

Identificação, mapeamento e causas dos alagamentos no bairro da Cremação em Belém/PA

Identification, mapping and causes of the inundation points at Cremação district 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: 66040-030. **E-mail:** rodrigomamede2016@gmail.com.

Vinicius Alexandre Silva da Silva

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

Pascoal Lucas de Souza Bentes

Graduando do curso de Engenharia Civil na Universidade da Amazônia (UNAMA).

Benedito Coutinho Neto

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

RESUMO

A urbanização, ocupações desordenadas e a verticalização da cidade de Belém são algumas causas de diversos problemas, dentre eles: a diminuição de áreas verdes, impermeabilização do solo e aumento na produção de resíduos sólidos. Nesse contexto, alagamentos tornam-se constantes no município, sendo necessárias políticas públicas que visam a contê-los. Desta forma, este artigo tem como objetivo identificar, mapear e verificar as causas dos alagamentos no bairro da Cremação, situado em Belém/PA. Para isso, foram coletados dados no Departamento de Resíduos Sólidos (DRES), órgão público responsável pela drenagem urbana da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN), sobre o período de varrição, produção diária de resíduos sólidos e os pontos de alagamento no bairro. Por meio de visitas técnicas realizadas em todas as ruas do local de estudo, foi constatado que os dispositivos de drenagem superficial e de macrodrenagem se encontram danificados e outros com falta de manutenção, além da falta de educação ambiental da população do bairro, dispondo resíduos sólidos em locais inadequados, acarretando assim novos pontos de alagamento os quais não foram computados pelos órgãos da prefeitura. Portanto, uma atualização dos dados referentes à drenagem urbana no sistema do DRES e da SESAN, a manutenção dos dispositivos de drenagem superficial e macrodrenagem e também políticas no que tange à disposição de forma correta do lixo são capazes de minimizar esta problemática.

Palavras-chave: Saneamento. Drenagem superficial. Macrodrenagem.

ABSTRACT

The urbanization, disorderly occupations and the verticalization of the city of Belem are some causes of several problems, among them: the reduction of green areas, soil waterproofing and increase in solid waste production. In this context, flooding becomes constant in the municipality, being necessary Public policies that aim to contain them. Therefore, this article aims to identify, map and verify the causes of the flooding in the Cremação district, situated In Belem-PA. For this, were collected data of the sweeping period, daily production of solid residues in the neighborhood and flood points at the Solid Waste Departament (SWD), the public agency in charge by urban drainage of the city's Municipal Office of Sanitation (MOS).Through technical visits carried out in all the streets of the neighborhood, it was found that the superficial drainage and macrodrainage devices are damaged and others with lack of maintenance, in addition to the lack of environmental education of the neighborhood population, disposing solid residues in inadequate locations, thus resulting in the localization of new points of flooding which were not computed by the public organs of the city. Therefore, an update of the data concerning urban drainage in the SWD and MOS system, maintenance of the superficial drainage and macrodrainage devices and public policies what aim correct disposal of the trash are capable of minimizing this problematic.

Keywords: Sanitation. Superficial drainage. Macrodrenage.

INTRODUÇÃO

A industrialização das cidades brasileiras, a mecanização do campo e suas dinâmicas socioespaciais são responsáveis pelo êxodo rural. Consequência disso foi uma intensa urbanização no Brasil com a migração em massa da população do campo para áreas urbanas nos meados do século XX.

Esses migrantes, por não possuírem condições financeiras para habitar as áreas centrais das cidades, atualmente valorizadas com infraestruturas, como de saneamento e mobilidade urbana, deslocaram-se para áreas periféricas, ocupando-as de maneira desordenada.

Essas ocupações urbanas se sustentaram em áreas de várzeas, à beira mar ou em locais de fácil acesso a recursos hídricos, pois tais lugares auxiliam essa população no que se refere ao seu transporte, alimentação, ou utilização desses para fins que se fazem necessários à sua sobrevivência (CANHOLI, 2005a).

O desenvolvimento urbano, desordenado ou não, é responsável por diversos problemas, dentre eles: o aumento da produção de resíduos sólidos em virtude do consumo

desenfreado por parte da população, impermeabilização da superfície e diminuição das áreas verdes.

O uso e ocupação do solo, assim como sua capacidade de permeabilidade, são diretamente afetados pela urbanização, por intermédio, por exemplo, da utilização de pavimentos asfálticos ou de concreto, construções de edificações e outros. Com isso, há alterações no coeficiente de escoamento, deflúvio ou Run-off, o qual determina o escoamento superficial que, de acordo com Wilken (1978), em áreas de cidades densamente construídas com ruas e calçadas pavimentadas, varia entre 0,70 e 0,90, isto é, 70% a 90% do volume de água precipitada é escoada para o sistema de drenagem urbana e o restante é evaporado e infiltrado, sendo características de centros urbanos. Logo, como o valor desse é alto, o solo torna-se praticamente impermeável, alterando assim sua condição natural de infiltração a qual, concomitante à diminuição de áreas verdes, causada pela verticalização das cidades, conforme ressalta Kobayashi *et al.*, (2008a), acabam:

Diminuindo o atrito da água com o solo e aumentando a velocidade de escoamento, reduzindo o tempo que a

água permanece na bacia e a evapotranspiração, e acrescentando o volume de água a ser escoado superficialmente, provocando também erosão (KOBAYASHI *et al.*, 2008, p.1).

Além desses problemas, a pouca permeabilidade do solo contribui para a redução dos níveis dos lençóis subterrâneos, uma vez que diminui o reabastecimento desses pelas águas pluviais pelo processo da infiltração, acarretando o abaixamento do volume dos rios, prejudicando o abastecimento de água de uma cidade.

Desse modo, segundo levantamento feito pela Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB), entre os anos de 2000 a 2008, no Brasil, o número de municípios participantes da pesquisa que informaram possuir ruas pavimentadas cresceu de 78,3% para 94,4%, um aumento de 16,1%. Porém, 27,1% declararam ter sofrido inundações¹ e/ou alagamentos² nos últimos anos, sendo necessários serviços os quais atenuem essa problemática. Braga *et al.*, (2011), afirmam que, para o desenvolvimento de uma sociedade moderna, os serviços de saneamento são critérios

essenciais, porém nem todos os países são capazes de alcançar uma boa qualidade desses serviços, a tal ponto de oferecer uma boa condição de vida a população. Além disso:

No Brasil, o caso não é diferente, pois ele carrega consigo um histórico deficitário, consequência do crescimento desordenado e sem planejamento das cidades (BRAGA *et al.*, 2011, p. 57).

Todos os municípios do Estado do Pará devem ser atendidos por esses serviços, como limpeza e drenagem urbana, pois a Lei nº 7.731 de 20 de setembro de 2013 garante a universalização destes e também conceitua drenagem e manejo de águas pluviais como:

Conjunto de atividades, infraestruturas e instalações integradas e necessárias ao sistema que atende a população de área específica como drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. (PARÁ, 2013).

