



IX-012 - ANÁLISE DAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DA TAMANDARÉ DO MUNICÍPIO DE BELÉM/PA

João Diego Alvarez Nylander⁽¹⁾

Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Arthur Julio Arrais Barros

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Karina Ferreira Castro Mesquita

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido (PPGDSTU/UFPA).

Gleiciane Costa Moraes Bezerra

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia (PRODERNA/UFPA).

José Almir Rodrigues Pereira

Doutor em Hidráulica e Saneamento (EESC/USP). Professor da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Endereço⁽¹⁾: Conj. Satélite, WE-9, n° 1385. Bairro: Coqueiro - Belém - PA - CEP: 66670230 - Brasil - Tel: (91) 999066843 - e-mail: diego.nylander@hotmail.com

RESUMO

Analisa as causas de inundações e alagamentos na bacia hidrográfica urbana da Tamandaré, observando os impactos na qualidade de vida da população residente nessa área central do município de Belém, capital do estado do Pará. Inicialmente foram identificadas as áreas com maior risco de inundações e/ou alagamentos na bacia. Em seguida foram avaliadas possíveis causas para a ocorrência desses eventos, no caso intensidade de precipitação pluviométrica, estrutura do sistema de drenagem urbana e influência da maré. Por fim foram analisadas as dificuldades provocadas por alagamentos e/ou inundações para a população residente na área. Com o trabalho se pode constatar que as inundações são os eventos de maior significância para a bacia, apresentando impacto negativo na mobilidade urbana local, além disso, foi observado que há lançamento indevido de resíduos sólidos, que são carreados aos condutos de drenagem diminuindo a eficiência do sistema de escoamento de águas pluviais existente, os quais potencializam a transmissão de doenças e dificultam o escoamento de água na Bacia da Tamandaré.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia da Tamandaré, Drenagem, Inundações, Alagamentos.

INTRODUÇÃO

Muitas cidades brasileiras tiveram suas malhas urbanas originadas de maneira acelerada, gerando ambientes sem estruturas necessárias a manutenção da sadia qualidade de vida de sua população, causando, também, impacto direto sobre o meio ambiente. Um dos efeitos da urbanização quando não se tem o planejamento adequado é o aumento da ocorrência de casos inundações e/ou alagamentos em áreas com cotas mais baixas próximas aos cursos d'água.

Segundo Righetto (2009), a ocupação territorial urbana gerou a impermeabilização de grandes áreas alterando o ciclo hidrológico natural. Com a inserção de revestimentos que impedem a infiltração de águas pluviais no solo se elevou o volume escoado superficialmente, gerando a necessidade de implantação de sistemas de drenagem, que escoam os deflúvios pluviais até canais ou cursos d'água, os quais estão nos pontos mais baixos da bacia de drenagem.

Contudo, o rápido escoamento das águas pluviais até os corpo hídrico faz com que o mesmo não consiga amortizar vazões elevadas, acarretando no aumento do nível de água do canal, fazendo a água extravasar de seu leito tradicional de escoamento, ocupando o seu leito maior ou área de várzea. Tucci (2003) ressalta que



existem duas formas de inundações: em áreas ribeirinhas, quando há elevação natural do nível da água do rio, ocupando o seu leito maior, por conta de eventos chuvosos extremos, tendo tempo de retorno superior a dois anos; e devido à urbanização, quando há aumento da frequência e da magnitude dos casos em que o rio ocupa o seu leito maior, devido à impermeabilização, ocupação do solo e com a construção da rede de condutos pluviais que aumento a velocidade de escoamento até os canais.

Já os casos de alagamentos são entendidos como problemas diretamente relacionados à rede de drenagem, não sofrendo influência da variação dos níveis do canal. Os alagamentos normalmente ocorrem quando há obstrução dos condutos, subdimensionamento ou falta de manutenção dos dispositivos hidráulicos impossibilitando que haja escoamento das águas pluviais, conseqüentemente gerando pontos de acúmulo no meio urbano. A falta infraestrutura do espaço urbano aliado a falta de sensibilidade ambiental propicia a formação de alagamentos, os resíduos sólidos quando dispostos de maneira indevida podem ser carreados aos condutos impossibilitando o escoamento dos deflúvios pluviais.

