

Aplicação do processo analítico hierárquico para mapeamento de áreas inundáveis

André Luiz Nascentes Coelho¹

¹ Universidade Federal do Espírito Santo – Depto. de Geografia/CCHN/UFES
Laboratório de Cartografia Geográfica e Geotecnologias
Av. Fernando Ferrari, 514 - 29075-973 - Vitória - ES, Brasil
alnc.ufes@gmail.com

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 using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method to assign the weights, 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, with similar characteristics, becoming important information in aid of territorial management, the example of the implementation or revision of Urban Drainage Plan and Master Plan.

Palavras-chave: environmental impact assessment, weight assignment, environmental modeling, territorial planning, avaliação de impacto ambiental, ponderação, modelagem ambiental, ordenamento territorial e ambiental.

1. Introdução

As inundações, sobretudo no ambiente urbano, evidenciam um dos grandes problemas enfrentados no mundo e conforme EM-DAT (2015) e Sausen e Narvaes (2015) são responsáveis por aproximadamente 55% de todos os desastres naturais registrados e cerca 72,5% das perdas econômicas. 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 e Bertoni, 2003).

Para Carneiro e Míguas (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 (op cit.); 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 a aplicação de modelos como Processo de Análise Hierárquica (AHP) e Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) avaliar uma determinada área, desde alguns metros, até centenas de quilômetros,

proporcionando diversos tipos de análises no âmbito dos estudos geoambientais (Sausen e Narvaes, 2015 e Jensen, 2009).

Em face deste cenário geotecnológico, o presente estudo tem como objetivo principal espacializar e avaliar as manchas de inundação dos bairros do Município de Vitória - ES a partir da aplicação do método de análise hierárquica (AHP) em ambiente SIG integrado com produtos e técnicas de Sensoriamento Remoto, validando o mapeamento em registros documentais, fotográficos, campanhas de campo e em um evento de maior precipitação concentrado.

Como objetivo específico, demonstrar as principais etapas do método de Processo Analítico Hierárquico (AHP), proposto por Saaty (1977) no auxílio da elaboração de um modelo que aponte os locais susceptíveis a inundação, a partir de variáveis que se relacionam em níveis hierárquicos e pesos ponderados.

1.1. Caracterização da Área de Estudo

A área objeto de estudo, Município de Vitória, Capital do Estado do Espírito Santo é cem por cento urbana, apresentando uma densidade demográfica de 4.167hab./km² e cerca de 359.555 habitantes, de acordo com a estimativa populacional publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2016 (IBGE, 2016).

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 (Coelho, 2015).

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 e Danni-Oliveira, 2007; Varejão-Silva, 2005). No que se refere à pluviometria, os meses de outubro a março correspondem aos mais chuvosos, enquanto maio a setembro são caracterizados como seco, havendo o destaque para agosto, o mês mais seco (INMET, 2014 e IBGE, 2010).

Parte da cidade de Vitória, assim como outros municípios brasileiros, passou por processo de urbanização resultando na degradação e supressão de vegetação, córregos, etc., situação que gera, consequências para a população, sobretudo, em períodos de chuvas intensas.

2. Metodologia de Trabalho

Para que os objetivos propostos nesse artigo 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 livros; artigos; periódicos; Carta Topográfica do IBGE (1980) SF-24-V-B-1 (Vitória); Relatório e mapas 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 Climatempo (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	2015	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

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 SIRGAS-2000, Zona 24 Sul (IBGE, 2005), com o mapeamento produzido seguindo a padronização cartográfica segundo Menezes e Fernandes (2013) e Slocum et al. (2008).

O processo de criação do modelo, para identificação de manchas de inundação, partiu com o estabelecimento 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 Polygon to Raster 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 – Extract by Mask; 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).

2.1 Etapas Principais de Aplicação do Modelo AHP

Uma vez definidas as variáveis e seus coeficientes foi necessário atribuir pesos a cada uma empregando o Método de Processo de Análise Hierárquica (AHP) proposto por Saaty (1977 e 2008), a partir de uma Escala de Valores para Correlação pré-definidos de 1 a 9, onde o valor 1 equivale ao mínimo, e 9 ao máximo de importância de um fator sobre o outro.

Com base nessa Escala de Valores foram atribuídos graus de importância através da comparação pareada por níveis de hierarquia chegando-se ao resultado que é a Matriz de Interação representada na Tabela 2. Nota-se que cada elemento da matriz indica quanto à variável da coluna da esquerda é mais importante em relação a cada fator correspondente a linha superior. Assim, quando uma variável é confrontada com ela mesma, um único resultado possível é 1 pelo fato de possuir igual valor de importância.