No entanto, a Unidade Federativa possui um dos piores índices de saneamento básico, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2018a), contemplando apenas 1,18% de tratamento de esgoto, 4,92% de coleta de esgoto, 47,10% de rede de abastecimento de água e a perda deste recurso é de 39,72%.

Por ser cercada pelo rio

¹ Transbordamento das águas de curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea.

² Acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem.

Guamá, Baía do Guajará, igarapés e águas subterrâneas, Belém, capital do Estado do Pará, é afetada pelo fenômeno das marés (TAVARES, 1998). Como resultado disso, alagamentos se fazem presentes principalmente no período mais chuvoso, o qual é compreendido entre os meses de dezembro a maio (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2017).

A cidade de Belém encontra-se em situação alarmante, uma vez que, mesmo possuindo serviços de limpeza urbana e coleta de resíduos sólidos em alguns locais, estes não são capazes de atender toda a demanda da população, resultando em uma disposição inadequada de rejeitos em canais, terrenos abandonados e, repetidas vezes, em cursos d'água. Para Moura (2004), o acúmulo das águas pluviais, o carreamento de lixo pelo sistema de drenagem, além da poluição gerada pelo lançamento de esgotos são causas para a disseminação de doenças em locais onde este sistema de drenagem inexistente ou funciona de forma precária. Além disso, Tucci (1997) comenta que os principais motivos os quais levam a uma má drenagem estão relacionados a problemas de projetos e obstrução do escoamento.

Vários fatores influenciam no carreamento dos resíduos sólidos para o sistema de drenagem urbana, por exemplo: a intensidade pluviométrica, consciência e educação ambiental da população, declividade do terreno, localização das bocas de lobo, limpeza pública, regularidade da coleta dos resíduos e direção do vento (ALLISSON *et al.*, 1998 *apud* COSTA *et al.*, 2015, p. 331).

Portanto, este artigo objetiva identificar, mapear e verificar as causas dos alagamentos no bairro da Cremação em Belém-PA.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Tucci (1995 *apud* ASSUNÇÃO; COUTINHO NETO, 2008, p. 11), o coeficiente de Run-off é determinado mediante a vários fatores, como o tipo do solo, a localização da bacia, a umidade do ar, intensidade da chuva, dentre outros. Ainda de acordo com os mesmos autores:

Adotar o coeficiente de escoamento como sendo uma constante é um tanto que incoerente, devendo ser feito com atenção, pois há variáveis que dependem da região como a intensidade da chuva (ASSUNÇÃO; COUTINHO NETO, 2008, p. 11).

A vazão da água escoada superficialmente pode ser calculada,

conforme Canholi (2005b), em pequenas áreas urbanas, com área abaixo de 1km^2 ($1.000.000\text{m}^2$), recorrendo à Expressão 1.

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (1)$$

Onde:

Q - Vazão de contribuição ($10^{-3}\text{m}^3/\text{h}$);

C - coeficiente de escoamento, deflúvio ou Run-off;

I - Intensidade da chuva para uma duração igual ao tempo de concentração (mm/h);

A - Area a ser drenada (m^2).

É possível observar, na Tabela 1, os valores dos coeficientes de deflúvio para diferentes superfícies.

Tabela 1. Valores dos coeficientes de deflúvio para diferentes superfícies.

Tipo de superfície	Coeficiente de deflúvio (C)
Pavimento asfáltico	0,70 – 0,95
Pavimento de concreto	0,80 – 0,95
Telhados	0,70 – 0,95
Terra sem revestimento	0,20 – 0,90
Estradas sem pavimento	0,15 – 0,30

Fonte: Cetesb (1986), Michelin (1975), Tucci (1995) *apud* ASSUNÇÃO; COUTINHO NETO, (2008) (adaptado).

HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA CIDADE DE BELÉM

A ocupação da cidade de Belém se deu a partir de áreas de rios e igarapés, pois facilitou o

acesso das pessoas aos recursos hídricos, além de servirem como pontos comerciais estratégicos. Para Araújo Júnior (2012), as ocupações portuguesas iniciaram-se a partir do século XVII, partindo do Forte do Presépio situado no Complexo Feliz Lusitânia, onde surgiu o delineamento e direções de suas primeiras ruas.

Na Belle Époque³, no século XIX, Belém vivenciou o auge do seu crescimento econômico ocasionado pela extração da borracha e exportação do látex. Por intermédio disso, a cidade recebeu vários imigrantes em busca de oportunidade de trabalho. Tavares Júnior (2011) comenta que, nessa época, o município passou por um processo de transformação no seu centro urbano, mediante a instalação de equipamentos e serviços urbanos, e por um programa de saneamento e higienização, tudo isso para se adequar ao modelo de cidade francesa, como Paris.

Nos meados do século XX, o Brasil passou por um intenso

³ Expressão francesa que significa “Bela Época”, utilizada no em 1871 com o fim da guerra Franco-Prussiana e em e em 1914, com a primeira guerra mundial. Foi um período de grande otimismo econômico entre os países europeus, como a França, Reino Unido, Itália e Alemanha. Esta época ficou caracterizada com a expansão e progresso tecnológico, científico e cultural.

movimento de êxodo rural por causa da mecanização do campo e a industrialização das cidades. Isso acarretou ao não acompanhamento de políticas públicas relacionadas ao saneamento. Em Belém, observa-se esse fenômeno na construção da estrada Belém-Brasília, recebendo a maior parte dos migrantes da região nordeste objetivando melhores condições de vida.

Devido a isso, Belém possui mais da metade de seus 1.485.732 habitantes residindo em favelas, de acordo com uma pesquisa realizada em 2018 pelo IBGE.

Dados do Instituto Trata Brasil (2018b) mostram que a cidade de Belém, em relação ao serviço de água tratada, 70,41% dos habitantes possuem acesso e apenas 12,62% são referentes à coleta de esgoto, e desses somente 2,67% é tratado. Portanto a maior parte da população não possui acesso à infraestrutura de saneamento em relação ao esgotamento sanitário.

Por consequência, o sistema de drenagem urbana do município encontra-se sobrecarregado, pois, já que a maior parte da população não possui acesso à rede coletora de esgoto, há despejo incorreto deste nos dispositivos superficiais e de

macrodrenagem, por meio de ductos clandestinos, tornando-se, assim, vetores transportadores de resíduos sólidos que obstruem o fluxo da água.

DRENAGEM URBANA E SEUS DISPOSITIVOS

O estudo da drenagem urbana de uma cidade torna-se primordial para sua organização e desenvolvimento, pois se entende drenagem urbana como sendo um conjunto de medidas capazes de diminuir os prejuízos relacionados às inundações e/ou alagamentos, possibilitando um crescimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável.

Os sistemas de drenagem são projetados com o objetivo de proteger as malhas viárias urbanas da ação da água, a qual pode prejudicar a segurança do tráfego de veículos, ameaçar a estabilidade de taludes e acelerar a deterioração dos pavimentos.