Já que município de Belém, ao longo de sua historia, contém pouco apressa sobre questões de saneamento e de estruturação do espaço urbano, gerando um ambiente passível de problemas decorrentes desse modelo de crescimento. Abelém (1988) menciona que conforme ocorreu a formação da cidade belenense, seus habitantes foram encontrando acidentes hídricos, onde foram contornando-os em vez de saneá-lo. Vale ressaltar que no primeiro momento de sua urbanização houve ocupação de terrenos com cotas mais altas, abandonando grandes áreas em terrenos mais baixos, que eram inundadas ou inundáveis. Contudo, no segundo momento de expansão do município, a população de baixa renda passou a ocupar terrenos cujo curvas de níveis não ultrapassavam a cota de 4,0 m, com a finalidade de permanecer próximo à área central propiciando, principalmente, a ocorrência de casos de inundações ribeirinhas (BELÉM, 2001).

Nesse contexto, foi observado que o problema drenagem é eminente no espaço urbano do município de Belém/PA, por isso objetivou analisar a ocorrência de inundações e alagamentos, tendo como área de estudo a bacia hidrográfica da Tamandaré.

OBJETIVOS

Analisar as causas de alagamentos e inundações na bacia hidrográfica urbana da Tamandaré, observando os impactos desses eventos na qualidade de vida da população residente nessa área central do município de Belém, capital do estado do Pará.

MATERIAIS E MÉTODOS

O viés metodológico para o desenvolvimento do trabalho foi a de pesquisa documental de informações relacionadas com inundações e alagamentos na área estudada, no caso a bacia de drenagem da Tamandaré, localizada na porção sudoeste do município de Belém/PA e que engloba parte de bairros da zona central denominados de Batista Campos, Cidade Velha, Campina e Jurunas, conforme pode ser observado na Figura 1.

Considerando dados do levantamento censitário de 2010 do IBGE nos bairros que compõem a Bacia da Tamandaré, é estimada população residente na bacia de 21.401 habitantes. Atualmente, o processo de urbanização dessa bacia de drenagem já está consolidado, sendo composta por zonas comerciais e residenciais, onde apresenta índice de ocupação de aproximadamente 94,57%, que corresponde a 2,18 km² da área total de 2,31 km² (PANTOJA et al., 2014), inclusive com dispositivos de drenagem para coleta e transporte de águas pluviais até o principal canal de drenagem, no caso o canal da Tamandaré, que deságua na Baía do Guajará