Tabela 2. Matriz de Comparação Pareada / Recíproca

VARIÁVEIS	Declividade	Tx. Impermeab,	Topografia
Declividade	1/1	1/3	1/6
Tx. Impermeab.	3/1	1/1	1/3
Topografia	6/1	3/1	1/1
SOMA	10,00	4,33	1,50

A partir dos valores ponderados na tabela anterior, foi realizado o cálculo dos Pesos estatísticos para cada variável aplicado a inundação urbana (Tabela 3), obtendo o Índice de Consistência (IC) = 0,009174 e a Razão de Consistência (RC) igual a 0,02. Pelo fato de o valor da RC ser inferior a 0,10 (ou menor que 10%), os pesos estabelecidos para este modelo são aceitáveis segundo Saaty (1977), isto é, as comparações realizadas foram coerentes e produziram resultados confiáveis.

Tabela 3. Matriz Normalizada

VARIÁVEIS	Declividade	Tx. Impermeab.	Topografia	PESO
Declividade	0,1000	0,0769	0,1111	0,10
Tx. Impermeab.	0,3000	0,2308	0,2222	0,25
Topografia	0,6000	0,6923	0,6667	0,65

Assim, as variáveis com seus respectivos pesos foram combinadas de maneira a modelar as manchas de inundação expressa no algoritmo matemático, através da ferramenta Raster Calculator $RI = TO*0,65+TI*0,25+DC*0,10$ sendo: RI = Risco de Inundação; TO = Topografia (peso 0,65); TI = Mapa Taxa de Impermeabilização (peso 0,25); DC = Mapa Declividade (peso 0,10). Na sequência o RI foi extraído para os limites de bairros através do comando Extract by Mask finalizando com a reclassificação em Baixo a Nulo, Médio, Alto e Altíssimo risco.

3. Resultados e Discussão

O mapeamento das áreas susceptíveis à inundação é representado na Figura 1, 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 e o Método de Processo de Análise Hierárquica (AHP), que atribuiu os coeficientes e pesos de importância para cada uma dessas variáveis.

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 as 15h e as 20h, registrando uma das maiores precipitações concentradas dos últimos 45 anos. Segundo o Climatempo (2014) e INCAPER (2014), a média normal de chuva esperada para todo o mês outubro, na cidade de Vitória, é de aproximadamente 120 mm.

