

R. Ra'e Ga
Curitiba, v.44, p. 139 -153 , Mai/2018

DOI: 10.5380/raega
eISSN: 2177-2738



EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR URBAN EXPANSION AND FACTORS OF FLOOD RISK IN BOA VISTA – RR

Antônio Carlos Ribeiro Araújo Júnior¹, Stélio Soares Tavares Júnior²

RESUMO

A região amazônica abriga a maior reserva de biodiversidade do planeta, todavia sua urbanização é muitas vezes mascarada por essa grandiosidade biológica. Neste contexto, discutir as inundações se torna pertinente, pois se trata de dinâmica natural presente na dinâmica da sociedade, sendo presentes e constantes na região amazônica, causando muitos transtornos, principalmente à população urbana. Assim, este manuscrito destaca ser necessário integrar variáveis físicas e sociais para avaliar processos relacionados a inundações no espaço urbano de forma a melhor planejar e gerir riscos à inundação na cidade de Boa Vista, Roraima, Amazônia setentrional, Brasil. Geoprocessamento foi utilizado para avaliar variáveis físicas relacionadas às inundações na cidade e por meio de levantamento documental foi avaliado como instrumentos responsáveis pela implantação de políticas públicas utilizam estas variáveis e as relacionam com variáveis sociais ligadas ao uso e ocupação espacial. Os resultados mostram que a integração de variáveis físicas as variáveis sociais ajudam a melhor ordenar o espaço urbano de maneira a evitar impactos relacionados à inundação. Para tanto, torna-se necessária esta integração nas políticas públicas relacionadas aos riscos à inundação, as quais são recorrentes na Amazônia.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Espaço urbano; Inundação; Análise ambiental.

ABSTRACT

The Amazon region is home to the world's largest biodiversity reserve, yet its urbanization is often masked by this biological grandeur. In this context, discussing the floods becomes pertinent, since it is a natural dynamics present in the dynamics of society, being present and constant in the Amazon region, causing many disorders, especially the urban population. Thus, this manuscript highlights the need to integrate physical and social variables to evaluate flood-related processes in urban space in order to better plan and manage flood risks in the city of Boa Vista, Roraima, north Amazonia, Brazil. Geoprocessing was used to evaluate physical variables related to floods in the city and through documentary survey was evaluated as instruments responsible for the implementation of public policies use these variables and relate them to social variables linked to space use and occupation. The results show that the integration of physical variables and social variables helps to better order the urban space in order to avoid impacts related to flooding. Therefore, this integration is necessary in the public policies related to the risks to the flood which are recurrent in the Amazon.

Key-words: Geoprocessing; Urban space; Flood; Environmental analysis

Recebido em: 10/12/2016

Aceito em: 18/12/2017

¹ Universidade Federal de Roraima, Boa Vista/RR, e-mail: aj_geo@hotmail.com

² Universidade Federal de Roraima, Boa Vista/RR, e-mail: stelio.tavares@ufrr.br

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

1. INTRODUÇÃO

Observar o *holos* é imprescindível, pois o ambiente não representa um fragmento mecânico, mas um grande sistema interconectado em rede e em dinâmica (CAMARGO, 2003). Portanto, como meio global, imbrica três elementos básicos, (i) o entorno natural, (ii) os objetos e artefatos das civilizações humanas, e (iii) o conjunto de todos os fenômenos sociais e culturais que configuram e transformam os indivíduos e os grupos humanos (RODRIGUEZ; SILVA, 2001).

Isso conduz ao entendimento da Geomorfologia Ambiental, referindo-se à aplicação dos conhecimentos geomorfológicos, ao diagnóstico, planejamento, gestão e manejo ambiental. Também, segundo Guerra; Guerra (2009) inclui o levantamento dos recursos naturais, a análise do terreno, a avaliação das formas de relevo, o monitoramento dos processos geomorfológicos e a elaboração dos mapas de riscos.

Neste aspecto a Geomorfologia Ambiental interfere no campo das construções civis, do planejamento dos usos da água, das mudanças de regimes fluviométricos, das modificações gerais da paisagem. O objetivo da Geomorfologia Ambiental é minimizar as distorções topográficas, entender e atuar nos processos inter-relacionados para a restauração ou manutenção do balanço natural (PENTEADO, 1980).

A Geomorfologia enquanto estudo das formas de relevo, considerando sua natureza, origem, desenvolvimento de processos e a composição dos materiais envolvidos (GUERRA; MARÇAL, 2006), bem como as relações entre a Geomorfologia e as várias formas de ocupação, tanto em áreas urbanas quanto rurais, é cada vez mais reconhecida na literatura nacional (FUJIMOTO, 2005; PELOGGIA, 2005; GUERRA; MARÇAL, 2006; GUERRA, 2011; ROSS, 1994, 1992; entre outros) e internacional (FELDS, 1958; BROWN, 1971; WAGNER, 1974; MOUDON, 1997; ELORZA, 2007).

No entanto é importante mencionar que trabalhos como de Guerra; Marçal (2006), Guerra (2011), Guerra; Cunha (2012) buscam ir

além de estudos corretivos de processos degradacionais sobre o relevo, sugerindo metodologias e técnicas de planejamento embasadas teoricamente em métodos científicos para não somente minimizar os impactos ocorrentes e transformadores das formas e intensificadora de processos modeladores do relevo.

Para esta discussão a Geografia apresenta uma particularidade que a torna um escopo para se empreender estudos sobre riscos ambientais, fala-se da intrínseca relação sociedade-natureza, na qual a sociedade aparece como agressor e vítima (VEYRET, 2007) dos processos ocorrentes e desencadeados por conta de sua influência, sendo, portanto, agente ativo e passivo.

Diversos autores têm dedicado estudos à compreensão de como os grupos sociais provocam alterações sobre o meio físico, e por conta disso acabam sendo prejudicados pelas transformações ocorridas no ambiente (BRÜSEKE, 1997; ROSSATO; SUERTEGARAY, 2000; HOGAN *et. al.*, 2001; MARANDOLA JÚNIOR; HOGAN, 2004, 2005; RODRIGUES, 2005; DAGNINO; CARPI JÚNIOR, 2007). Tais autores sinalizam uma visão mais integrada acerca da intensificação/geração de formas e processos, os quais modificam o meio biofísico e colocam em risco o “bem estar” das sociedades.

Risco é, segundo Veyret (2007), a percepção de um perigo possível e considerando o risco como possibilidade de perdas lhe é atribuído um caráter espacial. Os centros urbanos ganham especial atenção por serem o *locus* concentrador da população, os quais ainda estimulam a produção industrial, as relações comerciais e prestação de serviços, ou seja, onde ocorre a produção e reprodução de processos produtivos e de um modo de vida.

