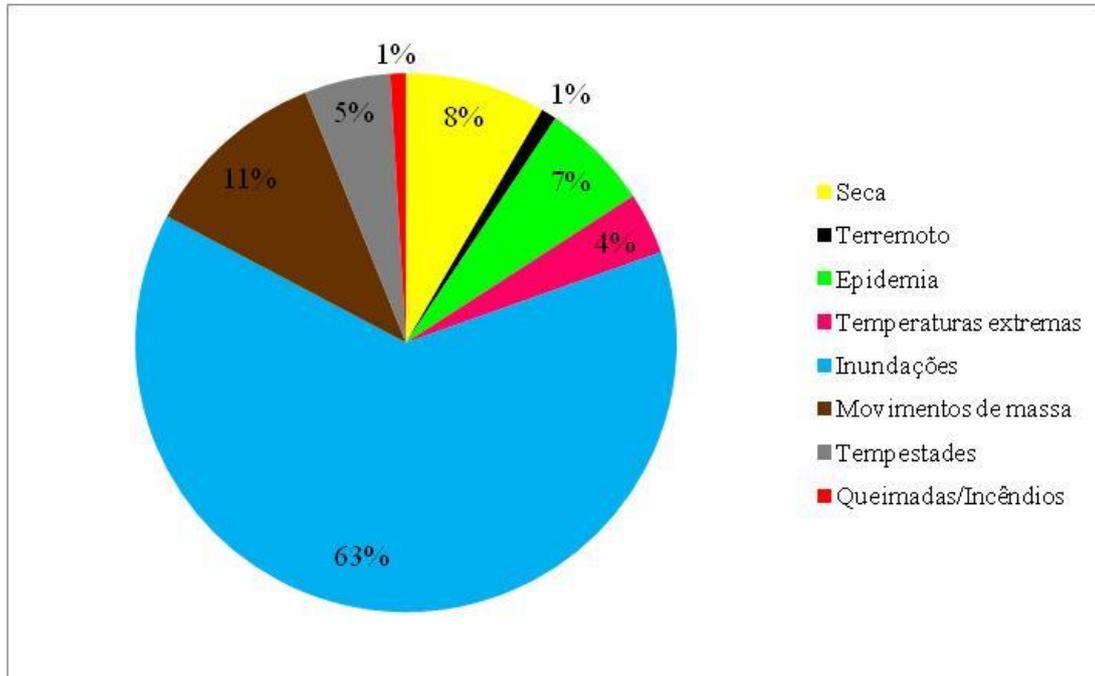


Figura 1. Desastres naturais registrados no Brasil após a década de 1960. Fonte: EM-DAT. Organização: Bruno Zucuni Prina.

Ainda, no que refere-se as análises intrínsecas as inundações, uma variável de fundamental importância é a suscetibilidade, pois a mesma é um pilar primário para a caracterização do risco. O mapeamento da suscetibilidade é de fundamental importância à amenização dos problemas, bem como se trata de uma variável de auxílio à tomada de decisão pelo poder público.

Santos (2012) explica que a suscetibilidade está ligada a ocorrência de um evento, o qual gere danos ao ser humano em uma determinada área. O autor, ainda, evidencia que a forma com que a suscetibilidade é espacializada depende muito das características naturais da área de estudo, pois, estas são específicas de cada lugar.

Fujimoto, Dias e Bombardelli (2010, p. 1) caracterizam o conceito de suscetibilidade, relacionando especificamente à inundação, como sendo "a maior ou menor predisposição do terreno para a deflagração de um fenômeno em questão". De forma geral, a conceituação básica do termo suscetibilidade, pode ser definida, como o local onde, de fato, há a incidência do evento, e, sua caracterização, depende exclusivamente da análise de cada lugar.

Consequente, será exposto o conceito de perigo. Para a Defesa Civil (CASTRO, 1998, p. 123) perigo pode ser definido como "qualquer condição potencial ou real que pode vir a causar morte, ferimento ou dano à propriedade. A tendência moderna é substituir o termo por ameaça". Essa fonte de dados apresenta informações correlatas a bibliografia de Castro (2000), citado anteriormente, reforçando a ideia de que o perigo depende da incidência do evento sobre a população, ou seja, para ter uma ameaça (um perigo), esta precisa afetar alguém, nesse caso à população (ou a seus bens).

