
SIG APLICADO EM INUNDAÇÕES URBANAS: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE VITÓRIA - ES (BRASIL)

GIS APPLIED TO URBAN FLOODING: CASE STUDY IN THE CITY OF VITÓRIA/ES (BRAZIL)

André Luiz Nascentes Coelho¹

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo principal espacializar as manchas de inundação dos bairros do Município de Vitória ES (Brasil) a partir da modelagem de dados geográficos em ambiente SIG integrado com produtos de Sensoriamento Remoto, validando o mapeamento em registros documentais, fotográficos, campanhas de campo e em um evento de maior precipitação concentrado dos últimos quarenta e cinco anos. O resultado permitiu delimitar e calcular as áreas inundáveis em graus de susceptibilidades e comprovar sua eficiência nos dados e informações. Tal metodologia possibilita a avaliação de outras áreas de municípios e regiões com características semelhantes, constituindo-se numa importante informação no auxílio da gestão territorial, a exemplo, da implantação ou revisão de Plano de Drenagem Urbana e Plano Diretor Municipal.

Palavras-chave: Geotecnologias. Análise geográfica. Ordenamento territorial e ambiental.

ABSTRACT: The present article had as main objective to identify the flood stains in the districts of the city of Vitória, Espírito Santo State, Brazil from modeling in GIS integrated with techniques of Remote Sensing, validating the flood mapping based on documents, photographic records, and in larger concentrated rainfall event of the last forty-five years. The result allowed defining and calculating the areas in degrees of susceptibilities and proving their efficiency in the records. Such methodology enables the delimitation from other areas of the municipalities and regions, constituting important information in decision making plans municipal.

Key words: Geotechnologies. Geographical analysis. Territorial planning.

INTRODUÇÃO

Os eventos de inundações evidenciam um dos grandes problemas enfrentados nos municípios brasileiros e cidades de países como Índia, China, Nigéria, Egito, Bangladesh, Tailândia, entre outras (WRI, 2015), e conforme Sausen e Narvaes (2015) são responsáveis

¹ Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais Departamento de Geografia - Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias. E-mail: alnc.ufes@gmail.com

Artigo recebido em julho de 2016 e aceito para publicação em outubro de 2016.

por aproximadamente 55% de todos os desastres naturais registrados e cerca 72,5% das perdas econômicas ao redor do mundo. De acordo com Castro (2005), a inundação é o transbordamento de água da calha normal de rios, mares e lagoas ou acumulação de água por drenagem ineficiente em locais não habitualmente submersos.

As áreas urbanas, em sua maioria, são constituídas por uma diversidade de superfícies impermeáveis como telhados, concreto, asfalto e durante os eventos de precipitação intensos, de curta duração, resulta na aceleração do escoamento superficial provocando o aumento da vazão máxima e redução do tempo de pico, com a quantidade de água que chega simultaneamente aos canais ou córregos, superiores à sua capacidade de drenagem, culminando na inundação (CUNHA, 2012; CHIN, 2006). Este evento, muitas vezes, é agravado nas cidades litorâneas durante o nível de maré alta, dificultando ou impedindo o escoamento das águas pluviais em direção ao mar (TUCCI; BERTONI, 2003).

Para Carneiro e Miguez (2011), Chin (2006) e Cunha (2012 e 2003), as inundações urbanas são decorrentes de uma série de processos materializados ao longo do tempo, notadamente, para a ampliação de moradias construídas de maneira adensada, da supressão da vegetação, da ocupação de áreas ribeirinhas e planícies de inundação, das modificações e extinção dos sistemas de drenagem. Já para Sausen e Narvaes (2015); Gregory (2006) e Tucci (2009) o transbordamento das águas no ambiente urbano depende do grau de ocupação pela população, da frequência com a qual elas ocorrem, das práticas inadequadas de uso e cobertura da terra, da sedimentação dos leitos e obstrução ou deficiência de escoamento de canais fluviais.

Nesse contexto, a identificação das áreas potencialmente inundáveis em eventos de temporais está, normalmente, relacionada a fatores importantes como topografia do sítio, modelo de uso da terra, grau superfície impermeabilizada, intensidade e duração das precipitações. Trata-se de um processo dinâmico e complexo tanto no contexto socioambiental quanto temporal. Para tanto, pode-se através do uso da ferramenta Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), de dados e informações georreferenciadas destacar aspectos do relevo (estruturas, modelados, classes de declividades, rede de drenagens, locais de inundações, entre outros) de uma determinada área, desde alguns metros, até centenas de quilômetros, proporcionando diversos tipos de análises no âmbito dos estudos geoambientais (SAUSEN; NARVAES, 2015; WENG, 2010; JENSEN, 2009; FITZ, 2008; ROSS, 2009; FLORENZANO, 2008 e 2007).

