

Análise preliminar da dinâmica de inundação na cidade de Boa Vista – Roraima

Diego Araújo de Almeida ¹
Carlos Sander ²

¹ Secretaria Municipal de Gestão Ambiental e Assuntos Indígenas – SMGA/PMBV
Rua Claudionor Freire, nº 571 – Paraviana – Boa Vista – RR – CEP 69307-250
almeida_bio@yahoo.com.br

² Instituto de Geociências – Universidade Federal de Roraima – IGEO/UFRR
Avenida Capitão Ene Garcez, nº 2413 – Aeroporto – Boa Vista – RR – CEP 69300-000
sandergeo@yahoo.com

Abstract. Boa Vista city has experienced a population increase accelerated in last 30 years and as result presents a contrasting urban landscape. This urbanization process interact synergistically regional biogeophysical features and makes the city susceptible to inundation events in rainy season. In this context, present study aimed analyze the inundation dynamics in Boa Vista city. For this, had conducted a preliminary mapping of flooded areas by 2011 inundation event, through data integration extracted from satellite images, topographical maps and field visits. These data analysis allowed to evaluate the urban expansion process and topographical condition of the city well as to characterize the inundation dynamics. With the integration of this information have been generated maps of flooded areas mainly related to floodplain Branco and Cauamé river, lakes, drainage and igarape mouths that cross urban city area. Then, it is concluded that the topographical condition flat of Boa Vista becomes the city susceptible to slow or fluvial inundations. Others types of inundations are related with elevation of water level lakes occupied irregularly and fluvial backwater in mouth of paved igarapes. The holistic and spatial view of this process can serve as a basis for surveys more detailed to formulate strategies to manage those events.

Palavras-chave: extreme events, remote sensing, landscape ecology, hydric resources, eventos extremos, sensoriamento remoto, ecologia da paisagem, recursos hídricos.

1. Introdução

A cidade de Boa Vista foi inicialmente planejada e modernamente desenhada por Alexandre Dernusson, com avenidas largas que convergem para o centro em forma de leque. No entanto, sua estética e estrutura não foram preservadas, principalmente, devido, ao processo migratório explosivo das últimas décadas. Este crescimento acelerado ocasionou uma série de conflitos sócio-espaciais, que de modo geral propiciaram a degradação ambiental, precariedade de serviços públicos urbanos, sobrecarga da infraestrutura existente e falta de acesso a terra, à renda e moradia adequada (Veras, 2008).

Segundo Pinheiro et al., (2008), o aumento populacional exacerbado dos últimos 30 anos reflete as complexas relações entre processos de políticas ambientais, populacionais, públicas e de desenvolvimento, que resultam em paisagens urbanas contrastantes. De um lado, tem-se a cidade previamente planejada, bem servida de infraestrutura, bens e serviços. Por outro lado, se vêem ambientes sem infraestrutura, bairros precariamente adensados, ruas de traçado irregular, povoadas por moradias precárias. Os processos sócio-espaciais mencionados interagem sinergicamente com as características biogeofísicas regionais e propiciam um contexto ainda mais complexo e susceptível a problemas socioambientais principalmente os decorrentes das inundações tal como ocorreu em 2011. Neste contexto, o presente estudo objetivou realizar uma análise preliminar da dinâmica de inundação na cidade de Boa Vista. Para isso, foi realizado um mapeamento preliminar das áreas inundadas pela cheia de 2011 por meio da integração de dados geoespaciais.

2. Metodologia de Trabalho

2.1. Área de Estudo

A cidade de Boa Vista, capital do Estado de Roraima, está localizada no hemisfério norte, sob as coordenadas geográficas: Latitude $2^{\circ} 49' 11''$ N e Longitude $60^{\circ} 40' 24''$ W Grw (Figura 1). O município ocupa uma área de 5.687 km² e possui uma população de 284.313 habitantes (IBGE, 2011).