Quando há uma precipitação em terrenos impermeáveis, parte da água precipitada é infiltrada, outra evaporada e a maior fração escoar superficialmente para os dispositivos de drenagem superficial. A

drenagem superficial tem como intuito interceptar, redirecionar e captar o fluxo da água precipitada sobre as vias urbanas e áreas adjacentes, transportando-a para uma área segura de deságue. Os dispositivos que a compõe são: sarjetas, bocas de lobo, tubos de ligação, galerias pluviais e poços de visita. A ordem dos dispositivos está de acordo com o trajeto que a água percorre durante a precipitação.

As sarjetas são dispositivos que se aplicam a cortes, aterros e canteiros centrais, geralmente de seção triangular e construídas em terreno natural, em concreto simples ou em paralelepípedos. A função básica delas é transportar as águas pluviais de forma longitudinal ao eixo de malhas viárias e logradouros para as bocas de lobo.

As bocas de lobo são dispositivos em formato de caixas coletoras confeccionadas em concreto ou alvenaria. Para proteger sua entrada de resíduos sólidos, uma vez que estas situam-se em áreas urbanas, são utilizadas grelhas pré-moldadas de concreto ou de ferro fundido dúctil. Sua função é coletar a água pluvial advinda das sarjetas e enviá-la à rede coletora (galerias pluviais) por meio dos tubos

de ligação.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2004), galerias pluviais são dispositivos que integram o sistema de drenagem urbana aos deflúvios ocorridos pelas plataformas rodoviárias, mediante a canalizações subterrâneas, de modo a permitir a livre circulação de veículos. É responsável pela condução, utilizando a gravidade, da água superficial escoada para os coletores de drenagem. Ainda de acordo com o mesmo Departamento, os poços de visita são caixas intermediárias as quais se localizam ao longo da rede a fim de permitir a modificação de alinhamento, dimensões, declividade ou alterações de queda.

Os dispositivos de microdrenagem, ou drenagem superficial, conforme afirma Kobayashi *et al.*, (2008b), se feita a manutenção adequada:

Elimina as inconveniências ou as interrupções das funções ou atividades urbanas devida às inundações (Kobayashi *et al.*, 2008b).

Porém, pela falta de educação ambiental da população, mesmo havendo consciência de seus atos, são afetados com o acúmulo de

resíduos que impedem o curso da água, além do impedimento de coleta de águas pluviais pelas bocas de lobo, acarretando em alagamentos.

CANAIS DE MACRODRENAGEM

Almeida, Masini e Malta (2017) conceituam canal de macrodrenagem como sendo:

Estruturas hidráulicas que possuem o objetivo de conduzir as águas de forma a compatibilizar as necessidades com os volumes disponíveis no tempo e no espaço [...]. Os canais podem ainda funcionar como um dispositivo de armazenamento, atrasando a onda de cheia (ALMEIDA; MASINI; MALTA, 2017, p.136).

Seus revestimentos podem ser de gramado, solos, rochas, concreto e gabiões (TUCCI, 2012).

Os canais de macrodrenagem, por serem responsáveis pela drenagem da água pluvial, evitam a perpetuação de doenças e danos a residências e utensílios por conta dos alagamentos.

Podem possuir várias formas de seção, como retangular, trapezoidal, circular e triangular. As mais predominantes no Brasil são as retangulares e trapezoidais.

Como exemplo, pode-se utilizar o canal da 14 de março (Figura 1), no trecho entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Mundurucus, no bairro da Cremação, na cidade de Belém, no Estado do Pará, o qual possui revestimento de concreto e seção retangular.



Figura 1. Canal da 14 de março, entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Mundurucus.

METODOLOGIA

A cidade de Belém localiza-se na parte oriental da região Amazônica, na latitude de 1°27'21"S e longitude 48°30'16"W, estando de forma estratégica posicionada na foz do Rio Amazonas. Possui clima, segundo a classificação de Koppen, do tipo Am, caracterizado como tropical chuvoso de monção, com temperatura média, máximas e mínimas do ar no período de 1967 a 1996 de 26,4°C, 31,8°C e 21,9°C, respectivamente, revelando pouca variabilidade térmica anual (BASTOS *et al.*, 2002). Ainda segundo os mesmos autores, referindo-se à pluviosidade:

Os totais de chuva anual no período de 1967 a 1996, oscilaram entre 2.188mm, em 1983, e 3.980mm, em 1989, e com a média do período alcançando valor de 3.001mm (BASTOS *et al.*, 2002, p. 20).

Os dados mais recentes de pluviosidade e temperatura referem-se à camada Estadual e não Municipal, a qual é o objeto de estudo.

Para o estudo, foi selecionado o bairro da Cremação, o qual se situa na zona sul do espaço urbano de Belém, com cotas de nível compreendidas entre 1-17m, apresentando um quadro de pobreza e violência, resultado da diferença de distribuição de renda e serviços urbanos.

O bairro, de acordo com o art. 1º da Lei nº 7.806 de 30 de junho de 1996:

Compreende a área envolvida pela poligonal que tem início na interseção da Trav. Quintino Bocaiúva com a Av. Conselheiro Furtado, segue por esta até a Trav. 14 de Abril, flete à direita e segue por esta até a Rua Silva Castro, flete à direita e segue por esta até a Trav. 3 de Maio, flete à esquerda e segue por esta até a Pass. Mucajás, flete à direita e segue por esta até a Trav. 9 de Janeiro, flete à direita e segue por esta até a Pass. Umariz, flete à esquerda e segue por esta até a Pass. Teixeira, flete à esquerda e segue por esta até a Trav. 14 de Março, flete à direita e segue por esta até a Pass. São Silvestre, flete à esquerda e segue por esta até a Pass. Rodolfo Albino, flete à esquerda, segue e retoma a Pass. São Silvestre, segue por esta até a Trav. Pe. Eutíquio, flete à direita e segue por esta até a Pass. Pinheiro, flete à direita e segue por esta até a Trav. Dr. Moraes, flete à esquerda e segue por esta até a Rua Conceição, flete à direita e segue por esta até a Trav. Quintino Bocaiúva, flete à esquerda e segue por esta até o início da poligonal (BELÉM, 1996).

O local de estudo possui uma área de 1,46km² (1.460.000m²), além de ser caracterizado por ter vários lugares de baixada, sendo 0,77km² (770.000m²), segundo dados de 2012 do IBGE. Possui 31.264 habitantes (IBGE, 2010), gerando cerca de 26 toneladas (26.000kg) de resíduos sólidos diariamente.

Seu processo de urbanização contribuiu para o aumento de periferias, típicas ocupações de pessoas de baixa renda, a partir da construção de palafitas às margens de

rios e canais, portanto as condições de moradia são insalubres. As baixadas são áreas cujas cotas altimétricas estão entre 5 e 10m e são caracterizadas como locais propícios a inundações e alagamentos no período de grandes quantidades de chuva (PENTEADO, 1968).

