

INTEGRAÇÃO DE DADOS CADASTRAIS AO MAPEAMENTO DE SUSCETIBILIDADE À INUNDAÇÃO

Integration of cadastral data to flood susceptibility mapping

Roberto Fabris Goerl

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Geociências

Campus Universitário – Florianópolis/SC

roberto.f.goerl@ufsc.br

Fabiane Andressa Tasca

Universidade Federal de Santa Catarina

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

Campus Universitário – Florianópolis/SC

fabitasca@gmail.com

Everton da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina

Departamento de Geociências

Campus Universitário – Florianópolis/SC

everton.silva@ufsc.br

Resumo:

O presente trabalho discorre sobre a necessidade de integrar o mapeamento de áreas de risco ao Cadastro Territorial do município, de modo a acentuar o caráter multifinalitário do mesmo. Demonstra-se por meio do relacionamento do mapeamento de áreas de inundação com o cadastro territorial do município de Santo Amaro da Imperatriz (SC) o impacto que pode gerar uma inundação no ambiente construído. Para o desenvolvimento do trabalho buscou-se informações em diferentes fontes, todas de acesso gratuito, que pudessem suportar o mapeamento de manchas de inundação e o cruzamento com dados cadastrais. Os resultados mostram a viabilidade de aplicação do método proposto e chamam atenção para a importância do tema no ordenamento territorial do município, indicando que a gestão territorial deve considerar a relação entre a natureza e a sociedade.

Palavras-chave: cadastro técnico multifinalitário, desastres naturais, ordenamento territorial.

Abstract

This paper discusses the urgency to integrate the risk area mapping to the territorial register of the municipality, in order to accentuate its multipurpose character. It is demonstrated the impact caused by a flood in the built environment of the municipality of Santo Amaro da Imperatriz (SC) through the relation of the flood mapping with the territorial register. For the development of this paper, data was sought from different open sources, that could support the mapping of flood prone areas and its crossing with cadastral data. The results show the feasibility of applying the proposed method and point out the need to the importance of the flood mapping in the territorial planning, indicating that territorial management must consider the relationship between nature and society.

Keywords: multipurpose cadastro, natural disaster, territorial planning.

1. INTRODUÇÃO

Em 2012 o Brasil deu um importante passo para a gestão de risco de desastres ao estabelecer a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), por meio da promulgação da Lei N. 12.608, de 10 de abril de 2012. Esta lei versa sobre temas diversos, como: a urbanização, o ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, meio ambiente, gestão de recursos hídricos, dentre outros; preenchendo importantes lacunas sobre as ações de prevenção e mitigação voltadas à proteção e defesa civil. Para estas atividades, a lei estabeleceu as respectivas competências de cada ente federado, deixando a maior parcela de atribuições aos municípios (Art. 8). Dentre estas responsabilidades, cabe ao município identificar e mapear as áreas de risco, bem como incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal. Observa-se, assim, que deve haver a integração da PNPDEC com o ordenamento territorial, principalmente em nível local. É nesta escala geográfica que ocorre todo o processo de ocupação e urbanização, devendo o município desenvolver instrumentos que auxiliem na adequada gestão do território.

Esses instrumentos devem considerar múltiplos fatores que fazem parte ou têm influência sobre suas áreas, sendo que o Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM) é uma excelente fonte de informações para o planejamento e a administração (AMORIM; SOUZA; YAMASHITA, 2009) na medida em que vincula o levantamento de dados e as informações úteis para a tomada de decisão. O CTM deve ser entendido como um registro de dados que identifica ou caracteriza a área de interesse, ou seja, são registros feitos de forma descritiva sempre apoiados sobre uma ou mais bases cartográficas (LOCH, 2005), sendo vinculados à propriedade (parcelas) e que podem ser utilizados para diversas finalidades (DALE; McLAUGHLIN, 1988).