Sander *et. al.* (2012) ainda afirma que conforme o processo de ocupação se desenvolve sobre as bacias hidrográficas no espaço urbano, torna-se notável a ocorrência de alterações no regime fluvial. Contudo, o impacto sobre a circulação da água é variável e

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

depende de fatores como (i) as características naturais da bacia, (ii) a intensidade de ocupação, (iii) o regime pluviométrico, (iv) o volume e tipos de intervenções na rede de drenagem.

Para tanto, cita-se SCHUELLER (1987, *apud* SANTOS, 2010), o qual em termos estrutura afirma que geralmente os rios apresentam dois leitos um menor e outro maior. O leito menor seria aquele pelo qual a água escoava a maior parte do tempo e o leito maior seria aquele invadido pelas águas com intervalos temporais mais extensos (um a dois anos), em alguns casos surge o leito excepcional, o qual vai além do leito maior geralmente por conta de pluviosidade acima da média.

A região amazônica possui esta estrutura em seus cursos d'água, os quais são também denominados regionalmente como igarapés, denominação que segundo Ab'Sáber (2003) vem do tupi "*igara*" significa canoa e "*pé*" caminho, sendo igarapé caminho de canoa. Toma-se, culturalmente, por referência o rio maior e desta feita os rios menores tornam-se os igarapés.

Quando o escoamento transcende o leito menor ocorre à inundação natural do leito maior, querendo dizer com isso que o uso do solo e ocupação urbana processadas e em processo em áreas de leito maior estão sujeitas a inundação, podendo ser consideradas áreas de risco   inundação, ou seja, a inundação é um fenômeno natural.

A literatura internacional mostra que estudos no âmbito urbano relacionados aos riscos   inundação são comuns, pois o interesse em se preservar estruturas modernas e históricas, bem como a vida da população é alto.

Em âmbito geral Tsakiris (2014) apresentam novoparadigma sist mico para a avaliação do perigo e do risco de inundação nas áreas ribeirinhas propensas a inundação por meio de técnicas de geoprocessamento.

De forma semelhante Albano *et al.* (2014) mostram que o uso de Sistemas de Informa o Geográfica auxilia na estimativa de impacto máximo de inundações em função da operacionalidade das estruturas de emergência estratégicas em uma área urbana, ou seja, promovem o acionamento de estruturas de resposta de forma mais eficiente, tendo como exemplo o centro-sul da Europa.

Sayama *et al.* (2015) e Papagiannaki *et al.* (2015) avaliaram as causas e conseq ncias dos eventos de inundação na Tailândia, sudeste da Ásia e Grécia, sul da Europa, respectivamente, enquanto David; Davidova (2014) estimaram a frequência de cheias em pequenas bacias hidrográficas na República Tcheca, Europa central.

Arghiu *et al.* (2014) empreenderam estudo para descobrir as principais características das inundações e as causas que levaram a desastres em uma região raramente afetada por tais tipos de eventos (Europa Central - Transilvânia), enquanto que Alfieri; Pappenberger; Wetterhall (2014) propuseram uma abordagem simples para alerta precoce de inundação com base em previsões numéricas de dados de escoamento superficial fornecidos por centros de previsão meteorológica.

Percebe-se que para esta temática, no Brasil e internacionalmente, tem-se o intuito de entender como os eventos de inundação se processam, por que ocorrem em diferentes magnitudes, intensidades e frequências, no tempo e no espaço, e de que forma o poder público pode melhor gerir estes eventos cada vez mais extremos.

Assim, este manuscrito destaca ser necessário integrar variáveis físicas e sociais para avaliar processos relacionados a inundações no espaço urbano de forma a melhor planejar e gerir riscos   inundação na cidade de Boa Vista (figura 1), Roraima, Am z nia setentrional, Brasil.

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

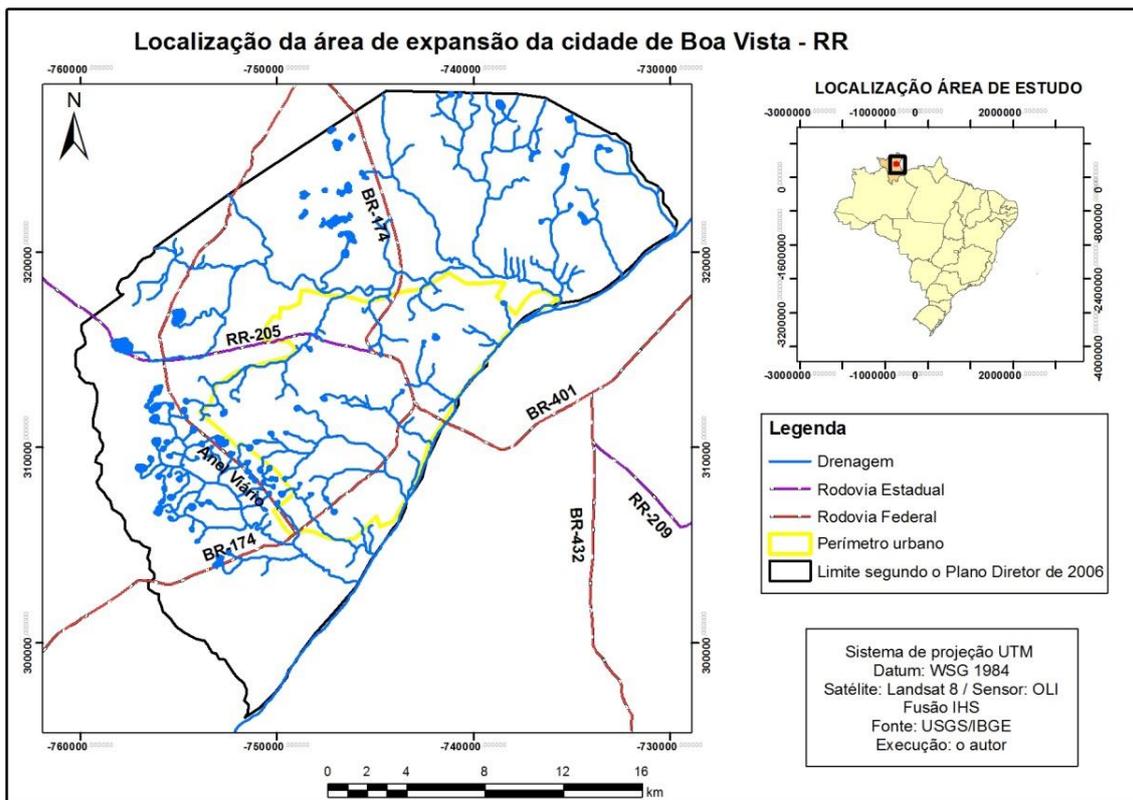


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Fonte: modificado de Araújo Júnior (2016).

2. Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos seguem a ordem lógica de levantamento bibliográfico sobre risco com foco à inundação e alteração física do espaço, bem como levantamento de legislação referente a formas de se lidar com as bacias hidrográficas no espaço urbano, com especial enfoque ao Plano Diretor da cidade de Boa Vista - RR.

O processamento digital de imagens por meio de técnicas de geoprocessamento foi possível mediante a obtenção das imagens por sensoriamento remoto, o qual consiste em uma técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico entre o sensor e o objeto.

Após as etapas de correção atmosférica, georreferenciamento, escolha das bandas espectrais, realce e recorte da área de estudo, as imagens foram exportadas em formato Tiff para armazenamento e posterior edição.

A edição envolve procedimentos de vetorização de informações em formato ponto, linha e/ou polígono, a fim de destacar aspectos

inerentes ao alcance dos objetivos deste trabalho, como delimitação do perímetro urbano, rodovias, corpos d'água e também digitalização do layout dos mapas temáticos.

Para a criação dos mapas de bacias hidrográficas, declividade, altimetria e distância das áreas inundadas em relação aos cursos d'água foram utilizados dados SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) com resolução espacial de 30 metros, obtidos gratuitamente no site da *United States Geological Survey* (USGS). Tais dados também permitiram a construção do Modelo Digital de Elevação (MDE).

A rede de drenagem foi extraída automaticamente com uso do aplicativo *Hidrology*, pertencente ao banco de ferramentas *Spatial Analyst Tools* do software ArcGIS 10.0. Tal software permitiu com que melhores contornos fossem dados as informações obtidas, criando-se a partir destes refinamentos arquivos em formato "shape" das bacias hidrográficas, assim como foram obtidas informações relativas à declividade do terreno.

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

Assim, o geoprocessamento foi utilizado para avaliar e entender as variáveis físicas relacionadas às inundações na cidade e por meio de levantamento documental foi avaliado como instrumentos responsáveis pela implantação de políticas públicas (a exemplo do Plano Diretor) utilizam estas variáveis e as relacionam com variáveis sociais para otimizar o uso e ocupação espacial.

3. Resultados e Discussão

3.1. Planejamento e gestão do espaço urbano de Boa Vista

Dentre os dispositivos constitucionais criados para melhor planejar o espaço urbano a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 ou simplesmente Estatuto da Cidade (BRASIL, 2002) é o mais voltado para tal fim, vindo estabelecer normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

Para o município o Estatuto da Cidade prevê a implantação do Plano Diretor, o qual é responsável pela manutenção da função social da propriedade urbana, assegurando o atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas no art. 2º do referido estatuto.

Em um contexto de implantação Braga (2001) diz que o Plano Diretor é um instrumento eminentemente político, cujo objetivo precípuo deverá ser o de dar transparência e democratizar a política urbana, ou seja, o plano diretor deve ser um instrumento de gestão democrática da cidade. Nesse sentido, é importante salientar dois aspectos do Plano: a transparência e a participação democrática.

Para a cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima, a Lei nº 244, de 06 de setembro de 1991 (BRASIL, 1991), que dispõe sobre a promoção do desenvolvimento urbano,

zoneamento, uso e ocupação do solo, sistema viário, parcelamento do solo e dá outras providências, aprovada pela Câmara municipal de Boa Vista constitui-se no seu primeiro plano diretor, abrangendo zoneamento; uso e ocupação do solo; sistema viário; e parcelamento do solo.

Neste documento há a identificação no artigo 38 das áreas inaptas à urbanização, não edificáveis e de preservação permanente, sendo as faixas de terreno situadas às margens de rios ou cursos d'água, de largura variável, indicadas em seus incisos:

I - Rio Branco, faixa de preservação de 500m (quinhentos metros), a jusante da foz do Igarapé Pricumã e 150m (cento e cinquenta metros), a montante da foz do rio Cauamé, sendo que o trecho compreendido entre os rios pontos de referência, a faixa de preservação é de 50m (cinquenta metros);

II - Rio Cauamé, com faixa de preservação de 100 (cem metros);

III - Igarapés Uai Grande, Murupú, Água Boa de Baixo e Água Boa de Cima, a faixa de preservação é de 50m (cinquenta metros);

IV - Igarapé Caranã, com faixa de preservação de 50m (cinquenta metros)

V - Igarapés Grande, Carrapato, Curupira, Taboca, São José e Caçari a faixa de preservação é de 70m (setenta metros);

VI - Igarapés Uaizinho, Paca, Pricumã, Caxangá, Frasco e Mirandinha a faixa de preservação é de 50m (cinquenta metros);

VII - Igarapés Mecejana, Tiririca e Jararaca a faixa de preservação é 50m.

É perceptível uma preocupação com áreas potencialmente frágeis no espaço urbano, as quais podem ser drasticamente impactadas se instrumentos reguladores como o plano diretor não funcionarem para o pleno gerenciamento cidadão.

Seguindo esta linha a Lei complementar nº 924, de 28 de novembro de 2006, a qual dispõe sobre o Plano Diretor Estratégico e Participativo de Boa Vista e dá outras providências, trata do atual plano diretor de Boa Vista e a Lei nº 926, de 29 de

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

novembro de 2006 que dispõe sobre o uso e ocupação do solo urbano do município de Boa Vista e dá outras providências (BOA VISTA, 2006), vai normatizar o planejamento e a gestão do espaço urbano de Boa Vista.

O artigo 8º ratifica a importância dos cursos d'água em seus três primeiros incisos categorizando-os como patrimônio ambiental do município de Boa Vista. Considerar

os corpos d'água do município como patrimônio ambiental é um passo importante para conservá-los, bem como para que tentativas de recuperação e revitalização possam vir a ocorrer, tanto que a Subseção I (Dos Recursos Hídricos) explicita os objetivos, diretrizes e ações estratégicas relativos à Política Ambiental voltada para os Recursos Hídricos como é possível analisar na figura 2.

Quadro 1 - Quadro dos aspectos relativos à Política Ambiental voltada para os Recursos Hídricos. Fonte: Elaborado a partir de Boa Vista (2006).

