



RISCO DE CHEIA E VULNERABILIDADE:

UMA ABORDAGEM ÀS INUNDAÇÕES URBANAS DE BELÉM/PARÁ/ NO BRASIL*

Rosielle Souza Pegado

Universidade Federal do Pará - PRODERNA do Brasil, Universidade de Ciências Aplicadas da Alemanha
rspegado@yahoo.com.br

Claudio José Calvacante Blanco

Universidade Federal do Pará - PRODERNA do Brasil
blanco@ufpa.br

Jackson Roehrig

Universidade de ciências Aplicadas da Alemanha
jackson.roehrig@fh-koeln.de

Carla Caroça

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Centro de Geologia, Fundação de Ciência e Tecnologia, Portugal
carlacaroca@sapo.pt

Francisco da Silva Costa

Universidade do Minho, CEGOT - Centro de Estudos em Geografia e Ordenamento do Território, Portugal
costafs@geografia.uminho.pt

RESUMO

A cidade de Belém cresceu de forma acelerada e descontrolada. Este descontrolo sem planeamento gerou problemas de inundação urbana com altos prejuízos. Actualmente procura-se evitar e/ou diminuir estas inundações, investindo em estudos de forma a se conhecer melhor sobre esta problemática e aplicá-los numa gestão de prevenção e controlo deste tipo de risco.

Palavras-chave: Belém, inundação, planeamento.

RESUMEN

Riesgo de inundación y vulnerabilidad: un enfoque urbano inundación Belém/Pará en Brasil - La ciudad de Belén ha crecido de forma drástica y descontrolada. Esta falta de planificación ha generado problemas de inundaciones urbanas, causando altas pérdidas. Actualmente se busca evitar y/o disminuir dichas inundaciones, invirtiendo en investigación para profundizar el conocimiento acerca de esta problemática y aplicarlo en la gestión de la prevención y control de este tipo de riesgo.

Palabras clave: : Belém, inundación, planificación.

RÉSUMÉ

Le risque d'inondation et de la vulnérabilité : une approche urbaine inondation Belém/Pará/ au Brésil - La ville de Belém a augmenté considérablement et incontrôlée. Ce manque de contrôle sans problèmes d'inondations urbaines générées avec des pertes élevées de planification. Cherche actuellement à éviter ou réduire ces inondations, investir dans la recherche afin de mieux connaître ce problème et de les appliquer dans la gestion de la prévention et le contrôle de ce type de risque.

Mots-clé: Belém, inondation, planification.

ABSTRACT

Flood risk and vulnerability: an approach to urban flooding Belém/Pará/ in Brazil - The city of Belém has grown drastically and in an uncontrolled manner over the last few years. The lack of control over the urban growth is one of the main causes of urban floods, resulting in human and material losses. Studies and investments have been made seeking to avoid or minimize flood occurrences, through risk control and management.

Keywords: Belém, flood, planning.

* O texto deste artigo corresponde à comunicação apresentada ao VII Encontro Nacional de Riscos e I Fórum ISCIA, tendo sido submetido em 04-11-2013, sujeito a revisão por pares a 16-02-2014 e aceite para publicação em 20-05-2014.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 21, 2014, © Riscos, ISBN: 0872- 8941.

Introdução

Entre todos os desastres naturais, a inundação é o que afecta o maior número de pessoas no mundo (MOORE *et al.*, 2005). As inundações causaram aproximadamente um terço do prejuízo econ mico e foram responsáveis por dois terços das populações afectadas por esses eventos (UHLY e SOUZA, 2004). As cheias urbanas vêm aumentando consideravelmente no Brasil principalmente devido ao crescimento de áreas impermeáveis, da densidade populacional e da ocupação urbana desordenada, incluindo a ocupação do leito de inundações. No Brasil as inundações foram as que causaram mais perdas humanas, no período de 1948 a 2004.

A cidade de Belém possui uma vasta rede de microbacias formadas por inúmeros igarapés. Essas microbacias estão degradadas e ocupadas de forma desordenada, o que gera inundações. Outros factores agravantes são: a obstru o de dispositivos (bueiros, bocas de lobo e outros dispositivos de micro drenagem), o dimensionamento inadequado de projectos de drenagem, as interferências físicas e o nível elevado do lençol freático.

