

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO - CAMPUS CODÓ
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS HUMANAS/HISTÓRIA

JOSÉ FERNANDO SOUSA

O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANO DE CODÓ-MA NOS BAIROS
SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA: a problemática dos alagamentos e das enxurradas

CODÓ – MA
OUTUBRO/2021

JOSÉ FERNANDO SOUSA

O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANO DE CODÓ-MA NOS BAIROS
SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA: a problemática dos alagamentos e das enxurradas

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Humanas-História da Universidade Federal do Maranhão, Campus de Codó, como requisito para a obtenção do título Licenciado em Ciências Humanas-História.

Orientador: Prof. Dr. Alex de Sousa Lima

CODÓ – MA
OUTUBRO/2021

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Sousa, José Fernando.

O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANO DE CODÓ-MA NOS BAIROS SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA : a problemática dos alagamentos e das enxurradas / José Fernando Sousa. - 2021.

53 p.

Orientador(a): Alex de Sousa Lima.

Monografia (Graduação) - Curso de Ciências Humanas - História, Universidade Federal do Maranhão, Codó, 2021.

1. Águas pluviais. 2. Alagamentos. 3. Drenagem pluvial urbana. I. Lima, Alex de Sousa. II. Título.

JOSÉ FERNANDO SOUSA

O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANO DE CODÓ-MA NOS BAIRROS
SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA: a problemática dos alagamentos e das enxurradas

Monografia apresentada ao Curso de
Licenciatura em Ciências Humanas-História
da Universidade Federal do Maranhão,
Campus de Codó, como requisito para a
obtenção do título de graduado em
Licenciatura em Ciências Humanas-História.

Codó-MA, 08 de outubro de 2021.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Alex de Sousa Lima (orientador)
UFMA/Campus VII

Profª. Esp. Auíse Guhen Moreira Bento
Prefeitura Municipal de Codó – Secretaria de Educação, Ciência, Tecnologia e Inovação –
SEMECTI

Profª. Dra. Fabiana Pereira Correia
UFMA/Campus VII

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus pelo dom da vida e pela força e coragem proporcionado até minha chegada aqui.

À minha família, pelo incentivo e apoio especialmente à minha mãe Iris Genildes Sousa e meu falecido avô, Elpidio Rodrigues, que nos primeiros anos de república estudantil ajudaram financeiramente.

Às amigas construídas durante minha estadia nas repúblicas ao longo do curso. E, principalmente, a uma pessoa que é muito especial na minha vida, Ana Glizelda, que sempre esteve ao meu lado, incentivando, aconselhando e que nunca me permitiu desistir do curso quando me encontrava em momentos de fragilidade.

Agradeço aos sujeitos da pesquisa, moradores dos bairros Santa Lúcia e Santo Antônio, que por terem me recebido nas suas residências e pelas informações para o preenchimento dos questionários.

Agradeço ao meu orientador o professor Alex de Sousa Lima, pela paciência durante toda a trajetória de desenvolvimento desta monografia, pois contribuiu muito para o meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta e indireta, contribuíram para a minha formação durante a graduação.

Dedico este trabalho a minha mãe, Iris Genildes Sousa, mulher guerreira que me ensinou a ser forte para vencer os obstáculos da vida para chegar ao sucesso, mesmo nos momentos de dor.

“Sua luta não termina quando sentir cansaço, mas
sim quando atingir o sucesso tão merecido”.
(Winston Churchill)

RESUMO

A drenagem de águas pluviais é uma questão constante nas pautas das agendas políticas e acadêmicas devido às suas consequências diversas sobre a organização e gestão da cidade. Nesse sentido, o estudo teve como objetivo geral analisar o sistema de drenagem pluvial urbano dos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia, Codó-MA. Metodologicamente desenvolveu-se o estudo em duas etapas: a primeira foi a revisão crítica da literatura e de documentos envolvendo a temática; a segunda foi o trabalho de campo/laboratório com a visita técnica a campo, a produção de documentos cartográficos e a aplicação de questionários. Como resultados pode-se elencar os seguintes: declividade variando de Suave ondulado a Plano o que facilita o acúmulo de água nas vias; o processo de ocupação dos bairros que potencializou a ocorrência de alagamentos; a deficiência nos serviços de coleta e tratamento do esgoto, que contamina o escoamento pluvial; baixa eficiência da drenagem das águas pluviais; alagamentos generalizados no bairro Santo Antônio com aspectos diversos. Conclui-se que é necessário um amplo investimento estrutural e não-estrutural na correção dos problemas relacionados à drenagem nos bairros citados, ou parte deles.

Palavras - chave: Drenagem pluvial urbana. Alagamentos. Águas Pluviais.

ABSTRACT

Rainwater drainage is a constant issue on the agendas of political and academic agendas due to its diverse consequences on the organization and management of the city. In this sense, the study aimed to analyze the urban rainwater drainage system in the neighborhoods of Santo Antônio and Santa Lúcia, Codó-MA. Methodologically, the study was developed in two stages: the first was a critical review of the literature and documents involving the subject; the second was the field/laboratory work with technical field visits, the production of cartographic documents and the application of questionnaires. As a result, the following can be listed: declivity varying from Smooth to Flat, which facilitates the accumulation of water on the roads; the process of occupation of the neighborhoods that increased the occurrence of flooding; the deficiency in the sewage collection and treatment services, which contaminates the rainwater runoff; low efficiency of rainwater drainage; widespread flooding in the Santo Antônio neighborhood with different aspects. It is concluded that a large structural and non-structural investment is needed to correct the problems related to the drainage in the mentioned neighborhoods, or part of them.

Keywords: Urban rainwater drainage. Flooding. Stormwater.

LISTA DE SIGLAS

CF - Constituição Federal

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

M1 - Morador 1

OMS - Organização Mundial da Saúde

PDAP - Plano Diretor de Águas Pluviais

PDDU - Plano Diretor de Drenagem Urbana

PDU's - Planos Diretores de Urbanização

PIB - produto interno bruto

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Localização da área de estudo em Codó-MA.....	28
Figura 02: Altitude e declividade de Codó-MA	29
Figura 03: Localização das ruas e travessas com problemas de alagamentos no bairro Santo Antônio, Codó-MA	30
Figura 04: Localização das ruas com problemas de alagamentos no bairro Santa Lúcia, Codó-MA.....	31
Figura 05: Pavimentação das ruas nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia, Codó-MA....	32
Figura 06: Tempo de Residência no Bairro/Rua.....	33
Figura 07: Evolução da ocupação urbana do bairro Santa Lúcia. A) ano de 2013; B) ano de 2020	34
Figura 08: Disposição dos dados sobre alagamentos em períodos chuvosos para os bairros Santo Antônio e Santa Lúcia	34
Figura 09: Registro de duas ruas do bairro Santo Antônio no período chuvoso. (a) 1ª Trav. Goiânia; (b) Rua Maria da Glória	35
Figura 10: Casas afetadas por alagamentos em período chuvoso.....	36
Figura 11: Eventos de alagamentos nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia.....	37
Figura 12: Destaques para situações problema com o descarte irregular de resíduo sólido. (a) Bairro Santa Lúcia: Trecho com acúmulo de lixo doméstico; (b) Bairro Santo Antônio: acúmulo de lixo e matagal próximo a linha férrea. (c) Bairro Santo Antônio: trecho com indícios de alagamento decorrente de acúmulo de lixo e obstrução da drenagem	38
Figura 13: Eficiência do serviço de drenagem das águas pluviais urbanas	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Medidas para controle estruturais e não-estruturais das águas pluviais urbanas-----	25
Quadro 02: Aspectos observados nas inundações naturais e urbanas -----	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
2.1 Pesquisa Bibliográfica	16
2.2 Pesquisa de Campo	16
3 O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA: perspectivas	18
3.1 A problemática da drenagem pluvial urbana no Brasil.....	18
3.2 Saneamento urbano e gerenciamento das águas urbanas.....	21
3.3 Medidas de controle das águas pluviais urbanas	24
4 OS BAIROS SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA SOB A PERSPECTIVA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA.....	28
4.1 Pavimentação das ruas	31
4.2 O tempo de residência no bairro/rua.....	33
4.3 Sobre os alagamentos em períodos chuvosos	34
5 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE	52

1 INTRODUÇÃO

O acelerado processo de urbanização ocorrido nas últimas quatro décadas, notadamente nos países em desenvolvimento, tem sido fator responsável pelo agravamento dos problemas relacionados às drenagens pluviais urbanas, tais como: os alagamentos que são característicos pelo acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas; as enxurradas que se configuram pelo volume de água que escoam na superfície do terreno, com grande velocidade, resultante de fortes chuvas; e as inundações que se referem ao acúmulo de águas pluviais nas vias urbanas (BRAGA, 2016). Como consequência disso, diversos autores (BARREIRO, 1997; TUCCI, 2002; ALVES, 2005) percebem que há um aumento na frequência e nos níveis das cheias resultando em catástrofes urbanas.

Cabe destacar que no cenário urbano, as obras de infraestrutura para escoamento das águas pluviais nem sempre acompanham o ritmo do novo padrão de impermeabilização do solo. Com isso, entende-se que cada vez mais as cidades têm aumentado a área de coleta de águas pluviais e despejado na estrutura de captação antiga, a qual não suporta a adição de novos volumes de água. Nessa perspectiva, a produção de resíduos sólidos urbanos e restos de materiais de obras sem uma coleta efetiva também tem sido um fator que potencializa os problemas com a drenagem das cidades. Portanto, torna-se imperativo realizar a limpeza de ruas e galerias antes da estação chuvosa e melhorar a rede de drenagem pluvial nos pontos considerados críticos. Salienta-se que é necessária a efetivação real dos mecanismos legais para que haja diminuição dos problemas urbanos desta natureza.

O que se nota é que há uma ocupação de novas áreas que são acrescidas à zona urbana sem o estudo prévio sobre os impactos na rede de drenagem, entre outras questões. Com isso, inúmeros problemas estruturais e socioambientais acabam sendo resultantes desse processo, promovendo prejuízos devido às fortes chuvas. Isso pode ser mais grave quando a ocupação ocorre em áreas de baixa declividade ou alta declividade, sujeitas desde aos alagamentos, às enxurradas e até as inundações.

A gestão das águas pluviais dentro do espaço urbano está sob jurisdição municipal, mas reconhece-se que a grande maioria dos municípios brasileiros não possui capacidade técnica e financeira para abordar e resolver esse tipo de problema. Desta forma, os impactos resultantes das ações sobre o município, em geral, são exportados para jusante, dentro da bacia hidrográfica. Para introduzir e consolidar medidas sustentáveis na cidade, é necessário, segundo Tucci (2008), desenvolver o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU). Trata-se

de um tipo de espécie do gênero plano diretor, mas este deve ser planejado de forma integrada com os outros melhoramentos urbanos (rede de água, esgoto, iluminação pública, pavimentação etc.).

No Estado do Maranhão há diversos problemas de planejamentos sem sucesso, a exemplo disso, a capital São Luís, que está situada sobre um terreno repleto de pequenas bacias hidrográficas. A urbanização nessas áreas tem causado declínio da qualidade ambiental, como na bacia hidrográfica do Bacanga, a qual apresenta sério ritmo de ocupação desordenada. Sendo assim, estudar a qualidade ambiental em bacias hidrográficas é fundamental para o estabelecimento do avanço sustentável, à medida que está intimamente ligada à qualidade de vida da população (NASCIMENTO, 2010).

No município de Codó, localizado na Mesorregião Leste Maranhense, o zoneamento ambiental deveria ter um Plano de Drenagem Urbana, pois, entende-se que o manejo das águas pluviais nas cidades deve proporcionar uma boa qualidade de vida aos cidadãos, reduzindo os impactos a níveis aceitáveis dos riscos de alagamentos e inundações oriundos da impermeabilização do solo. Porém o município não dispõe de tal plano fazendo medidas diluídas no plano diretor municipal. Tal zoneamento tem sua importância comprovada, posto que a ausência deste resulta em grandes prejuízos causados pelas águas pluviais urbanas até em áreas economicamente importantes para a cidade. Todavia, tais problemas podem ser amenizados por meio de um sistema particular de seguro contra enchentes, que pode ser mantido pelos próprios interessados em parceria com o poder público municipal. Este seguro pode ser viabilizado por meio de um sistema sustentado, observando os índices de risco, como o prêmio a ser pago pelos próprios segurados, o qual possibilitaria investimentos em melhorias de infraestrutura para manejo de águas pluviais e drenagem das bacias, diminuindo com isto, os riscos de ocorrência do fenômeno (MEDIONDO; RIGHETTO, 2007).