Em face deste cenário geotecnológico, o presente estudo tem como objetivo principal especializar e avaliar as manchas de inundação dos bairros do Município de Vitória ES a partir da modelagem de dados com referência geográfica em ambiente SIG integrado com produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto, validando o mapeamento de inundações nos registros documentais, fotográficos, campanhas de campo e em um evento de maior precipitação concentrado.

LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área objeto de estudo, Município de Vitória (figura 1), Capital do Estado do Espírito Santo é cem por cento urbana, apresentando uma densidade demográfica de 3.624hab./km² e cerca de 355.875 habitantes, de acordo com a estimativa populacional publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2015 (IBGE, 2015a). O Município está situado na latitude 20°10'09" Sul, e longitude de 40°20'50" a Oeste de Greenwich, caracterizado como um importante centro comercial da Região Metropolitana da Grande Vitória – RMGV, composta pelos Municípios: Vitória, Vila Velha, Cariacica, Serra, Viana, Fundão e Guarapari.

Vitória territorialmente é caracterizada por uma ilha principal e uma porção continental totalizando 86,3 km² de área, dos quais 41,2% abrangem os 78 bairros do Município, enquanto os outros 58,8% cobrem parte do corpo d'água da Baía de Vitória, Canal da Passagem além do Parque Industrial, Aeroporto e o Parque Estadual da Fonte Grande, não avaliados neste estudo. Dessa área total, 15,7 km² passou por processos de aterramentos, constituído por materiais hidráulico, sanitário ou inerte, objetivando a implantação e ampliação de usos como avenidas, praças, portos e terrenos para construção, com parte desses, situados abaixo do nível da maré favorecendo a ocorrência das inundações nos eventos concentrados de chuvas (Figura 1).

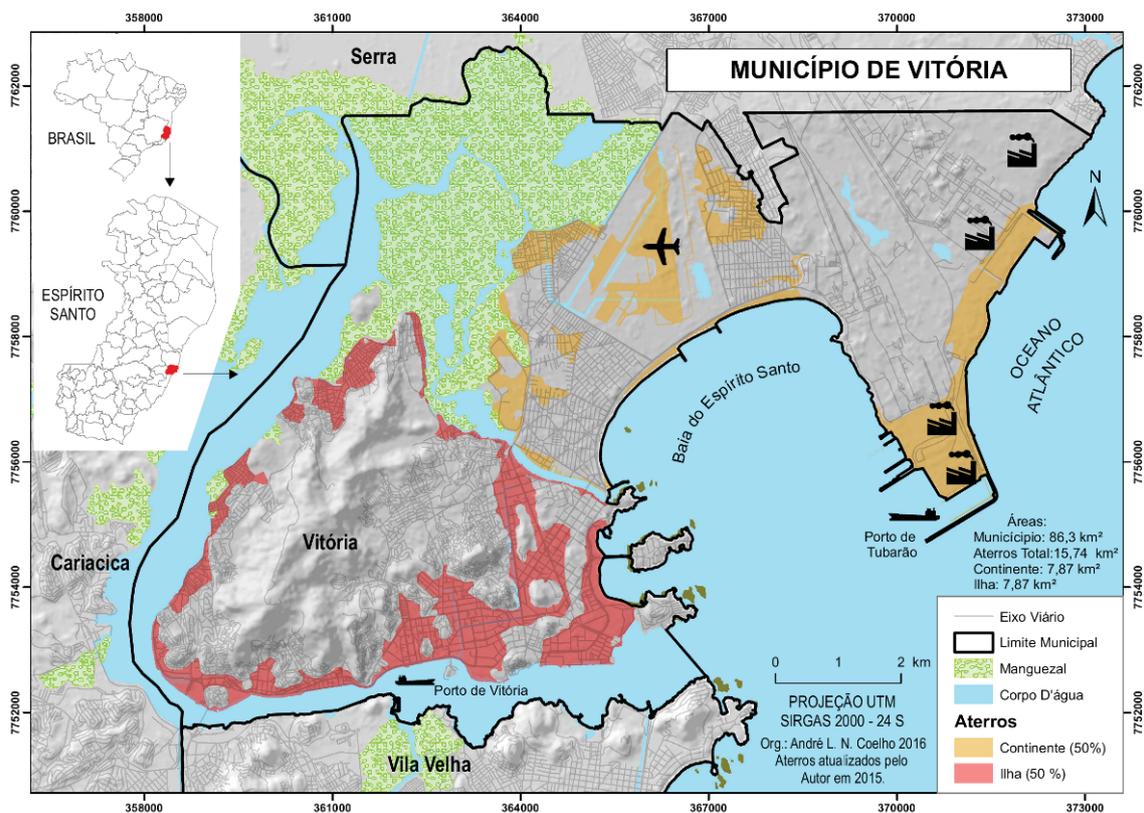


Figura 1. Localização do objeto de estudo: Vitória destacando as áreas de aterros

Os sistemas atmosféricos de escala sinótica que influenciam as condições do tempo no Município estão associados à formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Frentes Frias (FF) e o Anticiclone ou Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que são importantes mecanismos da dinâmica climática do sudeste brasileiro (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; VAREJÃO-SILVA, 2005).

