
Diagnóstico dos sistemas de drenagem e mapeamento dos pontos de alagamento da Sub-Bacia 2 da Estrada Nova em Belém/PA

Diagnosis of drainage systems and mapping of flood points in Sub-Basin 2 of Estrada Nova in Belém/PA

Rodrigo Teixeira Mamede da Costa

Graduando do curso de Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Federal do Pará (UFPA). **Endereço:** Avenida Conselheiro Furtado, Passagem Alegre, 100. Cremação, Belém/PA. CEP.: 66.040-030. **E-mail:** rodrigomamede2016@gmail.com

Benedito Coutinho Neto

Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém. Doutor em Engenharia Civil/Infraestrutura de Transportes pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - EESC/USP.

Germana Menescal Bittencourt

Docente da Universidade Federal do Pará. Doutora em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará.

RESUMO

A crescente urbanização das cidades brasileiras, por intermédio da ocupação desordenada e mau uso do solo, em geral, acarretam na impermeabilização do solo e no aumento da produção de resíduos sólidos, o que acaba por gerar alagamentos constantes. Nesse cenário, o presente artigo tem como finalidade diagnosticar os sistemas de drenagem urbana e mapear os pontos de alagamento na Sub-bacia 2 da Estrada Nova, situada em Belém-PA. Para isso, foram coletados dados referentes aos pontos de alagamentos já cadastrados no Departamento de Resíduos Sólidos (DRES), órgão público responsável pela drenagem urbana de Belém, vinculado à Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN). Realizaram-se visitas técnicas na área de estudo e foi constatado que os sistemas de drenagem urbana funcionam precariamente em alguns pontos. Este fato, em conjunto com a falta de conscientização ambiental da população da área, a qual deposita inadequadamente resíduos sólidos nos logradouros, acarretam no surgimento de novos pontos de alagamento ainda não cadastrados pelos órgãos públicos. Portanto, uma atualização no banco de dados no sistema do DRES/SESAN, a manutenção dos dispositivos de drenagem e políticas públicas de conscientização ambiental da população sobre a disposição correta dos resíduos são algumas das sugestões propostas para minimizar esta problemática.

Palavras-chave: Drenagem urbana. Pontos de alagamento. Saneamento ambiental.

ABSTRACT

The increasing urbanization of Brazilian cities, through disorderly occupation and land misuse, in general, lead to soil waterproofing and increased production of solid waste, which ends up generating constant flooding. In this scenario, this article aims to diagnose urban drainage systems and map the flooding points in Sub-basin 2 of Estrada Nova, located in Belém-PA. For this, data were collected regarding the flooding points already registered in the Department of Solid Waste (DRES), public agency responsible for urban drainage of Belém, linked to the Municipal Sanitation Department (SESAN). Technical visits were made in the study area and it was found that urban drainage systems operate precariously in some points. This fact, together with the lack of environmental awareness of the population of the area, which improperly deposits solid waste in the streets, lead to the emergence of new flood points not yet registered by public agencies. Therefore, an update in the database in the DRES/SESAN system, the maintenance of drainage devices and public policies for environmental awareness of the population about the correct disposal of waste are some of the suggestions proposed to minimize this problem.

keywords: Urban drainage. Flooding points. Environmental sanitation.

INTRODUÇÃO

Com o advento da revolução industrial no século XVIII, na Inglaterra, a agricultura e o desenvolvimento de máquinas à vapor passaram por transformações tecnológicas de acordo com Nobre e Ramos (2011), ocorrendo, desse modo, uma intensa migração campo-cidade por pessoas as quais buscam melhores condições de vida e trabalho.

No Brasil, o acontecimento não foi diferente. A mecanização do campo e suas dinâmicas socioespaciais, a crescente oferta de emprego e oportunidades nas grandes cidades brasileiras industrializadas inflamaram o êxodo rural. Segundo dados da PNAD (Pesquisa Nacional por amostra de Domicílio), em 2015, a maioria da população brasileira reside em áreas urbanas (84,72%) enquanto o restante em zonas rurais.

Muitos migrantes objetivam ocupar partes das cidades com facilidade de acesso à água, como locais de várzea ou à beira-mar, pois este recurso é essencial para o ser humano, uma vez que este possui vários usos que garantem sua sobrevivência, como o consumo e navegação (CANHOLI, 2005).

A crescente urbanização, conjuntamente com a proliferação das ocupações desordenadas, a impermeabilização da superfície e a elevação do consumo caracterizam muitos dos problemas de saneamento básico das grandes cidades brasileiras devido à migração intensa em meados

do século XX.

O estudo da drenagem urbana de uma cidade é de suma importância para sua organização e desenvolvimento. É caracterizada como um conjunto de medidas capazes de minimizar os ônus relacionados a enchentes, inundações ou alagamentos, abrindo possibilidade de crescimento urbano de forma articulada e sustentável. É uma das vertentes do saneamento básico importante para a manutenção da saúde pública.

A cidade de Belém encontra-se em situação preocupante, uma vez que mesmo com a existência de serviços de saneamento básico, como coleta de lixo e limpeza urbana, estes não são capazes de atender toda a população residente. Como consequência, pode-se observar no dia a dia a disposição dos resíduos sólidos em locais inapropriados, como terrenos baldios e até em cursos d'água, ou mesmo diretamente em canais (COSTA *et al.* 2016).

Devido a esses fatores, este artigo tem como objetivo diagnosticar os sistemas de drenagem urbana e mapear os pontos de alagamento da Sub-Bacia 2 da bacia hidrográfica da Estrada Nova em Belém/PA.

REFERENCIAL TEÓRICO

O saneamento básico é muito importante para promover a qualidade de vida da população. É um conjunto de ações que visam à diminuição da proliferação de doenças e promoção de higiene social de um modo geral. O saneamento possui quatro vertentes,

são elas: abastecimento de água com qualidade, coleta e tratamento de esgoto, coleta e tratamento dos resíduos sólidos e manejo de águas pluviais.