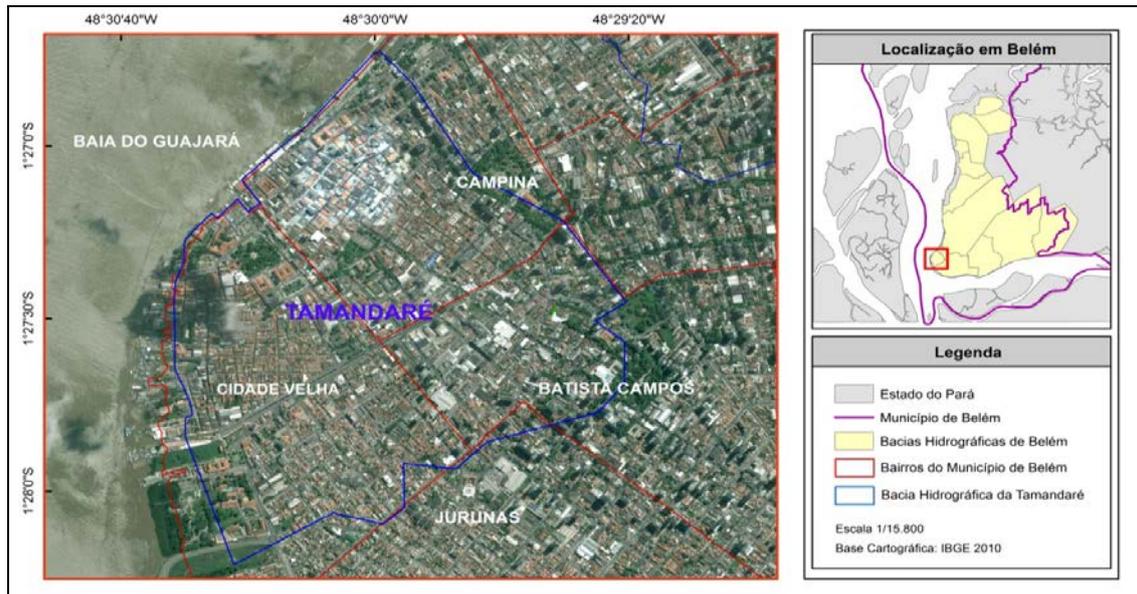


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica da Tamandaré no município de Belém.
Fonte: Autores (2015).

O desenvolvimento da pesquisa foi realizado em três etapas (Figura 2). Na Etapa 1 foram identificadas as áreas com maior risco inundações e/ou alagamentos da Bacia da Tamandaré; sendo a Etapa 2 destinada a avaliação das possíveis causas para a ocorrência desses eventos. Finalmente, na Etapa 3 foram analisados os impactos desses alagamentos e/ou inundações na qualidade de vida da população residente na área.

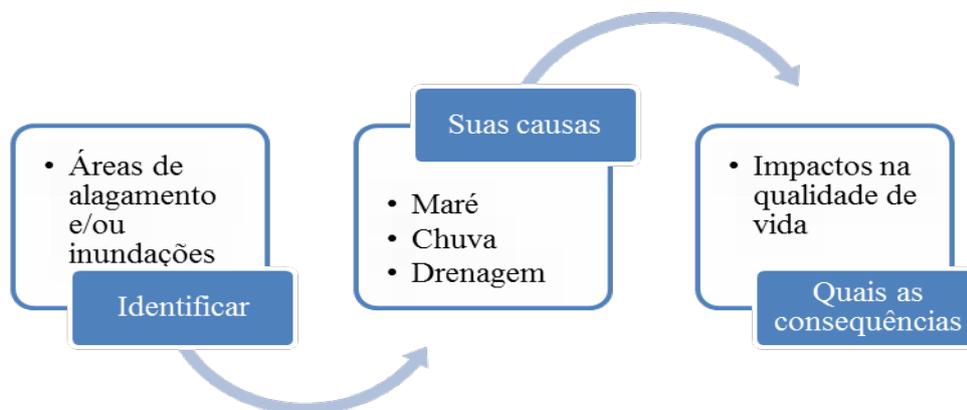


Figura 2 – Etapas do trabalho.

No levantamento das áreas com possibilidade de ocorrência de inundações e/ou alagamentos (Etapa 1) foram consultadas informações de documentos técnicos e trabalhos acadêmicos da Bacia da Tamandaré. Isso permitiu identificar a macha de inundação da bacia urbana da Tamandaré e os seus pontos de alagamento. Nesta etapa foi estimada a população afetada com base nos dados censitários do IBGE. Para isso, foi determinada a densidade populacional de cada bairro e feito o produto com a área que tem ocorrência de inundações e/ou alagamentos, adquirindo o valor aproximado da população afetada.

Na análise dos fatores que podem influenciar a ocorrência de inundações e/ou alagamentos na área estudada (Etapa 2), foram avaliados três fatores distintos, isto é, realizada a avaliação da influência da variação do nível de maré nos casos de inundações da bacia; verificar dados pluviométricos do município de Belém, para relacionar a ocorrência desses valores aos pontos de alagamento ou mancha de inundação presente na Bacia da Tamandaré; e realizado levantamento de dados bibliográficos, para conhecimento da situação e identificação

da condição das estruturas de drenagem que evidenciem possíveis problemas para o escoamento das águas pluviais na área da Bacia Tamandaré.