Neste sentido, cabe registrar a definição de cadastro dada pela Federação Internacional de Geômetras (FIG) em sua publicação intitulada "The FIG Statement on the Cadastre": o cadastro é um sistema de informação baseado na parcela, que contém um registro de direitos, obrigações e interesses sobre a terra. Normalmente inclui uma descrição geométrica das mesmas unida a outros registros que descrevem a natureza dos interesses de propriedade ou domínio, bem como o valor da parcela e das construções que existem sobre ela. Pode ser estabelecido para propósitos fiscais (avaliação e impostos), e/ou legais (transferências), ajudar a gestão do território (planejamento e outros propósitos administrativos) e apoiar um desenvolvimento sustentável e a proteção do meio ambiente. Por esta definição é possível afirmar que a informação cadastral é um dos pilares de quem administra os recursos territoriais, uma vez que representa a única base de dados com informação detalhada sobre as propriedades, suas relações com o entorno e sobre as pessoas. Por esta razão, não é concebível o desenvolvimento sustentável sem o cadastro (MARTINEZ e UBAQUE, 2000).

A partir desse entendimento, fica claro o interesse internacional pelas problemáticas do cadastro e da administração territorial, como consequência da valorização crescente dos benefícios econômicos e sociais dos sistemas cadastrais ocorrida na década de 1980, sobretudo em países desenvolvidos, que levam a considerar os sistemas de informações cadastrais e territoriais como infraestrutura básica para o desenvolvimento sustentável e a gestão ambiental (HERRERA e ARGERICH, 1997 apud SILVA, 2006).

Assim, a partir do CTM podem ser elaboradas análises espaciais temáticas que auxiliem os municípios a cumprirem suas obrigações legais na gestão e ordenamento do território,

especialmente àquelas voltadas à prevenção de desastres naturais. Pelo cruzamento de informações cadastrais é possível estruturar os dados e identificar potencialidades e restrições à ocupação urbana. Dessa maneira, o uso do CTM integrado às geotecnologias mostra-se bastante promissor para o enfrentamento dos problemas decorrentes da urbanização e à gestão do risco de desastres. O uso dessas ferramentas é crescente, dada a quantidade de recursos e instrumentos de informática atualmente disponíveis, tais como sensoriamento remoto para monitoramento do território, cartografia para representação espacial e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para Análise Integrada de Dados Georreferenciados (PAZ, 2011). A inovação tecnológica não reside apenas na possibilidade de realizar trabalhos com maior rapidez e menores custos, mas também na possibilidade da disponibilização destas informações pela internet com grande facilidade, tornando-as acessível à população e ao Poder Público (AMORIM; DE SOUZA; PEREIRA DE SOUZA, 2009).

A ocorrência de desastres naturais tem aumentado em frequência e magnitude. Entre os diferentes tipos de desastres naturais, as inundações ainda estão entre os que mais afetam pessoas e os que mais causam prejuízos. Historicamente, a população mundial se desenvolveu em áreas planas próximas aos rios, ou seja, na planície de inundação, local naturalmente propenso a inundar (MACKLIN; LEWIN, 2015). Como a população ainda apresenta, de maneira global, taxas de crescimento positivo, pode-se assumir que há uma maior relação do aumento da frequência e do número de pessoas afetadas com o crescimento populacional e falta de gestão territorial do que com alterações climáticas (GOERL e KOBAYAMA, 2013; PATRONY et al., 2018).

O mapeamento de risco geralmente envolve características do fenômeno natural que causa o desastre e características socioeconômicas e populacionais do elemento potencialmente afetado pelo fenômeno natural, ou seja, o risco envolve o perigo (*hazard*) e a vulnerabilidade. Dentre as medidas preventivas não-estruturais, o mapeamento se destaca com uma alternativa de baixo custo e relativa fácil implementação (SHIDAWARA, 1999).

O mapeamento de suscetibilidade indica quais são áreas propensas a inundar e pode tornar-se um método de prevenção quando utilizado pelos municípios para a gestão territorial aplicada aos desastres naturais, conforme preconiza a PNDPDEC. Assim, o presente trabalho relacionou o mapeamento de áreas suscetíveis à inundação com informações cadastrais do município de Santo Amaro da Imperatriz, no Estado de Santa Catarina, buscando demonstrar a importância da cartografia de risco no ordenamento territorial como ferramenta de prevenção.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O município de Santo Amaro da Imperatriz está inserido na mesorregião da Grande Florianópolis, no Estado de Santa Catarina (Figura 1). Possui a população estimada em 22,5 mil habitantes (IBGE, 2018) e a área total de 344 km². O presente trabalho enfocou apenas a área urbana do município (27,07 km²), devido à disponibilidade de dados cadastrais e a concentração da população (75,51%) nesta área, principalmente ao longo da planície de inundação do rio Cubatão do Sul. Com 65 km de extensão, os picos de cheias do rio Cubatão do Sul já causaram desastres hidrológicos (inundações e enxurradas) significativos, em especial nos anos de 1983, 1984, 1991, 1995, 1997-1999, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011 e 2015 (S2ID, 2018). Alguns destes

eventos ocorreram mais de uma vez ao ano, como em 2001 e 2008 (dois eventos cada) e 2011 (quatro eventos), demonstrando que a frequência dos desastres hidrológicos demanda medidas de prevenção e gestão.