A área de estudo (Figura 2) passou por medidas estruturais do Programa de Saneamento da Bacia da Estrada Nova, abrangendo as sub-bacias II, com os canais da Quintino Bocaiúva, 14 de março, Dr. Moraes e parte da Bernardo Sayão sendo os principais, e III, com o canal da 3 de maio sendo o principal.

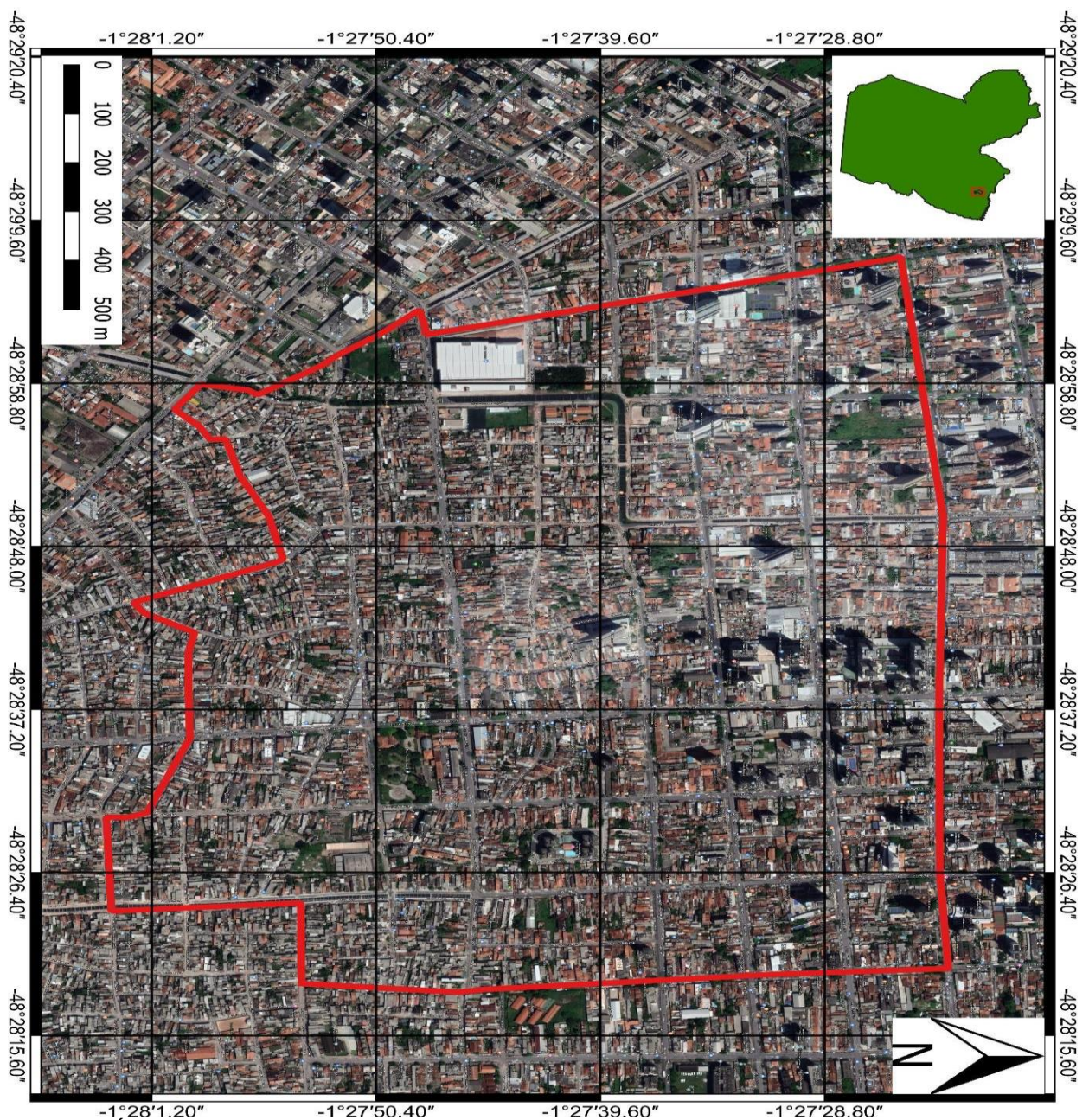


Figura 2. Área de estudo.

Apesar disso, alagamentos ainda são constantes em diversas ruas. A partir do levantamento da área de estudo, dimensionada com o programa Google Earth Pro conjunto ao software Qgis 2.18, foi feita uma visita técnica para fins de coleta de dados no Departamento de Resíduos Sólidos (DRES), órgão responsável pela área de drenagem urbana da Secretaria Municipal de Saneamento (SESAN) do município de Belém. Dentre esses, foram coletadas informações referentes ao período de varrição urbana, a estimativa diária de produção de resíduos sólidos pelos habitantes e os pontos de alagamento reconhecidos pelo órgão.

Após a delimitação da área a ser estudada, foram feitas visitas técnicas nesta com objetivo de conferir se os pontos de alagamento repassados pelo DRES, localizados na Avenida Alcindo Cacela, entre a Rua São Miguel e a Passagem Umariz; Rua dos Mundurucus, entre a Avenida Alcindo Cacela e a Travessa 14 de Março; Rua Engº Fernando Guilhon (chamada de Rua Conceição pela Lei 7.806 de 30 de junho de 1996), entre a Travessa 14 de março e a Travessa Quintino Bocaiúva; Avenida Alcindo Cacela, entre a Rua dos Mundurucus e a Rua dos Pariquis; Rua dos Pariquis,

entre a Avenida Alcindo Cacela e a Travessa 9 de Janeiro; Travessa 9 de janeiro, entre a Rua dos Pariquis e a Rua dos Mundurucus e a Rua dos Mundurucus, entre a Travessa 9 de Janeiro e a Avenida Alcindo Cacela, se confirmam nessas localidades, além de buscar possíveis novos pontos, coletando informações da população residente no bairro e a averiguação em dias de chuva e, posteriormente, identificar as causas dos alagamentos nesses pontos.

Na área, foram estudados os quatro canais que o recortam, dentre eles o da Generalíssimo Deodoro (linhas em verde), tendo sua extensão iniciando na Rua dos Caripunas e terminando na Travessa Dr. Moraes; 14 de março (linhas em azul), entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Caripunas; Caripunas II (linhas alaranjadas), entre a Travessa 14 de março e a Avenida Generalíssimo Deodoro e da 3 de maio (linhas em amarelo), entre a Rua Engº Fernando Guilhon e a Rua Silva Castro, evidenciados na Figura 3, verificando a qualidade do funcionamento destes dispositivos de macrodrenagem. Além desses, foram verificados os dispositivos de microdrenagem, como bocas de lobo e sarjetas, verificando a qualidade do seu funcionamento.