No Brasil, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) aumentou em 1%, chegando a 216.629 toneladas diárias entre 2017 e 2018 (ABRELPE/IBGE, 2019). Ainda segundo a ABRELPE, a população neste período cresceu 0,40% e a geração per capita 0,39%, resultando na geração média de quase um quilograma de resíduos por dia por pessoa.

Além disso, segundo o Instituto Trata Brasil (2021), o acesso da população brasileira à rede de água pouco evoluiu (de 82,7% em 2012 para 83,7% em 2019). Neste período de sete anos, o país saiu de 48,3% (2012) das pessoas com rede de esgoto para 54,1% (2019). Portanto, há um caminho longo a ser percorrido até chegar à universalização do acesso ao saneamento básico.

Na questão do saneamento básico no Estado do Pará os números não são animadores, pois segundo o Instituto Trata Brasil (2017) há apenas 1,18% de tratamento de esgoto, 4,92% de coleta de esgoto, 47,10% de rede de água e a perda de água é 39,72%. Vale ressaltar que o novo marco do saneamento (Lei 14.026 de 15 de julho de 2020) garante a universalização do acesso aos serviços de saneamento básico em todas as suas vertentes.

Segundo a Pesquisa Nacional do Saneamento Básico, realizada nos anos de 2000 a 2008 no Brasil, houve um aumento de áreas pavimentadas nos

municípios brasileiros, saindo de 78,3% (2000) para 94,4% (2008), um aumento de 20,5%. No entanto, 27,1% destes declararam ter sofrido com alagamentos e inundações nos últimos anos, recorrendo a políticas que atenuem estes fenômenos, como limpeza urbana e redes de drenagem de águas pluviais para a retirada da água de um local e despejá-la em outro com segurança.

O conceito antigo de afastamento das águas pluviais, o qual se caracteriza pela retirada da água de um local e transportá-la para outro, implementado no Brasil durante a política higienista (século XIX-XX), não abriu possibilidade para outras tecnologias de manejo pluvial, como a indução à infiltração, controle na fonte e retenção, amplamente utilizadas em países desenvolvidos, como Canadá e Estados Unidos. Isso acarreta várias consequências atualmente, a exemplo: aumento do pico das cheias e diminuição do tempo de concentração, piorando ainda mais a situação das cidades.

Para exemplificar, no Estado de Minas Gerais, em 2020, devido a fortes chuvas, 101 cidades decretaram situação de emergência e outras cinco, estado de calamidade pública, além da contabilização de 55 vítimas das cheias em apenas seis dias, segundo boletim da Defesa Civil do Estado.

HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA CIDADE DE BELÉM-PA

A ocupação da cidade de Belém iniciou a partir de áreas de rios e igarapés, pois facilitava o acesso das pessoas aos recursos hídricos para exportação de matéria prima, consumo

humano, além de servirem como pontos comerciais estratégicos. Para Araújo Júnior e Azevedo (2012) as ocupações portuguesas começaram no século XVII, pelo conhecido Forte do Presépio, situado no Complexo Feliz Lusitânia, de onde surgiu o delineamento e direção de suas primeiras ruas. Na Figura 1 é possível observar este delineamento desde o início da chegada dos

portugueses até o fim do século XVII. Para Penteado (1968):

Surgiram então os caminhos que se transformaram depois das mais antigas ruas da chamada Cidade Velha, abertos através de mata virgem, iniciados pela feitura daquele que, partindo da “praça d’armas” onde se abrigavam os soldados de Caldeira Castelo Branco ia até onde hoje está a igreja do Carmo levantada nos terrenos que pertenceram ao Capitão-Mor Bento Maciel Parente e onde este tinha a sua residência (PENTEADO, 1968, p.100).



Figura 1. Delineamento das ruas de Belém no início e fim do século XVII.

Fonte: Penteado (1968).

Em meados do século XIX, Belém passava pelo processo da Belle-Époque¹, época em que a cidade registrava um grande crescimento econômico advindo da extração do látex e exportação da borracha.

1 - Expressão francesa que significa Bela Época, muito utilizada em 1871 com o fim da guerra franco-prussiana e em 1914 com a primeira guerra mundial. Este período ficou caracterizado como um grande otimismo econômico entre os países europeus, como a França e Reino Unido, devido avanço cultural, científico e tecnológico.

Por intermédio disso, houve vários investimentos em saneamento básico, planejamento urbano, limpeza e higiene urbana, tudo isso para se moldar a cidades europeias, como Paris, capital da França.

De acordo com Coelho (2016), os governos de Antônio Lemos (1897-1912), sucessor de Justo Chermont (1889-1891), Lauro Sodré (1891-

1897) e Augusto Montenegro (1901-1909), foram administrações cujos investimentos robustos na condução do cenário público de Belém tornavam a cidade cada vez mais perto de se tornar “Paris nos Trópicos”.

No Brasil houve a ocorrência de um grande êxodo rural em meados do século XX por causa da mecanização do campo e industrialização das cidades. Em Belém, com a construção da rodovia BR-010 (Belém-Brasília), a cidade recebeu vários migrantes vindos da região nordeste, objetivando melhores condições de vida e de trabalho.

O resultado desta migração em massa não foi animador, pois de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), a cidade de Belém possui mais da metade de seus aproximados um milhão e 500 mil habitantes residindo em favelas.

O uso e ocupação do solo são afetados diretamente pela urbanização por causa da impermeabilização do solo por meio de construção de edificações, execução de vias (pistas de rolamento e passeios públicos), com revestimento em concreto de cimento Portland ou concreto asfáltico, ou de qualquer outra natureza, gerando um impacto considerável sobre o coeficiente de escoamento superficial, runoff ou coeficiente de deflúvio. Como exemplo, um estudo elaborado por Targa et al. (2012a) concluiu, por meio de utilização de ferramentas de geoprocessamento, na bacia do Igarapé Tucunduba, em Belém, que o coeficiente de runoff variou de 0,30 a 0,72 nos anos 1972 e

2006, respectivamente.