Por fim, entende-se que o sistema de drenagem de águas pluviais procura dar resposta a situações em que a água da chuva possa condicionar o normal funcionamento da cidade, na sua vertente física e humana. Um bom sistema de gestão de águas pluviais exige que haja uma planificação e forte coordenação com cooperação nas diferentes escalas, nacional, regional e municipal (ABREU, 1983; GLADWELL, 1993; VILLANUEVA & TUCCI, 2001; TUCCI, 2004).

Nesse contexto, a cidade de Codó-MA também apresenta uma série de áreas com problemas na drenagem pluvial urbana, gerando diversos transtornos e prejuízos. Considerando tal problemática teve-se como objetivo geral analisar o sistema de drenagem pluvial urbano dos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia, Codó-MA. Para tanto, alguns

objetivos específicos foram atingidos, a saber: caracterização dos espaços urbanos dos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia; identificação e mapeamento dos pontos críticos na drenagem pluvial urbana nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia; averiguação das ações de planejamento do poder público municipal para a drenagem pluvial urbana nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia; proposta de gerenciamento das áreas com potencial para alagamentos e enxurradas nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção destaca o percurso metodológico utilizado na produção da monografia, apresentando as descrições da pesquisa, amostra, técnica de investigação, análise e tratamento de dados definindo o campo da pesquisa buscando proporcionar uma compreensão do problema.

2.1 Pesquisa Bibliográfica

Este estudo baseou-se em ampla leitura sobre a temática contida em artigos, teses, dissertações e livros, além de análise de documentos (Lei Federal nº. 11.445/2007) que possibilitaram melhor compreensão da complexidade do objeto de estudo. Esta etapa permitiu compreender os elementos que cercam a problemática das águas pluviais nos bairros Santa Lúcia e Santo Antônio em Codó. Aliás, a escolha do bairro Santo Antônio se deu por causa da ocupação desordenada e das frequentes reportagens sobre alagamentos nos períodos chuvosos. Já o bairro Santa Lúcia, os moradores apesar de apresentar melhor renda, considerando-se a arquitetura das edificações, também apresenta padrão de ocupação desordenado do espaço urbano. Tal bairro apresenta problemas de drenagem urbana, inclusive direcionando parte do fluxo para o bairro Santo Antônio.

2.2 Pesquisa de Campo

A etapa seguinte se deu com visitas técnicas a campo e com posterior confecção dos materiais cartográficos: a) mapa de localização apresentando os bairros de Codó e destacando os dois bairros em questão; b) mapa de altimetria apresentando as altitudes do perímetro urbano de Codó e possibilitando compreender o relevo e seus processos; c) mapa de declividade para melhorar o entendimento dos processos de escoamento. A elaboração do mapa de localização foi feita com os dados da Lei Orgânica Municipal Nº 1850/2019 que estabelece os limites dos bairros da sede municipal e confeccionado no ambiente do *software ArcGis 10.5*®.

Os procedimentos para obtenção dos dados de altimetria e declividade se deram da seguinte forma: foi gerado um caminho de múltiplos pontos no *Google Earth Pro*® com a função ‘caminho’ e estando ativado a opção ‘terreno’. Após gerar o caminho dentro do limite

estabelecido o arquivo é salvo em formato kml e depois é aberto no site <https://www.gpsvisualizer.com/elevation> para transformar em arquivo gpx (com dados de elevação). Abre-se o arquivo no ambiente do *ArcGis 10.5®* e procede-se a conversão com a ferramenta *GPX To Features*. Em seguida um arquivo com pontos é gerado em *shapefile* e colocado para gerar um TIN na ferramenta *Create TIN*. O arquivo gerado é transformado na ferramenta *Topo to Raster* para gerar o mapa de altitude. Antes de gerar a declividade faz-se a reprojeção do arquivo no *Project Raster* de *Coordenadas Geográficas WGS1984* para *Coordenadas Projetadas UTM SIRGAS 2000 23S*. Na sequência usa-se a ferramenta *Slope* e insere-se o arquivo reprojeto de altitude (formato *raster*) e assim é gerado o arquivo com as declividades da área.

A etapa final se deu em dois momentos entre os meses de outubro de 2019 a dezembro de 2020: primeiro, com o reconhecimento das áreas de interesse nos bairros e segundo, com a aplicação e posterior análise de um questionário semiaberto com quinze questões abertas e fechadas. Foram um total de trinta questionários aplicados junto aos moradores nas áreas identificadas como críticas em levantamento inicial. Além disso foram realizados estudos em imagens de satélite (*Google Earth*) e registros fotográficos para fins de delimitação dos trechos de ruas ou avenidas sujeitos aos alagamentos periódicos em conformidade com os dados do instrumento de pesquisa e gerados produtos cartográficos específicos de cada bairro com indicação das ruas mais afetadas.

Com relação à questão dos procedimentos éticos todos os participantes da pesquisa foram colocados em total anonimato sendo apresentados apenas pela letra “M” e uma numeração variando de 1 a 30, por exemplo: M1, M2, M3...M30. Cada participante da pesquisa foi devidamente orientado sobre o que se tratava e quais os objetivos do estudo.

3 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANA: perspectivas

Neste capítulo serão apresentados os tópicos teóricos que nortearam este trabalho, como: os problemas das drenagens urbanas a nível de Brasil; as discussões sobre o saneamento e a gestão das águas urbanas; questões referentes às medidas de controle das águas pluviais urbanas.

3.1 A problemática da drenagem pluvial urbana no Brasil

O processo de urbanização no Brasil, sobretudo nos últimos anos, mostrou um padrão de aumento na ocupação de áreas próximas aos rios, aos córregos e aos lagos, iniciando com a retirada da vegetação protetora destes espaços, fruto também da especulação imobiliária. Em contrapartida, têm-se diversos transtornos a médio e longo prazos, dentre os quais, a carência ou ineficiência da drenagem pluvial urbana, algo que tem se tornado comum nas discussões sobre a urbanização.

Os sistemas de drenagem urbana no Brasil se basearam na busca de um sistema hidráulicamente mais eficiente. Desta forma, focado em uma visão higienista, a noção do saneamento, ligado a essa perspectiva, representa a necessidade de “sempre drenar”, criando estruturas de micro e macrodrenagem para conduzir a água para fora das cidades (SOUSA, 2013), algo buscado por populações antigas, como no império romano.

Considerando a conjuntura dos problemas urbanos, Tucci (2002), entende que o crescimento urbano se agilizou na segunda metade do século XX com o acúmulo de população em pequenas áreas, na produção e na competição pelos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural.

Além disso, com o passar dos anos, novas cidades foram se expandido, de forma irregular e inesperada, tanto em áreas públicas quanto privadas. Não demorou muito os primeiros impactos ambientais, provenientes da impermeabilização do solo, começaram a emitir sinais, deixando o terreno mais propício para alagamentos, enxurradas, processos de erosão, entre outras.

Conforme Fátima (2013, p. 18) compreende que “esse crescimento surge com a economia, os investimentos nos serviços básicos ofertados, o aumento populacional, traduzindo-se em expansão urbana, ocupação de espaços e necessidade de implementação de infraestrutura de serviços para atender à demanda existente”.

Dessa forma, pode-se entender que estes são padrões que se repetem por vários anos em cidades que não possuem uma estrutura de saneamento e drenagem eficazes. Em geral, as áreas mais afetadas são as localizadas nas zonas “periféricas”, sobretudo por serem, via de regra, relegadas pelo poder público. Assim, é até comum haver notícias, durante o período chuvoso, sobre os habitantes destas áreas lamentando os transtornos e sofrendo com os prejuízos causados a cada evento. Há muitas perdas materiais, econômicas e até de vidas humanas, além da exposição às doenças infectocontagiosas de disseminação hídrica.

Ademais, a urbanização desordenada das cidades brasileiras tem provocado o agravamento das enchentes naturais e a ampliação de sua frequência, bem como com a criação de novos pontos de alagamento. Estes impactos provêm da crescente impermeabilização do solo, com aumento do volume pluvial escoado e a redução de amortecimento, causando aumentos nas vazões máximas, que podem representar seis vezes a vazão de pré-urbanização (TUCCI; GENZ, 1995).

Outra problemática nos sistemas de drenagem das cidades brasileiras é a grande quantidade de resíduos sólidos que são levados às redes pela limpeza de ruas e pela falta de educação ambiental da população, provocando a obstrução do sistema e consequente agravando os alagamentos localizados.

Segundo dados do IBGE (2010), os sistemas de drenagem do Brasil recebem contribuição de esgoto local domiciliar além das águas pluviais, o que agrega aos alagamentos uma complicação adicional: a questão de saúde pública. Com o extravasamento do sistema por falta de capacidade ou obstrução, a água acumulada apresenta grande quantidade de organismos patogênicos, que em contato com o indivíduo podem provocar doenças, como cólera, entre outras.

Conforme Siqueira (*et al.*, 2017, p. 796) a Organização Mundial da Saúde (OMS) menciona o saneamento básico precário como um fator de grave ameaça à saúde humana. Apesar dos progressos no aumento da cobertura de saneamento pelos países da região das Américas, o déficit desse serviço, até mesmo em grandes centros, ainda é um desafio para a garantia do acesso universal e consequentemente redução das desigualdades. Nesse cenário, a baixa cobertura de serviços essenciais está associada ao aumento populacional e à urbanização desordenada que tem gerado áreas de pobreza considerável. A população de baixa renda é mais vulnerável às doenças transmitidas por via hídrica, devido à higiene inadequada, à subnutrição, ao acesso às unidades de saúde, baixa escolaridade, entre outros riscos.

Para Nascimento (2010) é preciso encontrar uma forma de lidar com a relação desenvolvimento e qualidade ambiental minimizando as incertezas e as carências de informações sistematizadas. Do contrário, as decisões tomadas por órgãos reguladores na área ambiental continuarão sendo tomadas a partir de informações imprecisas. Assim, se faz necessário o desenvolvimento de trabalhos capazes de criar indicadores precisos para servir de embasamento às tomadas de decisões políticas emergentes.

Tucci (2002) afirma que a drenagem urbana pode ser entendida como um conjunto de atividades que visam reduzir os riscos que as populações estão sujeitas e os prejuízos causados por alagamentos e inundações. Desse modo, nota-se a relevância desse tipo de serviço para as cidades, pois visam a eficiência do sistema, o qual está dividido em duas partes: micro drenagem e macrodrenagem. A primeira é caracterizada por elementos denominados de pequeno porte de infraestrutura formada por boca de lobo (dispositivo para captação de águas pluviais): a) sarjetas; b) poços de visita: para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e limpeza de canalizações; c) tubos de ligação: conduz as águas pluviais captadas pela boca de lobo para a galeria e condutos. Dessa forma, o objetivo é o de escoar as águas o mais rápido possível.

A segunda é um conjunto de “grande porte” por via de infraestrutura que busca melhorar as condições de escoamento final das águas, de maneira eficaz e reter os problemas de erosões, assoreamentos e acúmulo de águas pluviais urbanas. Assim, pode ser formada por canais naturais ou artificiais, galerias de grandes dimensões e estruturas auxiliares (TUCCI, 2002).

Essa concepção de investir em infraestrutura para aumentar o escoamento das águas pluviais com vista a reduzir a poluição, incorporando aos projetos de drenagem o viés saúde, ainda não é priorizada pelos gestores, embora seja reconhecido como um componente valioso de uma estratégia integrada de técnica e gestão, para proteção da saúde pública a menor custo (FATIMA, 2013). Entende-se que são obras caras e que geram grandes transtornos urbanos, porém ajudam na diminuição dos problemas de drenagem.

A gestão da drenagem urbana na maioria dos municípios brasileiros ainda não é vislumbrada com a devida importância, dada a ausência de um planejamento específico para o setor. De forma geral, o gerenciamento da drenagem urbana é realizado pelas secretarias de obras municipais e apresenta-se desvinculado das ações planejadas para os demais setores relacionados, como água, esgoto e resíduos sólidos.

Segundo o IBGE (2000), em 99,8% dos municípios, o serviço de drenagem urbana é prestado pelas próprias prefeituras municipais, normalmente sob incumbência das secretarias

municipais de obras e serviços públicos e em 73,4% dos municípios não há instrumentos reguladores do sistema de drenagem urbana. Os sistemas de drenagem existem em 78,6% dos municípios brasileiros, com incrementos de valores de acordo com o aumento da população. Considerando municípios com até de 20 mil habitantes, este valor passa a 74,6%, enquanto que, ao se considerar os municípios com mais de 500 mil habitantes, 100% apresentam rede de drenagem implantada (IBGE, 2000).