Em função da atuação desses sistemas atmosféricos, o Município está inserido na zona climática Tropical Brasil Central, Subquente, que vai do semiúmido ao superúmido, apresentando temperatura média anual de 24°C, enquanto a temperatura máxima absoluta registrada foi de 39,6 °C e a menor com 14,3 °C, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (2014). No que se refere à pluviometria, os meses de outubro a março correspondem aos mais chuvosos, enquanto os meses de maio a setembro são caracterizados como seco, havendo o destaque para agosto, o mês mais seco (INMET, 2014; IBGE, 2010).

Parte da Capital Vitória, assim como vários outros municípios Brasileiros, passou por processo de crescimento e urbanização desordenado, acompanhado pela degradação

e supressão de vegetação, córregos etc. Situação que gerou, e ainda gera, consequências para a população, sobretudo, em períodos de chuvas intensas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para que os objetivos propostos neste estudo fossem alcançados, o mesmo foi dividido em duas principais etapas, iniciando-se, com a aquisição de referencial bibliográfico e de documentos abordando a temática, tais como artigos; periódicos; Carta Topográfica do IBGE (1980) SF24VB1 (Vitória); Relatório e mapas Geológicos, Geomorfológicos e Pedológicos do Projeto Radambrasil (1983); Pesquisa da série histórica de precipitações no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2014), INMET (2014) e Pegorim(2014), além de dados de marés na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN/CHM, 2014).

Na segunda etapa, foram adquiridos os Planos de Informações gratuitos conforme Tabela 1. Dados do modelo digital de elevação ASTER/GDEM *Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer / Global Digital Elevation Model* de resolução espacial 30 x 30 metros (USGS, 2011). Uso do GPS de navegação em Plataforma Android, com erro médio de 3 metros e Ortofotomosaico do ano de 2014 (IJSN/CGEO, 2014), na validação do produto em campo.

Tabela 1. Base de Dados Geográficas / Planos de Informações utilizados

Dado	Tema	Fonte	Ano	Escala / Resolução
Limite Estadual	Unidades de Federação	IBGE	2015b	1:100.000
Limite Municipal	Município	IJSN/CGEO	2013	1:1.000
Geomorfologia	Massa d'água (filtrado)	IJSN/CGEO	2013	1:100.000
Edificações	Área Construída	PMV/GEOWEB	2014	1:1.000
Eixo Viário	Eixo de Logradouros	PMV/GEOWEB	2014	1:1.000
Rocha	Afloramento de Rochas	PMV/GEOWEB	2014	1:1.000
Limite de Bairro	Bairros	PMV/GEOWEB	2014	1:1.000
Aster-GDEM	Modelo Digital de Elevação	USGS	2011	30 metros
Ortofotomosaico	Imagem	IJSN/CGEO	2014	1 metro

Fonte: Organizado pelo autor.

O processamento dos dados vetoriais e matriciais foi realizado no SIG ArcGIS™ 10.4, iniciando-se com a criação de um projeto e a adição dos Planos de Informações abrangendo a área de estudo e adjacências ajustados, quando necessário, no sistema de projeção UTM, Datum SIRGAS2000, Zona 24 Sul (IBGE, 2005), com o mapeamento produzido seguindo a padronização cartográfica segundo propostas de Menezes e Fernandes (2013), Fitz (2008), Nogueira (2008); Slocum et al. (2008) e Lo e Yeung (2007).

O processo de criação do modelo, para identificação de manchas de inundação, partiu com a definição de coeficientes/graus de importância entre 1 a 10, sendo o valor 10 atribuído à altíssima susceptibilidade e definição do tamanho das células de 5 x 5 metros.

A variável *Taxa de Impermeabilização* teve como base os Planos de Informações vetoriais: Edificações (coeficiente = 8), Eixo de Logradouros (coeficiente = 10),

Afloramento de Rochas (coeficiente = 3) e Limite Municipal (coeficiente = 1) que foram unidos a partir do comando Union; seguido da dissolução das classes – comando Dissolve; transformação para raster comando PolygontoRaster e aplicação dos respectivos coeficientes a partir da reclassificação comando Reclassify.

A *Elevação* partiu modelo digital de elevação Aster/GDEM que foi extraído no Limite Municipal e redefinido com o pixel de 5m utilizando os comandos – ExtractbyMask; Contour; Topo to Raster; e Reclassify, empregando as seguintes classes e coeficientes: Elevação 3 a 1 metros (coeficiente = 10); Elevação 1 a 2 metros (coeficiente = 8); Elevação 2 a 3 metros (coeficiente = 6); Elevação 3 a 5 metros (coeficiente = 4) e Elevação maior que 5 metros (coeficiente = 1).