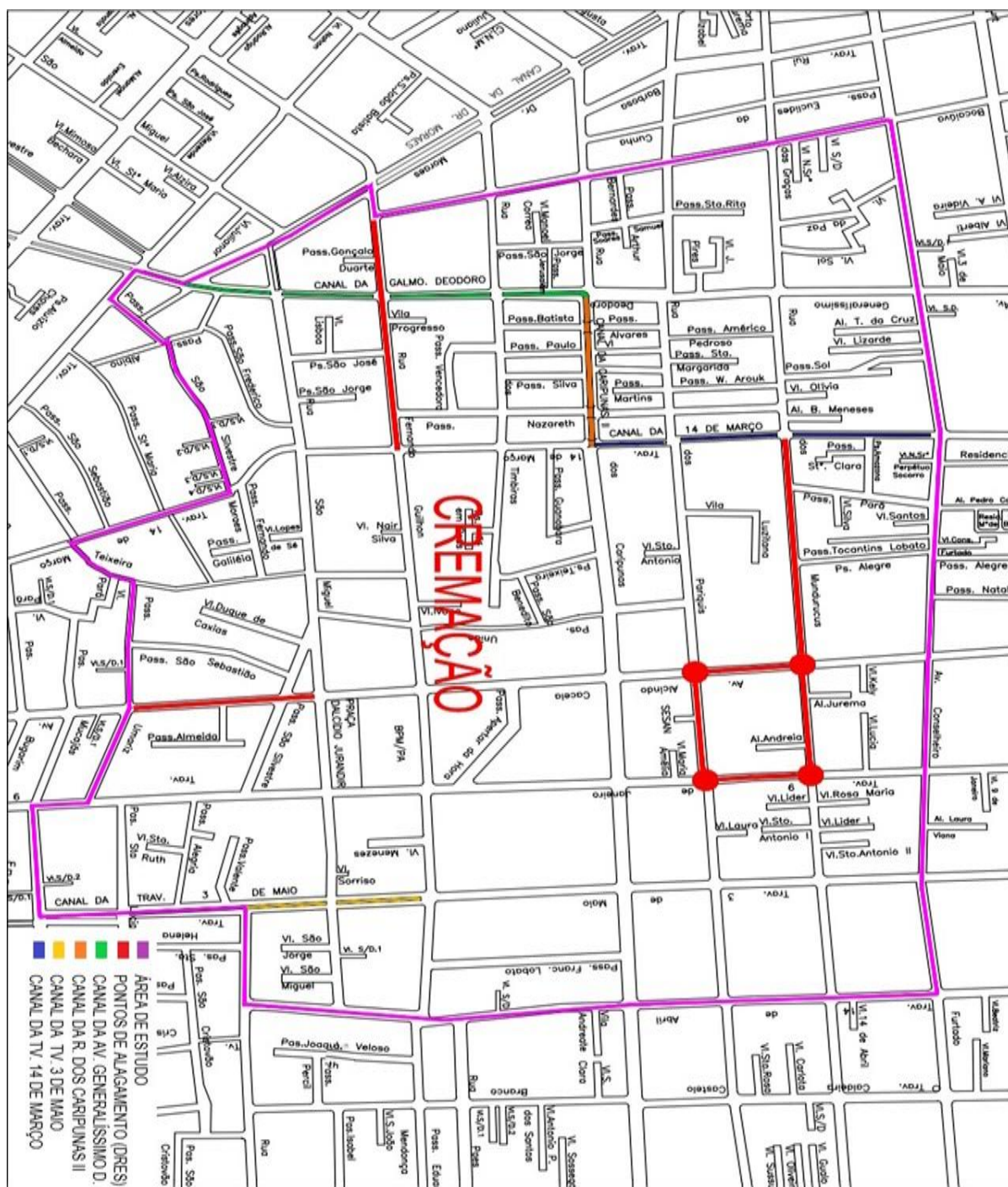


Figura 3. Canais de macrodrenagem estudados e localização dos pontos de alagamento segundo DRES.

Fonte: Departamento de Resíduos Sólidos (2018).

Em seguida, confeccionou-se um quadro que contém o número de pontos de alagamento encontrados, a localização e a referência, ou seja, quais pontos pertencem ao banco de dados do DRES e aqueles que foram

encontrados pelos autores, para fins de organização dos dados coletados. Na última parte do trabalho, fazendo jus ao objetivo geral, foi elaborado um mapa, com o software Qgis 2.18 e informações do bairro obtidas pelo

Google Earth, contendo as cotas topográficas, em curvas de nível, findando identificar quais áreas são desfavoráveis topograficamente, ou seja, as que sofrem constantemente por alagamentos, e também com a localização dos novos pontos de alagamento, incluindo os pontos reconhecidos pelo DRES, para constatar se o banco de dados do Departamento encontra-se atualizado nesta questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 30 novos pontos de alagamento, além de seis já

registrados no DRES. De acordo com essa informação, levou-se à conclusão de que há um funcionamento precário dos dispositivos de microdrenagem (Figura 4) e de macrodrenagem.

Nota-se, na Figura 4A, que há um acúmulo de resíduos sólidos na sarjeta, isso acontece por consequência da falta de educação ambiental referente à disposição adequada dos resíduos sólidos da população local, além da falta de fiscalização por parte dos moradores e do poder público, acarretando em obstruções no fluxo da água e no transporte desses para as bocas de lobo, em períodos chuvosos.



Figura 4. Dispositivos de drenagem superficial.

Além disso, há falta de manutenção estrutural, principalmente

em bocas de lobo (4B), com a submersão desta na água, decorrente

do recalque estrutural. É possível visualizar a total obstrução do dispositivo (4C). Percebe-se também a ausência de limpeza das grelhas de contenção de resíduos (4D). Nesse sentido, com a amontoação de rejeitos, a submersão na água e a falta de manutenção estrutural desses dispositivos, dificulta-se a coleta de água pluvial, aumentando, portanto, a identificação de novos pontos de alagamento.

Os dispositivos de macrodrenagem também são afetados pela falta de educação ambiental e também de serviços essenciais, como a coleta de lixo e varrição urbana.

Já nos canais de macrodrenagem, é perceptível o acúmulo de resíduos despejados em suas margens (Figura 5A) por parte da população do bairro. Esta prática é ilegal, segundo a Lei n° 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, é inafiançável e incorre em pena de um a cinco anos de reclusão e multa.

A presença de ductos clandestinos (5B) de esgotamento sanitário⁴ aumenta a vazão de projeto e, portanto, a carga hidráulica prevista

do canal. Desse modo, a presença dessas canalizações ilegais neste dispositivo acarreta a poluição hídrica das águas pluviais coletadas pelos canais, já que esses ductos lançam efluente de esgoto, advindos das residências e indústrias, sendo totalmente prejudicial à população por conta da contaminação da água e poluição visual.

O art. 9°, parágrafo primeiro, da Lei n° 7.940 de 19 de janeiro de 1999 em Belém decreta:

Fica vedado o lançamento de esgoto in natura nas redes de águas pluviais, rios, valões e canais de drenagem, qualquer que seja o caso (BELÉM, 1999).