Isto significa dizer que 30% da água precipitada em 1972 escoavam para os sistemas de drenagem urbana e o restante infiltrava e evaporava. Já em 2006, esse valor aumentou em 140%, atingindo 72% da água precipitada para os sistemas de drenagem. É um valor significativo, pois há mais chance de que aconteçam inundações e alagamentos. A causa destes fenômenos, segundo Ramos e Pedrozo (2018, p.176) é a: “[...] ocupação de área imprópria, impermeabilização do solo, poluição, canalização e falta de planejamento.”

COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O coeficiente de escoamento superficial, deflúvio ou runoff pode ser determinado por vários fatores, como o tipo de solo, a localização da bacia, a umidade do ar, intensidade da precipitação dentre outros. Para Assunção e Coutinho Neto (2008), entretanto, não se pode adotar o valor como uma constante, pois há variáveis importantes que requerem atenção e dependem diretamente da região, como a intensidade da chuva.

O cálculo do coeficiente de escoamento (C) pode ser obtido pela razão entre o volume escoado numa determinada bacia sobre o volume total precipitado, resultando num valor de 0 a 1. Quanto mais próximo de um, significa que a superfície é praticamente impermeável, ou seja, mais água é enviada para os sistemas de drenagem urbana. Na Tabela 1, pode-se observar

valores do coeficiente de runoff para diferentes tipos de superfícies.

Tabela 1. Coeficientes de runoff para diferentes tipos de superfícies.

Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos sem fuga;	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas em bom estado;	0,85 a 0,90
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas;	0,70 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem as juntas tomadas;	0,75 a 0,95
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas;	0,70 a 0,85
Estradas macadamizadas;	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho;	0,15 a 0,30
Do solo na natureza e do subsolo;	0,01 a 0,20
Superfícies não revestidas, pátio de estradas de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade.	0,10 a 0,30

Fonte: Wilken (1978a).

De acordo com Bervis (2004), a vazão escoada pode ser calculada, pelo método racional, para bacias de até 5 km² de área (WILKEN, 1978b), conforme a expressão 01.

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6} \quad (01)$$

Onde:

Q: Vazão de pico (m³/s);

C: coeficiente runoff (adimensional);

I: intensidade da precipitação (mm/h);

A: área total da bacia (km²).

O tempo de concentração da bacia pode ser definido como o tempo em que uma gota de água precipitada leva para percorrer a maior distância da sua foz até chegar nesta. Portanto, tempos de concentrações baixos aumentam a velocidade de escoamento da água, provocando ainda mais alagamentos.

Para exemplificar o cálculo da vazão de contribuição da área de estudo, foi considerado 86,2 mm/h (março de 1985) de intensidade da precipitação, valor este retirado do trabalho de chuvas intensas no Estado do Pará de Souza et al. (2012) para uma chuva de duração de 30 min e tempo de retorno de 15 anos, o coeficiente de escoamento superficial de 0,30, extraído no estudo de Targa et al. (2012b), e a área da Sub-Bacia 2 da Estrada Nova, de aproximadamente 4 km², resultando em uma vazão, no ano de 1972, de 28,73 m³/s.

Utilizando o mesmo raciocínio para o cálculo anterior, considerando apenas a mudança no coeficiente de escoamento superficial para 0,72 do estudo anterior, ano de 2006, obtém-se como resultado 68,96 m³/s, diferença de 40,23 m³/s, portanto nota-se que, devido à impermeabilização da superfície, a vazão transportada para os sistemas de drenagem urbana aumentou 140%, acarretando maior probabilidade de ocorrência de alagamentos.

ÁREA DE ESTUDO

O município de Belém-PA se localiza a 01°28' S e 48°29' W, uma das regiões mais chuvosas do leste amazônico. De acordo com Bastos

et al. (2002), os valores anuais de precipitação no período de 1967 a 1996 oscilaram de 2.188 mm em 1983 e 3.980 mm em 1989, com média no período compreendido alcançando os 3.001 mm. Ainda segundo os mesmos autores, a temperatura do ar alcançou, no mesmo período, média, máxima e mínima de 26,4°C, 31,8°C e 22,9°C, respectivamente, portanto possui classificação climática de Koppen como Af. Esta classificação se dá por conta de que a temperatura máxima do mês mais frio foi maior que 18°C e não há uma estação seca anual.

O local de estudo compreende a bacia hidrográfica da Estrada Nova, mais especificamente a Sub-Bacia 2 (área de aproximadamente 4 km² ou 400 ha, situada em Belém-PA nos bairros da Cremação, Jurunas, Condor e partes de Nazaré e Batista Campos. De acordo com o Ministério das Cidades, foram investidos mais de 59 milhões de reais no período de 2007 a 2010 para a macrodrenagem dos canais das ruas 14 de março, Generalíssimo Deodoro, Caripunas, Dr. Moraes e Quintino Bocaiúva.

A cidade de Belém de forma geral está em processo de expansão de sua área urbana, portanto se produz periferias ou áreas com cotas altimétricas próximas ao nível do mar, propícias a alagamentos², enchentes³ ou inundações⁴ no período chuvoso.

2 - Acúmulo momentâneo de água pluvial em zonas urbanas devido deficiência do sistema de drenagem.

3 - Aumento do nível d'água de um canal por causa do aumento da vazão, porém sem transbordamento.

4 - Transbordamento das águas de um determinado curso d'água em razão ao aumento da vazão pelas águas pluviais quando o sistema de drenagem não consegue contê-la.