Por ser majoritariamente urbana, quando ocorre um evento extremo de inundação ou enxurrada, grande parte da população é afetada, seja por danos em suas propriedades ou na funcionalidade do próprio município. O desenvolvimento urbano ao longo da planície de inundação é uma tendência global e histórica, ocorrendo em diversas cidades catarinenses e brasileiras. Sendo assim, os questionamentos e metodologias levantados no presente trabalho podem servir de reflexão para outros municípios.

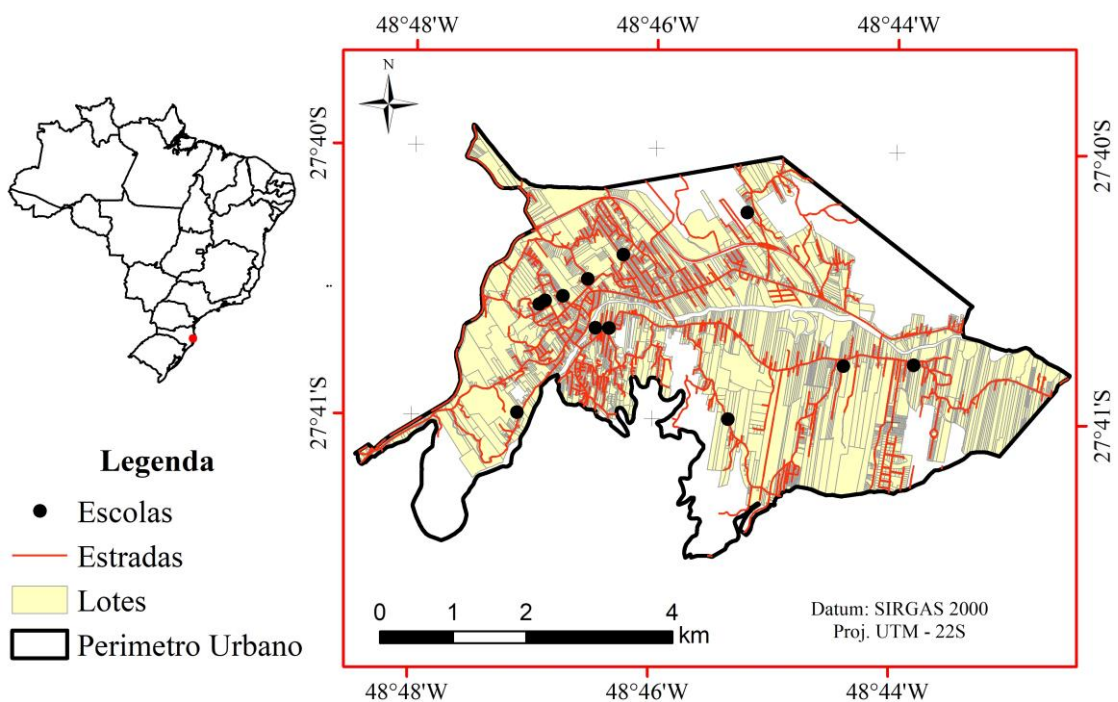


Figura 1 – Localização do perímetro urbano de Santo Amaro da Imperatriz - SC

2.2 Mapeamento de Inundação

Para estimar as áreas suscetíveis à inundação utilizou-se o modelo *Height Above the Nearest Drainage* (HAND). Este modelo utiliza como principal dado de entrada o Modelo Digital de Elevação (MDE) e normaliza a topografia com base na diferença de altura de um pixel qualquer e a altura do canal mais próximo (RENNÓ et al., 2008; NOBRE et al., 2011). Quanto menor a diferença altimétrica entre um pixel e o canal mais próximo, maior a suscetibilidade deste local inundar. Esse modelo já foi aplicado no Brasil em diferentes estudos que realizaram o mapeamento de áreas de inundação (NOBRE et al., 2016, GOERL et al., 2017, SPECKHANN et al., 2018) demonstrando assim a sua aplicabilidade em termos de mapeamento de inundação.