3.2 Saneamento urbano e gerenciamento das águas urbanas

O tópico anterior permitiu uma aproximação aos conceitos de saneamento e gerenciamento voltados para esta temática específica. Nesse tópico discute-se os conceitos de saneamento básico; de gestão e gerenciamento das águas urbanas; e a importância do Plano Diretor de Águas Pluviais (PDAP).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), saneamento é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem estar físico, mental e social. Também se pode dizer que saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar a salubridade ambiental. Isto é, um conjunto de medidas adotadas para preservar ou alterar as condições do meio ambiente, a fim de prevenir doenças, promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e da produtividade individual, além de facilitar a atividade econômica (HELLER, 1997).

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal (CF) e definido pela Lei nº. 11.445/2007 como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais. Embora a CF assegure, o saneamento básico é ainda um problema tanto em capitais como nas cidades de regiões metropolitanas e do interior por não contemplar todos os cidadãos (TRATA BRASIL, 2012).

Um dos princípios da referida lei é a universalização dos serviços de saneamento básico, para que todos tenham acesso ao abastecimento de água de qualidade e em quantidade suficientes às suas necessidades, à coleta e ao tratamento adequado do esgoto e do resíduos sólidos, e ao manejo correto das águas das chuvas. Nesse sentido, as águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental (TUCCI, 2008).

De acordo com Brasil (2004) o conceito de saneamento ambiental compreende o conjunto de ações socioeconômicas que têm por objetivo alcançar níveis de salubridade ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta e disposição sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis e demais serviços e obras especializadas, com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida urbana e rural.

Analisando as relações que se estabelecem entre serviços de saneamento ambiental, urbanização e gerenciamento das águas urbanas, Vargas (1999) resume em três pontos fundamentais: primeiro, o desenvolvimento do capitalismo industrial e a aceleração do processo de urbanização no mundo ocidental, desencadeia-se a tecnicização progressiva do saneamento das cidades, resultado da urbanização, produzindo um círculo vicioso de efeitos insalubres sobre o meio, pois engendra o desmatamento de terrenos, provocando erosão e aumento de riscos de deslizamento de terra ou inundações associadas ao assoreamento de rios e córregos.

O segundo ponto enfatiza os impactos negativos diretos da urbanização sobre o ciclo hidrológico que culminam na perda das potencialidades de uso da água. Tais impactos resultam tanto da impermeabilização do solo, quanto do próprio consumo de água na escala urbana (lançamento de esgotos com ou sem tratamento nos cursos d'água; diminuição da capacidade de autodepuração). O terceiro ponto diz respeito justamente aos instrumentos e ações desenvolvidas pelos poderes públicos para controlar os problemas referentes às interações entre urbanização, saneamento e gerenciamento da água examinados acima (VARGAS, 2009).

As atividades de saneamento ambiental municipal contemplam a gestão e o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos. Os termos gestão e gerenciamento, em geral, adquirem conotações distintas para grande parte dos técnicos que atuam na área de resíduos sólidos urbanos, embora possam ser empregados como sinônimos. O termo gestão é utilizado para definir decisões, ações e procedimentos adotados em nível estratégico, enquanto o gerenciamento visa à operação do sistema de limpeza urbana (LIMA, 2001).

Segundo Tucci (2008), a gestão das ações dentro do ambiente urbano pode ser definida de acordo com a relação de dependência da água através da bacia hidrográfica ou da jurisdição administrativa do município, do Estado ou da União. A tendência da gestão de recursos hídricos tem sido realizada através da bacia hidrográfica, no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios numa região metropolitana. A gestão pode ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo e interno à

cidade. Para buscar modificar esse cenário, é necessário um programa em nível estadual ou federal para apoiar tecnicamente as soluções dos municípios, e a educação da população, além de atuação junto aos bancos que financiam obras em áreas de risco (TUCCI, 2008).

A gestão das águas pluviais compreende desde o monitoramento de chuvas e entendimento do ciclo hidrológico e do microclima locais, a previsão dessas, e correto destino das águas precipitadas, tentando adotar práticas que mitiguem os impactos da urbanização, assim como a garantia da disponibilidade das águas de chuva, ou seja, trata tanto da drenagem de forma sustentável, quanto do uso racional da água de chuva (VIOLA, 2008).

De acordo com Tucci (2002), o gerenciamento atual não incentiva a prevenção destes problemas. O autor dá o exemplo das inundações que quando ocorrem o poder público municipal declara calamidade pública e recebe recursos a fundo perdido e não necessita realizar concorrência pública para gastar. Como a maioria das soluções sustentáveis passam por medidas não-estruturais que envolvem restrições à população, dificilmente um prefeito buscará este tipo de solução porque geralmente a população espera por uma obra. Enquanto que, para implementar as medidas não-estruturais, ele teria que interferir em interesses de proprietários de áreas de risco, o que politicamente é complexo a nível local.

O gerenciamento da drenagem urbana faz parte do gerenciamento do espaço urbano e deve ser realizado por meio dos chamados Planos Diretores de Urbanização (PDUs) ou de Uso do Solo Urbano. Os planos existentes, em sua maioria, concentram sua abordagem em aspectos arquitetônicos e urbanísticos, sem um maior aprofundamento nas questões ambientais e principalmente de drenagem. Isto demonstra a carência de instrumentos legais adequados aos cenários de planejamento sustentável dos setores urbanos (TUCCI, 2002).

De acordo com Tucci (2005):

O Plano de Águas Pluviais é o mecanismo de gerenciamento das inundações ribeirinhas e da drenagem urbana nas cidades. Esse plano deve estar integrado aos diferentes planos de infraestrutura da cidade, principalmente aos relacionados ao Saneamento Ambiental – águas, esgoto, resíduo sólido e meio ambiente – e subordinado ao Plano Diretor Urbano, que integra o conjunto de planejamento da cidade (TUCCI, 2005, p. 187).

O Plano Diretor de Águas Pluviais deve primar pelo(a): a) planejamento da distribuição da água no tempo e no espaço (amortecimento de vazões de pico, minimização de inundações e alagamentos); b) controle da ocupação de áreas de risco; e, c) convívio de forma aceitável com as enchentes nas áreas de baixo risco (propor instruções que orientem a

minimização dos danos nos casos de eventos extremos e raros) (TUCCI, 1997, 2002; TUCCI e MELLER, 2007).

O desenvolvimento do PDAP deve contemplar a geração de produtos, como planos de ação, manuais de drenagem, regulamentação e planos de gestão da drenagem urbana, além de prever futuros programas de monitoramento, educação ambiental e treinamentos de pessoal. A elaboração e a atualização de um PDAP estão diretamente relacionadas ao grau de precisão e à disponibilidade de informações na região, como cadastros, cartas topográficas, fotos aéreas, características das bacias hidrográficas, dados hidrológicos, geológicos, legislação de uso do solo, sistemas de esgotamento sanitário e resíduos sólidos, dentre outras (CRUZ *et al.*, 2007).

Segundo Tucci (2002) o processo de gerenciamento da drenagem urbana deve iniciar-se pelo (PDAP), que deve abordar o seguinte: 1. Política das águas pluviais; 2. Produtos; 3. Programas; 4. Informações; 5. Medidas estruturais e não-estruturais. No próximo tópico será abordado as principais medidas estruturais e medidas não-estruturais e a importância que trazem à população quanto à minimização dos impactos provocados pelas inundações.

3.3 Medidas de controle das águas pluviais urbanas

Nesta seção destacam-se as principais medidas de controle das águas pluviais urbanas e os princípios básicos do controle do escoamento pluvial, seus conceitos, características e sua importância. As medidas de controle das enchentes devem prever tanto medidas estruturais como não-estruturais, conforme o Quadro 1.

Amaral *et al.* (2009) entendem que as medidas estruturais envolvem obras de engenharias que geralmente são de alto custo de execução e pagamentos de indenizações. Já as medidas não-estruturais concentram-se em ações de políticas direcionadas ao planejamento de uso do solo, gerenciamento de zoneamento, educação ambiental e planos de defesa civil.

Bertoni e Tucci (2003) atestam que:

As medidas estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial evitando os prejuízos decorrentes das enchentes, enquanto que as medidas não-estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes (BERTONI e TUCCI, 2003, p. 63).

Quadro 1: Medidas para controles estruturais e não-estruturais das águas pluviais urbanas.

ESTRUTURAIS	Extensivas	Ação direta na bacia com modificações nas relações entre precipitação e vazão.
	Intensivas	Ação com foco na calha do curso de água, modificando as grandezas hidráulicas e características hidrodinâmicas do escoamento. Entre outras coisas trata-se de promover a canalização com concretagem e modificações/alterações de trechos curvos para retilíneos.
NÃO-ESTRUTURAIS		<ul style="list-style-type: none"> - Preservação da cobertura vegetal – Florestas e matas ciliares quando for o caso; - Regulamentação do uso do solo e zoneamento das áreas de inundação por meio dos instrumentos legais e fiscalização; - Construção à prova de inundações; - Seguro-inundação; - Sistema de previsão e alerta de inundações; - Educação ambiental voltada aos aspectos de conscientização das características físicas do ambiente ribeirinho e controles da poluição, da erosão.

Fonte: a partir de Resende (2010).

Tucci (1995) classifica as medidas estruturais de acordo com a sua atuação na bacia, dividindo-as em: a) medidas distribuídas; b) microdrenagem; e, c) macrodrenagem. As medidas distribuídas atuam no controle sobre lotes, praças e passeios, ou seja, controle na fonte. A microdrenagem age no controle sobre o hidrograma resultante de um ou mais loteamentos. A macrodrenagem age sobre o controle de rios e canais.

Resende (2010) destaca a importância das medidas não estruturais, considerando que a preservação da cobertura vegetal garante a manutenção de um balanço hidrológico equilibrado, preservando suas funções hidrológicas exercidas na bacia, como: i) manutenção da capacidade de infiltração; ii) interceptação; e, iii) detenção das águas precipitadas. A mata ciliar auxilia, ainda na filtragem do escoamento superficial afluente aos corpos d'água, reduzindo a carga de poluentes e beneficiando a qualidade da água fluvial. As medidas estruturais são fundamentais quando problemas de acúmulo de águas pluviais estão instalados, no intuito de se reverter e controlar a situação existente.

As inundações ocorrem pela conjunção de diversos fatores, como o comportamento natural dos rios, a urbanização e a impermeabilização das superfícies e a canalização dos rios (BERTONI; TUCCI, 2003). Conforme Tucci (2008), as inundações decorrentes do escoamento pluvial podem produzir impactos nas áreas urbanas em função de dois processos, os quais ocorrem isoladamente ou de forma combinada: as “inundações de áreas ribeirinhas” e as “inundações decorrentes da urbanização”. No primeiro caso, correspondem a inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios por causa da variabilidade temporal e espacial da

precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica, ocorrendo quando a água atinge níveis superiores ao leito menor, ocupando o leito maior.

Já as inundações que ocorrem por causa de urbanização correspondem aos tipos de enchentes que aumentam sua frequência e magnitude em razão da impermeabilização do solo e da construção da rede de canais pluviais. Geralmente elas ocorrem em função da expansão urbana, quando são produzidas obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento (TUCCI, 2008).

De acordo com Tucci e Genz (1995), tanto os provenientes das enchentes naturais da várzea quanto os da urbanização estão dispostos no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2: Aspectos observados nas inundações naturais e urbanas.