Entretanto, o artigo referido foi vetado, anulando a validade dos seus parágrafos subsequentes, favorecendo ainda mais as ligações clandestinas na rede drenagem e nos canais de macrodrenagem e desfavorecendo a população, pois causa prejuízos a ela. Assim é possível afirmar que, além da falta de fiscalização por parte da concessionária prestadora de serviços relacionados ao esgoto no Estado do Pará, no caso, a Companhia de Saneamento do Pará (Cosanpa), para a retirada dos ductos e da população contribuindo com denúncias, há principalmente a precariedade da educação ambiental dos moradores

⁴ Esgoto proveniente de instalações sanitárias de estabelecimentos domésticos, comerciais e industriais. Insere-se também nessa classificação os efluentes líquidos cujas propriedades apresentem características semelhantes com os esgotos domésticos.

residentes no bairro, pois as canalizações clandestinas são provenientes das próprias residências, indústrias e pontos comerciais dos indivíduos, podendo ser intencional ou não. Por fim, foi possível observar, por intermédio da Figura 5, o assoreamento (5C) em todos os canais estudados, causados pela falta de dragagem e a falta de varrição em seu entorno (5D), fazendo com que os canais de macrodrenagem possuam sua capacidade máxima de volume hídrico, acarretando seu transbordamento em dias de chuvas conjuntas com maré alta, como no caso, de acordo com a comunidade local, do canal da Caripunas II.

TRANSTORNOS CAUSADOS PELOS ALAGAMENTOS

Segundo o relatório de impacto ambiental – RIMA – (PREFEITURA DE BELÉM, 2006), a macrodrenagem da Estrada Nova, situada em Belém, contemplará 10 bairros com projetos os quais visam a melhorar o saneamento básico e prevenir os pontos de alagamentos. O bairro da cremação está inserido na política pública, porém os alagamentos ainda se fazem presentes e provocam inúmeros prejuízos, dentre eles englobam-se: impactos ambientais, malefícios à saúde humana e problemas nas construções, serviços e economia local (FREITAS; XIMENES, 2012a).



Figura 5. Canais de macrodrenagem.

Os alagamentos afetam o funcionamento dos serviços de coleta de resíduos sólidos, causando sua aglomeração e, portanto, ocasiona impactos ambientais, como a poluição hídrica, pelos vetores de contaminação química e biológica (FREITAS; XIMENES, 2012b). Ademais, sua concentração inapropriada contribui para o aumento de doenças infecciosas e parasitárias. Os alagamentos compactuam para a dispersão dessas doenças.

Problemas às infraestruturas são ocasionados pela abundância de água, por causa de intensas chuvas

acompanhadas de maré alta. Dessa forma, bens materiais de moradores são danificados, como também as vias urbanas, construções e propriedades comerciais. Portanto, diversos setores de serviços são impedidos de funcionar, consequentemente afetando a economia e a população que necessita deles. Além disso, em pontos alagáveis, notou-se uma confecção de barreiras de contenção da água, pelos próprios moradores (Figura 6), a fim de se protegerem dos alagamentos, com objetivo de impedir que ela entre nas residências.



Figura 6. Confecção de barreira de contenção da água (seta vermelha).

Alguns prejuízos são causados devido, também, à falta de atualização

dos dados referentes ao funcionamento da drenagem urbana

por parte do poder municipal e, assim, há falta de serviços neste tipo de vertente do saneamento, tornando-se comum o diagnóstico de novos pontos de alagamento no bairro, diferentes daqueles já computados pelos órgãos públicos responsáveis. Desta forma, em casos de precipitação acompanhada de maré alta, ruas do bairro ficam tomadas pelos alagamentos (Figura 7), como por exemplo o trecho da Avenida Alcindo Cacela, entre a Rua dos Mundurucus e a Rua dos Pariquis (7A), a Rua dos Mundurucus entre a Avenida Alcindo Cacela e a Travessa 14 de março (7B), a Passagem Alegre entre a Rua dos Mundurucus e a Avenida

Conselheiro Furtado (7C) e a Passagem Pará, entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Mundurucus (7D), nas quais os alagamentos ocasionam a dificuldade da fluidez do trânsito e na locomoção de pedestres, prejuízos ao comércio local, moradias e transmissão de doenças de veiculação hídrica.

Observam-se, por intermédio da Figura 7, apenas quatro dos 36 pontos de alagamentos totais no bairro, sendo seis no DRES e 30 encontrados pelos autores. No Quadro 1 é possível notar a localização de todos eles, dispostos em ordem alfabética, além de referenciar quais estão no banco de dados do Departamento.



A) Avenida Alcindo Cacela entre a Rua dos Mundurucus e a Rua dos Pariquis.



B) Rua dos Mundurucus entre Alcindo Cacela e 14 de Março.



C) Passagem Alegre, Entre a Rua dos Mundurucus e a Avenida Conselheiro Furtado.



D) Passagem Pará entre a Avenida Conselheiro Furtado e a Rua dos Mundurucus.

Figura 7. Ruas do bairro alagadas.

Ponto	Local	Referência
1	Av. Alcindo Cacela, entre R. dos Mundurucus até a R. Dos Pariquis	DRES
2	Av. Alcindo Cacela, entre R. São Miguel até Pass. Umariz	DRES
3	Av. Eng. Fernando Guilhon, entre Tv. 14 de Março até a Tv. Quintino Bocaiúva	DRES
4	Rua dos Mundurucus, entre Av. Alcindo Cacela. até a Tv. 14 de Março	DRES
5	Rua dos Pariquis, entre Av. Alcindo C. até a Trav. 9 de Janeiro	DRES
6	Trav. 9 de Janeiro, entre R. dos Mundurucus até a Rua. dos Pariquis	DRES
7	Av. Alcindo Cacela, entre Av. Conselheiro F. até a Rua. dos Mundurucus	AUTORES
8	Av. Conselheiro Furtado, entre Av. Alcindo C. até a Tv. 14 de Março	AUTORES
9	Passagem Alegre	AUTORES
10	Passagem Amazônia	AUTORES
11	Passagem Américo Pedroso	AUTORES
12	Passagem Antônio Bernardes	AUTORES
13	Passagem Fé em Deus	AUTORES
14	Passagem Gilardi Álvares	AUTORES
15	Passagem Gonçalo Duarte	AUTORES
16	Passagem Guanabara	AUTORES
17	Passagem Nazaré, entre Av. Eng. Fern. Guilhon até Rua. dos Mundurucus	AUTORES
18	Passagem Pará	AUTORES
19	Passagem Paulo VI	AUTORES
20	Passagem Samuel Soares	AUTORES
21	Passagem Santa Margarida	AUTORES
22	Passagem São José	AUTORES
23	Passagem Silva	AUTORES
24	Passagem Teixeira	AUTORES
25	Passagem Tocantins Lobato	AUTORES
26	Passagem Waldemar Arouk	AUTORES
27	Rua dos Caripunas, entre Tv. 14 de Março até a Tv. Quintino Bocaiúva	AUTORES
28	Rua dos Pariquis, entre Av. Alcindo Cacela até a Tv. Quintino Bocaiúva	AUTORES
29	Rua dos Timbiras, entre Av. Generalíssimo Deodoro. até a Pass. Fé em Deus	AUTORES
30	Trav. Quintino Bocaiúva, entre Rua. dos Caripunas até a Rua. dos Mundurucus	AUTORES
31	Tv. 14 de Março, entre Av. Eng. Fernando. Guilhon até a R. dos Caripunas	AUTORES
32	Vila Andrei	AUTORES
33	Vila Luzitana	AUTORES
34	Vila Santa Clara	AUTORES
35	Vila Santos	AUTORES
36	Vila Silva	AUTORES

Quadro 1. Número de pontos de alagamento, localização e referência.