O modelo HAND utilizado no presente trabalho está integrado ao software TerraHidro, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A primeira etapa é a consistência hidrológica do MDE, que busca corrigir a existência de sumidouros que impediriam

a propagação do fluxo e o correto delineamento da rede de drenagem. Após esta etapa, são geradas as matrizes (*raster*) de direção (D8) e acumulação de fluxo. Posteriormente a rede de drenagem é extraída. Por fim, utilizando como entrada o MDE consistido, a direção de fluxo e a rede de drenagem o HAND é gerado. Como limiar para definir as áreas suscetíveis a inundar utilizou-se o valor do HAND menor ou igual a 6 m.

Devido a indisponibilidade de levantamento de locais historicamente inundados, o presente trabalho comparou visualmente a mancha de inundação obtida com o HAND com a mancha obtida por Luz et al. (2017). Estes autores realizaram um mapeamento de inundação na bacia do Cubatão do Sul por meio de modelagem hidrodinâmica (HEC-RAS). O resultado do HAND foi comparado com a mancha de inundação obtida por Luz et al. (2017) para um evento com tempo de retorno de 100 anos. Como ambas as manchas são semelhantes, assumiu-se no presente trabalho que o mapa de inundação obtido com o HAND representa um evento com tempo de retorno de 100 anos, ou seja, 1% de probabilidade de ocorrer a cada ano. Esse tempo de retorno é adotado como limiar para gestão territorial do ponto de vista das inundações em alguns países (LUDY; KOBDOLF, 2012).

O MDE utilizado no presente trabalho foi disponibilizado pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS), por meio do servidor SIGSC (sigsc.sds.sc.gov.br), e possui a resolução espacial de 1 m.

2.3 Dados Cadastrais e de uso da Terra

O presente trabalho buscou demonstrar a importância de se considerar o mapeamento de suscetibilidade no ordenamento territorial. Para isso, foram cruzados dados cadastrais obtidos de diferentes fontes com a mancha de inundação obtida por meio do HAND. O limite dos lotes urbanos foi disponibilizado pela prefeitura do município, enquanto a delimitação das edificações foi elaborada por Tasca (2016). Já as estradas do perímetro urbano foram obtidas no Open Street Map – OSM (www.openstreetmap.org) e a localização das escolas são fornecidas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP¹. Ressalta-se que todos os dados foram obtidos de forma gratuita ou online.

Com base nos dados cadastrais buscou-se demonstrar quais escolas seriam diretamente e indiretamente afetadas caso ocorresse uma inundação com tempo de retorno de 100 anos. Considerou-se que uma escola é diretamente afetada quando está localizada sobre a mancha de inundação, ao passo que indiretamente é aquela que está muito próxima da mancha. Também foram relacionados os lotes afetados quanto à sua ocupação (ocupados ou vagos), além da análise das estradas afetadas pela inundação. Estas informações poderiam ser inseridas no CTM, possibilitando que o município adote um efetivo zoneamento urbano que contribua para a prevenção de inundação e a mitigação dos danos.

Além disso, foi verificado também se houve um aumento da urbanização nas áreas de inundação no período 2000 a 2016. Para isto, usou-se os dados do projeto Mapbiomas, que mapeou o uso da terra nos diferentes biomas do Brasil utilizando imagens da série Landsat. Santo Amaro da Imperatriz está inserida dentro do bioma Mata Atlântica. Apesar da resolução do Landsat não ser adequada para o planejamento urbano, é um dos poucos satélites que disponibiliza imagens históricas de maneira continuada, permitindo acompanhar a evolução da

¹ <http://idebescola.inep.gov.br/ideb/consulta-publica>

urbanização a médio e longo prazo. A Tabela 1 apresenta a síntese de todos os dados utilizados nesta pesquisa.