Na geografia dos riscos, de forma geral, o conceito de perigo é sintetizado como sendo um evento capaz de causar perdas, cobrindo certa gravidade, seja qual for o evento que gere o dano (por exemplo, as inundações, secas, terremotos, erupções vulcânicas, entre outros) (CASTRO, 2000).

Castro (2000) segmenta o entendimento do vocábulo perigo hierarquizado em três classes: perigo natural, antrópico e ambiental. Destarte, caracteriza-se o perigo natural como

tendo a própria natureza como responsável por causar os danos, o perigo antrópico no qual tem o homem como gerador dos danos; e o perigo ambiental que é caracterizado pela combinação dos perigos natural e antrópico.

A seguir serão destacadas algumas definições do conceito de vulnerabilidade. A vulnerabilidade é uma variável que sobreleva o grau de um desastre, assim sendo, o mapeamento da mesma é de extrema importância (CASTRO, 1998). Porém, deve-se ressaltar, que nem sempre, os locais com as maiores vulnerabilidades serão os que desencadearão os maiores desastres, pois, deve-se levar em conta, além de tudo, a suscetibilidade do local juntamente com a existência ou não do perigo.

Bertone e Marinho (2013, p. 4) explicitam que a vulnerabilidade, no Brasil, possui um fator intimamente ligado a proporção dos danos catastróficos, conforme o trecho: "no Brasil, a ocorrência e a intensidade dos desastres naturais dependem mais do grau de vulnerabilidade das comunidades afetadas do que da magnitude dos eventos adversos".

Santos (2007) ressalva que a vulnerabilidade, para ser mapeada, necessita de uma análise referente ao grau de desenvolvimento (pobreza) de uma determinada população. Por outro lado, Figueirêdo et al. (2010) destaca que o termo é caracterizado pela fragilidade de um sistema ambiental em relação a uma determinada pressão.

Veyret (2007, p. 24) salienta que a vulnerabilidade é a relação da "magnitude do impacto previsível de uma álea sobre os alvos". A autora explana que a vulnerabilidade é de difícil mapeamento visto a grande diversidade de variáveis a serem levantadas para caracterizá-la de forma adequada.

Para finalizar, a seguir, destacar-se-á o conceito específico a respeito de risco. Vários são os motivos que levam uma determinada população a se instalar em áreas consideradas com riscos ambientais. Entre alguns exemplos, pode-se destacar a falta de condições financeiras para adequarem-se às áreas com melhor infraestrutura, fato que pode estar ligado a especulação imobiliária (SANTOS; CHAVES, 2009).

Castro (2000) salienta que a concepção que possui uma maior homogeneidade entre os pesquisadores, é definindo risco como sendo o perigo que se ocorre, ou como a probabilidade de que aconteça um determinado evento perigoso. Já Kron (2002) preconiza que na comunidade científica, a definição de maior aceitação, a respeito do risco, é com a caracterização do conceito como um produto do perigo, junto as suas consequências.

Ayala-Carcedo (2000) especifica que os fatores necessários para o risco são três: o perigo, a exposição e a vulnerabilidade. O perigo é o fator, ou o conjunto de fatores que tornam o evento mais grave. A exposição refere-se ao conjunto de pessoas (e de seus bens) que estão expostos à uma situação de perigo. Já a vulnerabilidade é considerada como um fator que está associado ao grau de perdas e danos da população que estão dispostos a um perigo..

2. Materiais e Métodos

Para contextualizar os procedimentos metodológicos desse trabalho, pode-se citar, como principais materiais utilizados, o aplicativo *Microsoft Office Visual Basic 6.0*, *Microsoft Office Access*, *Google Earth* e formulários (de pesquisa de dados). Tem-se, por meio da Figura 2, uma síntese dos mesmos, conforme sua aplicabilidade no trabalho.