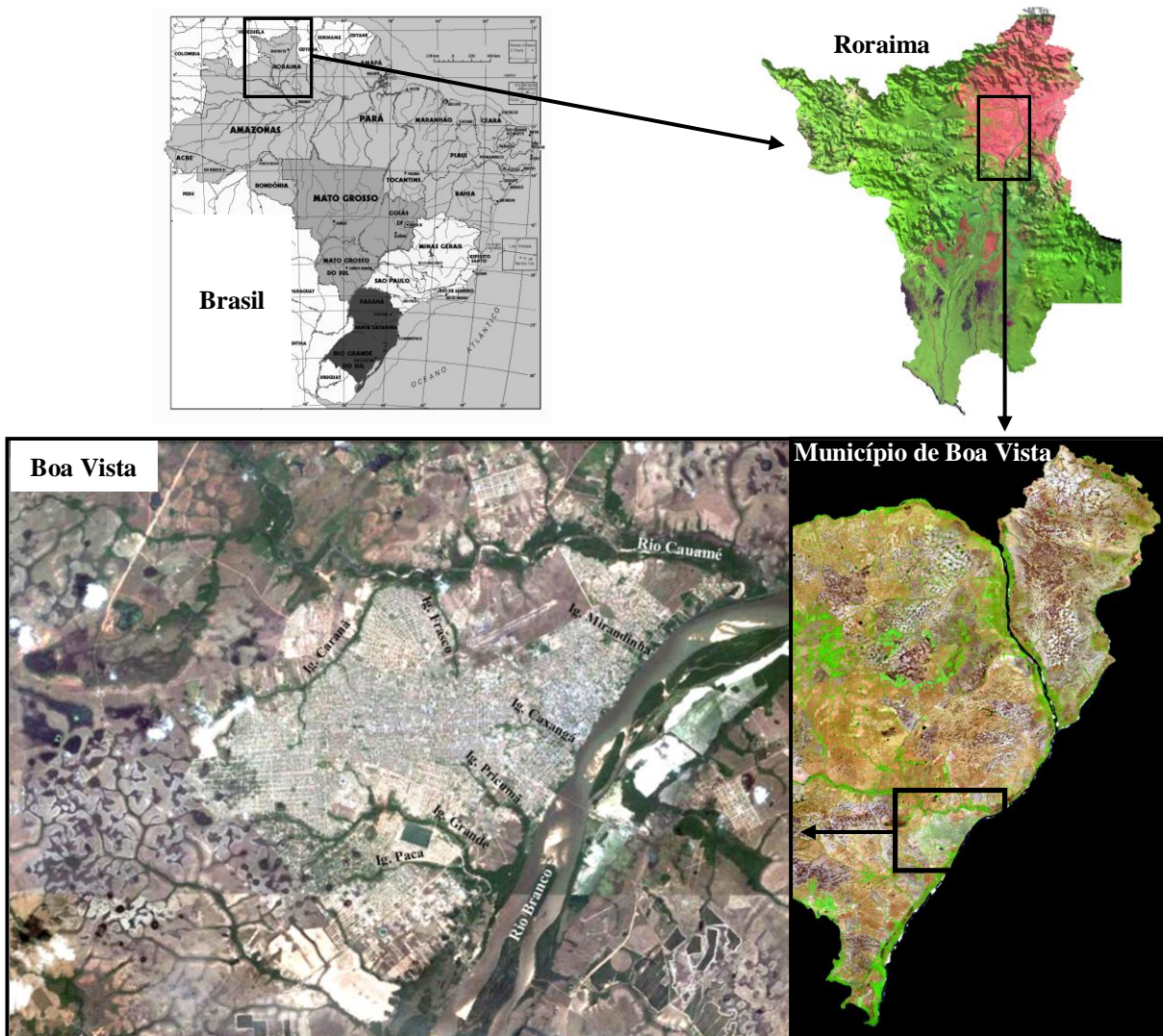


Figura 1. Mapa de localização da cidade de Boa Vista.

2.2. Mapeamento Preliminar das Áreas de Inundação

Considerando que as inundações são reflexos da combinação de fatores hidrológicos, topográficos e áreas ocupadas irregularmente (Graciosa, 2010), este mapeamento realiza uma análise associada de tais processos. Assim, as áreas que sofreram com inundação na cidade de Boa Vista foram mapeadas por meio da integração de dados extraídos de imagens de satélites, cartas topográficas, marca da cheia de 2011 e visitas de campo, conforme sugere Silva (2005).