TIPOS	CARACTERÍSTICAS
<i>A bacia como sistema</i>	Um Plano de Controle de Águas Pluviais de uma cidade ou região metropolitana deve contemplar as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve.
<i>As medidas de controle no conjunto da bacia</i>	O controle de enchentes envolve medidas estruturais e não-estruturais, que dificilmente estão desassociadas
<i>Os meios</i>	Os meios de implantação do controle de enchentes são o Plano Diretor Urbano, a Legislação Municipal/Estadual e o Manual de Drenagem.
<i>O horizonte de expansão</i>	Depois que a bacia ou parte dela estiver ocupada, dificilmente o poder público conseguirá responsabilizar alguém pela ampliação das cheias. Portanto, se a ação pública não for realizada preventivamente, por meio de gerenciamento, as consequências econômicas e sociais futuras serão muito maiores para todo o município.
<i>Os critérios sustentáveis</i>	(a) A cheia natural não deve ser ampliada pelos que ocupam a bacia, seja motivada por um simples loteamento, seja por obras no ambiente urbano. (b) A ocupação do espaço urbano e a drenagem das águas pluviais devem priorizar os mecanismos naturais do escoamento como a infiltração.
<i>O controle</i>	O controle de enchentes é um processo permanente. É necessário estar atento a potenciais violações da legislação e à expansão da ocupação do solo das áreas de risco.
<i>A educação</i>	A educação de engenheiros, arquitetos, agrônomos, geólogos, entre outras profissões, da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente, por todos.
<i>A administração</i>	A administração da manutenção e o controle é um processo local e depende dos municípios, pela aprovação de projetos de loteamentos, obras públicas e drenagens.
<i>O controle na fonte</i>	Aparece como uma alternativa para a solução dos problemas de drenagem sem a sua transferência de um ponto a outro da bacia, pois promove a redução e a retenção do escoamento, desonerando os sistemas tradicionais existentes e evitando a sua ampliação.

Fonte: Tucci e Genz (1995).

As inundações causam perdas sociais, econômicas, impactos à saúde pública, alagamento de vias públicas, gerando engarrafamentos, interrupção de serviços, como

abastecimento de água, fornecimento de energia e coleta de esgotos (MIGUEZ, 2001). Percebe-se que os danos causados pelas inundações geram problemas financeiros, físicos e psicológicos em diversos níveis e em certas vezes o município atingido não tem condições de enfrentar sozinho tais situações extremas.

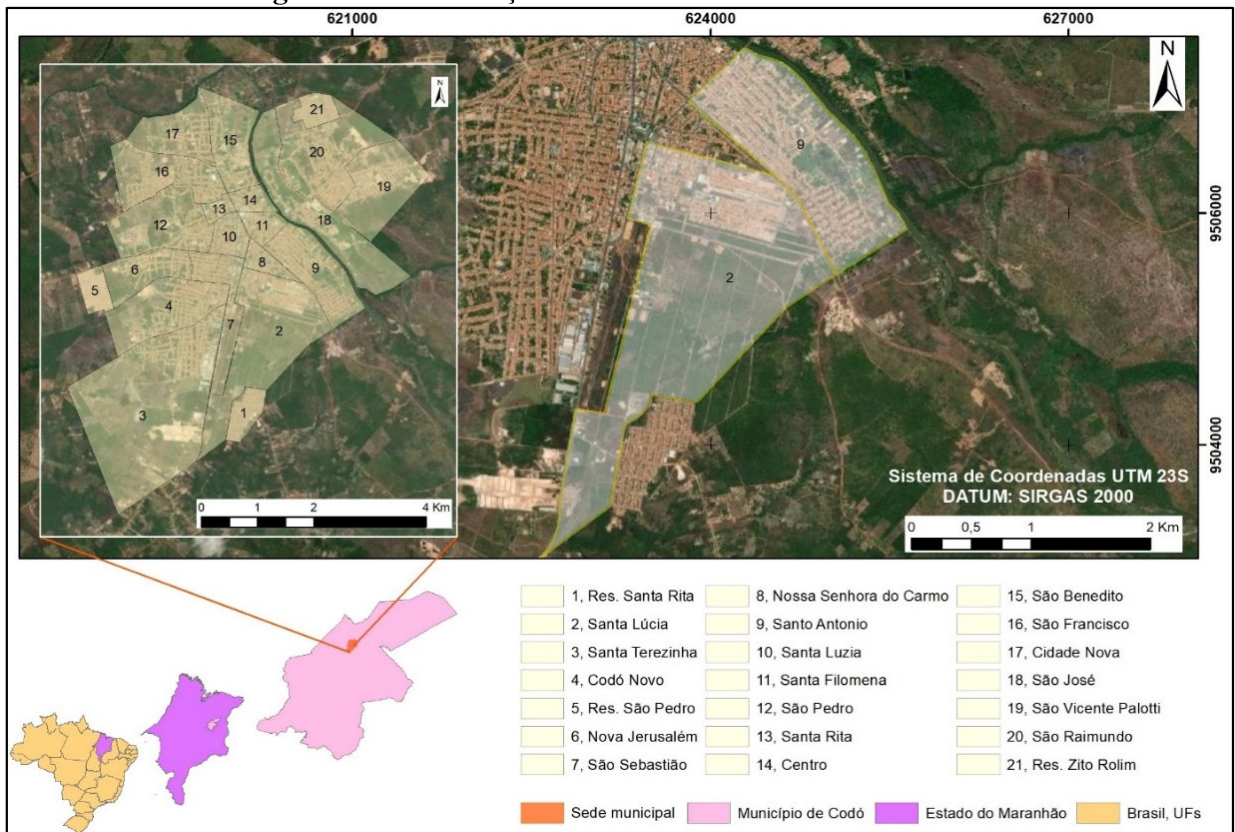
Portanto, considerando as contribuições de todos os autores desta seção, entende-se que não se pode evitar as inundações, mas se pode aprender a conviver de forma menos impactante com estas, minimizando prejuízos e transtornos à população. Por isso, é necessário identificar as medidas necessárias à minimização de impactos causados pelas enchentes em cada região e demonstrar que tais medidas devem ser adotadas em conjunto por gestores públicos e população para que os impactos causados pelas inundações sejam minimizados. Caso não sejam realizadas mudanças substanciais na forma de gerenciar o espaço das cidades para os habitantes e para o meio ambiente os transtornos podem se tornar irreversíveis.

4 OS BAIRROS SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA SOB A PERSPECTIVA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA

Antes de uma imersão no estudo feito nos bairros pesquisados, é importante apontar algumas características sobre a cidade de Codó, de forma sucinta. Trata-se de um município maranhense que, segundo o IBGE (2020), possui uma área de 4.364,499 km² com população estimada em 123.116 habitantes, sendo o sexto município mais populoso do Estado. Dessa população cerca de 69% residem na sede da cidade que apresenta, segundo o Censo 2010, apenas 24,2% de esgotamento sanitário adequado. Os dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB, 2019) apontam para os anos iniciais e finais do ensino fundamental as notas de 4,9 e 3,9, respectivamente, destacando que há muito a ser feito em investimentos na educação. O Índice de Desenvolvimento Humano (2010) foi de 0,595 e um PIB per capita (2018) de R\$ 7.856,47, que indica um distanciamento do ideal denotando alta concentração de renda em uma população empobrecida com carências nas áreas de saúde, trabalho e educação.

Os bairros escolhidos para o estudo em questão foram o Santo Antônio que tem suas primeiras edificações no final da década de 1980 e o Santa Lúcia, que teve início na década de 1990 com o conjunto Dallas (ver figura 1).

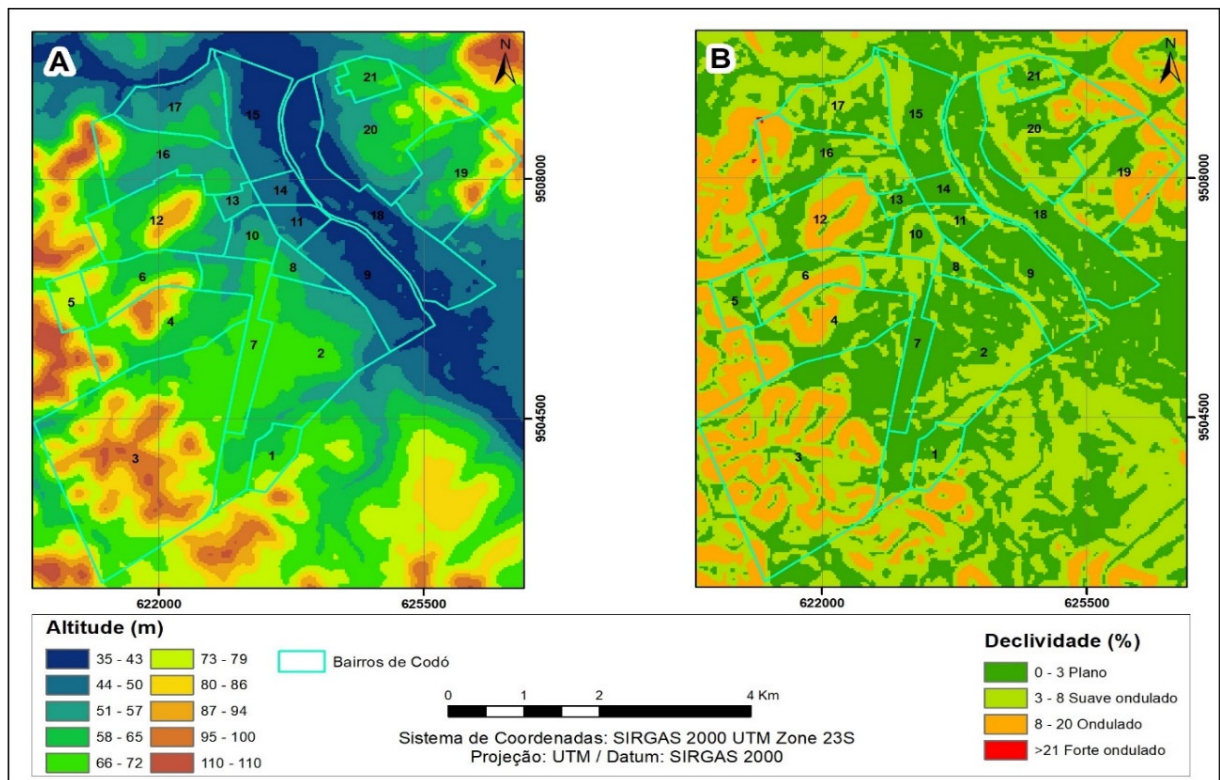
Figura 01: Localização da área de estudo em Codó-MA.



Fonte: a partir das malhas territoriais do IBGE (2020) e Lei Municipal N° 1850/2019.

No sentido de compreender melhor a importância da drenagem urbana nos bairros de Codó é preciso entender os aspectos altimétricos e a declividade do terreno, sendo necessário compreendê-la por meio da figura 02 que permite refletir sobre a dinâmica das águas pluviais. Na figura 2A é possível notar que a altimetria varia de 51 a 72 metros no bairro Santa Lúcia (2) e de 35 a 50 metros no Santo Antônio (9). Isso indica que o bairro Santa Lúcia apresenta maior variação altimétrica permitindo, *a priori*, melhor fluidez no escoamento pluvial. Todavia, quando se observa a figura 2B nota-se que a declividade se concentra em duas classes Plano e Suave ondulado indicando que a velocidade do fluxo pode ser lenta e de baixa eficiência.

Figura 02: Altitude e declividade de Codó-MA.



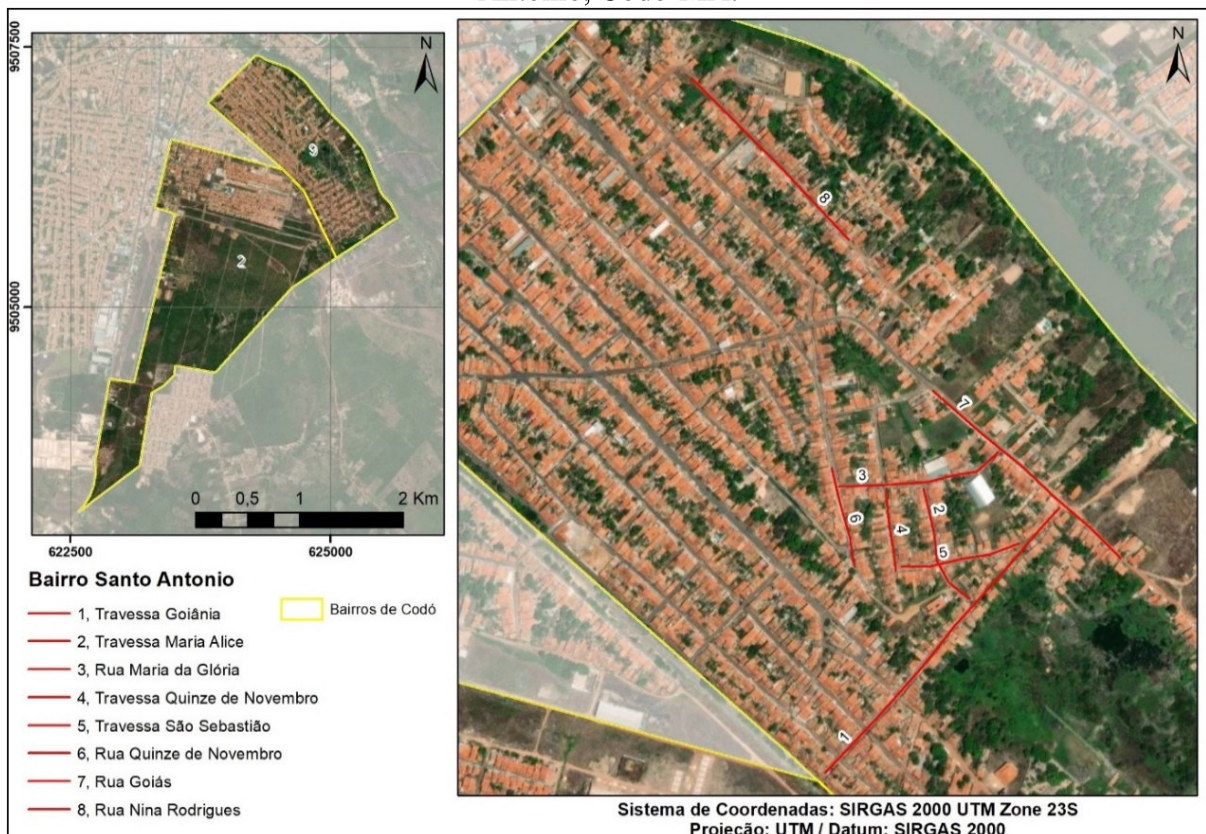
Fonte: dados de altitude extraídos do *Google Earth*® e elaborados no ambiente do *ArcGis 10.5*®.