Os bairros da Cremação, Jurunas e Condor somam aproximadamente 138.500 habitantes (IBGE, 2010), sendo o Jurunas mais populoso. São os que mais sofrem com esses problemas, pois estão situados em locais de baixada, próximos de canais, além de receberem contribuições das cotas superiores. Nestes três bairros também há feiras, como a da Rua São Miguel, entre a Avenida Alcindo Cacela e a Travessa 14 de março, e a da Av. Fernando Guilhon esquina com a Av. Bernardo Sayão. O fato de haver bastante circulação de pessoas em locais específicos como os referenciados anteriormente, pode causar uma maior probabilidade de acúmulo de resíduos sólidos dispostos irregularmente nos logradouros públicos, interferindo no escoamento da água da chuva para os sistemas de drenagem.

O principal canal de macrodrenagem é o da Travessa Quintino Bocaiúva, entre a Travessa Padre Eutíquio e a Avenida Bernardo Sayão, pois deságua no Rio Guamá (exutório⁵) e tem a maior extensão (1200m), recebendo inclusive a contribuição do Canal da Travessa Dr. Moraes. Todos os canais supracitados possuem seção retangular e revestimentos de concreto.

METODOLOGIA

Após a definição da área de estudo, foi realizada uma visita técnica no Departamento de Resíduos Sólidos (DRES), órgão responsável pela drenagem urbana do município de Belém, vinculado à Secretaria Municipal

5 - É o ponto mais baixo de uma determinada bacia hidrográfica, onde recebe toda a descarga hídrica.

de Saneamento (SESAN), para coleta de dados, dentre estes: a produção de resíduos sólidos gerados no local de estudo, o período de coleta e os pontos de alagamentos de reconhecimento dos órgãos.

Depois da coleta de dados no DRES, realizaram-se visitas no local de estudo para levantar registros fotográficos com fins de analisar as condições atuais dos dispositivos de drenagem urbana, possíveis irregularidades ao longo dos canais de macrodrenagem da Tv. 14 de março, Rua dos Caripunas, Tv. Quintino Bocaiúva, Av. Generalíssimo Deodoro,

da microdrenagem do local delimitado e para conferir se as informações no sistema deste órgão são fiéis à realidade.

Os dados coletados na área de estudo (Figura 2) foram tratados e, posteriormente, foi confeccionado um mapa com auxílio do Google Maps/ Earth e do software Qgis 3.4. Este possui os pontos de alagamento reconhecidos pelo DRES/SESAN e os novos encontrados pelos autores que não estão no banco de dados dos órgãos, além das curvas de nível que demonstram em quais cotas topográficas se encontra a área de estudo.

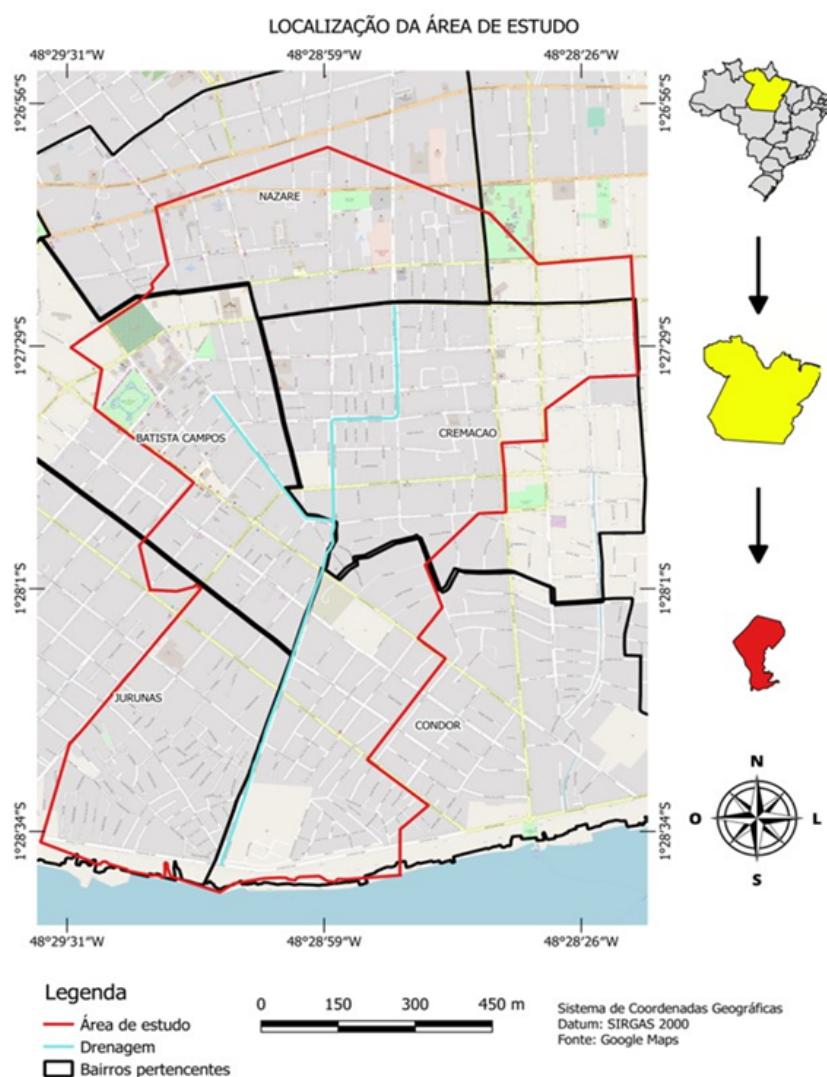


Figura 2. Área de estudo.
Fonte: Google Maps, 2022.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 44 novos pontos de alagamento na área de estudo e, somando com os dados do DRES/SESAN, totalizam 56.

Por haver muita discrepância entre os dados de campo e do órgão, pode-se concluir que vários dos alagamentos ocorrem devido ao funcionamento ineficiente e falta de manutenção/limpeza dos dispositivos de microdrenagem (sarjeta, bocas de lobo, poços de visita, etc.) e nos canais de macrodrenagem, além da falta de políticas de conscientização ambiental da população de Belém, onde na área do estudo depositam resíduos sólidos inadequadamente.