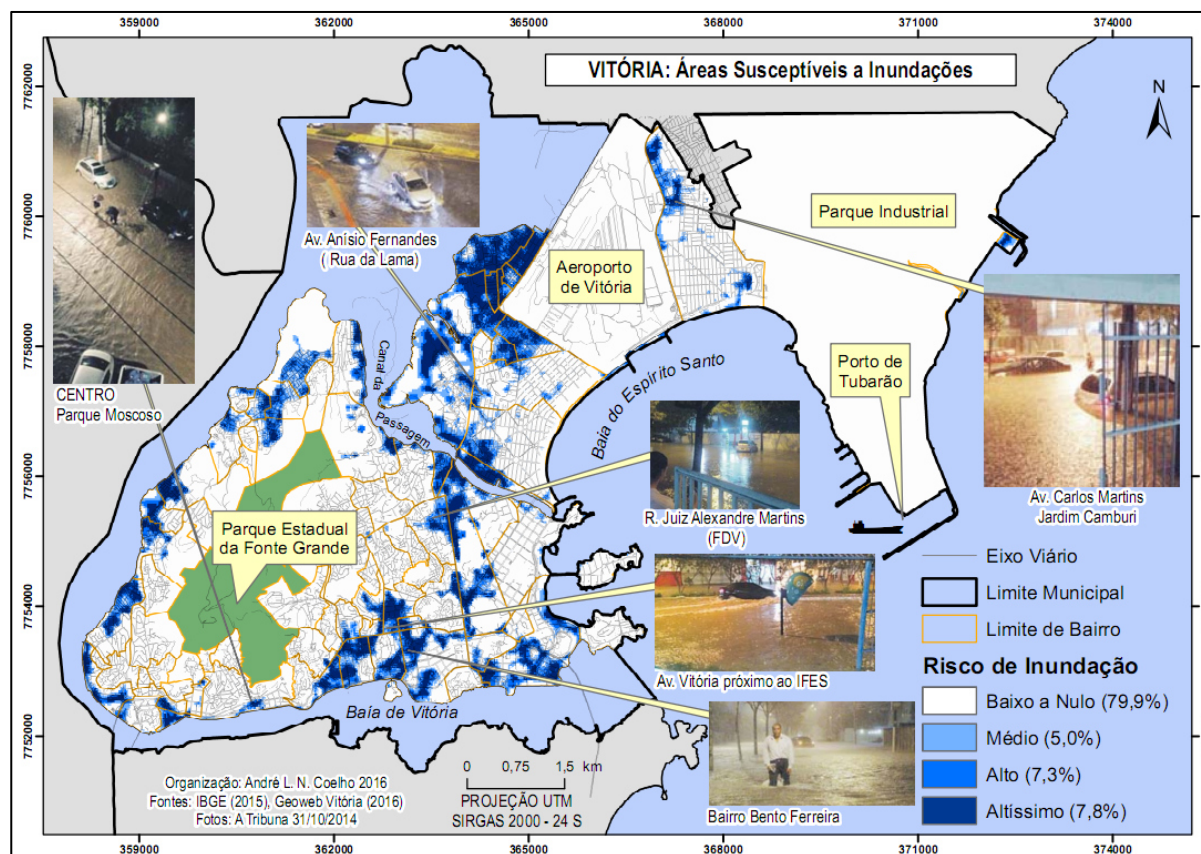


Figura 1 - Áreas susceptíveis a inundações em eventos concentrados de precipitação

As informações extraídas do jornal (A Tribuna, 2014), evidenciam o fato ocorrido através dos registros fotográficos e notícias ao destacar os principais pontos de inundações em 30/10/2014, coincidindo com Método de Processo de Análise Hierárquica (AHP) aplicado no Município (Figura 1). A respectiva Figura apresenta também os valores de áreas e os percentuais de inundação dos bairros avaliados revelando que 20,1% destes estão classificados entre Médio a Altíssimo risco, com o destaque para os bairros Maria Ortiz e Jabour, localizados a norte do Município e os bairros Bento Ferreira e Monte Belo, situados ao sul da Ilha principal. Além da comprovação em imagens do jornal, o mapeamento de inundação condiz com as áreas alagáveis especializadas no relatório da Secretaria Municipal de Obras de Vitória – SEMOB (Figura 2) intitulado: Plano Municipal de Saneamento Básico de Vitória, publicado em Julho de 2015 (SEMOB/PMV, 2015).

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 as 15h e as 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 2) em ruas: do Canal (bairro Grande Vitória/Estrelinha); Albuquerque Tovar (bairro Santo Antônio); Reviver, do Penta e TV Oito de Julho (bairro Estrelinha).

Ressalte-se, entretanto, que o mapa modelado (Figuras 1 e 2) 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.