Finalmente, na Etapa 3 foram verificados impactos das inundações e/ou alagamentos na qualidade de vida dos habitantes da área afetada, tendo como base, também, a compilação de informações de estudos realizados na bacia e dados presentes na literatura técnica.

RESULTADOS

Com a pesquisa foi verificado que a Bacia Hidrográfica Tamandaré apresenta características comuns às outras bacias de drenagem do município de Belém. RODRIGUES et al (2012) cita que essas bacias estão localizadas às margens da baía do Guajará e do rio Guamá e apresentam zonas com cotas altimétricas abaixo de 4 metros, denominadas como planícies naturais de inundação. Em alguns pontos do terreno se observou o declive de suas extremidades convergindo para o centro do trecho e acarretando no acúmulo natural de águas pluviais caso o sistema de drenagem não atue corretamente.

Como o escoamento de águas pluviais é direcionado para as regiões mais baixas da bacia, nas áreas de menor cota topográfica ocorre acúmulo das águas da chuva, sendo essa situação agravada por inundações decorrentes do aumento do nível da água na Baía do Guajará, invadindo o canal de drenagem da bacia.

Essa situação ressalta a importância de delimitação das áreas mais suscetíveis à ocorrência de inundações, a qual foi mapeada pela Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém, sendo identificada mancha de inundação na Bacia da Tamandaré de aproximadamente 0,87 km², o que corresponde a 37,66% da área total da bacia. Na figura abaixo é possível observar as zonas propensas à ocorrência de inundações e canal de drenagem principal na bacia estudada.

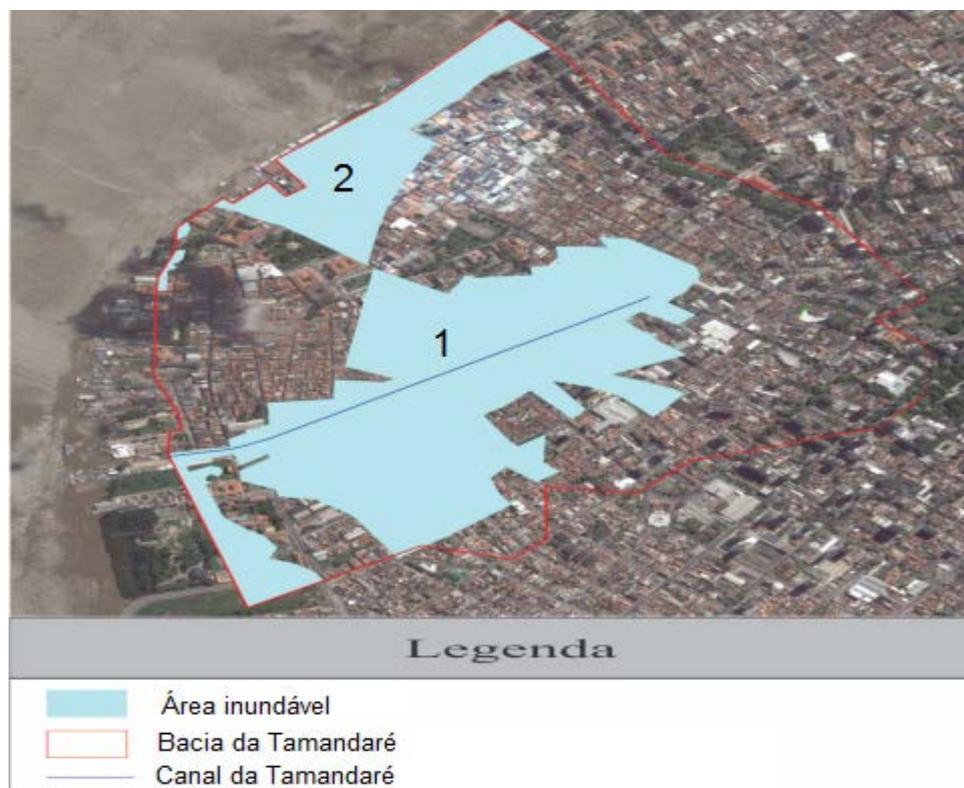


Figura 3 – Bacia hidrográfica da Tamandaré e sua área inundável.
Fonte: Adaptado de CODEM (2000, apud RODRIGUES et al, 2012).