Política Ambiental voltada para os Recursos Hídricos no município de Boa Vista - RR		
Objetivos	Diretrizes	Ações estratégicas
<ul style="list-style-type: none"> • proteger e recuperar os mananciais do município, superficiais e profundos, considerando também o entorno das lagoas, rios e igarapés, sejam eles permanentes ou temporários; • incentivar a adoção de hábitos, costumes, posturas, práticas sociais e econômicas que visem à proteção e recuperação dos recursos hídricos do município; • buscar a conscientização das interações entre as atividades antrópicas e o meio hídrico para que sejam articuladas de maneira sustentável. 	<ul style="list-style-type: none"> • observar a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da legislação federal e principalmente da Lei nº 9.433, de 8 de Janeiro de 1997; • observar o Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965; • definir metas de redução da poluição hídrica; • priorizar a preservação dos igarapés e lagoas inseridos nas zonas sul/sudoeste da cidade por serem áreas menos degradadas e passíveis de recuperação; • preservar as cabeceiras e nascentes dos principais cursos d'água da área urbana: Igarapé Grande e Caranã. 	<ul style="list-style-type: none"> • definir as bacias e sub-bacias hidrográficas do município em sistema georreferenciado até o ano de 2007; • fiscalizar e normatizar a atividade de mineração e os movimentos de terra em Áreas de Preservação Permanente e exigir de seus empreendedores a aplicação de medidas mitigadoras; • dar continuidade e fomentar projetos de recuperação e revitalização de igarapés e lagoas tanto permanentes como temporárias; • trabalhar na conscientização ambiental e no gradativo reassentamento da população residente no leito de igarapés e lagoas temporárias e permanentes, bem como em seu entorno; • desenvolver campanhas para esclarecer a população quanto ao uso racional dos recursos hídricos e a importância de sua preservação; • desenvolver instrumentos para compensação de proprietários de áreas adequadamente preservadas na região de mananciais; • elaborar o Plano de Gestão Integrada de Recursos Hídricos para o município até 2008 e assegurar mecanismos para sua implantação.

Torna-se evidente que há preocupação no tocante a questão dos corpos hídricos em Boa Vista, e seu principal mecanismo de

planejamento e gestão urbana, o Plano Diretor, é enfático no sentido de resguardar, assim

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

como recuperar áreas degradadas ou potencialmente degradadas antropicamente.

Percebe-se ainda que o modelo político presente no PDEPBV é sustentável, sendo preponderante lembrar SCHUSSEL (2004) que na definição de desenvolvimento sustentável, ressalta a importância que deve ser dada ao processo de mudança, mais que ao objetivo estático de otimização. Deve tratar-se de um processo de aprendizagem coletiva com o máximo de sinergia entre a economia, a tecnologia e o meio ambiente e com o mínimo de externalidades³ cruzadas de tipo negativo.

O modelo de referência para a pesquisa sobre a sustentabilidade urbana não pode ser o “paraíso terrestre de equilíbrio ecológico”, nem uma cidade ideal, mas segundo SCHUSSEL (2004) um arquétipo pluridimensional, em que as diferentes funções da cidade são representadas de forma a: (i) garantir as economias de aglomeração e de proximidade; (ii) favorecer a acessibilidade e a interação social; (iii) permitir uma integração em rede com o mundo exterior; e (iv) alcançar o máximo de bem-estar coletivo como resultado de integração positiva entre o meio ambiente natural, o patrimônio histórico cultural, a economia e a sociedade.

Esta consideração é salutar, pois impactos são gerados sobre o espaço urbano (incluindo os cursos d'água) em razão de seu uso e ocupação, e na cidade de Boa Vista isto também ocorre, sendo alguns apontados por Costa, Costa e Reis Neto (2004):

a) aterramento de lagos naturais para a expansão dos bairros, modificando profundamente a paisagem e a biodiversidade local;

b) contaminação do igarapé Caranã devido à ocupação imediata à margem que, sem a instalação de saneamento básico, depósitos de lixo clandestinos produzem

chorume que são descarregados diretamente na drenagem;

c) aceleração da instalação de voçorocas devido à abertura de valões para facilitar o escoamento superficial;

d) extração de lateritas para a construção civil, levando ao assoreamento de rios e lagos, provocando inundações acentuadas no período chuvoso;

e) estabelecimento de pocilgas com barragem parcial dos rios, contribuindo para o aumento na concentração de coliformes fecais;

f) despejo de esgotos diretamente nos igarapés realizados por clubes de lazer estatais ou privados;

g) desmatamento da mata ciliar característica da região (buritis e vegetação de médio porte), objetivando a formação de acampamentos e lenha para banhistas;

h) terminação de ruas, com edificações sem observar a lei de áreas de preservação permanente.

O Plano Diretor, enquanto ferramenta de planejamento e gestão ambiental é utilizado para ordenar os usos que se processam no espaço de forma a minimizar impactos nele existentes e evitar que ações danosas possam vir a ser implantadas, tendo como aporte um discurso sustentável, no qual a sociedade coexista de forma menos agressiva com a natureza.

Percebe-se com isso que o plano diretor, é por excelência, o primeiro mecanismo político-jurídico que deve ser consultado para planejar o espaço urbano, no entanto sua gestão fica condicionada aos agentes que produzem o espaço, bem como com as relações existentes entre estes agentes e a natureza, para tanto, não se esgota no plano diretor instrumental capaz de auxiliar na gestão ambiental da cidade.

4. ANÁLISE INTEGRADA DOS RISCOS À INUNDAÇÃO

Risco trata-se de fenômeno que pode vir a ser, o qual não está materializado, mas que é possível de acontecer.

³ Ações sociais extralocais podem comprometer o aproveitamento, ou mesmo o desenvolvimento de práticas mais coerentes com as realidades locais.

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

Para estudos que envolvem a análise de riscos ambientais, como às inundações, trabalha-se igualmente com probabilidades, sendo necessário considerar diferentes variáveis e interconectá-las para que por meio de ponderações seja possível estimar espacialmente quais áreas são mais ou menos propensas a materializarem o risco. Para a porção setentrional da Amazônia elenca-se não somente elementos político-administrativos como também elementos físicos.

Neste contexto, a região está inserida na unidade morfoestrutural do Pediplano Rio Branco - Rio Negro, a qual segundo Beserra Neta e Tavares Júnior (2008) caracteriza-se como uma extensa superfície de aplanamento (...) com altitudes variando de 80 a 160 metros. Falcão e Costa (2012) enquadram Boa Vista na Depressão Boa Vista que de acordo com BRASIL

(2005), corresponde a um modelado de acumulação (agração), distribuindo-se no setor central de Roraima caracterizada por ser uma extensa região plana com altitude média variando entre 80 e 110 metros.

A baixa altitude da área de estudo favorece muito mais fenômenos retentivos e estagnantes das águas ocasionadas pelas cheias das planícies de inundação do que fenômenos de enxurradas e deslizamentos, assim o risco à inundação tem nas baixas altitudes (figura 3) um elemento a ser considerado em sua análise.