O bairro Santo Antônio apresenta maior abrangência da classe Plano em relação à classe Suave ondulado, indicando que o escoamento também pode ser lento. Essas características indicam que em episódios de chuvas fortes há mais chances de ocorrências de problemas de escoamento e prejuízos aos moradores como casas invadidas pelas águas. Nesse sentido, tais problemas podem ser mais frequentes no bairro Santo Antônio, que recebe parte do escoamento das águas pluviais que passam pelo bairro Santa Lúcia. Para Duarte e Lima (2016), considerando o período de 2000 a 2013, 14,1% dos 1.395 dias chuvosos apresentaram

registros iguais ou superiores a 30 mm/dia sobretudo nos meses de fevereiro e março. Os autores entendem que esses tipos de chuvas são responsáveis pelos episódios de alagamentos e enxurradas ocorridas em Codó.

Os resultados encontrados nessa etapa aliados aos dados obtidos com os questionários e as observações em campo permitiram compreender que há necessidade de desenvolvimento de projetos infraestruturais nas áreas dos bairros em questão, sobretudo na correção do sistema de captação e distribuição da drenagem pluvial. Nesse sentido, foram delimitadas as áreas mais afetadas pelas águas pluviais no bairro Santo Antônio (figura 3): Travessa Goiânia, Rua Quinze de Novembro, Rua Goiás, Rua Nina Rodrigues, Rua Maria da Glória, Rua Analice, Travessa Quinze de Novembro e Travessa São Sebastião.

Figura 3: Localização das ruas e travessas com problemas de alagamentos no bairro Santo Antônio, Codó-MA.



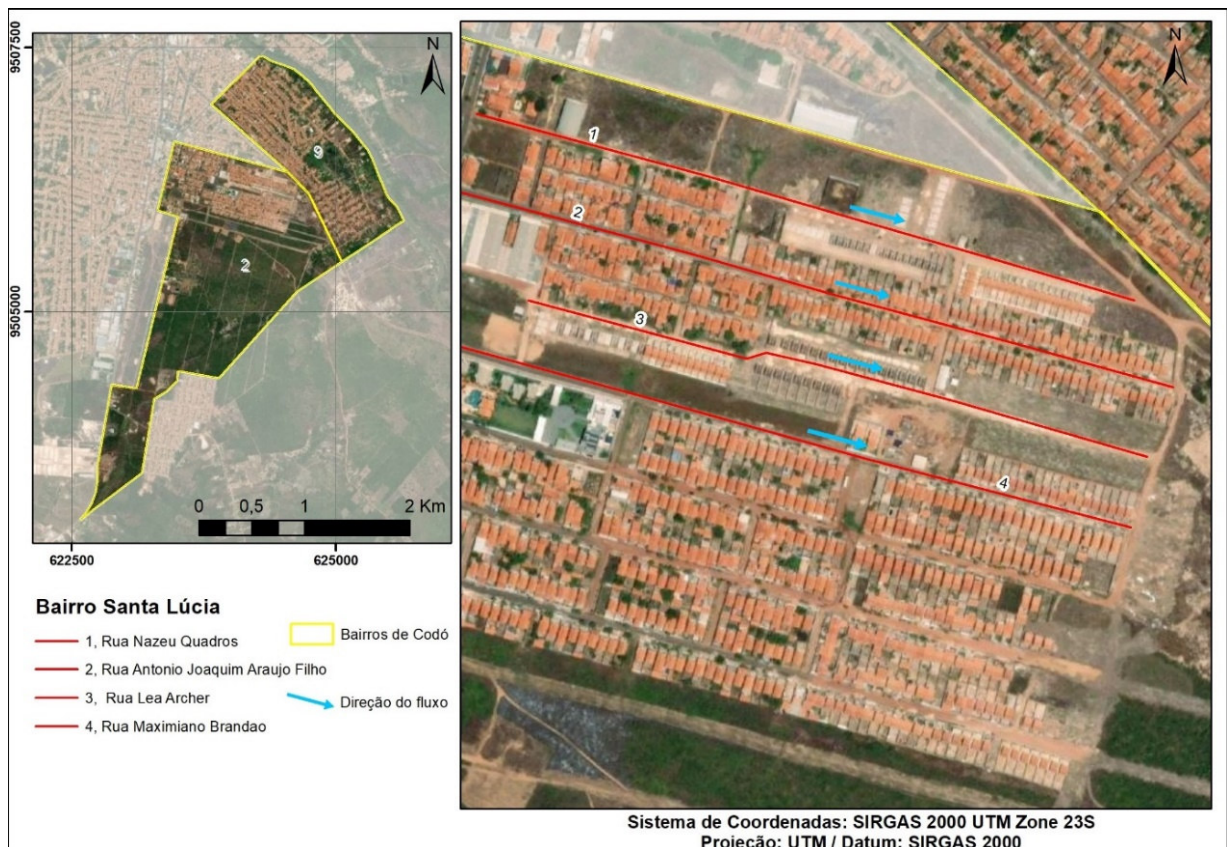
Fonte: elaborado no ArcGis 10.5® a partir do trabalho de campo 2021.

No bairro Santa Lúcia (figura 4) foram delimitadas quatro ruas como pontos de deficiência do sistema de drenagem, a saber: Rua Nazeu Quadros, Rua Antônio Joaquim Araújo Filho, Rua Maximiliano Brandão e Rua Léa Archer. Esta última, apesar de não ter sido verificada *in loco* com moradores, apresenta a mesma forma de ocupação com ruas muito

longas e área de escoamento insuficiente. As travessas localizadas no bairro geralmente são afetadas pelo escoamento superficial e por não terem pavimentação adequada apresentam erosões como resultados das chuvas.

A seguir serão apresentados os dados dos questionários, sendo que 20 instrumentos de pesquisa foram aplicados no bairro Santo Antônio e 10 no Santa Lúcia. Tais informações permitiram notar algumas características, a saber: foram 16 mulheres e 14 homens com idades entre 18 e 80 anos. Cabe destacar que todos os entrevistados acima de 60 anos residiam no bairro Santo Antônio. Os relatos trouxeram um conjunto de informações, que serviu de auxílio para investigar os problemas de drenagem urbana nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia, identificando os desafios enfrentados pelos moradores em períodos de chuva.

Figura 4: Localização das ruas com problemas de alagamentos no bairro Santa Lúcia, Codó-MA.



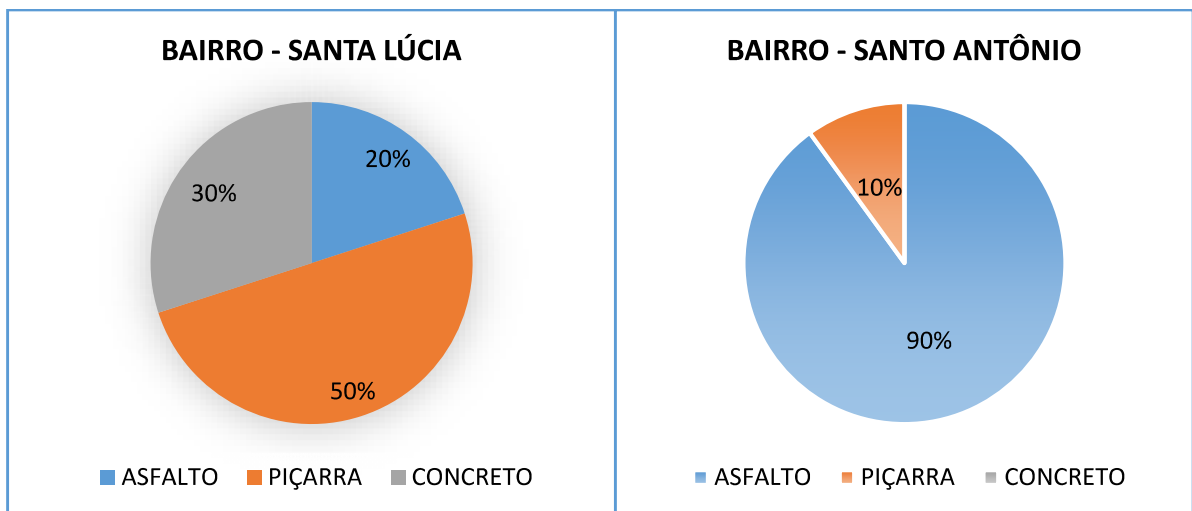
Fonte: elaborado no *ArcGis 10.5*® a partir do trabalho de campo 2021.

4.1 Pavimentação das ruas

Se a urbanização não se dá de forma eficiente e planejada, surgem diversos problemas, como por exemplo: empoçamentos, enchentes, deslizamentos de encostas,

inundações urbanas, enxurradas, poluição e contaminação de mananciais, interdição de vias com prejuízo ao tráfego, disseminação de doenças, entre outros. A figura 5 apresenta dados sobre o tipo de pavimentação das ruas mais afetadas e é possível notar que no bairro Santa Lúcia as respostas indicaram maior representatividade da pavimentação com piçarra, com 50% (cinco respostas), seguido da pavimentação com concreto com 30% (três respostas). As implicações com a pavimentação de piçarra se dão no sentido de geração de fontes de sedimentos que acabam por dar origem às erosões e aos entulhamentos desse material em outras áreas como nos canais e galerias. Por outro lado, os outros tipos de pavimentação não favorecem a infiltração e potencializam o escoamento superficial podendo gerar concentrações que potencializam os alagamentos.

Figura 5: Pavimentação das ruas nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia, Codó-MA.



Fonte: trabalho de campo (2021).

Em contrapartida, no bairro Santo Antônio, 90% (dezoito respostas) indicaram morar em ruas com a pavimentação asfáltica e apenas 10% (duas respostas) em ruas com piçarra. Esses dados refletem em maior possibilidade de retenção das águas pluviais devido à dificuldade na infiltração e às características de declividade do bairro. O ideal seria que as ruas mesclassem o uso de blocos de concreto vazado que possibilitassem a infiltração e trechos com asfalto ou concreto quando necessário.