A inundação das áreas 1 e 2 decorre da entrada de volumes expressivos de água da Baía do Guajará na bacia, o que, no caso da área 1 pode ocorrer pela deficiência na operação da comporta instalada a jusante do Canal da Tamandaré.

Com a análise da *Figura 3*, também, é possível observar que as áreas sujeitas a inundação se encontram nos bairros da Cidade Velha, Campina e Batista Campos, esse último bairro apresenta menor zona inundável. Em posse da área sujeita à inundação foi estimado que a população afetada, aproximadamente 7.627 hab, o que representa 35,64% do número de habitantes que compõem a bacia.

Como resultado da segunda etapa da pesquisa se verificou, inicialmente, a variação do nível da maré da Baía do Guajará, que intensifica os problemas de inundações na Bacia da Tamandaré. É importante ressaltar que a intrusão da maré alta no canal de drenagem, aliado as chuvas intensas, resulta em contínuo aumento no nível de água do canal, até que invadir os condutos de drenagem e aflorar em bocas-de-lobo do espaço urbano e impossibilitando o escoamento das águas pluviais dispostas no local (*Figura 4*). A consequência mais drástica dessa situação é o transbordamento do canal, conforme pode ser observado na *Figura 5*.



Figura 4 e 5 – Alagamento de ruas na Bacia da Tamandaré e transbordamento do seu canal.
Fonte: Autor (2015) e Diário Online (2013).

Sendo a variação de maré é mais expressiva no período chuvoso de Fevereiro, Março e Abril, que, aliado a grande ocupação do solo, que impermeabiliza quase toda a sua área aumentando escoamento superficial, diminuindo o tempo de retorno desses eventos, contribuindo para a ocorrência de enchentes no canal de drenagem. Contudo, vale destacar, que o Canal da Tamandaré já contém comportas que impedem a intrusão da maré alta da Baía do Guajará no interior do canal, e ainda assim é acometido por esse tipo de situação.

Como foi salientada, a ocorrência de casos de inundações e/ou alagamentos é agravada nos momentos de elevada intensidade pluviométrica na área de estudo. Santos (2012) afirma que a estação chuvosa na região Amazônica vai de Dezembro a Maio, período em que apresenta maior incidência de enchentes e alagamentos. Esses meses apresentam elevado valor de intensidade pluviométrica, os quais estão todos acima do valor médio do município de Belém, 266,78 mm/mês, sendo os valores de Fevereiro a Março a aproximadamente 1,5 maior que o valor médio. Na *Figura 6* são apresentados os valores de intensidade pluviométrica do município belenense (INMET, 2015).