Como dito anteriormente, o risco está associado a uma situação de probabilidade de ocorrência de um fenômeno, sendo necessário, para tanto, considerar elementos, os quais em associação culminem em uma situação que venha a atingir a sociedade.

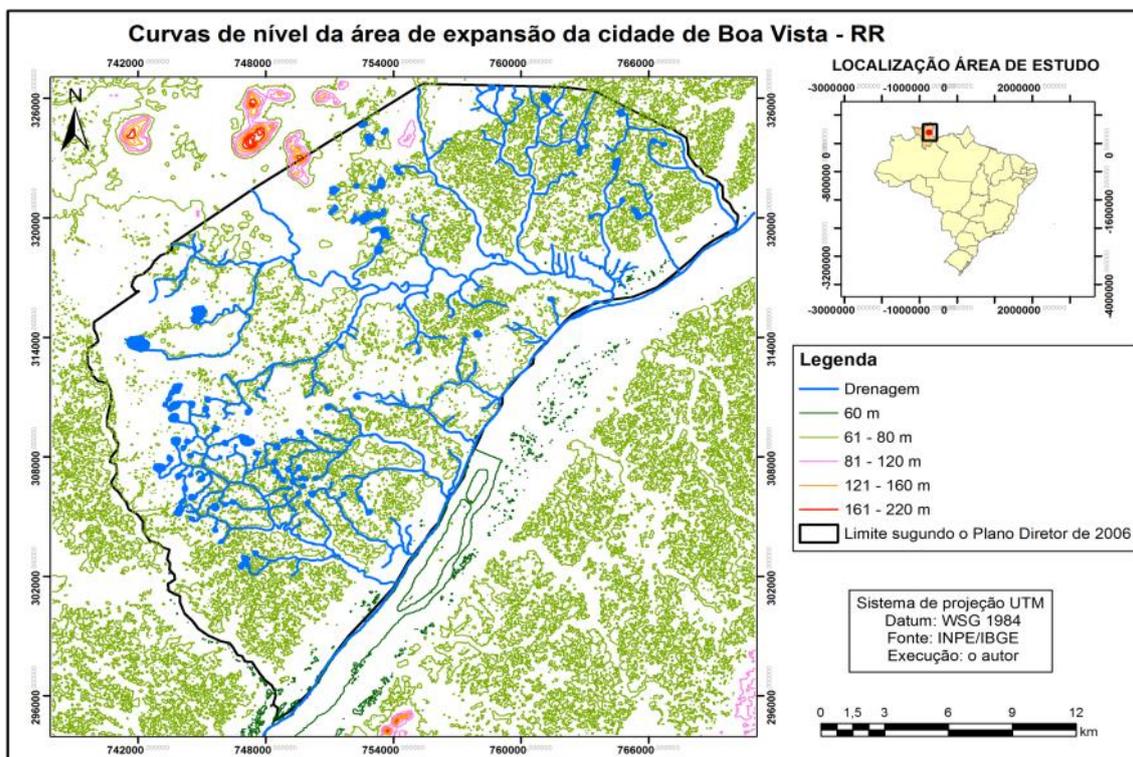


Figura 2 - Mapa com as curvas de nível da área de expansão da cidade de Boa Vista – RR, destacando a baixa altimetria da área. Fonte: Araújo Júnior (2016).

Neste ínterim, cabe lembrar que a inundação é um fenômeno natural que ocorre a partir da cheia do leito do rio e seu espraiamento sobre o leito menor. Logo, o risco à inundação de uma residência está atrelado a

usos e ocupações em áreas impróprias para tais fins.

Outrossim, outra parte geomorfológica do rio chama-se leito maior, o qual tende a ser ocupado em razão de em situações normais o

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

mesmo não ter suas terras alcançadas pelas águas, dando a falsa impressão de que estas áreas são propícias para uso, quando isto não é verdade. A consideração de variáveis físicas como leito de inundação (menor e maior), altimetria, declividade, entre outros é essencial para se determinar os usos espaciais da sociedade em terrenos próximos a cursos d'água, evitando-se com isso o risco à inundação.

A baixa altimetria na área urbana consolidada e em processo de expansão urbana associada a fatores paleoclimáticos faz com que a declividade da área seja reduzida apresentando relevo plano à suave ondulado segundo a classificação da Empresa Brasileira de Produção Agropecuária - EMBRAPA (1979) como é possível elencar na figura 4 e visualizar na figura 5.

Quadro 2 - Quadro da classificação de declividade. Fonte: EMBRAPA (1979).

Declividade (%)	Discriminação
0 - 3	Relevo plano
3 - 8	Relevo suave ondulado
8 - 20	Relevo ondulado
20 - 45	Relevo forte ondulado
45 - 75	Relevo montanhoso

A utilização dos dados topográficos *Suttle Radar Topografy Mission* ou SRTM permitiu com que fosse possível visualizar a

representação da declividade da área em porcentagem na figura 5.