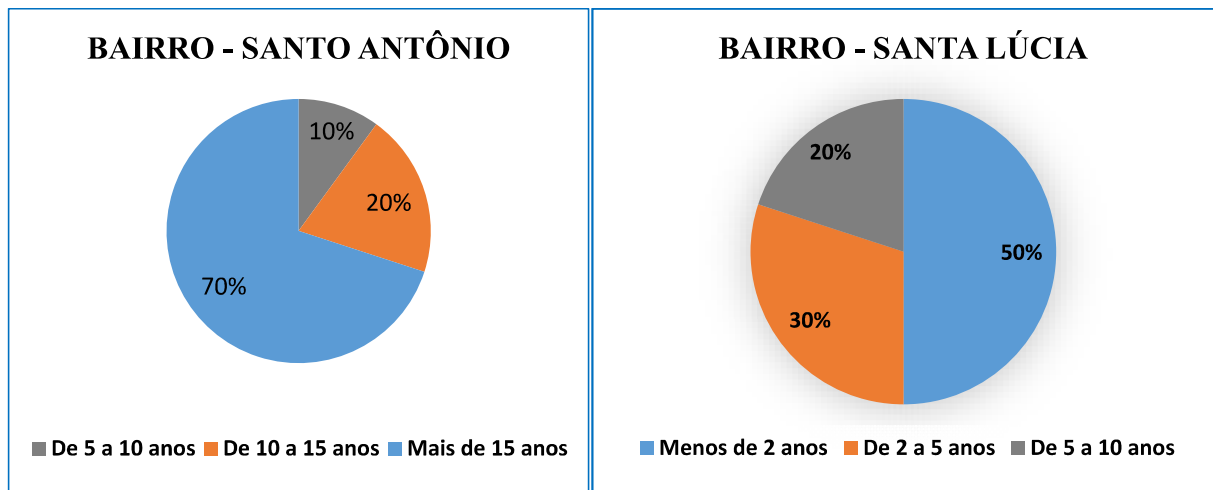
Com a maior porcentagem da área com cobertura asfáltica há o aumento e a aceleração do escoamento superficial que contribuem para a ocorrência dos alagamentos nas áreas urbanas (FONTES & BARBASSA, 2003; RIGHETTO, MOREIRA & SALES, 2009), já que os sistemas são sobrecarregados e não conseguem desempenhar sua função de modo

eficiente (BRASIL, 2013a). Entende-se que isso é o resultado da ocupação desordenada do bairro além da falta de infraestrutura adequada no sentido de mitigar os alagamentos.

4.2 Tempo de residência no bairro/rua

Na figura 6 é possível notar um demonstrativo do tempo de residência nos bairros pesquisados. Estes dados serviram para ajudar a perceber o grau de conhecimento dos problemas enfrentados pelos moradores, de acordo com o tempo em que residem e as experiências vivenciadas, no que tange à temática em questão.

Figura 6 – Tempo de Residência no Bairro/Rua.



Fonte: trabalho de campo (2021).

Considerando todas as respostas dos questionários do bairro Santo Antônio, notou-se que a maioria (70%) reside há mais de 15 (quinze) anos na mesma rua e bairro. Já os moradores do bairro Santa Lúcia representam 50% que reside com menos de 2 anos na rua ou bairro. Tais dados destacam a situação de ocupação de cada bairro como foi dito anteriormente, ou seja, os moradores do bairro Santo Antônio possuem mais tempo de residência, enquanto os moradores do bairro Santa Lúcia possuem menos tempo de moradia. Há de se destacar que os bairros possuem diferenças também quanto à renda, pois o bairro Santo Antônio é constituído na sua maioria por pessoas com renda limitada tendo acesso apenas aos bens indispensáveis à sobrevivência. Conforme Lima *et al* (2017) a renda familiar da população do referido bairro se concentrava entre R\$ 788,00 a R\$ 1.500,00. Portanto, isso seria fator limitante para os moradores atingidos terem poder de resposta às situações de alagamento como: reformas, troca de móveis, melhorias na moradia, enfrentamento aos alagamentos, entre outras.

Corroborando com os dados da figura 6, a figura 7 destaca a evolução da ocupação do bairro Santa Lúcia de 2013 a 2020, destacando a recente constituição das áreas residenciais. É possível notar que o padrão de ocupação não prima pela construção de áreas verdes (praças, canteiros, entre outras) que servem como locais de infiltração das águas das chuvas. Desta forma, a ocupação da área colabora com o aumento do escoamento superficial fazendo “surgir” áreas de alagamento.

Figura 7 - Evolução da ocupação urbana do bairro Santa Lúcia. A) ano de 2013; B) ano de 2020.

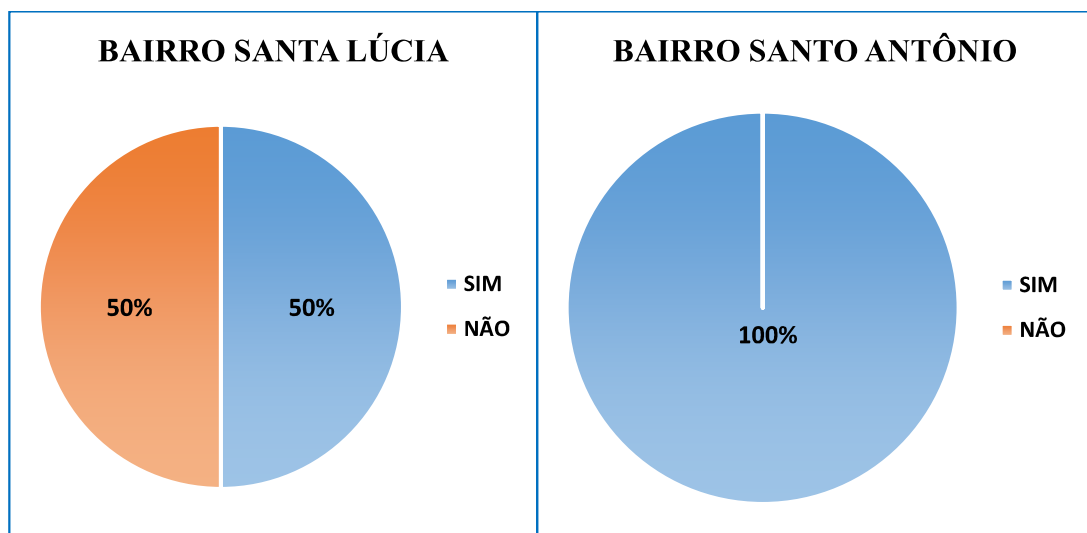


Fonte: Organizado a partir de imagens disponíveis no Google Earth (2013 e 2020).

4.3 Sobre os alagamentos em períodos chuvosos

Ao serem questionados se no período das chuvas houve alagamento em suas ruas, as respostas obtidas foram apresentadas na figura 8 que segue.

Figura 8: Disposição dos dados sobre alagamentos em períodos chuvosos para os bairros Santo Antônio e Santa Lúcia.



Fonte: trabalho de campo (2021).

Como é possível observar nos gráficos, no bairro Santo Antônio há maior incidência de alagamentos com 100% dos entrevistados afirmando terem notado locais com alagamento em suas ruas. Enquanto que no bairro Santa Lúcia, somente 50% afirmaram presenciar locais com alagamentos em períodos chuvosos, contra a outra metade afirmando não haver locais com alagamento. A crescente urbanização tem agravado as situações de alagamentos, sobretudo no bairro Santa Lúcia. De acordo com Soares (*et al.*, 2015), o crescimento urbano desordenado tem influência direta nesses eventos que atualmente ocorrem com maior frequência e intensidade. A falta de planejamento, conhecimento e investimento do poder público, agrava essa situação.

No bairro Santa Lúcia, como já visto no gráfico anterior, tem um quantitativo de ruas asfaltadas muito baixo, todavia, essa não é a razão maior para o alagamento, mas sim a falta de estruturas de urbanização, como saneamento básico, galerias para escoamento da água, retirada de lixos das ruas, limpeza de valas, dentre outros. O bairro Santo Antônio, embora, haja indícios de alagamentos, segundo os moradores entrevistados, têm outros problemas de saneamento básico e infraestrutura, como será observado nas próximas seções.

Na figura 9 é possível notar que há ruas que ficam cobertas de água no bairro Santo Antônio, o que reafirma o que foi mencionado acima sobre os problemas de infraestrutura e de drenagem das ruas no bairro, resultando nessas situações. Do mesmo modo, no bairro Santa Lúcia há ruas que apresentam situações de alagamento, porém com características distintas, como: menor tempo de alagamento e relativa eficiência da drenagem após o término do episódio de alagamento.

Figura 9: Registro de duas ruas do bairro Santo Antônio no período chuvoso. (a) 1ª Trav. Goiânia; (b) Rua Maria da Glória.

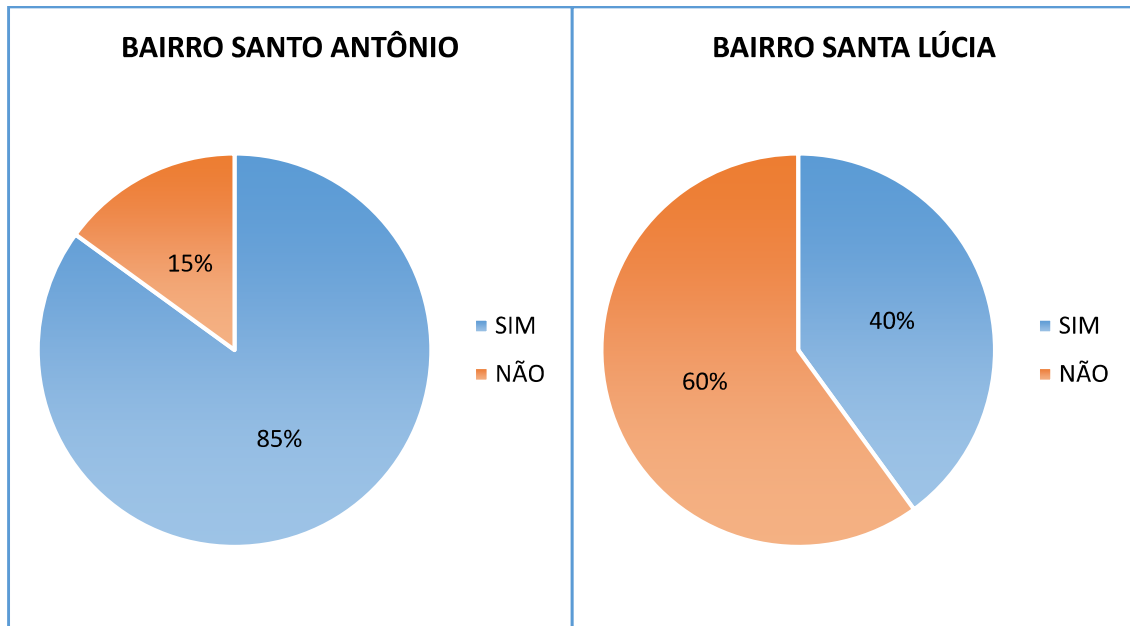


Fonte: trabalho de campo (2021).

Os alagamentos urbanos, sendo problemas socioambientais, não podem ser evitados quando em eventos extremos de chuvas; no entanto, as consequências desses fenômenos podem ser menores quando há um planejamento adequado que vise à mitigação de perdas e danos. Como tal, é necessário ter uma estimativa adequada da extensão dos problemas de drenagem para as diferentes condições de fluxo, de modo que, quando necessário, se possa realizar a evacuação adequada e um plano de gestão de desastres possam ser preparados com antecedência.

Na figura 10 estão as respostas sobre se as casas foram afetadas pelos alagamentos no período chuvoso. Nota-se que há uma significativa prevalência das respostas positivas à questão no Bairro Santo Antônio em relação ao outro bairro.

Figura 10: Casas afetadas por alagamentos em período chuvoso.



Fonte: trabalho de campo (2021).