O *Microsoft Office Visual Basic 6.0* será utilizado a fim de realizar a elaboração de um aplicativo auxiliar no mapeamento de áreas de risco à inundação. Esse aplicativo será nomeado de BDFloods. O *Microsoft Office Access* será o banco de dados do aplicativo, assim sendo, todas as informações serão arquivadas junto ao *Access*. Ainda, utilizar-se-á o *Google Earth*, com o intuito de organizar as informações a serem coletadas junto aos formulários. Este último item destacado (formulários) será elaborado com o foco de coletar informações acerca das residências.

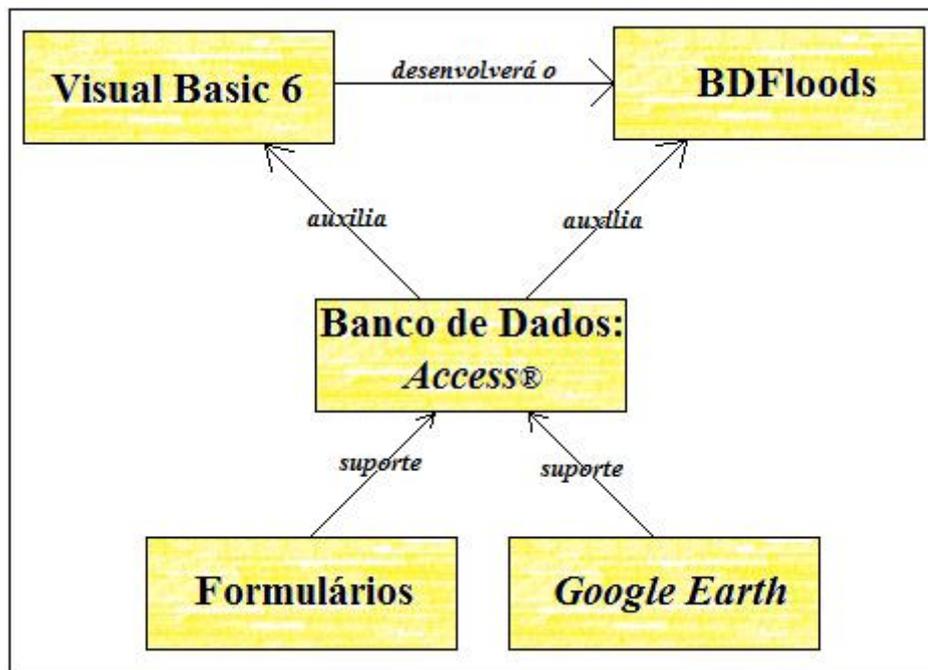


Figura 2. Estrutura dos materiais utilizados para subsidiar as etapas metodológicas dessa pesquisa.

Dentre os procedimentos para sistematização da proposta desse trabalho, pode-se citar, basicamente, quatro etapas: desenvolvimento do aplicativo BDFloods, organização do formulário de pesquisa, organização dos dados primários (informações das residências), aplicação e análise dos dados (geração de informação). Junto a Figura 3 há uma síntese quanto a metodologia a ser empregada no trabalho.

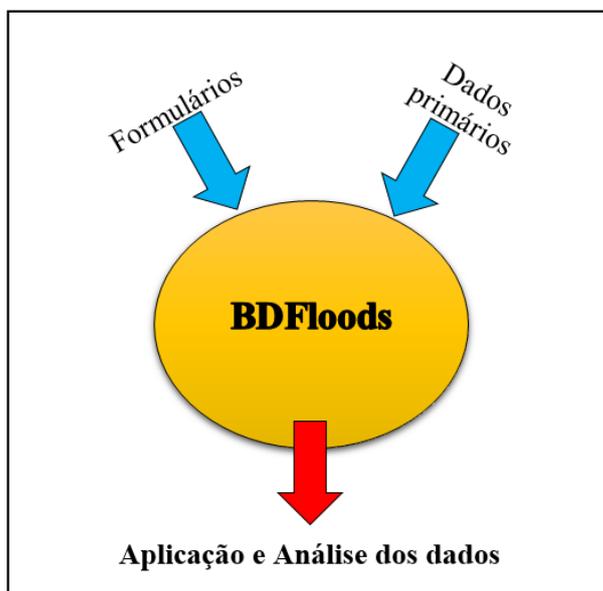


Figura 3. Estrutura metodológica do aplicativo BDFloods.