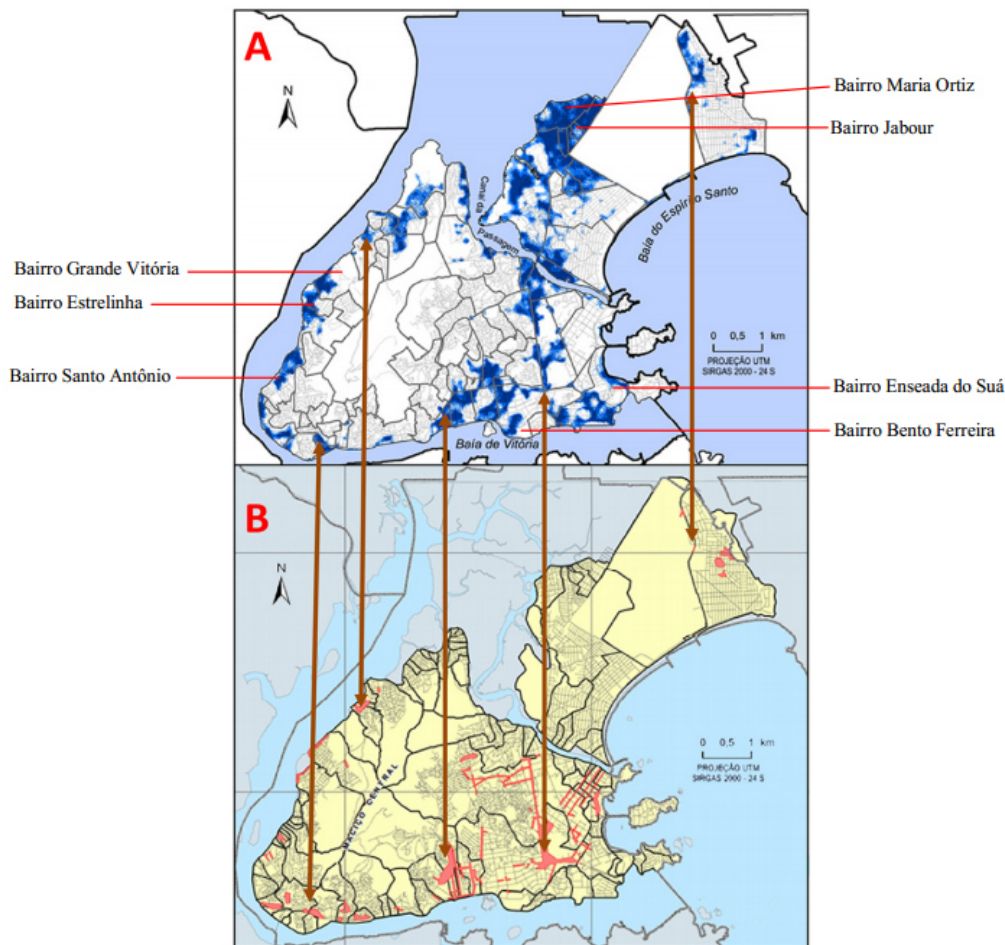


Figura 2. Confronto do mapa gerado "A" e o mapa de alagamentos "B" da Secretaria Municipal de Obras de Vitória. Em "A" comprovou outras áreas suscetíveis validadas.

Pode-se identificar na Figura 3, em detalhe, a junção dos Planos de Informações Eixos de Logradouros, com o Modelo gerado em tons de azul, resultando no mapeamento das áreas inundáveis possibilitando avaliar a simulação da 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.

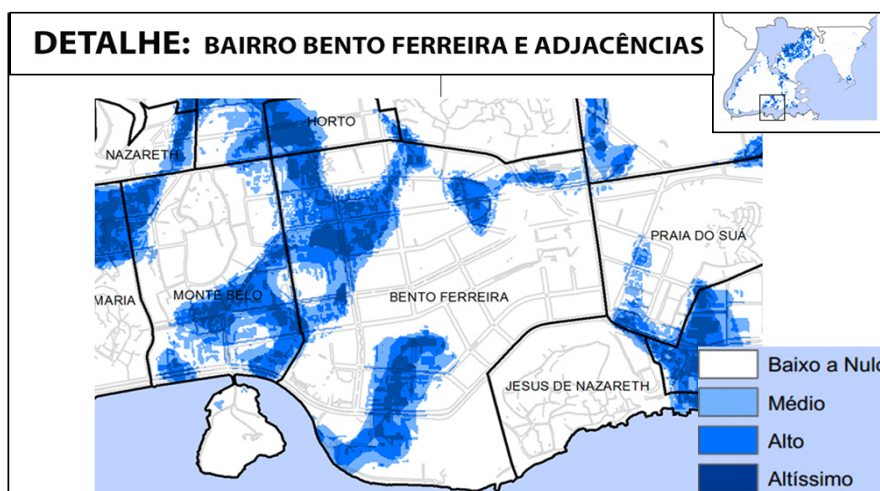


Figura 3. Detalhe do modelo matricial gerado, em tons de azul, cruzado com o plano de informação Eixo de Logradouros, na cor cinza, simulando a dinâmica das águas durante um temporal, inundando inicialmente, os eixos de logradouros que estão situados em média 15 cm abaixo da calçada.

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, 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.

4. Conclusões

A elaboração do mapa de áreas susceptíveis a inundações na cidade de Vitória possibilitou, a partir do uso de dados vetoriais e matriciais acessíveis e gratuitos, propor um modelo, com base no método AHP, de classes de risco, avaliando os locais mais propensos a este evento.

A importância desse tipo de aplicação 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 Bibliográficas

- A Tribuna **Reportagem Chuva Recorde**, pgs. 2 a 8, Vitória, ES, sexta-feira, 31 de outubro de 2014. - nº 25.065. 2014, Edição de 92 páginas.
- Carneiro, Paulo Roberto Ferreira; MIGUEZ, Marcelo Gomes. **Controle de Inundações Em Bacias Hidrográficas Metropolitanas**. Editora: Annablume. São Paulo, 302p. 2011.
- Castro, A. L. C. **Glossário de defesa civil: estudos de riscos e medicina de desastres**. Brasília: Sedec. 2005.
- CHIN, Anne. Urban Transformation of River Landscapes in a Global Context. **Geomorphology**, 79, pp. 460-487. 2006.
- Climatempo. Notícias por Josélia Pegorim. **O que causou o temporal que alagou Vitória (ES)?**, 30/10/2014. [Acesso em 03/04/2015]. Disponível em: <http://www.climatempo.com.br/noticias/268591/o-que-causou-o-temporal-que-alagou-vitoria-es/>. (2014).
- Coelho, A. L. N. **Aterros de Vitória: uma (re)avaliação cartográfica**, Relatório, 2015.
- Cunha, Sandra. B. **Rios Desnaturalizados**. In: BARBOSA, J. L. (Org.). Ordenamento Territorial e Ambiental. 1. ed. Niterói: Eduff, pp. 171-191. 2012.
- Cunha, B. **Canais Fluviais e a Questão Ambiental**. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (orgs.) A Questão Ambiental: diferentes abordagens. RJ, Bertrand Brasil, pp. 219-238. 2003.