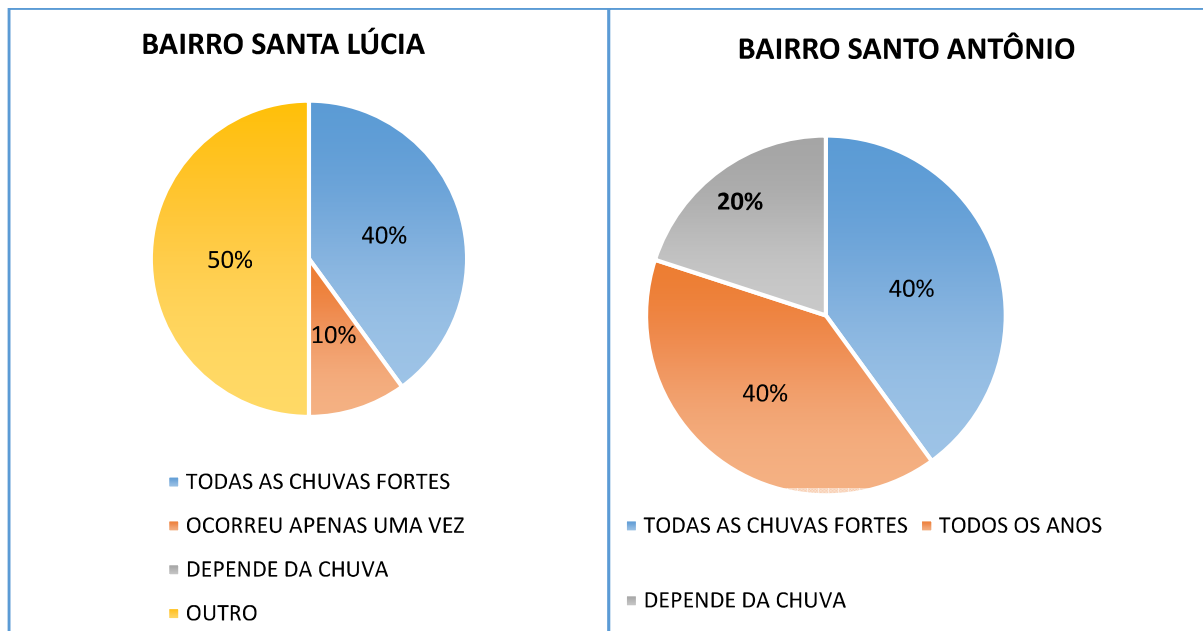
Com estes dados é possível ver como a falta de drenagem urbana e infraestrutura afeta os moradores, com alagamentos. Logo, nota-se que os alagamentos estão relacionados diretamente às deficiências da drenagem urbana. A ocorrência de chuvas intensas em áreas urbanas pode frequentemente gerar alagamentos severos tanto à estrutura urbana pública quanto à privada. Consequentemente, é crucial projetar sistemas para minimizar os danos potenciais em áreas sujeitas ao acúmulo de águas pluviais urbanas em fortes eventos de chuva. O projeto tradicional e simples dos sistemas de drenagem urbana pressupõe a concordância entre o período de retorno da chuva e seu consequente período de retorno dos alagamentos; no entanto, isso nem sempre se aplica. As infraestruturas hidráulicas

encontradas nos sistemas de drenagem urbana podem aumentar a heterogeneidade do sistema e perturbar o impacto da forte resposta às chuvas.

Os sistemas de drenagem urbana são frequentemente projetados com um período de retorno específico ou frequência que excede a capacidade máxima. *A priori*, isso significa que para cargas de chuva com um período de retorno maior do que o projetado, uma sobrecarga do sistema é possível, levando a potenciais enxurradas e alagamentos em áreas urbanas.

Os entrevistados também foram questionados sobre a ocorrência de eventos de alagamentos no bairro e as respostas foram apresentadas na figura 11.

Figura 11: Eventos de alagamentos nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia.



Fonte: trabalho de campo (2021).

Assim como é apresentado na figura acima, no bairro Santa Lúcia há incidência de alagamentos com uma margem de 40% quando há chuvas fortes, de 50% quando em outro momento de chuva e temporais, e apenas 10% dos entrevistados afirmaram ter ocorrido apenas uma vez, a incidência de alagamento. Já no bairro Santo Antônio, dentre os entrevistados 40% afirmaram que houve alagamento durante todas as chuvas fortes, 40% afirmaram que em todos os anos há alagamentos, e apenas 20% afirmaram que depende da chuva para que haja alagamentos. Cabe frisar que os alagamentos produzidos por chuvas locais de alta intensidade e que excedem a capacidade do sistema de drenagem podem ter impactos severos nas cidades e também evidenciam as áreas preferenciais para o planejamento urbano.

Os alagamentos apresentam muitos impactos desde danos às propriedades aos perigos à vida humana. Alguns eventos tem efeitos prolongados e podem atrasar o tráfego em áreas sem estradas elevadas. Danos estruturais podem ocorrer em pilares de pontes, linhas de margens, linhas de esgoto e outras estruturas. Os alagamentos trazem consigo, entulho, animais mortos, dentre outros agravantes (figura 12).

Figura 12: Destaques para situações problema com o descarte irregular de resíduos sólidos. (a) Bairro Santa Lúcia: Trecho com acúmulo de lixo doméstico; (b) Bairro Santo Antônio: acúmulo de lixo e matagal próximo à linha férrea. (c) Bairro Santo Antônio: trecho com indícios de alagamento decorrente de acúmulo de lixo e obstrução da drenagem.



Fonte: trabalho de campo (2021).

Os sujeitos da pesquisa foram questionados sobre “Quais as principais consequências que ocorrem durante o período chuvoso no local onde moram?”, e as respostas estão abaixo discriminadas.

Bairro Santa Lúcia:

M1 – “A água fica empossada e muito lixo;”

M2 – “Lama, porque não tem asfalto;”

M10 – “Lixo nas ruas, areia entope a vala das calçadas de onde a água escoava, quando chove desce bastante lixo em água atrapalhando o escoamento da água;”

Bairro Santo Antônio:

M3 – “As casas da rua foram todas alagadas;”

M8 – “A rua fica alagada e cheia de lama porque ainda não é asfaltada;”

M9 – “A água fica toda acumulada na rua, a rua foi mal planejada, na rua a frente tem um canal onde a água deveria descer, mas a água de lá fica todo emboçada nas nossas portas, porque não tem pra onde ir;”

Além desses relatos há algumas características relacionadas aos alagamentos que merecem destaque, como: doenças, móveis perdidos, casas alagadas, lama, acúmulo de lixo, dentre outros. Também há situações críticas de moradores que foram forçados a saírem de suas casas por conta do alagamento e das ruas intrafegáveis. Os alagamentos também deixam marcas maiores que as perdas econômicas, pois tiram a dignidade dos residentes gerando impactos sociais.

Nesse sentido, concorda-se com Tucci e Genz (1995, *apud* AGRA, 2001), quando entendem que o controle das enchentes é uma ação permanente e que cabe à sociedade como um todo. Além disso, os autores apontam a importância de não se pensar em uma solução pontual, mas sim de forma contínua e com a participação da população.

Ao serem questionados se houve visita por parte do governo municipal (secretarias) após algum evento de alagamento no bairro, e se sim, quais as medidas que foram adotadas pelo governo municipal as respostas foram: no bairro Santa Lúcia, oito sujeitos da pesquisa afirmaram que o bairro não recebeu nenhuma visita por parte da prefeitura ou secretarias. Atestaram que jamais ocorreu de alguém passar no bairro coletando informações acerca de tais questões e que nenhuma medida foi tomada até aquele momento. E os demais não souberam responder. Por outro lado, no Bairro Santo Antônio, dezoito respostas indicaram que não houve nenhum representante do governo municipal que tenha consultado os moradores ou que eles tenham notado a presença por lá. Todavia, dois relatos expuseram que:

M5 – “Já vieram umas pessoas da prefeitura eles só olharam e tiraram fotos e até hoje está do mesmo jeito;”

M6 – “Sim, vieram o povo da prefeitura eles viram a situação, falaram que iam tomar providência, mas até agora a rua está do mesmo jeito;”

O que foi feito, segundo os relatos, foi um cadastramento das famílias desabrigadas por conta dos alagamentos, para que pudessem receber casas para morar, todavia, não atendia a todas as famílias. Outro morador relata que quando da visita do poder público, somente mandaram colocar canos em determinadas ruas, porém, estes foram insuficientes para resolver o problema de drenagem, criou-se outro maior, prejudicando os moradores, ao ficarem entupidos.

De acordo com Santos; Mamede (2013), a defesa e a preservação do meio ambiente são atribuições das três esferas do Poder Público e também da coletividade, que pode ser entendida, nesse caso, como a sociedade em geral. O Art. 182 da Constituição Federal dispõe que a política de desenvolvimento urbano tem por objetivo “ordenar o pleno desenvolvimento

das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes”. Nesse sentido, as ações até aquele momento não demonstram atender a esse artigo.

Por outro lado, também se entende que a sociedade pode e deve contribuir ao evitar jogar resíduos sólidos nas ruas, córregos e canais, evitando assim o entupimento ou obstrução da drenagem pluvial. O governo municipal, por sua vez, deve agir dentro do estabelecido em lei cumprindo seu papel de prestação de serviços de limpeza de bueiros, desentupimentos de canos e valas, limpeza periódica das ruas e recolhimento dos resíduos sólidos, elaboração de um plano que contemple o trabalho efetivo da drenagem urbana.

Quando questionados sobre a percepção de quais seriam as causas dos alagamentos no bairro obteve-se as seguintes respostas em destaque:

No bairro Santa Lúcia:

M1 – “Mal planejamento das ruas;”

M3 – “É porque ainda não tem asfalto nem saneamento básico;”

M9 – “Falta de bueiro, asfalto, saneamento básico. A água não tem por onde passar;”

No bairro Santo Antônio notou-se que:

M4 – “O problema é o novo conjunto Dallas que é alto – a água de lá vem toda para cá. Hoje tem casa até no local onde a água ficava alojada que era perto da linha, a água que vem de lá é um problema aqui pra nós que somos de baixo;”

M5 – “é o canal que está raso e entupido, deveria ter limpeza frequentemente e aprofundar mais, deveria ser feito o nivelamento da rua também para a água descer melhor;”

Dentre as respostas, estão a estrutura e a infraestrutura do bairro apontadas como inadequadas às necessidades locais. Essa não é uma realidade apenas desses bairros em destaque, mas trata-se de um problema maior relacionado à rápida expansão urbana sem planejamento adequado que tem sido um desafio em países em desenvolvimento. O avanço da ocupação em áreas sem infraestrutura de drenagem adequada tem sido uma característica em metrópoles urbanas brasileiras, que sofrem com a falta de investimentos e a precariedade de planos a longo prazo, além da falta de informação sobre os aspectos hidrológicos que possibilitariam estabelecer ações estruturais e de prevenção (CANHOLI, 2005).

Desta forma, a população torna-se o principal alvo dos impactos dos alagamentos, sendo obrigada a conviver com diversas mazelas, mesmo que isso não a isente da responsabilidade pela disposição inadequada de resíduos dentro ou no entorno de águas superficiais canalizadas e expostas a céu aberto. No entanto faz-se necessário ainda consolidar essas ações de políticas públicas através de estudos capazes de subsidiar os investimentos em projetos de drenagem urbana que respondam tanto às características físicas locais como aos

aspectos culturais da população que habitam essas áreas, visto que em muitos casos, faltam medidas preventivas e participativas (TUCCI, 2008).

Com relação à questão de quem seria a responsabilidade pelos alagamentos ocorridos no bairro, as respostas estão descritas abaixo:

Bairro Santo Antônio

M4 – “Prefeito, o poder público municipal, só eles podem fazer alguma coisa por nós;”

M5 – “Do prefeito que não manda ajeitar as ruas;”

M9 – “Da população que joga lixo na rua e da prefeitura que não trabalha no bairro;”

Bairro Santa Lúcia

M1 – “Da população que joga lixo nas ruas;”

M2 – “Da chuva;”

M3 – “Das empresas que constroem as casa, porque não fazem saneamento básico na rua;”

Nota-se que há diversidade de opiniões ou percepções quanto à questão, entretanto, todas as respostas acabam por se complementar, pois não há uma única resposta para a complexidade da situação. Entende-se que a falta de uma infraestrutura de drenagem eficiente, a deposição descontrolada de resíduos, a falta de inspeção e manutenções periódicas, a má conexão das redes de drenagem e estradas e o descuido levaram à falha do sistema de drenagem existente. Logicamente que não se deve esquecer do que já foi apontado anteriormente: o relevo possui características que potencializam os alagamentos.

Santos; Mamede (2013) entendem que além das obras estruturais dedicadas à drenagem urbana, para que seja alcançado um desenvolvimento urbano sustentável, é importante o estabelecimento de uma política de controle do escoamento da bacia hidrográfica, com fiscalização eficiente e apoio institucional, permitindo a implementação de uma política ambiental adequada.

Com relação à questão do serviço de drenagem pluvial urbana, indagou-se sobre qual o entendimento dos sujeitos da pesquisa a esse respeito. No bairro Santa Lúcia, 80% dos entrevistados não souberam responder, os 20% se dividiram com as seguintes respostas:

M1 – “Não sei responder, seria a água que vai das casas para os esgotos;”

M2 – “Quase nada, fazer as encanações dos esgotos das casas”.