O alto  ndice pluviométrico e as marés altas aumentam o risco de inundação na cidade de Belém (PA) tradicionalmente durante o mês de Março. Este fen meno ocasiona diversos transtornos à vida de muitas famílias, sobretudo, as que moram à margem de rios, mais conhecidos como área de várzea. Portanto,   necessário trabalhar na redução de desastres devido às inundações no mundo e no Brasil (SANTOS, 2010).

Este estudo propõe descrever os indicadores da vulnerabilidade de inundação.

Enquadramento geográfico

A cidade de Belém localiza-se na Região do Norte do Brasil, Capital do Estado do Pará no grande delta do Rio Amazonas, mais precisamente na foz do Rio Guamá junto à baia do Guajará. Hidrogeologicamente, o município de Belém pertence   Bacia Amazônica e encontra-se dividido por várias bacias hidrográficas (fig. 1).

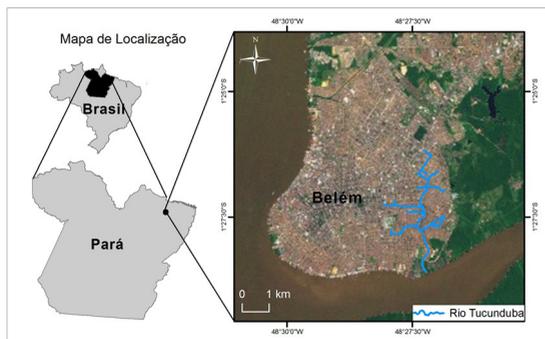


Fig. 1- Mapa de localiza o de Belém. Fonte: IBGE,2012.

Uso do solo, crescimento urbano e inundações

O crescimento acelerado das cidades exige a elabora o de estudos para se construir um ambiente sócio-econ mico e ambientalmente sustentável. Um dos estudos refere-se aos problemas dos recursos hídricos sobre o escoamento superficial, a dispersão de sedimentos, o crescimento populacional, os fen menos urbanos, as planícies de inundações e os usos múltiplos das  guas.

As primeiras constru es na cidade foram feitas em terrenos sobre elevados e rodeados por pântanos. A cidade cresceu tendo o fen meno das inundações como parte de sua história, mesmo com o passar dos anos e a chegada do progresso, isso não mudou a história da popula o que habita principalmente nas margens dos canais. Dentre os bairros mais afetados estão Condor, Jurunas e Terra Firme (QUADRO I), que são mais susceptíveis a inundação no mês de Março, pois coincide com maior nível de precipita o e maré alta (PINHEIRO, 2001).

QUADRO I - Bairros do município de Belém e suas áreas alagáveis.

Bairro	Extensao (hectares)	�rea alagável	%
Condor	170	170	100,00
Jurunas	226	192	84,96
Terra Firme	443	371	83,75
Sacramenta	367	251	68,39
Telégrafo	231	154	66,67
Guamá	395	231	58,48
Fátima	61	32	52,46
Cremacao	149	77	51,68
Reduto	79	38	48,1
Cidade Velha	116	49	42,24
Batista Campos	144	50	34,72
Canudos	66	19	28,79
Umarizal	250	69	27,7
Pedreira	371	87	23,45
Sao Braz	167	26	15,57
Comércio	103	14	13,59
Marco	480	47	9,79
Marambaia	421	45	10,69
Souza	380	5	1,32
Nazaré	150	-	-
Total	4769	1927	43,28

Fonte: adaptado da Prefeitura Municipal de Belém / Companhia de Desenvolvimento e Administra o da  rea Metropolitana de Belém (2000) apud PINHEIRO *et al.*, 2001.

O problema da inundação na cidade não   atual, como se pode ver em registro da década de 70 Título "CHUVA ALAGOU QUASE TUDO NA CIDADE" (Jornal Província do Pará de 1971 apud SANTOS, 2010). (fot. 1a), e década depois mesmo após várias obras de drenagem o problema das

inundações, não foi resolvido como se pode observar em registros atuais jornal O Liberal online com o título: «Chuva e maré alta causam alagamentos em Belém (PA) (fot. 1b)”.