A *Declividade/Clinografia* foi derivada também do dado Aster/GDEM recortado e redefinido com o pixel de 5m, utilizando as seguintes classes e coeficientes através dos comandos Slope e Reclassify: Declividades entre 0 a 1 % (coeficiente = 10); Declividades 1 a 2 % (coeficiente= 8); Declividades 2 a 3 % (coeficiente = 6); Declividades 3 a 4 % (coeficiente = 4) e Declividades > 4 % (coeficiente = 1).

A Combinação destas variáveis para a elaboração das manchas de inundação foi expressa no algoritmo matemático, através da ferramenta Raster Calculator: $RI = TI*7+EL*1.5+DC*1.5$ sendo: RI = Risco de Inundação; TI = Mapa Taxa de Impermeabilização (peso 7); EL = Mapa Elevação (peso 1.5); DC = Mapa Declividade (peso 1.5), com os valores representando os pesos atribuídos a cada uma das variáveis (Figura 2). Na sequência o RI foi extraído para os limites de bairros através do comando ExtractbyMask finalizando com a reclassificação em Baixo a Nulo, Médio, Alto e Altíssimo riscos.

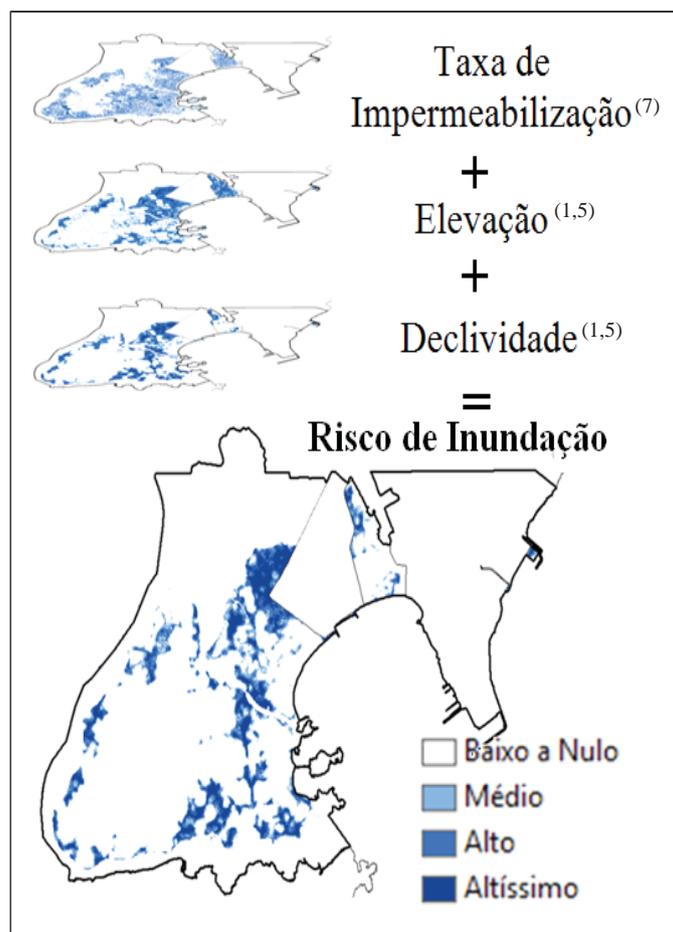


Figura 2. Álgebra de mapas para obtenção das áreas de inundação

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapeamento das áreas susceptíveis à inundação é representado na Figura 3, possibilitando visualizar o limite territorial da cidade de Vitória, os limites dos bairros, os registros fotográficos e os locais inundados destacados pelas tonalidades de azul nas seguintes classes: Médio, Alto e Altíssimo Risco, resultantes da avaliação conjunta das variáveis: clinografia/declividade, elevação, edificações, eixo de logradouros e afloramentos de rochas, através da álgebra de mapas, que atribuiu os coeficientes e pesos de importância para cada um desses elementos.