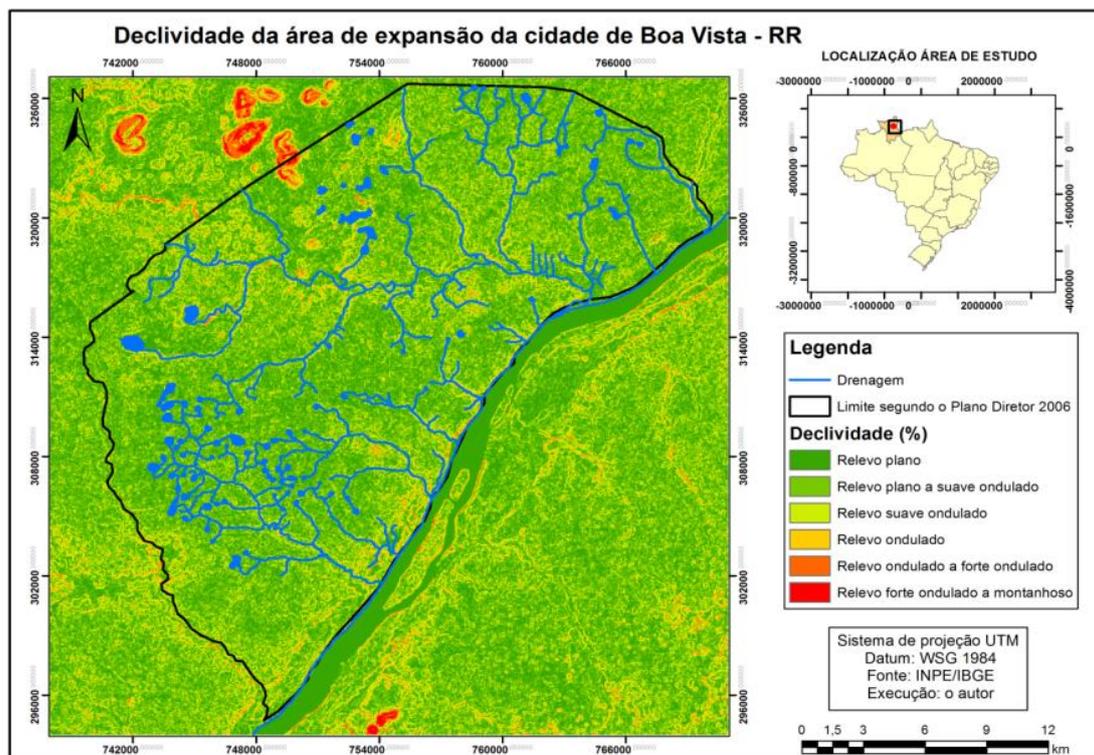


Figura 3 - Mapa de declividade da área de expansão da cidade de Boa Vista – RR. Fonte: Araújo Júnior (2016).

Além dos dados planialtimétricos foi considerado também a cheia histórica ocorrida

em 2011 na região de Boa Vista - RR, na qual segundo dados de Sander *et al.* (2012) o Rio

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

Branco registrou cota de 10,28 metros acima do nível normal, atingindo 66,43 metros, inundando 6,16 km² de área. O centro da cidade na qual a cidade de Boa Vista teve seu início, nas margens do Rio Branco, foi totalmente inundada (figura 6).

Os dados de subida da água no Rio Branco foram obtidos por Sander *et al.* (2012)

por meio da Companhia de Água e Esgoto de Roraima (CAER), a qual faz medições utilizando régua limnimétrica. O quantitativo de dados analisados por estes autores perfaz um total de 43 anos, nos quais se observou que a média de subida do Rio Branco é de 63,21 metros.



Figura 4 - Inundação na cidade de Boa Vista no ano de 2011. Fonte: Divulgação/Governo Roraima (2011).

Percebe-se que o Rio Branco subiu 3,22 metros acima de sua média, e fatores como fortes chuvas em suas cabeceiras, cheia de sua foz (Rio Negro) e a região fortemente aplainada de Boa Vista, somaram-se e condicionaram a cidade ao fenômeno de inundação não somente de seu leito menor, mas também de seu leito maior, inclusive extrapolando esta área.

Assim, a partir de suas drenagens principais - Rio Branco e Rio Cauamé - e considerando que a área urbana de Boa Vista, consolidada e em expansão, tem uma média máxima de altimetria de **120 metros** e os valores médios de subida da água girarem em torno de um pouco mais de **7 metros**,

considera-se que valores associados ao risco à inundação foram de 100 metros para área com alto risco de inundação, 200 metros para áreas com médio risco à inundação e 300 metros para área com baixo risco à inundação. O mapa da figura 7 mostra o estabelecimento destas distâncias.

Ao trabalho de Sander *et al.* (2012) deve-se somar o trabalho de Silva *et al.* (2015), os quais discutiram a dinâmica climática relacionada a fenômenos de *El Niño* e *La Niña* e constataram que períodos de alta pluviosidade estão relacionados ao fenômeno *La niña*.

No entanto, excepcionalidades de altas pluviométricas podem ocorrer no período de *El Niño* como as inundações de 1976 (o Rio

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

Branco atingiu 9,8 metros) ocorridas no meio do segundo período seco destacado por Silva *et al.* (2015), as quais estão relacionadas a eventos de *La Niña* forte sobrepondo-se a eventos de *El Niño* fracos e/ou moderados.

Desta forma, percebe-se a intrínseca relação entre fenômenos de maior escala como

a Oscilação Sul do *El Niño* (ENSO) nas altas, médias e baixas pluviosidades na região de Boa Vista, sendo que para mais detalhes sobre esta influência no período de 1910 a 2014, sugere-se a leitura integral de Silva *et al.* (2015).

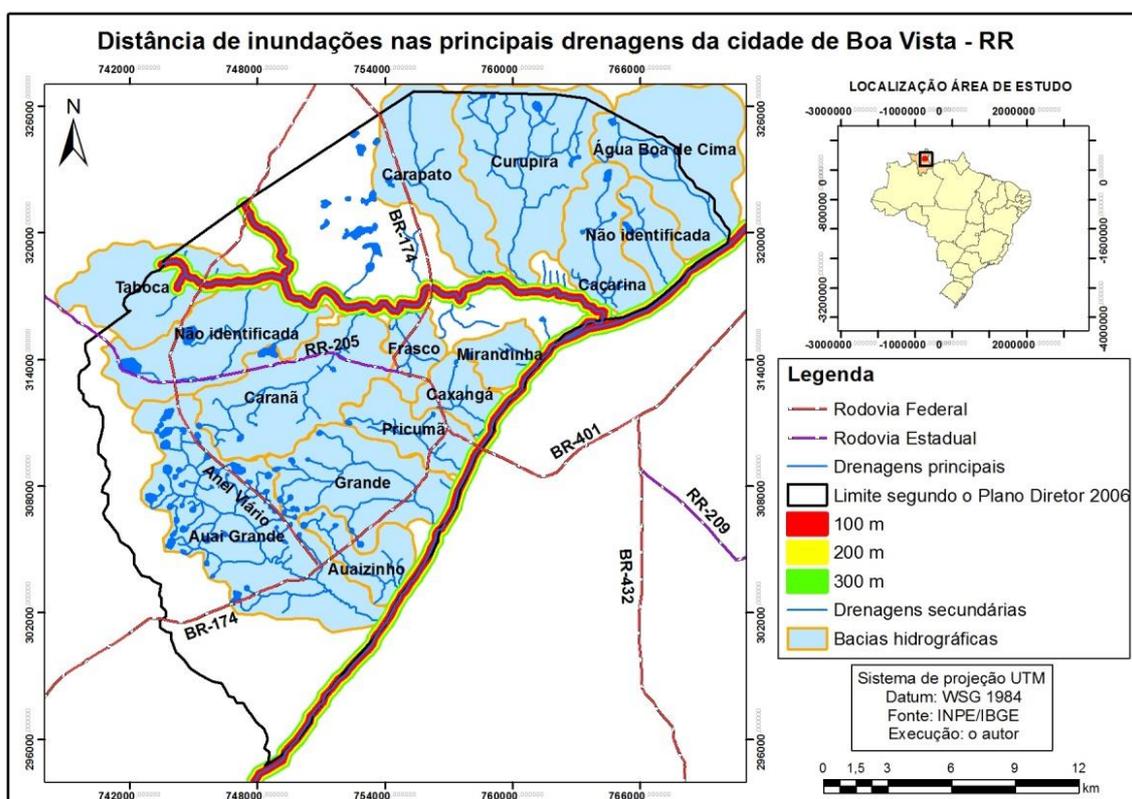


Figura 5 - Distâncias de inundações nos Rios Branco e Cauamé na área de expansão da cidade de Boa Vista – RR. Fonte: Modificado de Araújo Júnior (2016).