Fot. 1a- Inundação na rua Dr. Malcher.

Fonte: Jornal Província do Pará de 1971 apud SANTOS, 2010.



Fot. 1b - No bairro Jurunas, a água invadiu a casa de diversos moradores. Fonte: Jornal O Liberal online acessado em 19/04/2011.

A fim de se alcançar soluções para esses problemas deve-se considerar questões não apenas de caráter técnico da engenharia, mas também incluir a parte política e social no estudo.

No Brasil, a mitigação dos efeitos dos desastres naturais ainda é tratada de forma segmentada pelo poder público. Nos últimos anos vem ocorrendo uma intensificação dos prejuízos causados por esses fenômenos devido ao mau planejamento urbano (KOBAYAMA *et al.*, 2006). Um exemplo dessa situação foi apresentada na área de estudo por PEGADO *et al* (2012) (d) cujo o problema ainda persisti mesmo em áreas que receberam os benefícios do projeto de macrodrenagem. Como resultados, devido à área pavimentada transformam-se em verdadeiros rios (fot. 2). Se a zona inundável mantivesse desobstruída esta situação seria evitada.

O risco de inundação gerado na cidade depende da forma e do grau de ocupação das áreas ribeirinhas



Fot. 2 - Evento de cheias na cidade de Belém.

Fonte: SADECK, 2011 e PEGADO, 2011.

e das frequências de ocorrências dessas cheias. Em Belém, houve o aumento dos pontos de alagamentos e de pessoas afectadas nos últimos anos, mesmo durante eventos pluviais não tão extremos, o que revela a elevada vulnerabilidade da população.

O processo de urbanização das regiões metropolitanas deixou de crescer no centro passando para a periferia, justamente onde se concentram os mananciais, agravando este problema. Isso evidencia que a vulnerabilidade aos desastres naturais está associada não só aos aspectos relacionados ao meio físico como, por exemplo: clima, relevo, drenagem, solos, etc., mas, sobretudo, à situação socioeconômica da população localizada nos ambientes próximos aos leitos fluviais (MONTEIRO, 1991).

PEGADO *et al.*, (2012) (b) verificou que as áreas as margens do rio Guamá apresentam maior possibilidade de sofrer com a inundação, as quais também são ocupadas por um intenso aglomerado urbano na periferia da cidade (fig. 3).

A fig. 3 é representada pela a cidade de Belém, no qual se observa que parte da área urbana onde estão as casas, foi tomada pela mancha azul, ou seja, pela água, isso ocorre devido essa área está a margem do rio Guamá e também em uma área de cota baixa, com o aumento do nível de maré (acima da cota 4 m), não há um escoamento para essa água. Os bairros mais atingidos pelo aumento do rio são localizados na margem tais como: Guamá, Terra-Firme, Condor, Jurunas e Estrada Nova, todos localizados na cota mais baixa da cidade, que é também a área mais urbanizada e povoada.

Deste modo, identificação das áreas inundáveis deve ser realizada a partir da definição de risco de inundação dessas áreas em diferentes cotas topográficas. O próximo passo é a regulamentação ou o zoneamento das áreas de várzea. Esse zoneamento definirá tipos de ocupação nas regiões de maior ou menor risco à inundação e deve fazer parte do plano director da cidade. Essa combinação de medidas de prevenção possibilita a redução dos efeitos das inundações e melhora o planejamento da ocupação da planície de inundação.

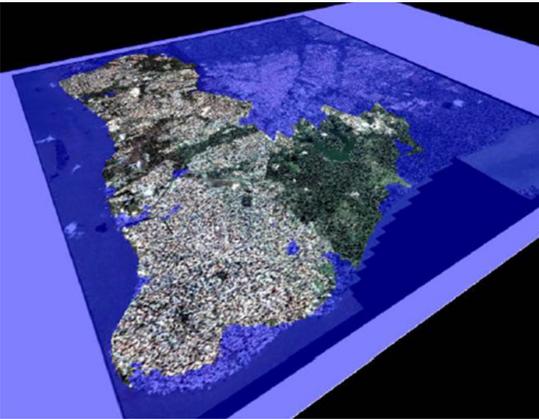


Fig. 3 - Mapa das áreas vulneráveis de inundação da cidade de Belém/PA. Fonte: PEGADO, 2012.