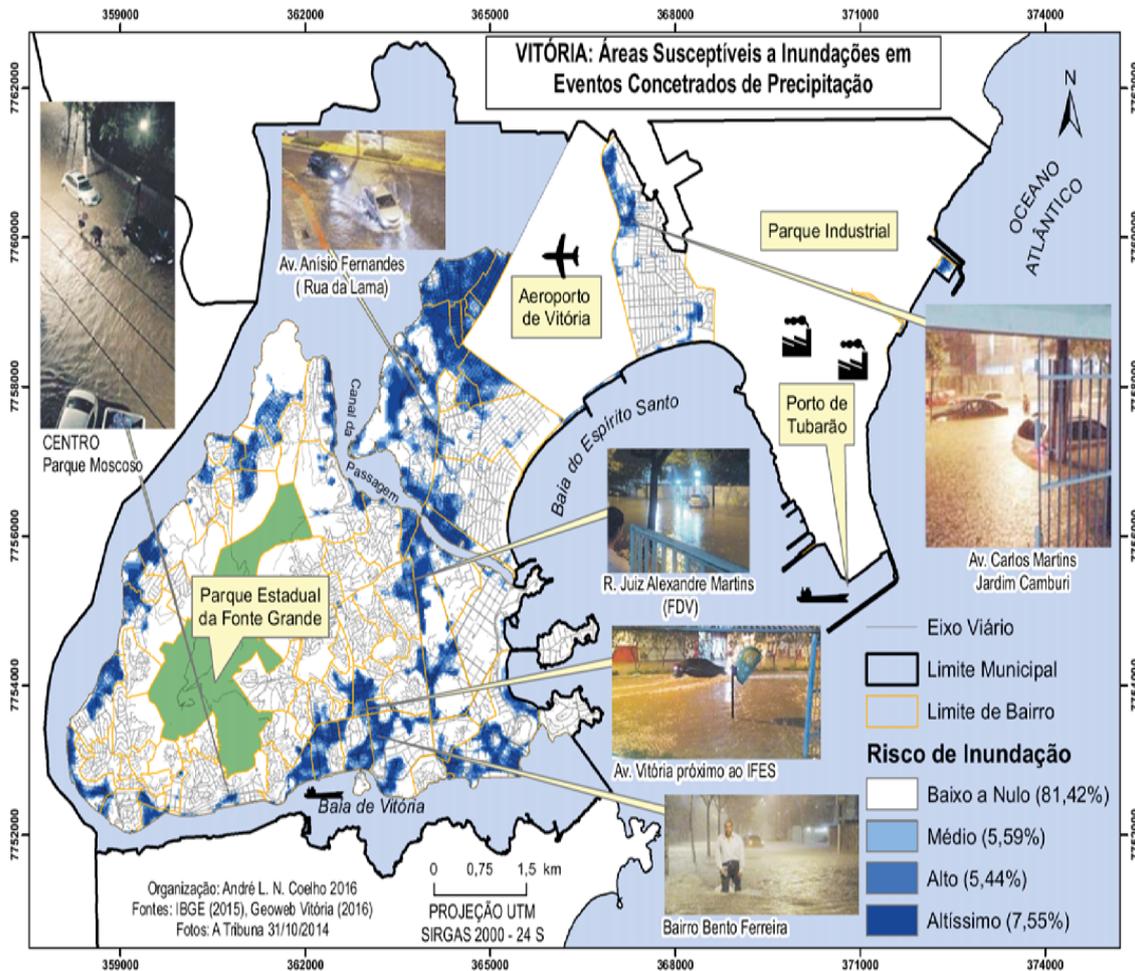


Figura 3. Áreas susceptíveis a inundações em eventos concentrados de precipitação

A validação do produto tomou como referência o temporal de 30/10/2014 com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014) informando a ocorrência de mais de 100mm de chuvas intensas, entre às 15h e às 20h, registrando uma das maiores precipitações concentradas dos últimos 45 anos. Segundo Pegorim (2014) e INCAPER (2014), a média normal de chuva esperada para todo o mês outubro, em Vitória, é de aproximadamente 120 mm.

As informações extraídas do jornal (PROSCHOLDT et. al., 2014), evidenciam o fato ocorrido através das fotografias e notícias ao destacar os principais pontos de inundações em 30/10/2014, coincidindo com o modelo gerado (Figura 3). Além da

comprovação em imagens do jornal, o mapeamento de inundação condiz com as áreas alagáveis espacializadas no relatório da Secretaria Municipal de Obras de Vitória – SEMOB (Figura 4) intitulado: Plano Municipal de Saneamento Básico de Vitória, publicado em julho de 2015 (PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA/ES, 2015b).