Às variáveis anteriormente citadas somam-se as bacias hidrográficas presentes na cidade de Boa Vista, as quais totalizam 15 bacias ou drenagens secundárias em relação ao Rio Branco mais o leito do Rio Cauamé localizados no perímetro que circunscreve a referida cidade (figura 8).

Das bacias hidrográficas elencadas na figura 8, cabe destacar que 6 bacias hidrográficas Mirandinha, Frasco, Caxangá, Pricumã, Caranã e Grande estão na área urbana consolidada de Boa Vista. Isto é alertado, pois as remediações para estas áreas tendem a ser mais controversas, em razão da instalação

efetiva de infraestruturas que viabilizam usos diversos.

Todavia, tais infraestruturas ao não considerar as condições físicas do local, acabaram por expor a população aí residente a riscos ambientais associados às inundações. Logo, para tais áreas as soluções são em longo prazo, cabendo em curto prazo trabalho humano com prevenções e remediações de situações extremas (deslocamento de áreas inundadas).

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

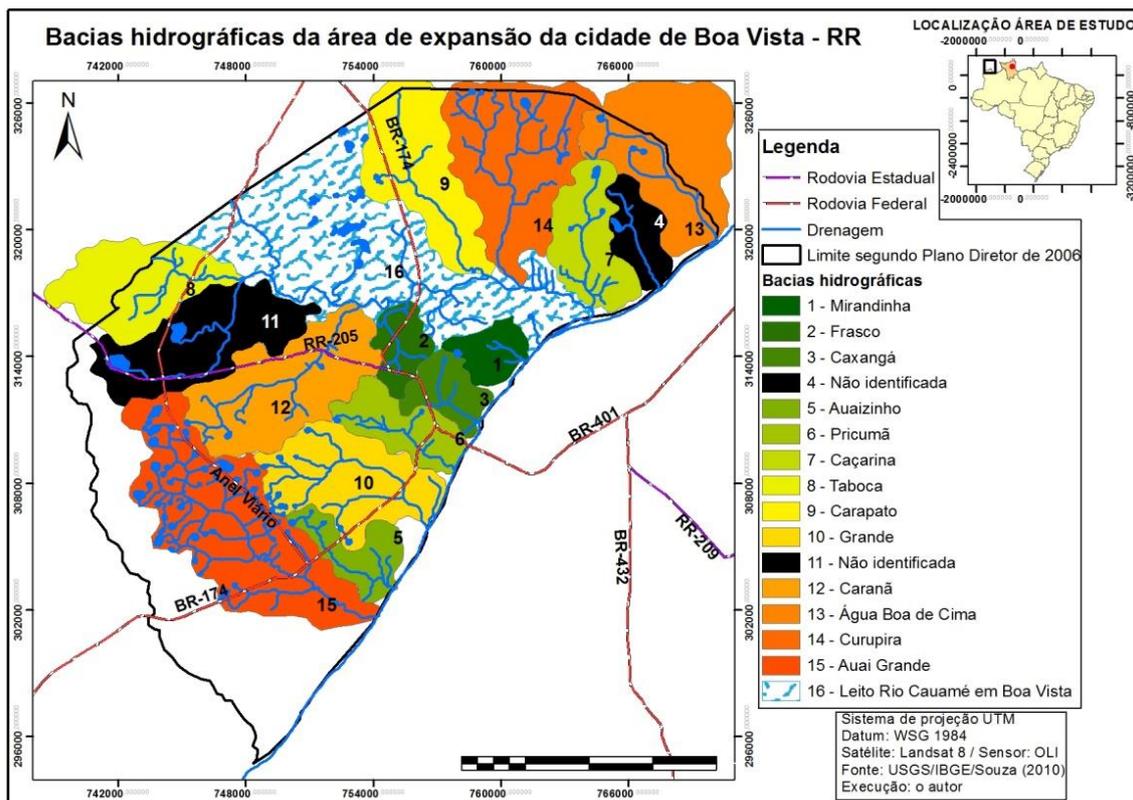


Figura 6 - Mapa de localização das bacias hidrográficas da área urbana consolidada e em expansão de Boa Vista – RR. Fonte: Modificado de Araújo Júnior (2016).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Diretor Estratégico e Participativo de Boa Vista do ano de 2006 constitui-se arcabouço político-administrativo de planejamento do seu espaço urbano ímpar no quesito gestão de inundações, uma vez que prevê diretrizes para lidar com os cursos d’água urbanos, agregando os elementos para áreas de preservação permanente em termos de ocupação das margens de rios e lagos.

Mesmo apresentando legislação pertinente a formas de se lidar com ocupações em áreas impróprias para ocupação em razão de potencialmente estarem em risco à inundação, a legislação não considera de forma específica as características físicas da região, associadas à baixa altimetria e reduzida declividade, as quais fazem com que o tempo de retorno das águas aos canais seja reduzido.

As bacias hidrográficas situadas no perímetro urbano de Boa Vista não são citadas em sua totalidade no Plano Diretor de 2006, sendo mencionadas apenas as 6 bacias na área urbana consolidada. Acredita-se que a não

consideração imediata de todas as bacias hidrográficas neste sistema urbano, ambientalmente torna-se danoso e ameaça a sustentabilidade da cidade.

A não consideração de todas as bacias hidrográficas urbanas em seu processo de planejamento inviabiliza e dificulta uma gestão eficiente do espaço, acabando por realocar problemáticas. No caso das inundações, fenômenos como estes podem ser evitados em outras áreas de bacias hidrográficas desde que se usem exemplos pretéritos do processo de uso e ocupação para que não se cometam os mesmos erros.

Considerar fatores físicos e político-administrativos de forma integrada pode contribuir qualitativamente para o uso e ocupação de espaços urbanos em processo de apropriação efetiva, uma vez que a expansão da cidade de Boa Vista ainda toma novos contornos, podendo-se minimizar os impactos gerados pela implantação de moradias e infraestruturas urbanas necessárias para o bem estar da população.