O foco principal dessa pesquisa, concentra-se no desenvolvimento do aplicativo BDFloods. Nesse aplicativo serão expostas inúmeras rotinas, evidenciando dois planos de análises dos dados: área de inserção de dados e a área de consultas com análises detalhadas.

Assim sendo, a seguir serão explicitados os dados que serão inseridos no aplicativo. Deve-se destacar que todas as residências possuirão registros próprios, conforme suas

características/localização. Ou seja, cada residência possuirá informações particulares (Figura 4), conforme os itens destacados a seguir.

- Identificação do imóvel: informações cadastrais acerca do endereço, informações do proprietário, entre outras;
- Questões cartográficas: coordenadas geográficas de cada residência (latitude e longitude);
- Características das residências: informações referentes a infraestrutura de cada prédio – informações úteis para gerar a cartografia da vulnerabilidade;
- Dados preliminares – Perigo: essa variável será mapeada em função de registros documentados no formulário;
- Dados Finais – Risco: o risco será obtido junto ao cruzamento dos dados, de forma automática no aplicativo BDFloods.

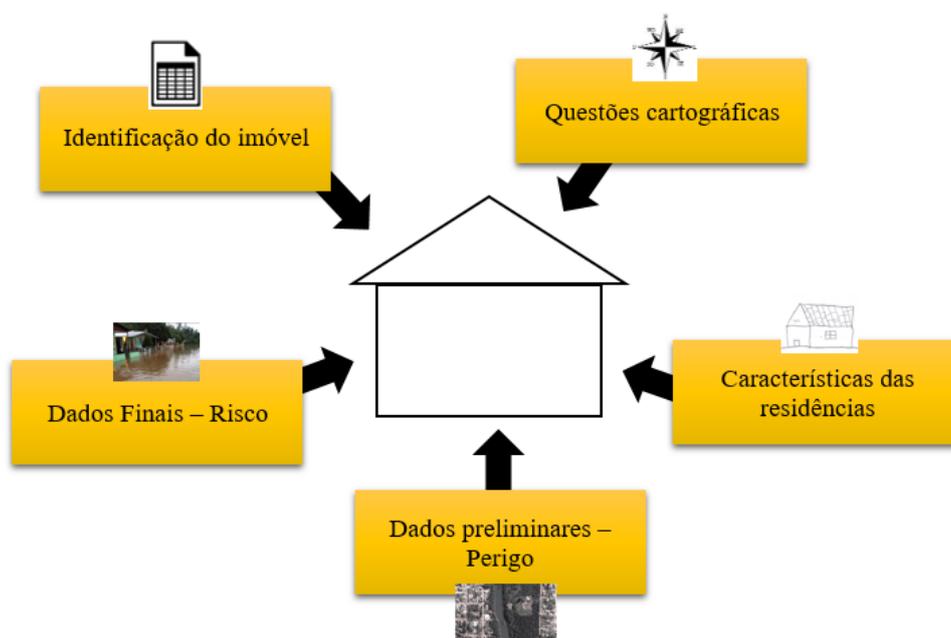


Figura 4. Informações particulares de cada uma das residências.

Várias são as consultas e análise dos dados (Figura 5) que podem ser realizadas junto ao aplicativo, os principais itens estão segmentados abaixo.