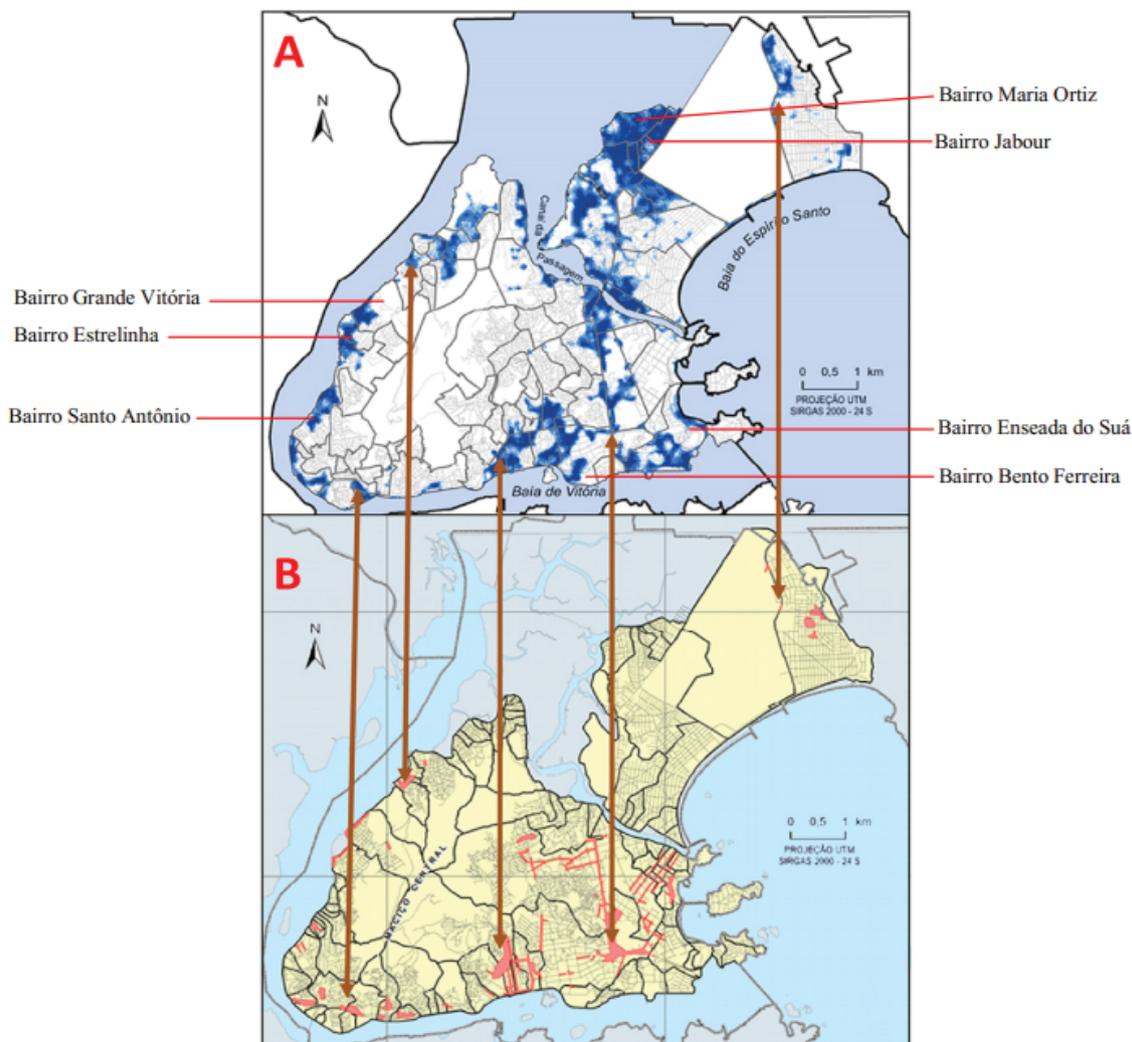


Figura 4. Comparação do mapa gerado “A” e o mapa de alagamentos “B” da Secretaria Municipal de Obras de Vitória. Em “A” comprovou outras áreas susceptíveis validadas

Ressaltese, entretanto, que o mapa modelado (Figuras 3 e 4) aponta outros locais de inundações, a partir da ocorrência de precipitações acima de 100mm, comprovados em campanhas de campo e em noticiários. Portanto, um produto mais completo e coerente com a realidade do Município.

As informações do nível de maré da Diretoria de Hidrografia e Navegação / Centro de Hidrografia Marinha (DHN/CHM, 2014), no dia do temporal, apontou a elevação de 0,60m para 1,03m, entre às 15h e às 20h, com o pico de 1,07m às 21h no Porto de Vitória. Esse fenômeno de maré alta provavelmente afetou o escoamento das águas pluviais, de determinadas áreas do Município, para baía e mar adjacente resultando na ampliação dos locais e duração das inundações, como, por exemplo, no setor oeste da ilha principal (Figura 4) em ruas: do Canal (bairro Grande Vitória/Estrelinha); Albuquerque Tovar (bairro Santo Antônio); Reviver, do Penta e TV Oito de Julho (bairro Estrelinha).

A Tabela 2 apresenta os valores de áreas e os percentuais de inundação dos bairros avaliados revelando que 18,58% destes estão classificados entre Médio a Altíssimo risco, com o destaque para os bairros Maria Ortiz e Jabour (Figura 4) localizados a norte do Município e os bairros Bento Ferreira e Monte Belo, situados ao sul da Ilha principal (Figura 5).

Pode-se, também, identificar nesta Figura, uma das etapas, em detalhe, da junção dos Planos de Informações Eixos de Logradouros (figura superior esquerda), com o Modelo gerado (figura superior direita), resultando no mapeamento das áreas inundáveis (figura abaixo).