Tabela 1- Dados utilizados no mapeamento de suscetibilidade à inundação em Santo Amaro da Imperatriz

Dados	Fonte
Limite da área urbana	IBGE (2011)
Limite dos lotes	Prefeitura municipal
Edificações	Tasca (2016)
Mancha de inundação (TR = 100 anos)	Estimado pelo HAND
Estradas/ vias públicas	Open Street Map
Localização das escolas	INEP
Uso da Terra	Mapbiomas

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Santo Amaro da Imperatriz, assim como muitos outros municípios brasileiros, desenvolveu-se ao longo da planície de inundação. Isso resulta na ocupação urbana em áreas naturalmente propensas a inundar. Com base nos resultados obtidos com o HAND, cerca de 20% do perímetro urbano pode ser considerado suscetível à inundação. Entre 2000 e 2016, houve um crescimento da área urbanizada tanto na área urbana como também na área de inundação (Figura 2). Essa tendência demonstra que há ausência de planejamento territorial ao permitir o crescimento urbano nestas áreas ou que a municipalidade desconhece os locais que são suscetíveis a ocorrência de um evento hidrológico extremo.

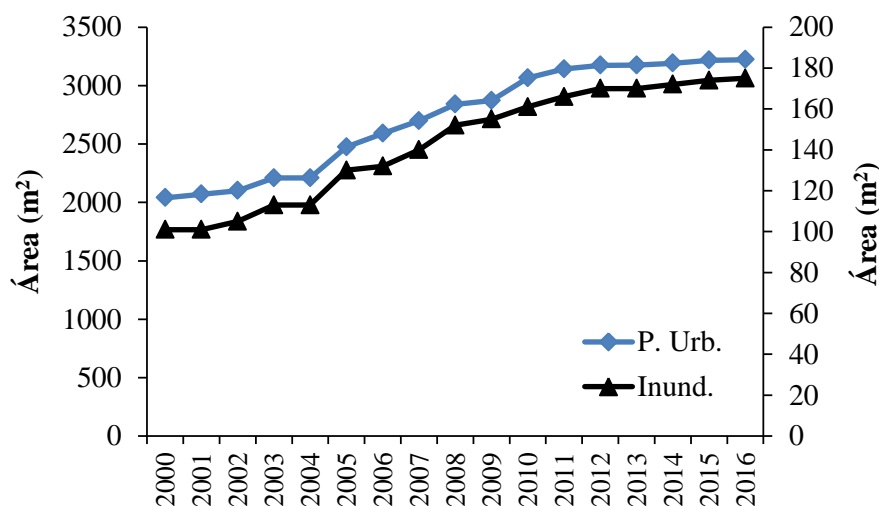


Figura 2 – Crescimento das áreas urbanizadas no perímetro urbano total e na área de inundação.

Ao relacionar a mancha de inundação com as estradas e as escolas, observa-se que a ocorrência de um evento hidrológico extremo pode afetar a funcionalidade do município (Figura 3). 25% das escolas do município seriam diretamente afetadas por uma inundação enquanto 33%

seriam indiretamente afetadas. Isto poderia implicar em problemas tanto a vida escolar como a vida social dos pais destes alunos (ex: atraso no calendário escolar, pais terem que faltar ao serviço para ficar com as crianças ou pagar uma babá/cuidadora, dentre outros).

Em relação às estradas, dos 146 km de vias que estão inseridos no perímetro urbano do município, 11% (16,06km) foram construídas em áreas suscetíveis a inundar, conforme se observa na Figura 3.