Observam-se na Figura 3A, sarjetas com a capacidade máxima esgotada, reduzindo a capacidade de escoamento da água pluvial, e falta de limpeza, levando ao seu extravasamento para a calçada e pista de rolamento, consequência da ausência de consciência dos moradores da área. Tal fato pode ser comprovado pela diminuição da área transversal na Figura 3B por meio de colocação de tubos de esgotamento doméstico e obstruções com rampa, acarretando em dificuldades de transporte da água pluvial para as bocas de lobo.

As faltas de manutenções/limpezas pelo poder público das

bocas de lobo e as disposições de resíduos sólidos incorretamente por parte da população levam ao carreamento destes para dentro das bocas de lobo, prejudicando a coleta da água pluvial, como pode ser observado pela Figura 3C e 3D.

Ressalta-se que a prática de despejar resíduos em locais inadequados é crime previsto na Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, podendo o agente ser penalizado com prisão de um a cinco anos e multa.

A falta de serviços essenciais como limpeza urbana e coleta de resíduos sólidos pela prefeitura de Belém produz consequências também aos canais de macrodrenagem.

Percebe-se também na Figura 3C e 3D a falta de grelhas de contenção para impedir a entrada de resíduos sólidos na boca de lobo. Foi possível notar também a ausência de um fiscal ambiental com o objetivo de fiscalizar, em áreas estratégicas, quanto ao cumprimento da lei e possivelmente proceder com aplicação de sanções à pessoa delituosa. Pela falta de um agente aplicador da lei, as ocorrências deste tipo de prática tornam-se corriqueiras, possibilitando a identificação de mais pontos de alagamento não cadastrados no sistema DRES/SESAN.



Figura 3. Microdrenagem.

Nos canais da passagem Pinheiro, da Rua dos Caripunas e da Travessa 14 de março (Figura 4A, 4C e 4D, respectivamente), há uma parte assoreada por causa do carreamento de sedimentos para seus interiores e também com acúmulo de lixo, sendo este resultado da falta de conscientização ambiental dos moradores da região. É importante salientar que, mesmo a secretaria de saneamento fazendo os devidos serviços de retirada de entulho tanto na margem quanto no interior dos canais de macrodrenagem, minutos após há um novo depósito irregular e

maior que o antigo, prejudicando ainda mais os dispositivos.

De acordo com a Lei nº 7.055 de 30 de dezembro de 1977, instituidora do código de posturas do município de Belém, afirma que todo cidadão belenense tem o dever de conservar os logradouros e vias públicas, além de conservar a higiene destes.

No Canal da Av. Generalíssimo Deodoro é possível observar por meio da Figura 4B um ramal de água tratada que o atravessa. Tal prática é perigosa, pois em épocas de enchentes, a tubulação ficará submersa e, caso haja

algum ponto de vazamento, a água não tratada do canal penetrará nesta, provocando doenças de veiculação

hídrica por intermédio do consumo humano.



Figura 4. Canais de macrodrenagem.

TRANSTORNOS CAUSADOS PELOS ALAGAMENTOS

Por ainda não possuírem uma solução definitiva, os alagamentos promovem muitos prejuízos de ordem material e psicológica à população residente na cidade de Belém. Não só de ordem psicológica e material, os prejuízos relacionados aos alagamentos e disposição inadequada de resíduos sólidos também vêm biologicamente, pois caso haja contato humano com água contaminada por urina de ratos, poderá causar leptospirose e outras doenças de veiculação hídrica.

Devido à falta de políticas públicas de conscientização ambiental, por parte dos órgãos públicos, ruas dos bairros pertencentes à Sub-Bacia 2 da Estrada Nova continuam sofrendo prejuízos relacionados aos alagamentos, como por exemplo, os trechos, possíveis de observar na Figura 5: Passagem Alegre (5A), entre a Rua dos Mundurucus e Av. Conselheiro Furtado, Av. Conselheiro Furtado (5B) entre Passagem Pará e Tv. 14 de março, cruzamento da Tv. Quintino Bocaiúva (5C) com a rua dos Pariquis e cruzamento da Tv. Padre. Eutíquio (5D) com a Tv. 14 de março



Figura 5. Ruas alagadas.

Esses são apenas quatro dos 56 pontos de alagamentos identificados, juntando dados de campo com os do DRES/SESAN.

No Quadro 1A, 1B e 1C a seguir é possível identificá-los quanto ao número, localização e referência (autores ou DRES/SESAN).

Quadro 1A. Número (do 1 ao 18), localização e referência dos pontos de alagamento.

Ponto	Localização	Fonte
1	Passagem Paulo VI, entre Rua dos Pariquis e rua dos Caripunas.	Autores
2	Passagem Teixeira, entre Tv. 14 de março e Tv. Pe. Eutíquio.	Autores
3	Passagem São Sebastião, entre Tv. Pe. Eutíquio e Tv. 14 de março.	Autores
4	Passagem Maria, entre Tv. Pe. Eutíquio e Tv. 14 de março.	Autores
5	Rua nova I, entre Tv. Pe. Eutíquio e Tv. Apinagés.	Autores
6	Rua nova I com a Tv. Pe. Eutíquio.	Autores
7	Passagem Santo Antônio, entre Tv. Pe. Eutíquio e Tv. Apinagés.	Autores
8	Passagem Pinheiro, entre rua São Miguel e Tv. Pe. Eutíquio.	Autores

9	Passagem Pinheiro entre Rua São Miguel e Av. Engº. Fernando Guilhon.	Autores
10	Rua São Miguel entre Tv. Dr. Moraes e Passagem Pinheiro.	Autores
11	Av. Engº. Fernando Guilhon entre Tv. Dr. Moraes e Tv. Pe. Eutíquio.	Autores
12	Tv. Dr. Moraes entre rua dos Mundurucus e rua dos Pariquis.	Autores
13	Tv. Rui Barbosa entre Rua dos Pariquis e rua dos Caripunas.	Autores
14	Tv. Rui Barbosa entre Rua dos Pariquis e rua dos Mundurucus.	Autores
15	Rua dos Pariquis entre Av. Generalíssimo Deodoro e Tv. 14 de março.	Autores
16	Tv. 14 de março entre rua dos pariquis e rua dos Caripunas (margem direita).	Autores
17	Tv. 14 de março entre rua dos pariquis e rua dos Caripunas (margem esquerda).	Autores
18	Passagem Américo Pedroso, entre rua dos Mundurucus e rua dos Pariquis.	Autores

Quadro 1B. Número (do 19 ao 37), localização e referência dos pontos de alagamento.