Inicialmente foram realizadas análises das imagens de satélites Landsat-5 (1985 e 2009), CBERS (2008), Quickbird (2004) e GoogleEarth (2010), pertencentes a base de dados do Departamento de Recursos Hídricos e Geociências da Secretaria Municipal de Gestão Ambiental e Assuntos Indígenas – SMGA. Por meio da interpretação visual e comparação

das imagens de anos e resoluções espaciais diferentes foram identificadas áreas sujeitas à dinâmica de inundações.

Após a identificação destas áreas foram realizadas visitas de campo direcionadas na intenção de validar as informações levantadas. Para isso, foram coletados pontos com GPS dos limites das áreas inundadas, baseando-se em indícios deixados por ocasião da cheia de 2011. Posteriormente os dados de campo foram comparados as áreas identificadas previamente reduzindo os erros no mapeamento preliminar.

Contudo, as áreas sujeitas à dinâmica de inundação do rio Branco foram determinadas de maneira automática, a partir da produção do MNT e definição do perfil da linha d'água baseado na marca da cheia do dia 06 de junho de 2011. Este dado foi obtido a partir da medida na régua linimétrica da Companhia de Águas e Esgotos de Roraima – CAER, que foi convertida para valor de altitude absoluto, assim, a cota de 72 metros, estabelece a referência para delimitação das áreas inundadas pelo rio Branco.

A composição da base topográfica e a geração do MNT de Boa Vista se deu a partir da extração de amostras de pontos cotados e curvas de nível das cartas topográficas da DSG – Exército Brasileiro, na escala de 1:25.000. Destas amostras gerou-se uma representação contínua da superfície de ajuste a fim de aplicar procedimentos de análise, conforme Felgueiras (2001) e para produção de mapas e da marca da enchente do rio Branco em 2011.

3. Resultados e Discussão

3.1. Expansão urbana em Boa Vista

Segundo Almeida (2008), em diversos países, extensos levantamentos sobre recursos naturais se destacaram por utilizar imagens de satélites integradas a dados de campo. Nesta perspectiva, e de acordo com a série de imagens e mapeamento apresentado na Figura 2, foi possível realizar uma análise do processo de ocupação em Boa Vista. A cena de 1985 (Figura 2 – A) apresenta Boa Vista antes de passar pelo aumento populacional do início dos anos 90. Percebe-se que a cidade possuía em seu arredor muito lagos e igarapés. A parte planejada da cidade até então parecia bem resolvida em relação à ocupação de áreas de preservação, com exceção talvez da planície de inundação do rio Branco, no centro da cidade.

Por outro lado, na Figura 2 – B vemos Boa Vista em 2009, com grande parte de sua área urbanizada expandindo para sudoeste do projeto inicial. Esta zona é considerada pelo Plano Diretor Estratégico da Cidade (PMBV, 2006) como área prioritária de preservação. No entanto, sobrepondo o mapeamento das áreas sujeita a inundação de 1985 na imagem de 2009, nota-se que os igarapés e lagos sofreram muitas alterações antrópicas, tais como aterros, construções de moradia em APP e instalação de drenagens pluviais desordenadamente.

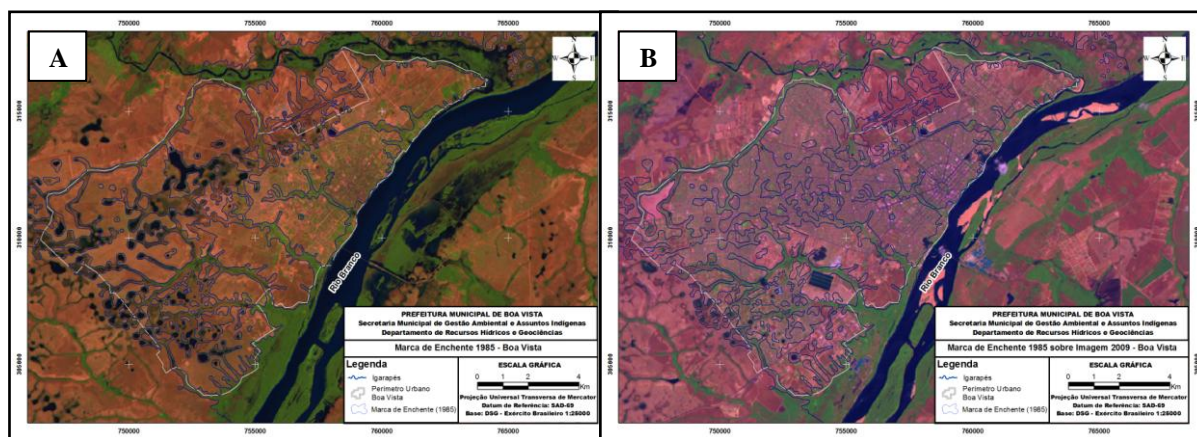


Figura 2. Imagens Landsat-5. A) Cena de 15/09/1985 B) Cena de 19/10/2009.