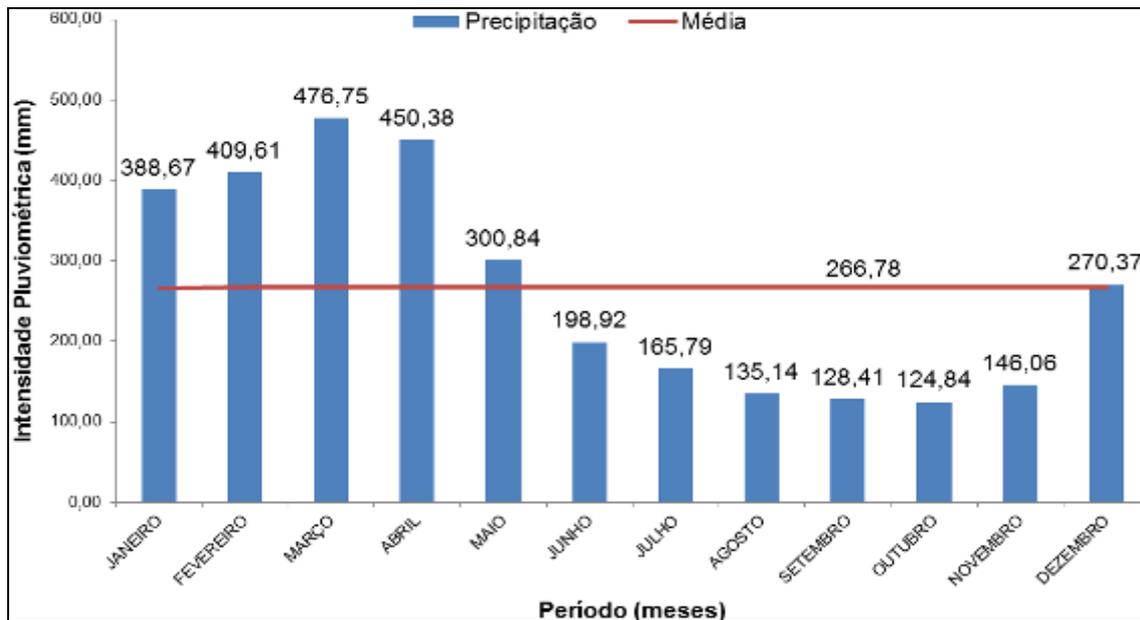


Figura 6 – Precipitação Pluviométrica média do município de Belém (1985 – 2015).
Fonte: INMET (2016).

Vale observar que há existência de pontos de alagamento na bacia, contudo estão presentes de maneira menos expressiva, quando comparados com os casos de inundações. Contudo, pode-se constatar que sistema de drenagem existente apresenta deficiências, não tendo capacidade para escoar todo o volume de água pluvial, o que pode ser explicado pelos condutos serem antigos, podendo estar subdimensionados, a partir de vazões de projeto inadequadas e/ou pela falta de manutenção regular nos dispositivos hidráulicos.

Além disso, a rede de drenagem da bacia da Tamandaré ainda apresenta problemas por conta da desestruturação do sistema de esgotamento sanitário. Como a coleta de esgoto sanitário da área não atende a maior parte dos habitantes da bacia, os efluentes são lançados clandestinamente na rede de escoamento pluvial, culminando no canal de drenagem. Por isso, o Canal da Tamandaré apresenta despejo de esgoto doméstico em toda a sua extensão. Com Figura 7 se pode observar o lançamento de efluente no canal, ainda que não esteja chovendo, comprovando a inserção de águas residuárias nos condutos pluviais.



Figura 7 – Lançamento de efluente no Canal da Tamandaré
Fonte: Google Earth (2015)

Outro problema detectado é o lançamento indevido de resíduos sólidos nos dispositivos de drenagem, o que confirma a citação de Costa et al (2015) de que o lançamento de resíduos sólidos tem grande significância para a ocorrência de alagamentos na bacia da Tamandaré. Também é oportuno destacar o comentário de Tucci (2003) de que o escoamento da chuva carrega os resíduos para os condutos e/ou o canal, obstruindo as seções transversais e, por consequência, diminuindo a capacidade de escoamento, o qual é um problema encontrado no sistema de drenagem da bacia estudada.

Os casos de inundações e/ou alagamentos na bacia geram inúmeros impactos negativos à qualidade de vida da população, as consequências desses eventos são: a dificuldade na mobilidade urbana; perda do valor imobiliário das residências que podem ser afetados nesses eventos; problemas de perdas materiais, quando a água invade casas; e a possibilidade de disseminação de doenças de veiculação hídrica.

Contudo, na Bacia da Tamandaré, umas das principais consequências de casos de inundações e/ou alagamentos é dificuldades de mobilidade urbana, já que parte de ruas ficam submersas nesses eventos, devido ao afloramento de águas pluviais das bocas-de-lobo e dos canais, dificultando ou impossibilitando a passagem de veículos, e causando transtornos não apenas a população residente da área, mas quem trafega por essas vias, como pode ser observado na figura abaixo.



Figura 8 – Ruas alagadas na bacia da Tamandaré
Fonte: Autores (2015) e Diário Online (2013).

Contudo, é o contato direto de pessoas com os deflúvios das áreas em que estão inundadas e/ou alagadas são de grande preocupação, pois são ambientes em potencial para a disseminação de doenças de veiculação hídrica.