Ponto	Localização	Fonte
19	Passagem Nazaré entre rua dos Mundurucus e rua dos Pariquis.	Autores
20	Rua dos Caripunas entre Passagem Teixeira e Tv. 14 de março.	Autores
21	Tv. 14 de março entre rua dos Pariquis e rua dos Mundurucus (margem direita).	Autores
22	Tv. 14 de março entre rua dos Pariquis e rua dos Mundurucus (margem esquerda).	Autores
23	Rua dos Pariquis entre Passagem União e Tv. 14 de março.	Autores
24	Passagem Luzitânia com rua dos Pariquis.	Autores
25	Rua dos Mundurucus entre Av. Alcindo Cacela e Tv. 14 de março.	Autores
26	Alameda Andrei com rua dos Mundurucus.	Autores
27	Av. Alcindo Cacela entre Rua dos Mundurucus e Av. Conselheiro Furtado.	Autores
28	Passagem Alegre entre rua dos Mundurucus e Av. Conselheiro Furtado.	Autores
29	Passagem Pará, entre Av. Conselheiro Furtado e rua dos Mundurucus.	Autores
30	Av. Conselheiro Furtado entre Passagem Pará e Tv. 14 de março.	Autores
31	Tv. Euclides da Cunha entre Av. conselheiro Furtado e rua dos Mundurucus.	Autores
32	Rua dos Timbiras entre passagem Batista e Av. Generalíssimo Deodoro.	Autores
33	Av. Generalíssimo Deodoro entre rua dos Caripunas e Av. Engº Fernando Guilhon (margem direita).	Autores
34	Av. Generalíssimo Deodoro entre rua dos Caripunas e Av. Engº Fernando Guilhon (margem direita).	Autores
35	Rua dos Timbiras entre Av. Generalíssimo Deodoro e Tv. Quintino Bocaiúva.	Autores
36	Tv. Quintino Bocaiúva entre Rua dos Timbiras e Av. Engº Fernando Guilhon.	Autores
37	Tv. Quintino Bocaiúva entre rua dos Timbiras e rua dos Caripunas.	Autores

Quadro 1C. Número (do 38 ao 56), localização e referência dos pontos de alagamento.

Ponto	Localização	Fonte
38	Tv. Quintino Bocaiúva entre Rua dos Pariquis e Rua dos Caripunas.	Autores
39	Rua dos Pariquis entre Av. Generalíssimo Deodoro e Tv. Quintino Bocaiúva.	Autores
40	Passagem Gil Álvares entre rua dos Caripunas e rua dos Timbiras.	Autores
41	Passagem Paulo VI, entre rua dos Caripunas e rua dos Timbiras.	Autores
42	Passagem Nazaré entre rua dos Timbiras e rua dos Caripunas.	Autores
43	Tv. 14 de março entre rua dos Timbiras e rua dos Caripunas.	Autores
44	Passagem Batista entre rua dos Caripunas e rua dos Pariquis.	Autores
45	Tv. Pe. Eutíquio entre rua dos Tambés e rua nova I.	DRES/SESAN
46	Tv. Pe. Eutíquio entre rua nova I e Tv. Quintino Bocaiúva.	DRES/SESAN
47	Av. Alcindo Cacela entre Rua dos Mundurucus e rua dos Pariquis.	DRES/SESAN
48	Rua São Miguel entre Tv. Pe. Eutíquio e Tv. Apinagés.	DRES/SESAN
49	Rua dos Timbiras entre Tv. Pe. Eutíquio e Tv. Apinagés.	DRES/SESAN
50	Rua dos Pariquis entre Quintino Bocaiúva e Tv. Dr. Moraes.	DRES/SESAN
51	Rua dos Mundurucus entre Av. Alcindo Cacela e Tv. 9 de Janeiro.	DRES/SESAN
52	Rua dos Tupinambás entre Tv. Quintino Bocaiúva e Av. Engº Fernando Guilhon.	DRES/SESAN
53	Tv. dos Apinagés entre Tv. Quintino Bocaiúva e Av. Engº Fernando Guilhon.	DRES/SESAN
54	Rua Engº Fernando Guilhon entre Tv. Monte Alegre e Av. Roberto Camelier.	DRES/SESAN
55	Av. Engº Fernando Guilhon entre Tv. 14 de março e Tv. Dr. Moraes.	DRES/SESAN
56	Tv. Quintino Bocaiúva entre rua dos Mundurucus e rua dos Pariquis.	DRES/SESAN

Um estudo de mapeamento, identificação e causas de alagamento, realizado por Mamede Costa et al. (2019), identificou, somente no bairro da cremação, bairro pertencente à Sub-Bacia 2 da Estrada Nova, 30 novos pontos de alagamento, além de seis já registrados pelo DRES/SESAN em 2019. Isto significa dizer que os problemas da área não são de épocas recentes e perduram muito tempo sem solução.

Juntando os pontos de alagamento dos Quadros 1A, 1B e 1C na Figura 6, é possível observar espacialmente a distribuição desses

na área de estudo, bem como a sua localização numerada. A mesma Figura 6 possui cotas topográficas, sinalizadas por meio de curvas de nível, com finalidade de identificar quais áreas do local de estudo possuem cotas topográficas desfavoráveis, ou seja, aquelas que recebem água de cotas superiores devido à ação da gravidade.