Por estas imagens também é possível perceber que as inundações são freqüentes nas cabeceiras dos igarapés que cortam a cidade. Nestas áreas existem inúmeras depressões (lagos), que segundo Meneses et al., (2007) e Carranza (2006) são de grande relevância para a regulação hídrica local, já que os mesmos funcionam como reservatórios naturais de água.

De acordo com a caracterização realizada por (Meneses et al., 2007), os lagos apresentam morfologias diversas (goticulares, circulares, elipsoidais e geminadas) que geralmente são determinadas pelo tipo ou padrão de conexão com as veredas ou igarapés. A maioria dos lagos nesta região são pequenos, com 0,5 a 20 hectares e com profundidade também pequena, entre 0,8 e 2,5 metros (no período chuvoso). O nível d'água desses lagos é sazonalmente controlado, durante a estiagem eles secam completamente, expondo o fundo de suas bacias, ou se reduzem a pequenos núcleos d'água, limitados por círculos brejosos.

Essa intermitência é atribuída ao longo período de seca a que é submetida esta região, aliada à pequena profundidade das bacias lacustres. Na estiagem os brejos e as veredas também secam e estressam as gramíneas e árvores de *Mauritia flexuosa*. Na estação chuvosa, com alto índice pluviométrico, ocorre à subida do nível freático, que aflora nas áreas mais baixas, intercepta as depressões lacustres e transforma os campos de gramíneas ressequidas em extensos campos brejosos. Logo, os lagos sazonais voltam a apresentar significativa lâmina d'água e os perenes duplicam sua área de drenagem (Meneses et al., 2007).

A dinâmica de ocupação no entorno dos lagos também obedece esta sazonalidade. Normalmente, durante o período de estiagem a população instala-se nas áreas de inundações dos lagos iludidas pela ausência de água. Todavia, no período chuvoso quando ocorre à enchente por elevação do nível freático (Milograna, 2007) as áreas de inundações ocupadas são invadidas por água e os consequentes problemas relacionados castigam a população que geralmente é mal assistida (Figura 3).

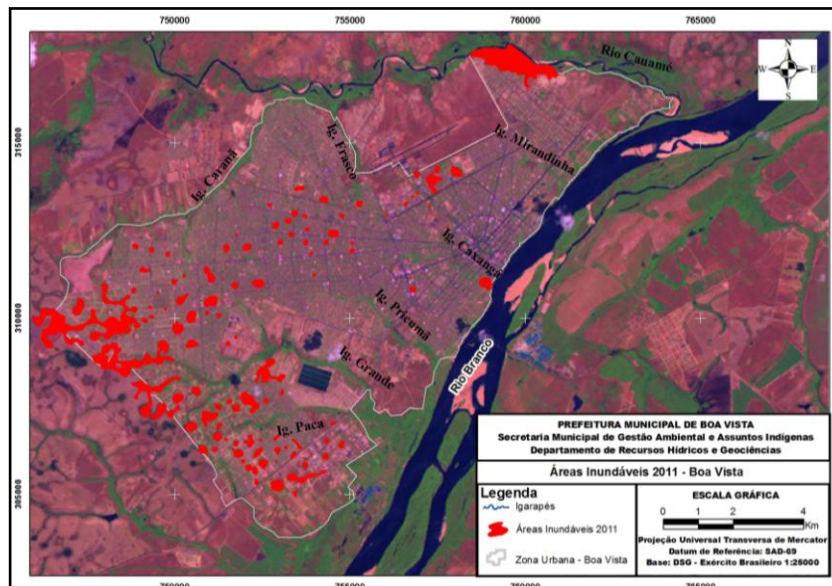


Figura 3. Áreas que sofreram inundações na cheia de 2011.