- Análise Multicritério: todos os dados serão baseados na estrutura de informações com pesos e notas (a serem atribuídos às variáveis), salienta-se que as mesmas já estarão preenchidas e armazenadas ao aplicativo, porém, são passíveis de alteração, conforme ambição estabelecida pelo usuário;
- Consultas: os dados poderão ser consultados de duas formas, com estruturas pré-determinadas (baseadas na linguagem SQL) e de forma manual (via linguagem SQL);
- Fotografias: todos os registros (residências) serão correlacionados com uma fotografia da construção, facilitando, dessa forma, a análise das informações e a tomada de decisões;
- Relatórios: após a realização de consultas dos dados, os mesmo poderão ser analisados detalhadamente com a emissão de relatórios (simples e completo);
- Exportação: após a realização de consultas dos dados, os mesmo poderão ser exportados para várias outras plataformas (KML, AutoCAD, ArcGIS).



Figura 5. Consultas e Análises dos dados que poderão ser realizados pelo aplicativo.

3. Resultados

Para explicitar os resultados desse trabalho, os mesmos serão evidenciados de forma hipotética, ou seja, apenas serão apresentadas as formas com que serão induzidas as análises junto ao aplicativo BDFloods.

Assim sendo, as análises serão subdivididas em duas etapas: discussão dos dados a serem inseridos no banco de dados e avaliação das consultas a serem implementadas junto ao aplicativo.

Dentre os dados a serem inseridos no aplicativo, há a subdivisão em cinco sub-ramos: identificação do imóvel, questões cartográficas, características das residências, dados acerca do perigo à inundação, e por último, tangentes ao risco à inundação.

Na aba identificação do imóvel haverá a inserção de dados acerca do endereço da residência (endereço e número) juntamente com informações do proprietário, com ênfase a algum contato telefônico (celular), a fim de implementar, posteriormente, uma estrutura de aviso de emergência, por meio de mensagens de texto (SMS).

Na aba questões cartográficas serão inseridas as coordenadas geográficas de cada imóvel, dispostas em latitude e longitude. Essas informações serão obtidas por meio de imagens de satélite (aplicativo Google Earth) e/ou por receptores de sinal GNSS, modelo *Garmin*.

As características das residências é outra aba de dados a serem preenchidas. Nessa etapa é de grande importância, pois, a partir dessas informações será obtido o mapeamento da vulnerabilidade à inundação, a partir das características das residências, enfatizando, principalmente: a densidade de residências, o tipo de construção, o estado da construção e o número de andares de cada residência.

A densidade de residências é uma variável que contextualiza características gerais da disposição geográfica das residências. A tendência é que quanto maior for a densidade, maior será os transtornos nesse local, pois, afetará um maior número de residências.

A variável denominada como “tipo de construção” será subdividida em: construções de uso alternativo (madeira), construções de uso misto (madeira e alvenaria) e construções de alvenaria. Nessa variável, buscará a avaliação do possível volume de perdas de cada

construção, ou seja, se uma construção for de maior resistência (de alvenaria), as perdas tendem a serem bem menores daquelas que são de madeira.

Já a variável “estado da construção” será segmentada em residências de bom acabamento, intermediárias e residências velhas. A tendência, é que as construções de melhor acabamento tendem a englobar famílias de maior poder aquisitivo, minimizando a tendência a prejuízos, por outro lado, as residências mal-acabadas (velhas/antigas) são as que englobam as famílias mais vulneráveis (pobres).

O número de andares de cada residência é uma variável que apresentará a tendência de perdas a serem envolvidas àquela construção. Quanto mais andares houver, menor será a tendência de perdas. Assim sendo, essa variável dividir-se-á em residências com térreo, residências com um andar, e residências com mais de um andar.

As duas próximas variáveis que serão explicitadas a seguir, serão obtidas de forma semi-automática, ou seja, a partir dos dados já inseridos.

Os primeiros dados preliminares referem-se ao perigo à inundação. Nessa variável será aplicada a análise dos dados documentados nos formulários, com ênfase às questões documentadas no tocante ao evento inédito ocorrido no local. Ou seja, a ideia é de possuir, junto ao formulário de pesquisa (que será aplicado à população), uma pergunta que questione os proprietários dos imóveis quanto ao maior evento que ocorreu naquele local. Analisando tal questão com detalhe, poderá ser segmentada essa análise de forma a evidenciar o quão perigoso esse evento foi ou não àquele local, classificando, posteriormente, essa variável.