Por isso, há a existência de riscos a saúde da população que circula pelas áreas inundadas e/ou alagadas na bacia da Tamandaré. Entretanto, ainda não existem dados oficiais sobre casos de doenças de veiculação hídrica relacionados a esses eventos na Bacia da Tamandaré, mas se pode inferir que há suscetibilidade de doenças como leptospirose, cólera, hepatite ou doenças causadoras de diarreia, por conta das condições de saneamento no local.

CONCLUSÃO

O contínuo uso e/ou ocupação da área da Bacia da Tamandaré acaba sobrecarregando a infraestrutura de drenagem, que ainda é afetada por causas naturais, como a elevada precipitação pluviométrica e a variação do nível de água na Baía do Guajará. Desse modo, entende-se que é necessário estudar a reestruturação do sistema de drenagem existente e sua correta manutenção, além de executar a correta operação, com a utilização das comportas à jusante do canal.



Outro problema marcante é que o lançamento indevido de resíduos sólidos, que prejudica o funcionamento dos dispositivos de drenagem, dificultando o escoamento de grandes volumes de água nos dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem. Para evitar essa situação, são recomendadas ações de conscientização ambiental da própria população para evitar essa prática incorreta.

Nesse contexto, foi constatada que há inundação natural na Bacia da Tamandaré, mas é intensificada pela urbanização, além disso, o acúmulo de águas pluviais ainda é agravado por alagamentos ocasionados por problemas no sistema de drenagem. Portanto, é oportuno destacar que devem ser criadas bases e fomentar mecanismos para melhorar a gestão pública e a participação da população para, por consequência, elevar a qualidade de vida dos residentes da Bacia da Tamandaré. Contudo, foi observado que há consequências tanto as pessoas que residem no local, quanto para as pessoas que circulam pela área. Vale ressaltar que existe potencial para proliferação de doenças de veiculação hídrica, devido o lançamento de esgoto sanitário na rede de drenagem pluvial, mas há ausência de estudos sobre esses casos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABELÉM, Auriléa Gomes. Urbanização e remoção: por que e para quem? Belém: Centro de Filosofia e Ciências Humanas/NAEA/UFPA, 1988.
2. CHUVA deixa ruas alagadas e trânsito lento. Diário Online. Disponível em: <<http://www.diarioonline.com.br/imagens-interna.php?galeria=2924#>>. Acesso em 21 nov. 2015.
3. COSTA, Carlos Eduardo A. de S. et al. Problemática dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana de Belém/PA. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental, v. 4, n. 2, p. 329-344, out 2015.
4. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Dados de Precipitação Pluviométrica do Município de Belém. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/mapas_mensal_sem.php>. Acesso em 03 Fev. 2016.
5. PANTOJA, M. A. L. et al. Detecção de canais e rios impactados pelo despejo irregular de efluentes na cidade de Belém. Disponível em: <www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/1/653/CT01-33_1404422932.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2015
6. RODRIGUES, Roberta Menezes et al. APP's urbanas e intervenções públicas em áreas de baixadas em Belém (PA): implicações das intervenções públicas nas margens de cursos d'água. Disponível em: <<http://unuhostedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/APP/article/view/4030/3935>>. Acesso em: 20 dez. 2015
7. SANTOS, Odete Cardoso de Oliveira. As Chuvas, Alagamentos e Enchentes, no Período Chuvoso em Belém, Estado do Pará. Revista GEONORTE, v. 2, n. 5, p. 173-183, 2012
8. TUCCI, Carlos E. M; BERTONI, Juan Carlos. Inundações Urbanas Na América Do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.
9. RIGHETTO, Antônio Marozzi (Org.). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
10. GOOGLE. Google Earth. Version 7.1.5.1557. 2015. Avenida Almirante Tamandaré. Disponível em: <site download>. Acesso em: 20 jan. 2016
11. BELÉM. Lei Complementar de Controle Urbanístico nº2/1999. Dispõe sobre o parcelamento, ocupação e uso do solo urbano do Município de Belém. Diário Oficial do Município de Belém, Belém, 1999.