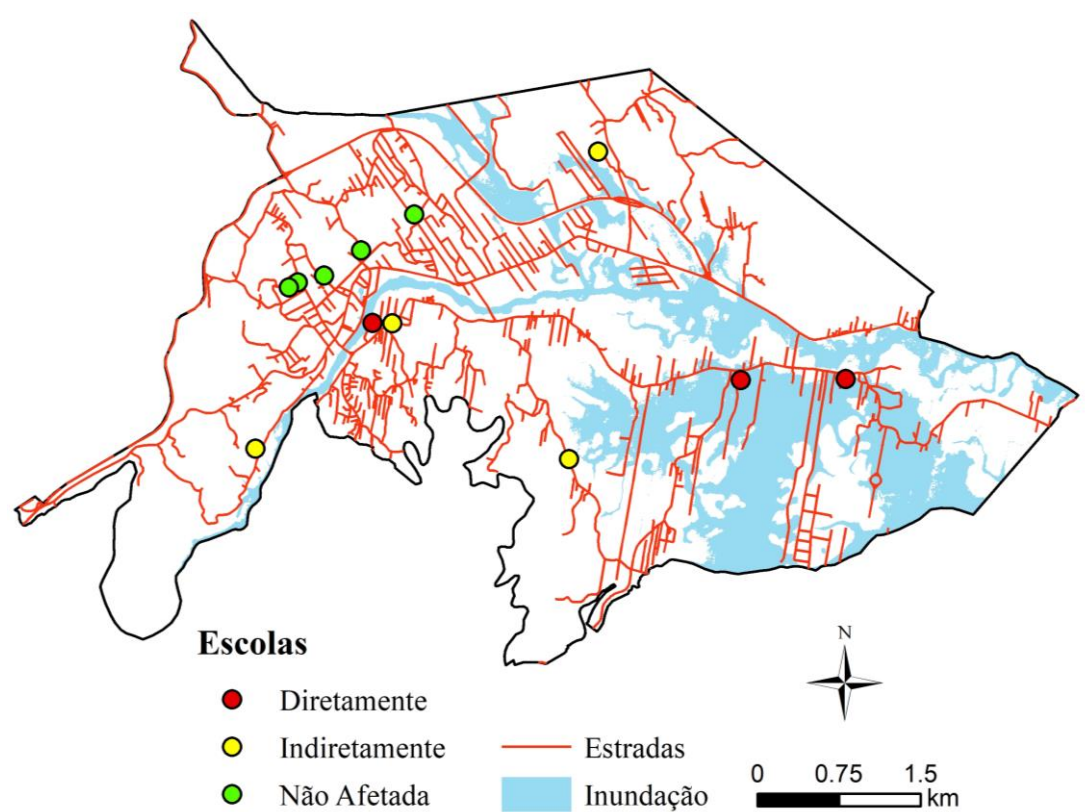


Figura 3 – Áreas suscetíveis à inundação sobreposta a estradas e escolas.

Tratando-se dos lotes do perímetro urbano, os mesmos foram classificados levando em consideração o percentual da área do lote que é propenso a inundar. Dos 6864 lotes que constam no cadastro do município, 1266 (18%) estão localizados em áreas suscetíveis a inundar. Destes lotes, 42% possuem mais de 66% seriam afetados caso ocorresse uma inundação com a magnitude aqui simulada, enquanto 39% possuem menos que 33% da sua área inundável (Figura 4). Considerando apenas os lotes vagos da área urbana, 752 destes estão parcialmente ou totalmente inseridos em áreas de inundação. Além disso, das 6949 edificações mapeadas por Tasca (2016), 531 foram construídas sobre a mancha de inundação. Adotando o valor do CUB de 2017², o dano estimado seria de aproximadamente 102 milhões de reais, caso ocorresse um evento de cheia que danificasse totalmente essas edificações.