3.2. Análise do MNT e Definição do Perfil da Linha D'água do Rio Branco.

O MNT possibilitou produzir representações da declividade e da altitude da cidade de Boa Vista. O mapa de declividade (Figura 4) permite caracterizar a cidade como plana, com pouca definição topográfica, onde as maiores declividades são observadas nas margens dos igarapés. Essa condição topográfica é favorável às inundações do tipo lentas ou fluviais, que são ocasionadas por chuvas prolongadas em locais de relevo plano.

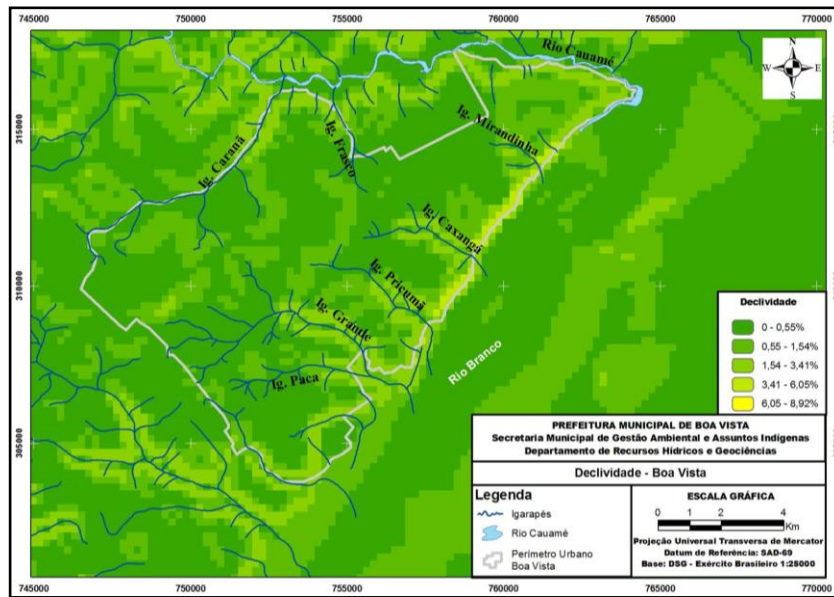


Figura 4. Mapa de declividade da cidade de Boa Vista.

Já no mapa de elevação (Figura 5) é possível ter uma noção sobre as áreas mais rebaixadas da cidade, como também da pequena variação de altitude, que giram em torno de 30 metros. Estes fatos, impõem a necessidade da cidade ter um sistema de drenagem eficiente para que não ocorram inundações recorrentes.

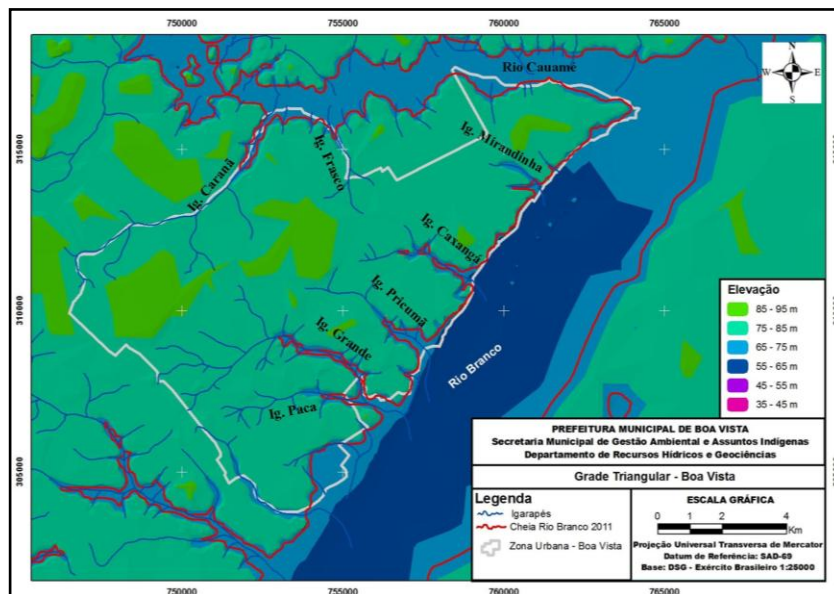


Figura 5. Mapa de elevação da cidade de Boa Vista e perfil da linha d'água do rio Branco alcançado por ocasião da cheia de 2011.