Juntando os pontos de alagamento encontrados no Quadro 1, no mapa (Figura 8), torna-se visível a localização detalhada de todos estes na área de estudo. A mesma Figura contém as cotas topográficas,

sinalizadas por curvas de nível, com finalidade de identificar quais vias urbanas do bairro possuem topografia desfavorável, ou seja, as que recebem água de cotas superiores pela ação da gravidade.

LOCALIZAÇÃO DETALHADA DOS PONTOS DE ALAGAMENTO E COTAS TOPOGRÁFICAS DO BAIRRO DA CREMAÇÃO, EM BELÉM

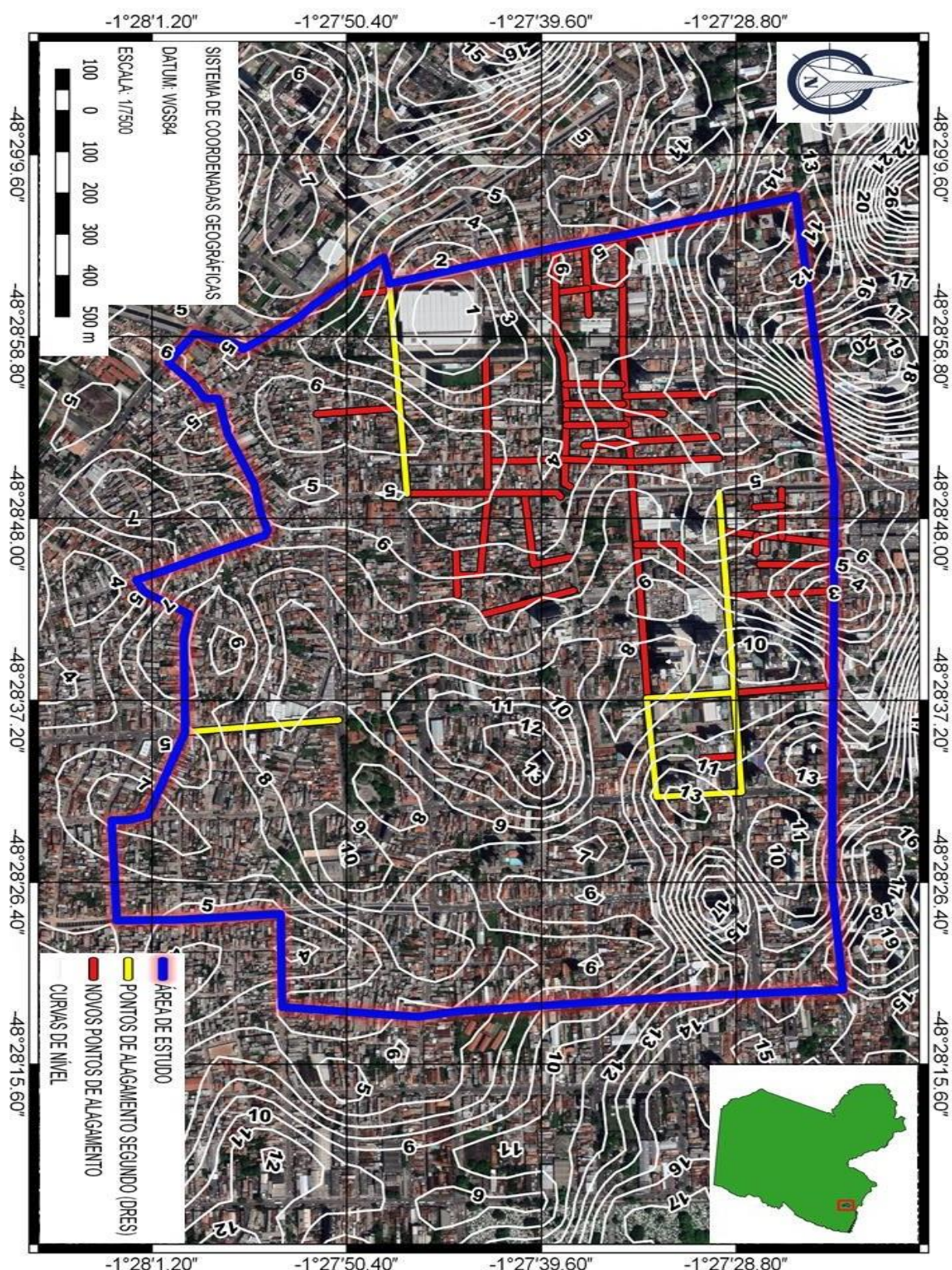


Figura 8. Localização detalhada dos pontos de alagamento e cotas topográficas do bairro.

As características físicas e naturais da Cremação são as causas primordiais dos alagamentos os quais ocorrem continuamente no local. Por causa disso, muitas áreas do bairro encontram-se em lugares desfavoráveis, ou seja, em cotas topográficas com baixas altitudes em relação ao nível do mar, favorecendo, ainda mais, em novos pontos de alagamento no período chuvoso coincidente com maré alta. As cotas de nível topográfico onde foi identificada a maioria dos novos pontos encontra-se entre 1 e 5 metros em relação ao nível do mar, portanto condizem com a situação atual do bairro que se encontra em zona de baixada.

Logo, é possível observar na Figura 8 que, de um total de 1,46 km² (1.460.000 m²) de área do bairro, 34,04% desta é tomada por alagamentos devido a cotas topográficas desfavoráveis, obstruções em dispositivos de drenagem superficial e de macrodrenagem, falta de educação ambiental da população, dentre outros.

O ponto mais desfavorável topograficamente, visualizado na Figura 8, localiza-se na cota 1, com área de 0,074 km² (74.000 m²). Nele, insere-se a Rua Engº Fernando

Guilhon, entre a Avenida Generalíssimo Deodoro e a Travessa 14 de março (Figura 9). Por se tratar de um ponto de jusante, ocorrem alagamentos constantes no perímetro, uma vez que a água pluvial das cotas topográficas superiores se desloca para este pela ação da gravidade.

Além desse problema, há também a falta de sensibilidade e educação ambiental da população em relação ao despejo adequado de resíduos sólidos, notada na Figura 9, uma vez que, mesmo o local citado sendo contemplado com serviços de coleta de lixo e limpeza urbana, minutos após, ocorre um novo acúmulo dos mesmos resíduos, contribuindo, assim, para a proliferação de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose.