² <http://sinduscon-fpolis.org.br/>

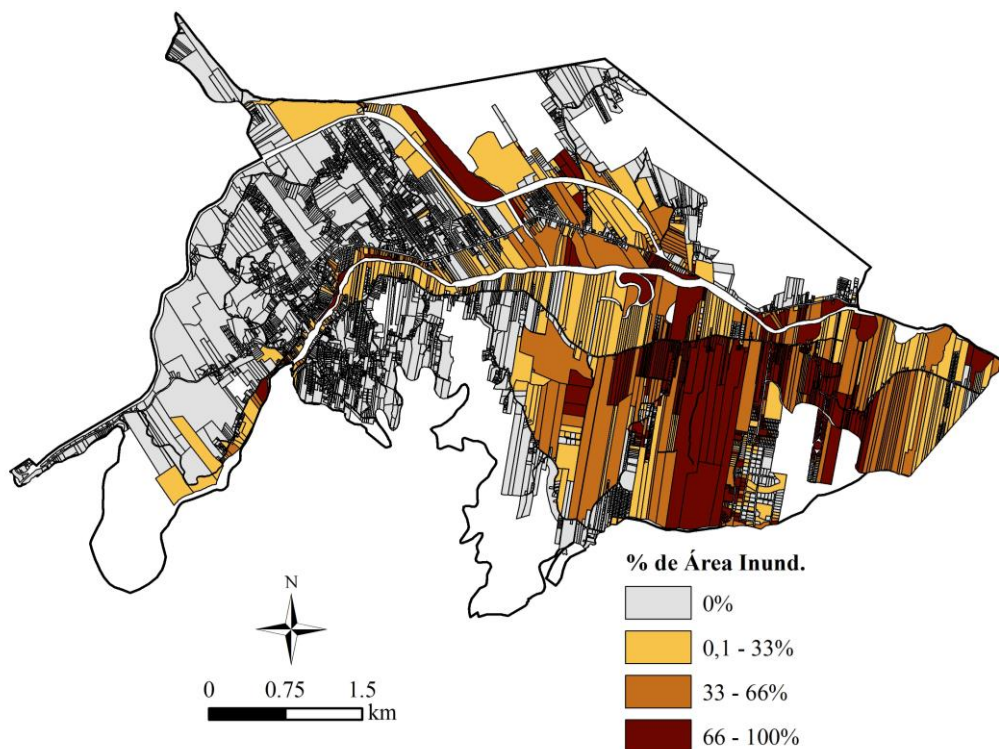


Figura 4 – Percentual de área de inundação por lote urbano.

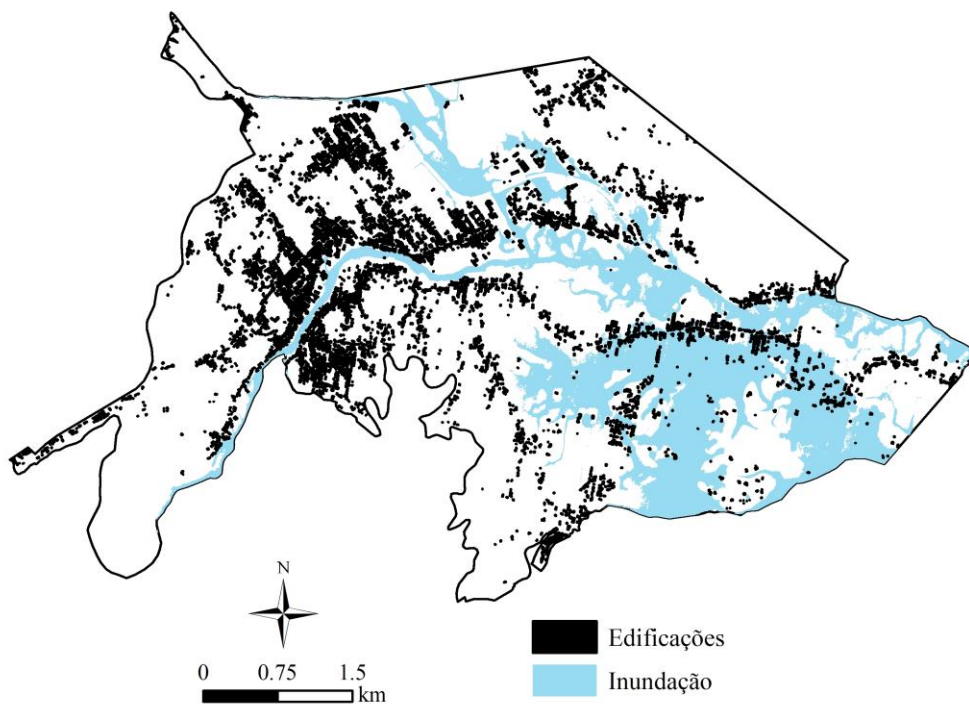


Figura 5 – Edificações construídas em áreas propensas a inundar.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho demonstrou a importância da integração de mapeamentos de suscetibilidade aos dados cadastrais municipais. Para isto, foram utilizadas informações espaciais referentes aos lotes urbanos, edificações, escolas, estradas. Por meio de análise temporal do uso da terra buscou-se demonstrar a expansão urbana em áreas suscetíveis a inundação. Para elaborar o mapeamento de suscetibilidade, foi utilizado o modelo HAND que utiliza como principal dado de entrada o MDE. Os dados apresentados no presente estudo demonstraram que tem havido um crescimento urbano em áreas propensas a inundar. Soma-se a isso que caso ocorra uma inundação, escolas e estradas seriam afetadas, prejudicando a funcionalidade do município.

Os dados cadastrais demonstraram que 18% dos lotes urbanos estão parcial ou totalmente em áreas propensas a inundar, assim como 531 edificações. Como ainda há lotes vagos, ou áreas não ocupadas nos lotes, o município deve integrar ao Cadastro Territorial do município informações referentes à suscetibilidade à inundação, ordenando de maneira efetiva o território, agindo de maneira preventiva em relação a ocorrência de eventos hidrológicos extremos futuros.