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALBANO, R.; SOLE, A.; ADAMOWSKI, J.; MANCUSI, L. A GIS-based model to estimate flood consequences and the degree of accessibility and operability of strategic emergency response structures in urban areas. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, n. 11, v. 14, 2847–2865, 2014.
- ALFIERI, L.; PAPPENBERGER, F.; WETTERHALL, F. The extreme runoff index for flood early warning in Europe. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, n. 6, v. 14, 1505–1515, 2014.
- ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. **Uso do solo e risco à inundação na cidade de Boa Vista-RR**. 140 f. Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2016.
- ARGHIU, V.; OZUNU, A.; SAMARA, I.; ROSIAN, G. Results of the post flash-flood disaster investigations in the Transylvanian Depression (Romania) during the last decade (2001–2010). **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, n. 3, v. 14, 535–544, 2014.
- BESERRA NETA, L. C.; TAVARES JÚNIOR, S. S. Geomorfologia do estado de Roraima por imagens de sensores remotos. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S (Org.). **Roraima 20 anos: as geografias de um novo estado**. Boa Vista: Editora da UFRR, 2008. p. 168-193.
- BOA VISTA. Lei n. 924, de 28 de novembro de 2006. Dispõe sobre o plano diretor estratégico e participativo de boa vista e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Boa Vista**, RR, 30 out. 2006.
- _____. Lei nº 244, de 06 de setembro de 1991. Dispõe sobre a promoção do desenvolvimento urbano, zoneamento, uso e ocupação do solo, sistema viário, parcelamento do solo e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 set. 1991.
- BRAGA, R. Política urbana e gestão ambiental: considerações sobre o plano diretor e o zoneamento urbano. In: CARVALHO, P. F.; BRAGA, R. (Org.) **Perspectivas de Gestão Ambiental em Cidades Médias**. Rio Claro: LPM-UNESP, 2001. p. 95-109.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 28 maio 2012.
- _____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima**. Rio de Janeiro. Digeo. 2005.
- _____. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade e Legislação Correlata**. 2. ed., atual. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2002. 80 p.
- _____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 18 de julho de 2000.
- _____. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 15 setembro 1965.
- _____. Lei nº 244, de 06 de setembro de 1991. Dispõe sobre a promoção do desenvolvimento urbano, zoneamento, uso e ocupação do solo, sistema viário, parcelamento do solo e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 06 set. 1991.
- BROWN, E. H. O homem modela a Terra. **Boletim Geográfico**, ano 30, n. 222, p. 3-18, 1971.
- BRÜSEKE, F. J. Risco social, risco ambiental, risco individual. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, v. 1, n. 1, p. 117-134. 1997
- CAMARGO, L. H. R. Geografia, Epistemologia e Método da Complexidade. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.14, n.26, p. 133-150, 2003.
- COSTA, J. A. V.; COSTA, N. S. R.; REIS NETO, R. P. A. Índícios de drenagem urbana rumo à extinção: o caso dos igarapés da grande Boa Vista. **Textos & Debates**, n. 07, v. 1., p. 64-70, 2004.
- DAGNINO, R. de S.; CARPI JÚNIOR, S. Risco ambiental: conceitos e aplicações. **Climatologia e Estudos da Paisagem**. Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 50-87, 2007.

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro. (Embrapa - SNLCS. Micelânea, 1), 1979. 83p.
- ELORZA, M. G. El papel del hombre en la creación y destrucción del relieve. **Revista R. Acad. Cienc. Exac. Fís. Nat. (Esp.)**, vol. 101, nº 1, p. 211-216, 2007.
- FELDS, E. Geomorfologia Antropogenética. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 16, nº 144, p. 352-357, 1958.
- FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n.º 16, p. 76-80, 2005.
- GOMES, O. **Direitos Reais**. Rio de Janeiro: Forense, 2008. 462 p.
- GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 9ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.
- GUERRA, A. J. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. Editora: Bertrand Brasil, 2009.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- HOGAN, D. J.; CUNHA, J. M. P.; CARMO, R. L.; OLIVEIRA, A. Urbanização e vulnerabilidade socioambiental: o caso de Campinas. In: Hogan, D.; BEANINGER, R.; CUNHA, J. M. P.; CARMO, R. L. (Org.). **Migração e ambiente nas aglomerações urbanas**. Campinas: NEPO Unicamp, p. 396 – 418, 2001.
- MARANDOLA JÚNIOR, E.; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade** – Vol. VII nº 2 jul./dez. 2004.
- _____. Vulnerabilidades e riscos: entre geografia e demografia. **Rev. bras. Est. Pop.**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.
- MOUDON, A. V. Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. **Urban Morphology**, v. 1, p. 3-10, 1997.
- PAPAGIANNAKI, K.; LAGOUVARDOS, K.; KOTRONI, V.; BEZES, A. Flash flood occurrence and relation to the rainfall hazard in a highly urbanized area. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, n. 8, v. 15, 1859–1871, 2015.
- PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n.º 16, p. 24-31, 2005.
- PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1980.
- RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: exemplo na metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, nº 17, p. 101-111, 2005.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Desenvolvimento local sustentável: Projeto de Educação Ambiental integrado em uma Favela**. Primeiro Prêmio Petrobrás. Universidade Solidária: Fortaleza – CE, 2001.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, FFLCH-USP, n.º 8, p. 63-74, 1994.
- _____. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, FFLCH-USP, n.º 6, p.17-29, 1992.
- ROSSATO, M. S.; SUERTEGARAY, D. M. Repensando o tempo da natureza em transformação. **Ágora (UNISC)**, Santa Cruz, v. 6, nº 2, p. 93-98, 2000.
- SANDER, C.; WANKLER, F. L.; EVANGELISTA, R. A. O.; SANTOS, M. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.6, n.12, mai./ago., p. 59-84. 2012.
- SANTOS, F. A. A. dos. **Alagamento e inundação urbana: modelo experimental de avaliação de risco**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2010.
- SAYAMA, T.; TATEBE, Y.; IWAMI, Y.; TANAKA, S. Hydrologic sensitivity of flood runoff and inundation: 2011 Thailand floods in the Chao

EXPANSÃO URBANA E FATORES DE RISCO À INUNDAÇÃO EM BOA VISTA – RR

Phraya River basin. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, n. 7, v. 15, 1617–1630, 2015.

SCHUSSEL, Z. G. L. O desenvolvimento urbano sustentável – uma utopia possível? **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 9, p. 57-67, jan./jun. 2004.

TSAKIRIS, G. Flood risk assessment: concepts, modelling, applications. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci.**, n. 5, v. 14, 1361–1369, 2014.

VEYRET, Y. (Org.) Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WAGNER, P. L. **El uso humano de La tierra**. Colección Nuevo urbanismo, Instituto de Estudios de Administración Local: Madrid, 1974.