Promover a gestão do risco de inundação na cidade de Belém

No processo de crescimento do núcleo urbano de Belém, ocorreram ocupações na área de várzea ou inundáveis de formas inadequadas, do ponto de vista ambiental. Este tipo de urbanização vem destruindo de forma bastante rápida os elementos marcantes da paisagem, o que ampliou ainda mais os problemas de drenagem urbana. Para mitigar os riscos faz-se o zoneamento das áreas de várzea com o objectivo de analisar os registos em termos de tempo e de espaço, deixando sempre as áreas inundáveis desobstruídas.

Todos os rios têm a sua área natural de inundação. Quando a sociedade ultrapassa os limites das condições naturais do meio em que vive, então, as inundações tornam-se evidente passando a ser um problema social, económico e ambiental. Ao ocupar as áreas junto às margens dos rios (nas várzeas, planícies de inundações ou terraços fluviais), a população enfrenta sérios problemas com o regime natural dos recursos hídricos. Pois em períodos de maré alta é comum a ocorrência de eventos como alagamentos e inundações. Essas inundações são caracterizadas pelo extravasamento das águas do leito menor de um rio para sua respectiva planície de inundação.

A fig. 4 apresenta um desenho de análise de planeamento urbano enfatizando a regulamentação de zona inundável. A secção de escoamento do rio subdivide-se em três partes. Para Tucci (2009) a primeira faixa depende das condições hidráulicas do escoamento das enchentes, as demais são escolhidas com base no risco que se deseja assumir na convivência com as enchentes:

- Faixa 1 - Zona de passagem da enchente: Esta parte da secção funciona hidráulicamente e permite o escoamento da enchente. Qualquer construção nesta faixa reduzirá a área de escoamento, elevando os níveis a montante desta secção.

- Faixa 2 - Zona com restrições - Esta é a faixa restante da superfície inundável que deve ser regulamentada. Esta zona fica inundada, mas devido às pequenas profundidades e baixas velocidades, não contribuem muito para a drenagem da enchente.
- Faixa 3 - Zona de baixo risco - esta zona possui pequena probabilidade de ocorrência de inundações, sendo atingida em anos excepcionais por pequenas lâminas de água e com baixas velocidades. A definição dessa área é útil para informar a população sobre a grandeza do risco a que está sujeito (quanto às cheias, esta faixa não necessita regulamentação).

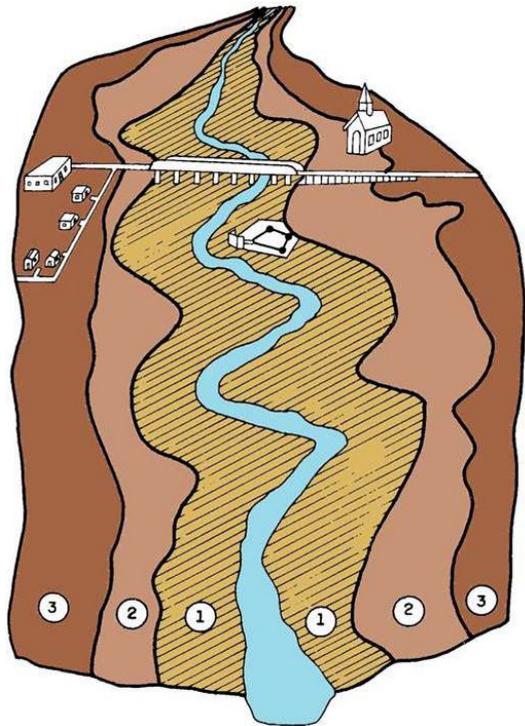


Fig. 4 - Regulamentação de Zona Inundável. Fonte: U.S. WATER RESOURCES COUNCIL, 1971 apud Tucci, 2009.

Na cidade de Belém em torno do rio Tucunduba de risco para inundação não foi respeitada a faixa (fig. 5).