Referências Bibliográficas

AMORIM, A; SOUSA, A. M. R. M.; SOUSA, E. R.P. Utilização do cadastro territorial multifinalitário na gestão de riscos. **Territorium**, [S.l.], n. 16, p. 25-30, 2009.

AMORIM, A; SOUZA, G. H. B.; YAMASHITA, M. C. Cadastro técnico multifinalitário via internet: um importante instrumento de apoio ao planejamento municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, n. 2, 2009.

DALE, P. F.; MCLAUGHLIN, J. D. **Land information management, an introduction with special reference to cadastral problems in third world countries**. Oxford. Oxford University Press, 1988, 259 p.

FIG – International Federation of Surveyors. Statement on the cadastre. FIG bureau, Canberra, Australia, 1995.

GOERL, R. F. KOBAYAMA, M. Redução dos desastres naturais: desafio dos geógrafos. **Ambiência**, v. 9, n. 1, p. 145-172, 2013.

GOERL, R. F.; MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M. Mapeamento de áreas susceptíveis a inundação com o modelo HAND e análise do seu desempenho em diferentes resoluções espaciais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 1, 2017. IBGE, 2018

LOCH, C. **Cadastro e a Gestão Pública Municipal**. Seminário de Cadastro Territorial Multifinalitário. Brasília, Ministério das Cidades, 2005.

LUDY, J.; KONDOLF, G. Matt. Flood risk perception in lands “protected” by 100-year levees. **Natural hazards**, v. 61, n. 2, p. 829-842, 2012.

LUZ, L. M. R.; CHAFFE, P. L. B.; SPECKHANN, G. A. Modelagem hidráulica de áreas suscetíveis a inundações na bacia hidrográfica do rio Cubatão SUL. In: **XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2017.

MACKLIN, M.G.; LEWIN, J. The rivers of civilization. **Quaternary Science Reviews**, v. 114, p. 228-244, 2015

MARTINEZ M. Y. A; UBAQUE, N. A.. El catastro um sistema de informacion de tierras para el desarrollo sostenible. Memorias: 1st International Seminar on Cadastral Systems, Land Administration and Sustainable Development. 1. ed. Santa Fe de Bogotá, Colombia, 2000, p. 49-55.

NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; HODNETT, M. G.; RENNÓ, C. D.; RODRIGUES, G.; SILVEIRA, A.; WATERLOO, M.; SALESKA, S. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. **Journal of Hydrology**, v. 404, p. 13-29, 2011

NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; MOMO, M. R.; SEVERO, D. L.; PINHEIRO, A.; NOBRE, C. A. HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent. **Hydrological Processes**, v. 30, n. 2, p. 320-333, 2016

PAZ, M. R. **Integração do sistema de informações geográficas e do cadastro técnico multifinalitário para zoneamento de áreas de risco com base na pedologia**. 2011. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

RENNÓ, C. D.; NOBRE, A. D.; CUARTAS, L. A.; SOARES, J. V.; HODNETT, M. G.; TOMASELLA, J.; WATERLOO, M. HAND, a new terrain descriptor using SRTM-DEM; mapping terra-firme rainforest environments in Amazonia. **Remote Sensing of Environment**, v. 112, p. 3469-3481, 2008.

S2ID - Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/>. Acesso em 25. Jun. 2018.

SHIDAWARA. M. Flood hazard map distribution. *Urban Water*, v.1, p.125-129, 1999.

SILVA, E. **Cadastro técnico multifinalitário: base fundamental para avaliação em massa de imóveis**. Florianópolis, 2006. Tese de doutorado em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. <http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS5300-T.pdf>

SPECKHANN, G. A.; CHAFFE, P. L. B.; GOERL, R. F.; ABREU, J. J. FLORES, J. A. A. Flood hazard mapping in Southern Brazil: a combination of flow frequency analysis and the HAND model. **Hydrological Sciences Journal**, v. 63, n. 1, p. 87-100, 2018.

TASCA, F. A. **Simulação de uma Taxa para Manutenção e Operação de Drenagem Urbana para Municípios de Pequeno Porte**. 2016. 161f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.