Por fim, tem-se os dados referente ao mapeamento do risco à inundação, o qual segmentar-se-á em três classes: risco alto, médio e baixo. Para obtenção do mapeamento do risco à inundação será utilizado a análise multicritério, a indexação de pesos e notas para as cartografias do perigo à inundação e para a vulnerabilidade.

O próximo eixo de análises dos resultados, referem-se as consultas a serem implementadas junto ao aplicativo BDFloods. Assim sendo, a seguir será apresentado informações acerca da Análise Multicritério, das consultas dos dados, das fotografias, dos relatórios e dos formatos de exportação dos dados.

Para compreender a análise multicritério, a mesma segmentar-se-á em dois segmentos: análise da vulnerabilidade e do risco. Para a análise multicritério da vulnerabilidade utilizar-se-ão os dados referente as características das construções. Para analisar o risco, serão cruzados os dados de vulnerabilidade e de perigo. Assim sendo, junto ao aplicativo BDFloods serão indexados os pesos e as notas para cada uma das variáveis. Porém, o usuário pode optar por alterar os dados, caso for necessário.

O ambiente de consultas dos dados será dividido em dois ramos, por meio de estruturas pré-determinadas via linguagem SQL e em formato manual, com a inserção da pesquisa requerida. Ambas as pesquisas, poderão englobar análises, conforme proposta abaixo:

- Perguntas gerais:
 - Quais as residências caracterizadas com vulnerabilidade baixa?
 - Quais as residências localizadas em áreas de médio perigo?
 - Quais as residências contextualizadas em regiões de alto risco?

- Perguntas específicas:
 - Quais as residências localizadas na rua “x”?
 - Quais as construções de alvenaria localizadas na rua “y”?
 - Quais as residências de madeira e velhas localizadas na rua “z”?

Outra segmentação específica envolvida dentro das análises referem-se as fotografias das residências. Dependendo do ponto de vista da análise, tal característica pode ser

considerada como algo não importante, porém, tratando-se de uma análise municipal, com inúmeros registros (casas), as fotografias auxiliam na identificação de cada local, juntamente com a avaliação de suas características.

Sempre que for realizado uma pesquisa dos dados cadastrados, os mesmos podem ser analisados mais detalhadamente, com a emissão de relatórios, com modelos padronizados. Assim sendo, os relatórios podem ser exportados por meio de análises simples (enumerando resultados) ou de forma complexa (com o detalhamento de informações por residência).

Os relatórios podem ser úteis quando for necessário analisar alguma residência separadamente, com o intuito de analisá-la. Uma situação comum no emprego dessa ferramenta pode ser considerada na atualização dos dados, no qual é necessário avaliar a situação das informações armazenadas e compará-las as reais, dispostas na realidade física.

Além da análise detalhada dos dados por meio dos relatórios, o aplicativo BDFloods terá a opção de exportar os dados para outras plataformas. Nesse menu de exportação, os dados poderão ser organizados e salvos em formatos de arquivos compatíveis para serem abertos no Google Earth (KML), AutoCAD (DWG) e até mesmo softwares de Sistema de Informações Geográficas (SIG), com ênfase ao ArcGIS.

Exemplificando toda a rotina metodológica evidenciada juntamente com a discussão dos resultados, tem-se, junto a Figura 6, a apresentação fictícia, da organização dos dados na etapa final do mapeamento. Assim sendo, destaca-se a grande operacionalidade dos dados, com a manipulação em várias plataformas, com ênfase ao Google Earth.



Figura 6. Exemplo da análise final dos dados.

3. Conclusão

Destaca-se como de grande importância a estrutura de informações a serem compostas junto ao aplicativo BDFloods, pois, a discussão a respeito do aplicativo mostra-se essencial, principalmente na etapa que procede o seu desenvolvimento (em completo). Assim, todas as rotinas podem ser revistas e/ou reorganizadas, conforme a necessidade, visto que o mesmo está em fase de desenvolvimento.

Junto ao aplicativo BDFloods, tentar-se-á desencadear rotinas de pós-processamento dos dados, visando a emissão de mapas. Essa rotina ainda não está planejada, pois para a mesma é necessário dispor estudos específicos a respeito da programação envolvida na sistematização dessas etapas.