O rápido crescimento dos bairros que estão inseridos na bacia do Tucunduba gerou sérios problemas de infraestrutura. O crescimento demográfico nesta bacia deve-se à proximidade do centro da cidade, ao fácil acesso aos serviços públicos (escolas, ambulatórios médicos, linhas de ônibus urbanos) e, sobretudo, ao baixo preço imobiliário. Deste modo, estes locais reúnem condições favoráveis às ocorrências de inundações rápidas, particularmente no leito do rio que deveria estar salvaguardado de construções.

Diante dessa situação, é importante e necessário à intervenção e a implementação de planos efetivos para uma organização do solo urbano buscando reduzir esses efeitos:



Fig. 5 - Mapa da Bacia do Tucunduba com a divisão de faixa.

1. Fiscalizar e impedir a ocupação do leito de inundação;
2. Criação do plano de emergência;
3. Participação do governo e da comunidade.

Considerando que boa parte das áreas já está indevidamente ocupada se faz necessário saber de antemão o número de famílias que podem ser afetadas. Deste modo o governo pode antecipar suas medidas de prevenção ou mitigação.

A criação de cenários de inundação é importante para identificar as áreas de maior risco e amenizar os problemas. Estes cenários têm como base a cartografia de planícies de inundação na cidade e os dados históricos. Modelos matemáticos também podem ser úteis para identificar a área de inundação, seus pontos de ocorrências e até estimar o número das residências afetadas (SANTOS, 2010). Esses tipos de modelos são fundamentais para a criação de planos de gestão de risco (fig. 6). (CASTILHO *et al*, 2004).

As condições técnicas do zonamento e os mapas de vulnerabilidades constituem um método auxiliar para



Fig. 6 - Ponto de inundação (1) detectado através da simulação gerada no sistema de modelagem de risco, onde (a) representa a provável área de abrangência do evento e (b) as prováveis edificações afetadas. Fonte: SANTOS, 2010.

previsão de inundações urbanas, de forma agilizar uma melhor actuação por parte da defesa civil e dos bombeiros.

Com uma análise exaustiva e criteriosa, baseada nas características da área estudada, podem ser enunciadas uma série de recomendações que visam procurar estratégias de equilíbrio entre as dinâmicas do meio natural e as modificações impostas pela intervenção no território.

Apontamos as seguintes sugestões estratégicas de intervenção no ordenamento do território para o Município de Belém:

- Manter livre de construções ou de outro tipo de infraestrutura os leitos de inundação naturais dos principais cursos de água;
- Monitoramento batimétrico periódico de fundo, particularmente após os eventos extremos, de modo a prevenir situações de risco de infraestruturas;
- Orientação da população para o desenvolvimento de uma estratégia de ocupação do solo que mitigue os aspectos negativos da paisagem;
- Avaliação criteriosa na autorização de licenciamentos para edificação, onde os riscos de inundação sejam previsíveis.

Conclusão

A cidade de Belém, ainda não possui um plano que evite e/ou diminua os prejuízos causados por um evento de inundação. O limite definido com a distancia mínimo à nascente e às margens dos rios para ocupações não é respeitado (previsto no Plano Director e no Código Florestal). Logo, observa-se que o problema de inundação de uma cidade tende a ser agravado por uma má gestão pública.

O sistema de previsão e de alerta requerem o monitoramento meteorológico e hidrométrico, bem como a preparação da população através da difusão da informação sobre os riscos e sobre o modo de agir em caso de ocorrência. Outro aspecto importante relacionado com a socialização do risco está associado à recuperação e à experiência adquirida de eventos passados.

SILVEIRA (2008) considera que, saber conviver com as inundações através da mitigação dos seus impactos é uma medida que deve ser adoptada pela sociedade civil e pelos órgãos públicos. A prevenção implica, por isso, o controle das condições da geração de vazões e da impermeabilização do solo, bem como a garantia das capacidades de escoamento das vazões geradas e da salvaguarda dos leitos de cheias, o que obriga a um adequado dimensionamento da rede de drenagem natural e construída.