3.3. Mapa Preliminar de Inundação em Boa Vista

O mapa de inundação de Boa Vista em 2011 (Figura 6) integra as informações do mapeamento das marcas de enchentes com os dados do perfil da linha d'água do rio Branco. Essas informações, em conjunto, permitem espacializar às áreas inundadas na zona urbana de Boa Vista, principalmente as relacionadas com a planície de inundação do rio Branco e Cauamé, lagos, drenagens e foz dos igarapés que cortam a zona urbana da cidade.

As inundações que ocorrem entre a cabeceira e a foz dos igarapés não estão representadas sendo apenas delimitado o seu leito menor. Isto se deve ao fato de que, as inundações nestes trechos dos igarapés geralmente apresentam tempo de propagação das cheias reduzido e os transbordamentos ocorrem muito rapidamente, estando relacionadas ao aumento do volume e da velocidade do escoamento na superfície em consequência do processo de urbanização e impermeabilização do solo o que dificultou seu mapeamento.

Percebe-se que os igarapés da cidade que já foram canalizados (Igarapé Mirandinha, igarapé Mecejana e Tiririca e igarapé Pricumã) não sofrem com este tipo de inundação, pois a canalização possibilita que os mesmos aumentem sua capacidade de escoamento (volume e velocidade do escoamento). No entanto, as drenagens canalizadas carregam um maior volume de água à jusante, provocando um tipo de inundação conhecida como remanso fluvial (Milograna, 2007). Este tipo de inundação se caracteriza pela inundação de áreas rebaixadas à jusante de uma drenagem em consequência do grande volume de água escoado pelo mesmo em associação com a diminuição da capacidade do corpo receptor a entradas elevadas devido ao aumento do seu nível d'água.