Por fim, ressalta-se que a aplicação dessa metodologia corrobora, e muito, junto as administrações públicas, uma vez que a mesma expressa uma rotina simples, básica e de fácil aplicação por parte de setores não especializados da sociedade. Assim sendo, junto a coleta de informações e alimentação do banco de dados, será possível desencadear informações passíveis de mapear as áreas de risco.

Referências

- AYALA-CARCEDO, F. J. **La ordenación del teriitório en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos para la población.** Boletín de la A.G.E. nº 30, 2000, p. 37-49, Instituto Geológico Y Minero de España.
- BASSO, L. A.; MOREIRA, L. G. R.; PIZZATO, F. **A influência da precipitação na concentração e carga de sólidos em cursos d'água urbanos: o caso do arroio Dilúvio, Porto Alegre-RS.** Geosul, Florianópolis, v. 26, n. 52, p 145-163, jul./dez. 2011.
- BERTONE, P.; MARINHO, C. **Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento.** VI Congresso de Gestão Pública - CONSAD. Centro de Convenções Ulysses Guimarães, Brasília/DF – 16, 17 e 18 de abril de 2013, 24 p.
- CASTRO, A. L. C. de. **Glossário de Defesa Civil: Estudos de riscos e medicina de desastres. 2ª Edição, Revista e Ampliada.** Ministério do Planejamento e Orçamento - Secretaria Especial de Políticas Regionais - Departamento de Defesa Civil. Brasília, 1998.
- CASTRO, S. D. A. de. **Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía.** Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona, ISSN 1138-9788, nº 60, 15 de marzo de 2000, 15 p.
- FIGUEIRÊDO, M. C. B. de; VIEIRA, V. de P. P. B.; MOTA, S.; ROSA, M. de F.; MIRANDA, S. **Análise da Vulnerabilidade Ambiental.** Fortaleza/CE, Embrapa, 2010, ISSN 1677-1915, 47 p.. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/cnpat/cd/jss/acervo/Dc_127.pdf>. Acesso em 11 mai.2016.
- FUJIMOTO, N. S. V. M.; DIAS, T. S.; BOMBARDELLI, G. F. **Análise da suscetibilidade à inundação na bacia hidrográfica do Arroio do Salso – Porto Alegre/RS.** XVI Encontro Nacional dos Geógrafos. Realizado de 25 a 31 de julho de 2010. Porto Alegre - RS, 2010. ISBN 978-85-99907-02-3.
- GOERL, R. F.; KOBAYAMA M.; PELLERIN, J. R. G. M. **Proposta metodológica para mapeamento de áreas de risco a inundação: estudo de caso do município de Rio Negrinho - SC.** Bol. Geogr., Maringá, v. 30, n. 1, p. 81-100, 2012.
- KRON, W. **Keynote lecture: flood risk = hazard x exposure x vulnerability.** Flood Defence '2002, Wu et al. (eds)© 2002 Science Press, New York Ltd., ISBN 7-03-008310-5.
- SANTOS, R. F. dos (org). **Vulnerabilidade Ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- SANTOS, F. de O.; CHAVES, M. R. **Evolução urbana, especulação imobiliária e fragilidade ambiental em Caldas Novas (GO).** Caminhos de Geografia Uberlândia v. 10, n. 32 dez/2009 p. 126 - 137 - revista *on line* - ISSN 1678-6343.
- SANTOS, K. R. **Inundações urbanas: um passeio pela literatura.** Rev. Geo. UEG - Goiânia, v.1, n.1, p.177-190, jan./jun. 2012.
- TUCCI, C. E. M. 1993. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** EDUSP, Editora da UFRGS, ABRH, 952p.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão de inundações urbanas.** Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.
- VEYRET, Y. **Os Riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2007.
- VIANA, D. R.; AQUINO, F. E.; MUÑOZ, V. A. **Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul associados a complexos convectivos de mesoescala.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, 21 (2): 91-105, ago. 2009.