- DHN/CHM - Diretoria de Hidrografia e Navegação/Centro de hidrografia da Marinha **Previsões de marés (máximas e mínimas diárias)**. [Acesso em 01/12/2014]. <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>. (2014).
- EM-DAT. The International Disaster Database. **Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED**. [Acesso em: 06/10/2016]. Disponível em: http://www.emdat.be/disaster_trends/index.html 2015.
- Gregory, K. J. The Human Role in Changing River Channels. **Geomorphology**. Volume 79, 15 September, Pages 172-191. 2006.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população 2016**. [Acesso em 16/10/2016]. <http://www.ibge.gov.br> (2016).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística **Mapas Interativos do IBGE: Base de Dados Geográficos**. Acesso em 04/03/2015. <ftp://geoftp.ibge.gov.br/>. (2015).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de unidades climáticas do Brasil**. [Acesso em 12/03/2015]. <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartogramas/clima.html>. (2010).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução IBGE nº 1/2005 que altera a caracterização do referencial geodésico brasileiro**. Acesso em 03/04/2015. ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/projeto_mudanca_referencial_geodesico/legislacao/rpr_01_25fev2005.pdf. (2005).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta Topográfica SF-24-V-B-1, 1:50.000**. (1980).
- IJSN/CGEO - Instituto Jones dos Santos Neves / Coordenação de Geoprocessamento. **Base de Dados Geográficos**. [Acesso em: 06/05/2015]. <http://www.ijsn.es.gov.br/> (2013).
- IJSN/CGEO - Instituto Jones dos Santos Neves / Coordenação de Geoprocessamento **Ortofotomosaico vôo ano 2014 – Município de Vitória**. Padrão PEC “A” (2014).
- INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. **Dados e Informações referentes as intensas chuvas em 30/10/2014**. (2014).
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológico para Ensino e Pesquisa**. [04/12/2014]. <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/inicio.php>. (2014).
- Jensen, John R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**, São José dos Campos, SP: Parêntese. 2009.
- Menezes, P. L.; Fernandes, M. C. **Roteiro de Cartografia**. SP: Oficina de Textos. 2013.
- Mendonça, F. de A., Danni-Oliveria, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo. Editora Oficina de texto. 206p. 2007.
- PMV/GEOWEB – Prefeitura Municipal de Vitória. **GeoWeb Vitória: Base de Dados Geográficos**. [Acesso em: 5/03/2015]. <http://geoweb.vitoria.es.gov.br/>. (2015).
- Radambrasil. **Levantamento de Recursos Naturais. Geologia, Geomorfologia, Solos, Vegetação e Uso Potencial da Terra**. v. 32, Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro / Vitória. Rio de Janeiro: IBGE/Ministério das minas e energia – Secretaria Geral. 775 p. 1983.
- Saaty, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. **Int. J. Services Sciences**, Vol. 1, 2008.
- Saaty, Thomas L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, v. 15, p. 234-281, 1977.
- 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, pp. 118 – 147. 2015.
- SEMOB/PMV - Secretaria Municipal de Obras / Prefeitura Municipal de Vitória. **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**. [Acesso em 22/11/2015]. http://hotsites.vitoria.es.gov.br/pmsb/wp-content/uploads/2015/08/produto-02_a1.pdf. (2015).
- Slocum, Terry A.; McMaster, Robert B; Kessler, Fritz C.; Howard, Hugh H. **Thematic Cartography and Geovisualization**, 3rd Edition, Ph. Series in Geographic Information Science, Hardcover. 2008.
- Tucci, Carlos E. M.; Bertoni Juan Carlos. **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2003.
- USGS - Geological Survey / Serviço Geológico Americano Aquisição. **Dados de Altitude ASTER/GDEM - Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer / Global Digital Elevation Model**. [Acesso em 22/11/2015]. <http://earthexplorer.usgs.gov>. (2011).
- Varejao-Silva, M. A. **Metereologia e climatologia**. Recife. 2005.