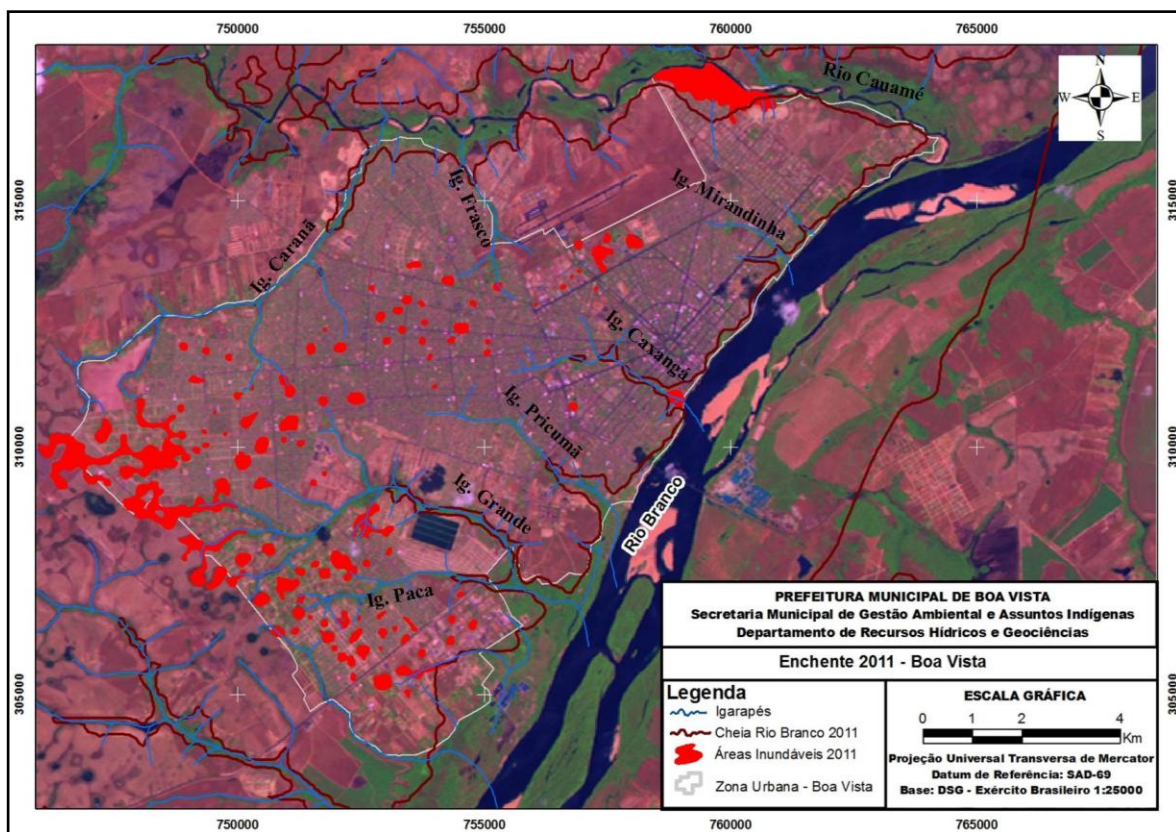


Figura 6. Mapa de inundação de Boa Vista em 2011.

Esta dinâmica está bem representada pelas áreas de inundação à jusante de todos os igarapés que cortam a cidade de Boa Vista (Figura 6). Todavia, o evento se apresenta mais eminente na área de inundação à jusante do igarapé Caxangá, no bairro Centro, parte do antigo bairro Caetano Filho (Beiral), que devido à ocupação irregular, com moradias precárias, torna a população local vulnerável às inundações (Figura 7).



Figura 7. Área de inundação na foz do igarapé Caxangá no Centro de Boa Vista (Folha de Boa Vista, 2011).

4. Conclusão

Este estudo apresenta uma visão holística e espacial do processo de inundação na cidade de Boa Vista, baseando-se em dados atuais e levantamentos de campo para analisar eventos e efeitos que associam fatores naturais e antrópicos na determinação de um mapa preliminar das áreas inundadas. Longe de se tratar de uma informação determinística, este estudo serve como base para levantamentos mais detalhados que produzam informações mais refinadas para se criar estratégias de gestão desses eventos e controle dos seus efeitos negativos.

Para intervir em áreas sujeitas aos processos de inundação em Boa Vista deve-se pensar de forma estratégica e para isso é necessário investir em capacitação dos órgãos responsáveis pelo controle destes eventos naturais. É preciso criar parcerias interinstitucionais, entre órgãos de pesquisa e gestão, para aprofundar os estudos e produzir dados que possibilitem analisar cada caso como uma situação que possui causas e soluções específicas.

Referências Bibliográficas

Almeida, D. A. **Utilização de imagens landsat – 5 / TM e SRTM para reconhecimento e análise das mudanças na paisagem da Serra de Pacaraima, Roraima, Brasil.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Roraima – Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PRONAT). 2008, 107p.

Felgueiras, C. A. Modelagem numérica do terreno. In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. **Introdução a Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001, p.172-208.

Folha de Boa Vista. Acesso em: 07 de junho de 2011. Sítio de acesso: <http://www.folhabv.com.br>. 2011.

Graciosa, M. C. **Modelo de seguro para riscos hidrológicos com base em simulação hidráulico-hidrológica como ferramenta de gestão do risco de inundações.** Tese de Doutorado – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos. 2010, 162p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: 08 de julho de 2011. Sítio de acesso: <http://www.ibge.gov.br/>. 2011.

Milograna, J. **Sistemática de Auxílio à Decisão para a Seleção de Alternativas de Controle de Inundações Urbanas.** Tese de Doutorado – Universidade de Brasília – Faculdade de Tecnologia. 2009, 316p.

Pinheiro, M. N. M.; Falcão, M. T.; Oliveira, S. K. S. Processos de Urbanização e Mudanças na Paisagem da cidade de Boa Vista-RR. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, S. O (Org.). **Roraima 20 Anos: As geografias de um novo estado.** Boa Vista: UFRR, 2008. p.195-223.

Prefeitura Municipal de Boa Vista. **Lei Complementar nº 924**, de 28 de novembro de 2006. *Plano Diretor de Boa Vista*. Disponível em: http://www.pmbv.rr.gov.br/serv_leis.php. Acesso em: 30 de abril de 2010.

Silva, A. P. **Elaboração de manchas de inundação para o município de Itajubá, utilizando SIG**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá. 2006, 105p.

Veras, A. T. R. Produção do Espaço e Uso do Solo Urbano em Boa Vista-Roraima. In: Silva, P. R. F.; Oliveira, R. S. (Org.). **Roraima 20 anos: As novas geografias de um novo estado**. Boa Vista – RR: UFRR, 2008. p.118-141.