Tabela 2. Áreas dos Bairros e Percentuais de Inundação

Classe	Percentual	Área em hectares nos Bairros
Baixo a Nulo	81,42 %	1,53 ha
Médio	5,59 %	0,11 ha
Alto	5,44 %	0,10 ha
Altíssimo	7,55 %	0,14 ha
TOTAIS	100 %	1,88 ha

Fonte: Organizado pelo autor

A Figura 5 possibilita, ainda, avaliar apenas o modelo gerado (figura superior direita) simulando a dinâmica das águas durante um temporal e o escoamento para os locais mais baixos da cidade inundando, inicialmente, os eixos de logradouros/viários que estão situados, em média, 15 cm abaixo da calçada.

Por meio da espacialização dos pontos de inundação foi possível comprovar que os mesmos estão majoritariamente próximos aos corpos d'água que envolve o Município como a Baía de Vitória, Baía do Espírito Santo e Canal da Passagem (Figuras 3, 4 e 5), com parte desses, em áreas que foram aterradas, situadas em abaixo do nível da maré, favorecendo o acúmulo de água durante os eventos de precipitações intensas e marés altas, dificultando o escoamento das águas pluviais para o mar e baía.

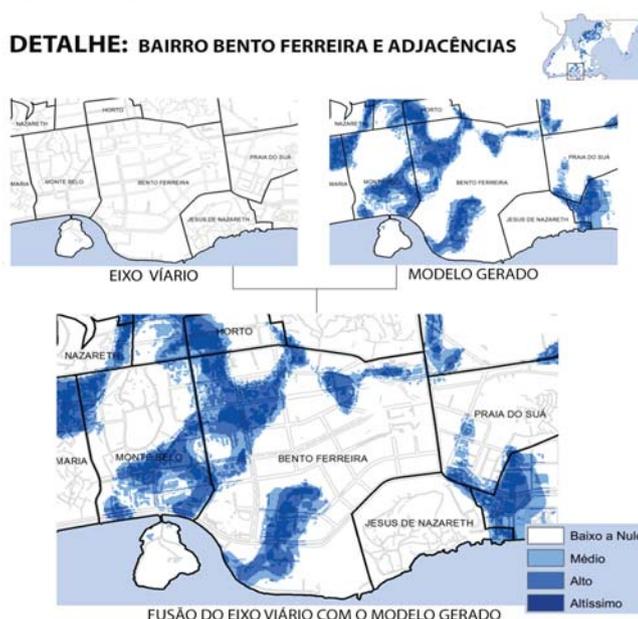


Figura 5. Detalhe dos Eixos Viários (superior esquerdo) + Modelo Gerado (superior direito) e o resultado da junção dos Eixos Viários e Modelo Gerado (abaixo)

CONCLUSÕES

A elaboração do produto síntese denominado “VITÓRIA: Áreas Susceptíveis a Inundações em Eventos Concentrados de Precipitação” possibilitou, a partir do uso de dados vetoriais e matriciais acessíveis e gratuitos, propor um modelo de classes de risco, avaliando os locais mais propensos a este evento.

A importância desse tipo de metodologia está correlacionada com as políticas municipais e proposição de medidas mitigadoras aos impactos existentes, a exemplo da criação e implantação do Plano Municipal de Saneamento Básico PMSB, exigido pelas Leis Federais Nº 11.445/2007 (Política Federal de Saneamento Básico) e a Nº 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) que estabelecem diretrizes nacionais para o saneamento básico, viabilizando assim, a captação de recursos junto ao Ministério das Cidades para execução de projetos ou obras na área de saneamento.

A partir da elaboração do diagnóstico do PMSB são apontadas ações ou medidas estruturais que modificam o sistema fluvial, evitando prejuízos decorrentes das inundações (Ex.: obras de engenharia: canalização, retificação, extravasadores, canais de inundação, diques, entre outros) e medidas não estruturais em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as inundações (Ex.: zoneamento de áreas com risco à inundação; alertas de inundação; implantação de programas de educação ambiental em escolas e comunidades; elaboração de Leis buscando reduzir os eventos de inundações, a exemplo, da regulamentação dessas áreas alagáveis, criação da política municipal saneamento básico, entre outras), hierarquizadas de acordo com os recursos a serem investidos no curto, médio e longo prazo.

Nesse sentido, o presente trabalho pode contribuir com a elaboração/revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico PMSB, na etapa de diagnóstico, ao apontar as áreas susceptíveis a inundações, pois o mesmo considerou as peculiaridades e particularidades naturais da cidade durante os eventos de temporais.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, P. R. F.; MIGUEZ, M. G. **Controle de inundações em bacias hidrográficas metropolitanas**. São Paulo: Annablume, 2011. 302p.
- CASTRO, A. L. C. **Glossário de defesa civil**: estudos de riscos e medicina de desastres. Brasília: Sedec. 2005.
- CHIN, A. Urban transformation of River Landscapes in a global context. **Geomorphology**, n. 79, p. 460-487. 2006.
- CUNHA, S. B. Rios desnaturalizados. In: BARBOSA, J. L. (Org.). **Ordenamento territorial ambiental**. Niterói: Eduff, 2012. p. 171-191.
- _____. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p. 219-238.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO/CENTRO DE HIDROGRAFIA

DA MARINHA – DHN/CHM. **Previsões de marés (máximas e mínimas diárias)**. 2014. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>>. Acesso em: 01/12/2014.