Neste sentido, é considerada premente a elaboração de um plano para a cidade com objetivos claros na gestão do risco de cheia, na análise e avaliação dos riscos, na definição do nível de proteção e na identificação e na implementação de medidas de prevenção sustentável. Trata-se de um instrumento muito importante de planejamento e de comunicação, que também visa aumentar a sensibilização do público.

Referências Bibliográficas

- CASTILLO, A. S., PINTO, E. J. A., NUNES, H. M. T., (2004) - Definição da planície de inundação da cidade de Governador Valadares. In *Relatório Técnico Final*. Belo Horizonte. Junho.
- KOBIYAMA, M., SANTOS, I., (2004) - Aplicação do TOPMODEL para zoneamento hidrológico da bacia do rio Pequeno, São José dos Pinhais - PR. In *I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais* (1: 2004: Florianópolis) Florianópolis: UFSC/ GEDN, Anais, p.188-202.
- MONTEIRO, C.A.F. (1991) - *Clima e excepcionalismo - conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico*. Florianópolis: UFSC, 241p.
- MOORE, R.J.; BELL, V.A.; JONES, D.A. 2005. Forecasting for flood warning. *Comptes Rendus Geoscience - External Geophysics, Climate and Environment* 337, 203-217.
- O LIBERAL ON LINE, 2011. Acessado: (<http://noticias.r7.com/cidades/noticias/chuva-e-mare-alta-causam-alagamentos-em-belem-pa-20110419.html>) publicado em 19/04/2011.
- PEGADO, R. S., FARIAS, G. B. de L., SZLAFSZTEIN, C. F., FENZL, N., RODRIGUES, V., BARP, A. R., (2012, b) - Diagnóstico de vulnerabilidades da bacia hidrográfica do Rio Guamá em Belém-Pará-Brasil. In *11° Congresso da Água-APRH*, Porto-Portugal.
- PEGADO, R. S., FARIAS, G. B. de L., SZLAFSZTEIN, C. F., FENZL, N., RODRIGUES, V., BARP, A. R., (2012, c) - Poluição dos Rios das Microbacias urbanas da cidade de Belém-Pará-Brasil. In *11° Congresso da Água-APRH*, Porto-Portugal.
- PEGADO, R.S., BLANCO, C.J.C. ROEHRIG, J. CAROÇA, C., COSTA, F.S., TOSTES W.S., (2012, d) - The Importance Of Physical Indicators In Areas Of Urban Flood The Case Of The Metropolitan Region Of Belém. In *International Journal of Civil & Environmental Engineering* IJCEE / IJENS ISSN: 2077-1258, 126102-7373 IJCEE / IJENS.
- PINHEIRO, A., LIMA, J. J. F., SÁ, M. E. R. de, PARACAMPO, M. V., (2001) - A questão habitacional na Região Metropolitana de Belém. In *Coleção Habitar - Habitação Social nas metrópoles Brasileiras - Uma avaliação das políticas habitacionais em Belém, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro e São Paulo no final do século XX*.
- SALAME, A., (2003) - *Mapeamento das Fundações Mais usadas na Cidade de Belém - PA, Aspectos gerais e Proposta preliminar de mapeamento de soluções utilizadas em casos recentes*. Dissertação de Mestrado apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil. Área de concentração: Construção Civil Orientador: Prof. Dr. Júlio Augusto de Alencar Júnior, Universidade Federal Do Pará, Centro Tecnológico, Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Civil, Belém, pp.182
- SANTOS, F. A., (2010) - *Inundação Urbana: Modelo Experimental de Gerenciamento de Área de Risco para Belém*. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal do Pará), 2010.
- SILVEIRA, W. N. (2008), *Análise histórica de inundação no município de Joinville - SC, com enfoque na bacia do rio Cubatão do Norte*. Florianópolis, 2008. xix, 165f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Florianópolis, xix, 165f.
- TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. de. (1995) - *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 428 p. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos).
- TUCCI, C.E.M. (2009). *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP. In: Tucci, C.E.M. (org.)
- UHLY, S e SOUZA, E., (2004) - *A questão da água na grande Belém*. Casa de Estudos Germânicos-UFPA, Belém.