Nota-se pela Figura 6 que as cotas topográficas da área de estudo, em sua maioria, são baixas, próximas ao nível do mar. O Ponto mais desfavorável localiza-se na Av. Engº Fernando Guilhon, entre a Tv. Quintino

Bocaiúva e a Av. Generalíssimo Deodoro (cota 1), possuindo área de cerca de 74.000 m², o qual, aliado com a

falta de conscientização ambiental das pessoas, é onde ocorrem alagamentos constantemente.

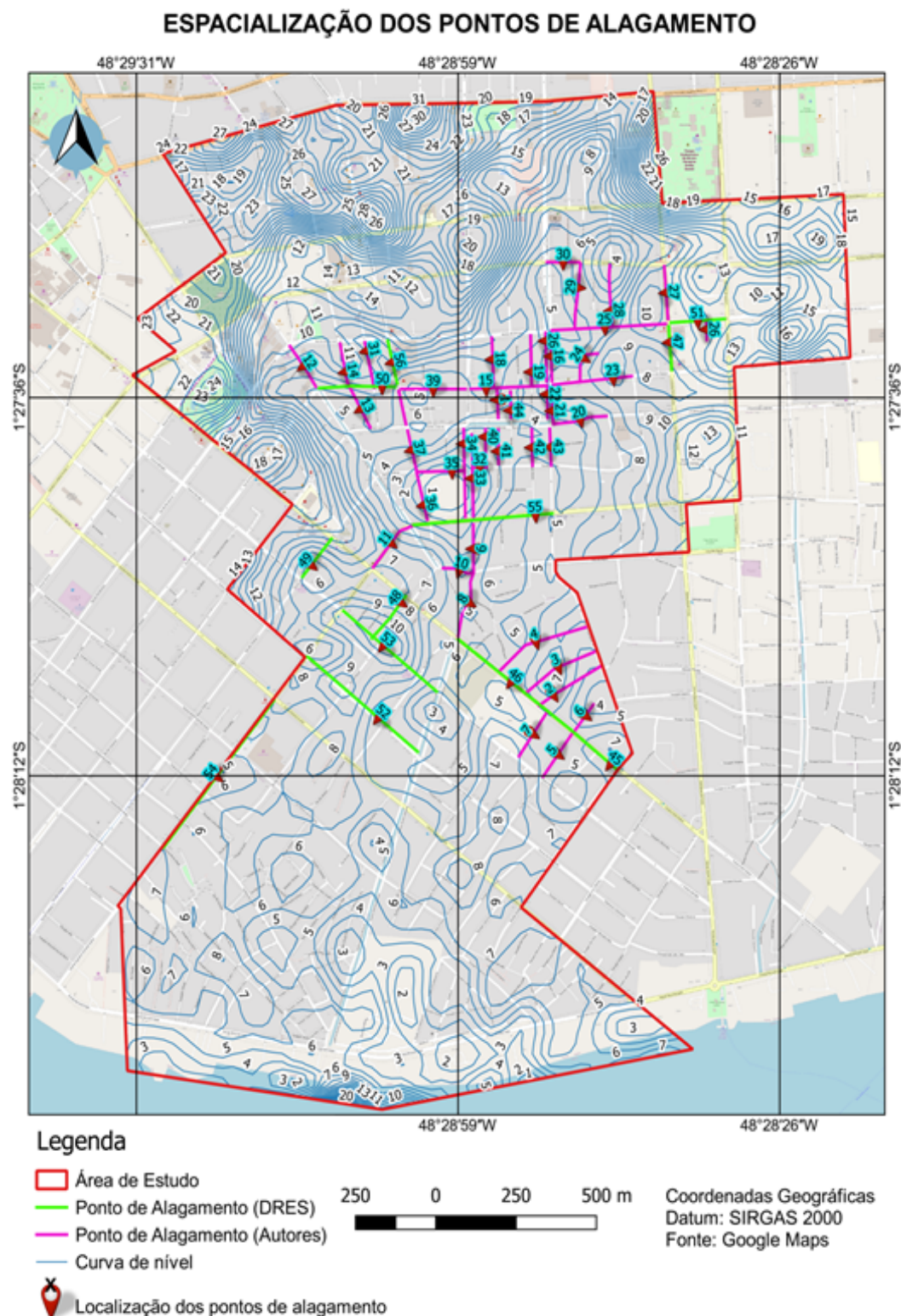


Figura 6. Espacialização dos pontos de alagamento.
Fonte: Google Maps, 2022.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, é possível concluir que as causas relacionadas aos alagamentos não só são de responsabilidade dos órgãos da prefeitura de Belém, mas também da falta de conscientização ambiental da população residente.

Além disso, a falta de manutenção nos dispositivos de microdrenagem e macrodrenagem na área da Sub-Bacia 2 da Estrada Nova contribui para a localização de novos pontos de alagamento que ainda não foram cadastrados no sistema do DRES/SESAN.

As características topográficas dos bairros pertencentes à área de estudo possuem cotas muito baixas, próximas ao nível do mar, acarretando em enchentes, inundações e alagamentos constantes, piorando ainda mais a situação em chuvas com maré alta simultânea.

Os canais de macrodrenagem ainda são, infelizmente, locais de disposição inadequada de resíduos sólidos e, mesmo após várias visitas na área, não foi localizado nenhum fiscal ambiental para punir os agentes causadores. Embora haja coleta de resíduos por parte da prefeitura de Belém na macrodrenagem, minutos após há um novo e maior acúmulo desses, resultado direto da falta de conscientização ambiental da população, podendo ser carregados para o interior dos canais, atrapalhando o fluxo da água.

A política higienista, implantada nos séculos XIX-XX no Brasil, em relação ao afastamento das águas pluviais de

vias urbanas, contribuiu bastante para o cenário atual da cidade de Belém em relação aos alagamentos, pois o conceito antigo de retirar água de um local e transportar para outro só acaba transferindo o problema para áreas adjacentes.