FITZ, Paulo R. **Geoprocessamento sem complicação**. São Paulo: Oficina de Textos. 2008.
FLORENZANO, T. G. **Geomorfologia, conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. 318p.

_____. **Iniciação em sensoriamento remoto: imagens de satélites para estudos ambientais**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 57-65.

GREGORY, K. J. The human role in Changing River Channels. **Geomorphology**. v. 79, n. 15 set. p. 172-191. 2006.

IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2015** - publicadas no D.O.U em 28 de agosto de 2015. 2015a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/estimativa_dou.shtm>. Acesso em: 16 out 2015.

_____. **Mapas interativos do IBGE: base de dados geográficos**. 2015b. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 04 mar. 2015.

_____. **Mapa de unidades climáticas do Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogramas/clima.html>. Acesso em: 12 mar. 2015.

_____. **Resolução IBGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro**. 2005. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2015.

_____. **Carta Topográfica SF-24-V-B-1 (Vitória)**, 1:50.000. (1980).

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES / COORDENAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO - IJSN/CGEO. **Base de dados geográficos**. 2013. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/>>. Acesso em: 06 maio 2015.

_____. **Ortofotomosaicovão ano 2014 – Município de Vitória**. Padrão PEC “A” (2014).

INCAPER. **Dados e informações referentes as intensas chuvas em 30/10/2014**. (2014).

INMET. **Banco de dados meteorológico para ensino e pesquisa**. 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>>. Acesso em: 04 dez. 2014.

JENSEN, John R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese. 2009.

LO, Chor Pang, YEUNG, Albert K.W. **Concepts and techniques of geographic information systems**. 2. ed. Prentice-Hall. 2007. Series in Geographic Information Science
MENDONÇA, F. de A., DANNI-OLIVERIA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de texto, 2007. 206p.

MENEZES, P. L.; FERNANDES, M. C. **Roteiro de Cartografia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

NOGUEIRA, Ruth E. **Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais**, 2.ed. UFSC, 2008.

PEGORIM, Josélia. O que causou o temporal que alagou Vitória (ES)? 2014. **Climatempo**.

Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/noticias/268591/o-que-causou-o-temporal-que-alagou-vitoria-es/>. Acesso em: 03 abr. 2015.

PROJETO Radambrasil. **Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro/Vitória**: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1983. 775p.

PROSCHOLDT, E. et al. Chuva recorde. **A Tribuna**. Vitória, ES, n. 25065, 31 out. 2014. Reportagem Especial, p. 2-7.

ROSS, Jurandy. Paisagem, configuração territorial e espaço total: interação da sociedade com a natureza In: _____. **Ecogeografia do Brasil**: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 47-61.

SAUSEN, Tania M.; NARVAES, Igor da S. Sensoriamento remoto para inundação e enxugada. In: SAUSEN, Tania M.; LACRUZ, Maria S. P. **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 118-147.

SLOCUM, Terry A.; MCMASTER, Robert B; KESSLER, Fritz C.; HOWARD, Hugh H. **Thematic cartography and geovisualization**, 3.ed. Harcove, 2008. Series in Geographic Information Science, Hardcover.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2009. 943p.

TUCCI, Carlos E. M.; BERTONI Juan Carlos. **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003.

USGS: Science for a changing world. **Dados de altitude ASTER/GDEM Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer / Global Digital Elevation Model**. 2011. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov>>. Acesso em: 22 nov. 2015.

VAREJAO-SILVA, M. A. **Metereologia e climatologia**. Recife. 2005.

VITÓRIA-ES (Cidade). Prefeitura Municipal. **GeoWeb Vitória: base de dados geográficos**. Disponível em: <<http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>>. Acesso em: 5 mar. 2015a.

_____. Secretaria Municipal de Obras -SEMOB. **Plano municipal de saneamento básico de Vitória – ES – PMSB**: relatório do produto 2: diagnóstico da situação da prestação dos serviços de saneamento básico - julho/2015. 2015. Disponível em: <http://hotsites.vitoria.es.gov.br/pmsb/wp-content/uploads/2015/08/produto-02_a1.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015b.

WENG, Q. **Remote sensing and GIS integration**: theories, methods, and applications. New York: McGraw-Hill. 2010.

WORLD RESOURCES INSTITUTE - WRI. **Os 15 países com mais pessoas expostas às inundações causadas pelos rios**. 2015. Disponível em: <<http://wricidades.org/noticia/os-15-pa%C3%ADses-com-mais-pessoas-expostas-%C3%A0s-inunda%C3%A7%C3%B5es-causadas-pelos-rios>>. Acesso em: 01 dez. 2015.