A Lei nº 7.055, de 30 de dezembro de 1977, a qual institui o código de posturas da cidade de Belém, em seu artigo 29, declara:

É dever de todo cidadão respeitar os princípios de higiene e de conservação dos logradouros e vias públicas (BELÉM, 1977).

Portanto, depositar resíduos sólidos em locais inapropriados, impedindo a passagem de pedestres ou de veículos automotivos está em desacordo com a lei do código de posturas do município.



Figura 9. Rua Engenheiro Fernando Guilhaon entre a Avenida Generalíssimo Deodoro e a Travessa 14 de março (cota 1).

CONCLUSÃO

A cidade de Belém possui diversos problemas com relação ao sistema de drenagem. Juntamente a isso, tem-se as fortes chuvas acompanhadas de maré alta, logo, o escoamento da água pluvial é intensificado. A bacia hidrográfica da Estrada Nova é caracterizada com cota altimétrica baixa e nela insere-se o bairro da Cremação, favorecendo a localização de novos pontos de alagamentos.

Todavia, no banco de dados do DRES, constam apenas seis pontos, diferentes daqueles encontrados pelos autores, que foram 30, totalizando 36.

Nesse contexto, é necessária uma atualização no sistema de dados do órgão a fim de registrar os novos encontrados, com intuito de encaixá-los em políticas públicas que visam a sanar as problemáticas referentes à drenagem urbana.

Por conta dos impactos causados pela urbanização, são de extrema importância manutenções dos dispositivos de drenagem superficial e de macrodrenagem com objetivo de, referindo-se à macrodrenagem, conter o assoreamento dos canais por uma frequente retirada de entulhos com a dragagem, aumentando a capacidade de escoamento hídrico e, conseqüentemente, evitando seu

transbordamento. Já nos dispositivos de drenagem superficial, é necessária a limpeza das sarjetas e manutenção nas bocas de lobo, o que inclui: a limpeza das grelhas de contenção de resíduos sólidos e reformas ou substituição nas que estão danificadas para evitar a aglomeração de resíduos que impedem a captação da água pluvial.

Pelo observado na Figura 9, na qual é flagrante o crime ambiental pela da disposição inadequada de resíduos sólidos, é primordial a punição dos envolvidos nesta prática pelos serviços de fiscalização sanitária e a promoção, por parte do poder público, de ações de sensibilização e educação ambiental para a população local, com projetos de revitalização nos quais envolva sua participação em pontos críticos de acúmulo de resíduos. Ademais, a inserção de lixeiras seletivas, em diversos pontos do bairro, com avisos contendo informações acerca do descarte correto, ajudará a conter seu acúmulo excessivo, responsável por prejuízos no sistema de drenagem urbana do bairro, como o carreamento desses para os dispositivos superficiais e de macrodrenagem.

Por fim, é necessária a intensificação de fiscalizações

relacionadas ao despejo inadequado de efluentes sanitários, pelos ductos clandestinos, para adequá-las às normas vigentes, evitando a poluição hídrica, visual e acúmulo de resíduos sólidos, punindo os responsáveis por esta prática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, G.H.T.D.; MASINI, L.S.; MALTA, L. R. S. **Hidrologia e Drenagem**. Editora e Distribuidora Educacional S.A, 200 p, 2017. ISBN: 978-85-8482-863-0.

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: 27 jan. 2019.

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. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/389773/1/OrientalDoc128.pdf>. Acesso em 23 jan. 2019.

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

_____. Lei municipal nº 7.806, de 30 jul. de 1996. **Delimita as áreas que compõem os bairros de Belém, revoga a lei nº 7245/84, e dá outras providências.** Câmara Municipal de Belém, 1996.

_____. Lei municipal nº 7.940, de 19 de jan. de 1999. **Dispõe sobre os serviços e obras para coleta, tratamento e disposição final de esgoto sanitário no município de Belém e dá outras providências.** Câmara Municipal de Belém, setembro de 1999.

BRAGA, A. S.; CUNHA E. O.; NASCIMENTO, T. C. S.; GUIMARÃES, M. L. M. Análise Situacional da Provisão de Abastecimento de Água do Programa de Aceleração do Crescimento no Pará. Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará: **ENGRENAGEM**, v. 1, n. 1, p. 47 a 58, junho de 2011. ISSN 2236-4757.

BRASÍLIA. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Diário Oficial da União, fev. 1998.

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

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. Disponível em: http://portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2413/2268>. Acesso em: 27 jan. 2019. Doi: <http://dx.doi.org/10.19177/rqsa.v4e22015329-344>.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Drenagem – Dispositivos de Drenagem Urbana – Especificação de Serviço.** Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: http://ipr.dnit.gov.br/normasmanuais/normas/especificacao-de-servicos-es/dnit030_2004_es.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2019.

FREITAS, C. M.; XIMENES, E. F. Enchentes e saúde pública – uma questão na literatura científica recente das causas, consequências e respostas para prevenção e mitigação. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p.1601-1615, março 2012.

GO ASSOCIADOS. **Ranking do saneamento instituto trata Brasil 2018.** São Paulo, 2018. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/images/estudos/itb/ranking2018/relatoriocompleto.pdf>. Acesso em: 28 dez. 2018.

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: 15 dez. 2018.

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

_____. **Características gerais da população.** Censo Demográfico, 2012.

_____. [IBGE divulga as Estimativas de População dos municípios para 2018.](#) Consultado em 04 de março de 2019.

KOBAYASHI, F. Y.; FAGGION, F. H. M.; BOSCO, L. M.; CHIRINÉA, M. L. B.; FERNANDES, M. **Drenagem Urbana Sustentável.** p. 1-16, São Paulo, 2008.

MOURA, P. M. **Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana.** UFMG. 2004.

PARÁ. Lei Estadual nº. 7.731, de 17 de dez. de 2013. **Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento Básico e dá outras providências.** Diário Oficial do Estado do Pará, setembro de 2013.

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. **Orla da Estrada Nova – Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.** Secretaria Municipal de Urbanismo, Belém-PA, 2006.

SOUZA JÚNIOR, J. A.; NECHET, D.; OLIVEIRA, M. C. F.; ALBUQUERQUE, M. F. Estudo do comportamento da temperatura e precipitação nos períodos chuvosos e menos chuvosos em Belém-PA em anos de fortes eventos de El niño e la niña. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v.5, fev.2017. ISSN 2237-8642.

TAVARES, J. P. N. Enchentes repentinas na cidade de Belém-PA: condições climáticas associadas e impactos sociais no ano de 1987. **Caminhos de Geografia.** Uberlândia, v. 9, n. 28. p. 1 – 6, 1998.

TAVARES JÚNIOR, R. W. A carroça e o bonde: encontros e desencontros culturais na Belém da belle époque. **Anais do XXVI Simpósio Nacional de História ANPUH**, São Paulo, julho de 2011.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS; abril de 2012.

_____. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, jul./dez. 1997.

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