Desta forma, uma atualização no banco de dados dos órgãos responsáveis pela drenagem urbana (DRES/SESAN) da prefeitura de Belém, a manutenção correta e constante dos dispositivos de microdrenagem e de macrodrenagem, a implantação de políticas públicas de educação e conscientização ambiental na população (como a coleta seletiva e disposição adequada de resíduos sólidos) e a adoção de medidas mais eficazes de retirada da água pluvial de vias urbanas (por exemplo, bacias de retenção e valas de infiltração) minimizariam a problemática dos alagamentos.

Neste artigo foi possível verificar os alagamentos, apenas, no período mais chuvoso na Área de Estudo. Para trabalhos futuros, recomenda-se verificar a influência do fenômeno da maré nos pontos de alagamento descritos neste trabalho e na localização de novos. Além disso, analisar o comportamento dos pontos citados e se aparecerão outros nos meses menos chuvosos, devendo-se ter um controle mensal da situação descrita no artigo.

REFERÊNCIAS

ABRELPE/IBGE. **Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil 2018/2019.** Disponível

em: https://www.migalhas.com.br/arquivos/2020/1/492DD855EA0272_PanoramaAbrelpe_-2018_2019.pdf. Acesso em: 18 abr. 2022.

ARAÚJO JÚNIOR, A. C. R. e AZEVEDO, A. K. A. Formação da Cidade de Belém (PA): Área Central e seu Papel Histórico e Geográfico. **Espaço Aberto**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 151-168, dez. 2012. ISSN 2237-3071. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/2094>. Acesso em: 02 abr. 2022.

ASSUNÇÃO, T.C.; COUTINHO NETO, B. Impactos ambientais decorrentes de alargamento de vias urbanas: estudo de caso. **Revista Traços**, Belém, v.10, n.22, p.9-26, nov. 2008.

BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A.; NECHET, D.; SÁ, T. D. A. **Aspectos climáticos de Belém nos últimos cem anos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, v. 128, p. 31. fev. 2002. ISSN 1517-2201.

BELÉM. Lei municipal nº 7.055, de 30 de dez. De 1977. **Dispõe sobre o código de posturas**. Câmara Municipal de Belém, dez. 1977.

BERVIS, E. **Guía Hidráulica Para el Diseño de Obras de Drenaje en Caminos Rurales**. Programa de Apoyo al Sector Transporte. República de Nicaragua, 2004.

BRASIL. Lei federal nº 9.605, de 12 de fev. de 1977. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Câmara dos Deputados e Senado Federal. Fev. 1977.

_____. Lei federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico**. Câmara dos Deputados e Senado Federal. Julho de 2020.

CANHOLI, A.P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, p. 2005.

COELHO, M. G. Belém e a *Belle Époque* da borracha. **Revista Observatório**, Vol. 2, n.5. ISSN: 2447-4266. Doi: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2016v2n5p32>. Palmas, 2016.

COSTA, C. E. A. S; BITTENCOURT, G. M.; TEIXEIRA, L. C. G. M.; BLANCO, C. J. C. Problemática dos resíduos sólidos no sistema de drenagem urbana de Belém/pa. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v.4, n.2, p.329-344, out. 2015. ISSN 2238-8753. Doi: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v4e22015329-344>.

DEFESA CIVIL. **Boletim de Defesa Civil do Estado de Minas Gerais**.

Disponível em: <http://www.sistema.defesacivil.mg.gov.br/index.php?modulo=cce&controller=cce&action=boletim-site>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

GO ASSOCIADOS. **Ranking do saneamento instituto trata Brasil 2017**. São Paulo, 2017.

_____. **Ranking do saneamento instituto trata Brasil 2021**. São Paulo, 2021.

Google. 2022. **Localização da Área de Estudo**. [s.l.]: Google Maps.

_____. **Espacialização dos pontos de alagamento**. [s.l.]: Google Maps.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.

_____. **Características gerais da população**. Censo Demográfico, 2010.

_____. **IBGE divulga as Estimativas de População dos municípios para 2018**. Consultado em 04 de março de 2022.

MAMEDE COSTA, R.T.; SILVA, V. A. S.; BENTES, P. L. S.; COUTINHO

NETO, B. Identificação, mapeamento e causas dos alagamentos no bairro da Cremação em Belém/PA. **Revista Engrenagem**. Instituto Federal do Pará. ISSN: 2236-4757. Belém, 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa de Aceleração do Crescimento. **Macro drenagem da Bacia da Estrada Nova – sub-bacia 2**. Disponível em: pac.gov.br/obra/23461. Acesso em: 17 fev. 2022.

NOBRE, P. A. M.; RAMOS, E. M. B. A CIDADE E O CAPITAL: um breve histórico da situação da classe operária. **Anais do I Circuito de debates acadêmicos**. Maranhão, 2011.

PENTEADO, A. R. **Belém do Pará: estudo de Geografia Urbana**. Série José Veríssimo. Belém: Universidade Federal do Pará, 1968.

PNAD. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio. **População rural e urbana**. Disponível em: <https://educacao.ibge.gov.br/jovens/conhecaobrasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acessado em 01 de abril de 2022.

RAMOS, H.; PEDROZO, C. Drenagem Urbana Sustentável (SUDS) para prevenção de enchentes. **Anais do XIII EVINCI (Evento de Iniciação Científica)**, v. 4, n.2, p. 175-190, outubro de 2018.

SOUZA, R. O. R. M.; SCARAMUSSA, P. H. M.; AMARAL, A. C. M.; PEREIRA NETO, J. A.; PANTOJA, A. V.; SADECK, L. W. R. Equações de Chuvas Intensas para o Estado do Pará. **Revista Agriambi.** v.16, n.9, p. 999-1005. Campina Grande, 2012.

TARGA, M. S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. D.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 2, p. 120-142, 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.905>).

WILKEN, P. S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, Companhia de tecnologia de saneamento ambiental, 478 p., 1978.