Já no Bairro Santo Antônio, o número de entrevistados que não souberam responder foi um pouco maior, chegando a 85%. Os demais, responderam o seguinte:

M6 – “Construção de galerias para a água escoar”,

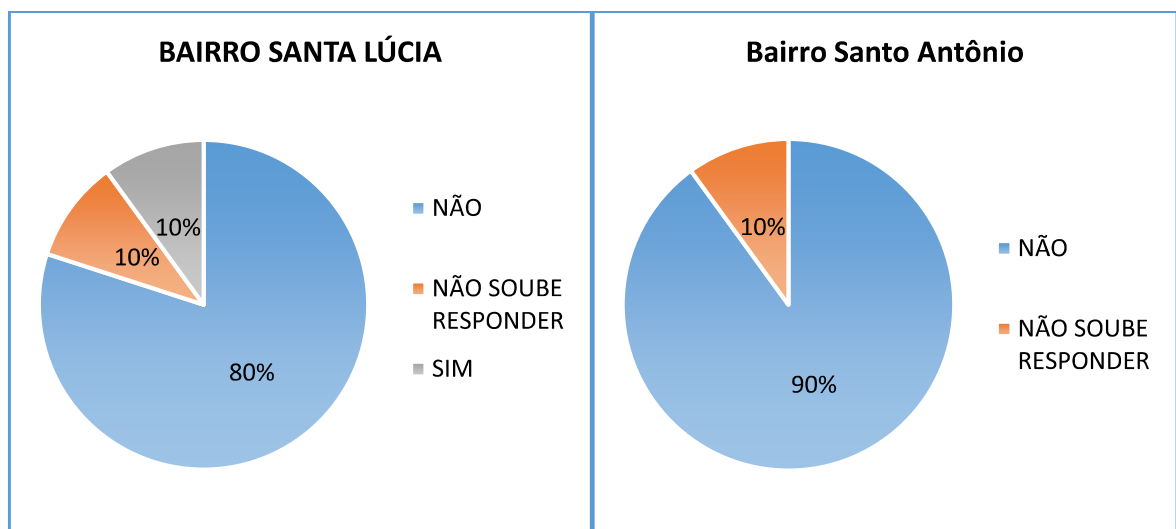
M9 - “É o alinhamento das ruas e colocar córregos para água descer”.

Em ambos os bairros é notório a falta de entendimento por parte dos moradores a respeito da drenagem pluvial urbana. A compreensão sobre esses aspectos pode se refletir em maior tomada de consciência e organização das pessoas afetadas. Com isto, é notório que, mesmo em convívio com a precária situação de urbanização, os moradores não têm conhecimento sobre as causas, e isso pode implicar em uma difícil conversa com o poder público para a exigência das melhorias que anseiam para os bairros.

Em vários estudos, a falta de compreensão dos impactos da urbanização é uma forte barreira no estabelecimento de um plano de implementação de drenagem urbana integrado e eficaz. Visto a constante urbanização das cidades, as águas da chuva procuram um meio de escoar, que se não for disponibilizado, causará grandes transtornos. Melhorar e utilizar o ciclo natural da água é um passo importante em direção a ambientes urbanos mais sustentáveis. Os principais componentes do ciclo hidrológico urbano consistem no abastecimento de água, eliminação de águas residuais e drenagem de águas pluviais (sistema hídrico urbano).

As respostas para a pergunta “O serviço de drenagem das águas pluviais urbanas no seu bairro é eficiente?” estão dispostas na figura 13.

Figura 13: Eficiência do serviço de drenagem das águas pluviais urbanas.



Fonte: trabalho de campo (2021).

No bairro Santa Lúcia 80% das respostas indicaram ineficiência da drenagem, já no bairro Santo Antônio foram 90% das respostas indicando para a mesma direção. Essa percepção dos moradores sobre essa questão é fundamental para se tomar medidas corretivas na drenagem. Nessa direção, Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) destaca que o sistema de drenagem sobressai como um dos problemas mais sensíveis causados pela urbanização

sem planejamento, tanto em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais como devido à interferência com os demais sistemas de infraestrutura (BRASIL, 2004).

Quanto ao sistema de drenagem no bairro, foi perguntado: Já foi supervisionado por um engenheiro civil, sanitarista ou ambiental ou membros da prefeitura? No bairro Santo Antônio, 90% dos entrevistados responderam que não houve supervisão; 4% não souberam responder; 6% afirmaram que houve a visita e supervisão do sistema de drenagem por parte de membros da prefeitura, porém, nada fizeram. No bairro Santa Lúcia 50% dos entrevistados disseram que não houve supervisão, enquanto que 25% afirmaram que houve supervisão por engenheiro da empresa que construiu as casas em um conjunto habitacional que há no bairro; os demais 25% não souberam responder.

Obteve-se as seguintes respostas para o questionamento: Quais os tipos de obras você acha que deveriam ser realizadas na rede de drenagem pluvial nas ruas do seu bairro?

Bairro Santa Lúcia

M2 – “Deveriam fazer canais com redes de tubulações;”

M1- “Pavimentação e saneamento básico;”

M4 – “Aterrar e colocar encanções para a água descer para o riacho São José;”

Bairro Santo Antônio

M5 – “Asfaltar o bairro todo e fazer o canal igual ao do Riacho Água Fria pra água descer para o rio, a água que vem pra cá é do Dallas e do Novo Milênio, se acumula toda no nosso bairro e se fizerem uns canais, o bairro não seria tão prejudicado na época da chuva;”

M7 – “Fazer um canal para o bairro São Sebastião e Santo Antônio para a água escoar no brejo São José. Fazer galerias para as águas dos bairros de cima não chegar aqui pra nós das ruas de baixo;”

M6 – “Melhorar a canalização das ruas;”

Há opiniões diversas em ambos os bairros: enquanto uns aconselham que seja feito canais de redes de tubulação, asfalto, saneamento básico, outros dizem que é necessário melhorar canais aprofundando e limpando, fazer galerias para o escoamento da água para o rio, nivelamento de ruas, fazer um canal para escoamento da água advinda do bairro Santa Lúcia.

Entende-se que o efeito negativo dos efluentes domésticos na quantidade e qualidade da água e nas amenidades urbanas torna cada vez mais imperativo o estabelecimento de sistemas de drenagem sustentáveis nas cidades. Portanto, para um melhor planejamento e desenvolvimento sustentável de uma cidade, é altamente imperativo que ambientalistas, hidrólogos, planejadores do uso do solo e gestão de águas pluviais e residuais analisem o sistema de drenagem existente e prevejam as respostas ambientais às descargas do sistema de drenagem urbana.

Os sistemas de esgoto, como todas as obras de engenharia, não duram para sempre e requerem manutenção e reparo durante sua vida útil. Os sistemas de drenagem urbana são infraestrutura essencial para qualquer comunidade. Se as empresas de água e saneamento não tiverem práticas de gestão eficazes, essa infraestrutura vital não só fornece um nível de serviço reduzido, mas também exige que gastos enormes sejam feitos para evitar um sério impacto em partes da cidade.

Com relação às respostas para o questionamento “Os moradores da sua rua ou bairro já fizeram alguma reclamação formal conjunta (abaixo-assinado ou outra forma) à prefeitura sobre os problemas dos alagamentos? Se sim, quais os resultados dessa reclamação?” obteve-se algumas respostas que nos ajudaram a compreender a organização dos bairros frente ao poder público municipal. No Bairro Santa Lúcia, 50% responderam “Não”, 20% “não souberam responder” e 30% afirmaram já terem feito solicitações à prefeitura, todavia, não foram atendidos em suas solicitações. Já no Bairro Santo Antônio, 50% afirmaram que já fizeram várias reclamações, porém, sem sucesso.

É importante a participação junto ao Poder Público, no que se refere a exigência daquilo que lhes são de direito, que são os serviços públicos essenciais, como por exemplo, os episódios de alagamento. Num Estado Democrático de Direito em que vivem todos os cidadãos brasileiros, é inerente a cada cidadão exercer seu direito de cobrar do Poder Público, infraestrutura e saneamento básico, todavia, quando a população se mantém aquém da situação e não cobra seus direitos acaba dando margem para que nada seja feito, e com isto, o problema não seja resolvido, e muitas vezes, agravado. Já o Poder Público tem por obrigação cumprir com seus deveres, dos quais, está o de cuidado e reparo da infraestrutura urbana, e nisso inclui um bom serviço de drenagem urbana, dentre outros.

Quando questionados sobre quais os principais serviços de limpeza pública são realizados na manutenção da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas as respostas foram as seguintes: No bairro Santa Lúcia 90% dos moradores afirmaram que apenas a coleta de lixo é realizada no bairro, 8% disseram que fazem o roço do mato e apenas 2% disseram que fazem outros serviços além dos citados, porém, não especificaram. Já no bairro Santo Antônio, 70% dos moradores entrevistados afirmaram ser realizado apenas a coleta de lixo, 10% afirmaram que é feito, também, o roço do mato e 20% afirmaram que há limpeza e desobstrução de bueiros, galerias subterrâneas e canais abertos.

Conforme Santos; Mamede (2013), entende-se que as questões relativas à drenagem estão intimamente ligadas à manutenção do desenvolvimento da cidade. A Constituição Federal estabelece, ainda, o Plano Diretor como “o instrumento básico da política de

desenvolvimento e de expansão urbana” e determina que “a propriedade urbana cumpre a sua função social quando atende às exigências fundamentais de ordenação da cidade expressas no Plano Diretor”. Cabe ao município formular a política urbana, seu Plano Diretor e, conseqüentemente, determinar a função social da propriedade.

A gestão das águas pluviais deve ser compreendida como uma combinação de esforços de engenharia, construção, manutenção do local e alcance público para tratar da qualidade e quantidade do escoamento. As medidas de controles estruturais como tubos, bacias de coleta e câmaras de areia são usados para controlar a quantidade e a taxa de escoamento de águas pluviais e a qualidade das águas pluviais lançadas em corpos d'água. Por outro lado, as medidas de controles não estruturais, como monitoramento da qualidade da água, valas vegetativas, educação pública e políticas relativas ao manejo de pragas, fertilização e controle da erosão da construção também são igualmente importantes.

Para corroborar, tem-se a afirmação de Santos; Mamede (2013), os sistemas de drenagem urbana fazem parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, quais sejam: redes de abastecimento de água, de coleta de esgotos sanitários, de cabos de transmissão de energia, de serviços de comunicações, além da iluminação pública, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de recreação e lazer. Alheia à sua importância, historicamente, as obras relacionadas à drenagem urbana, devido ao impacto que causam na sua implantação e por serem “invisíveis”, não despertam o interesse político.

O município é responsável pela manutenção do sistema de drenagem pública e das estruturas dentro da faixa de servidão de drenagem pluvial para permitir o funcionamento adequado do sistema. Entende-se que a manutenção de rotina do terreno, como corte do mato e remoção de detritos pelos proprietários devem garantir que os sistemas e estruturas sejam mantidos livres de resíduos domésticos ou outras obstruções que possam bloquear o fluxo de água, calçadas e seus bueiros ou pontes associadas.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que os alagamentos ocorrem quando o sistema de drenagem não consegue lidar com o volume e a velocidade da água da chuva. Nesse sentido, trata-se de problemas sérios que afetam a maior parte da população mundial. Podem resultar tanto da impermeabilização do solo quanto do crescimento urbano desordenado. Além disso, a gravidade do problema aumenta com as variações climáticas que alteram os padrões de precipitação.

Compreendeu-se também que o crescimento urbano não planejado aumenta o risco de inundações, especialmente porque um grande número de pessoas está concentrado em áreas como planícies de inundação. Com o estudo realizado nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia em Codó, notou-se que os fatores físicos de altitude, declividade e tipo de chuva aliados ao mal planejamento da cidade nessas áreas agravaram o problema dos alagamentos.

Um fato que merece destaque quanto à negligência ou ineficiência fiscal do poder público é o de as águas do bairro Santa Lúcia serem direcionadas ao bairro Santo Antônio que já é repleto de condições desfavoráveis ao escoamento superficial. Além disso, a rápida urbanização do bairro Santa Lúcia obedece a um padrão com ruas longas e baixa declividade potencializando o acúmulo de águas da chuva e tornando lento o processo de escoamento.

Por fim, mas sem querer finalizar as discussões, entende-se que as ações do poder municipal devem ser no sentido estrutural, isto é, realização, mesmo que em etapas, de obras de correção da drenagem urbana inicialmente pelo bairro Santo Antônio. Isso não quer dizer que as medidas não-estruturais, de educação ambiental e limpeza urbana devam cessar, pelo contrário, devem ser ainda mais estimuladas. Nesse sentido, compreende-se que há mecanismos legais suficientes o que resta é uma cobrança e uma fiscalização do cumprimento estrito das leis e a execução de um planejamento de curto, médio e longo prazo para a infraestrutura urbana, especialmente quanto à drenagem pluvial.

REFERÊNCIAS

AGRA, S. G. **Estudo experimental de microrreservatórios para controle de escoamento superficial**. Dissertação (Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

AMARAL, Rosângela do; SANTORO, Jair; TOMINAGA, Lídia Keiko. **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

BERTONI, Juan Carlos; TUCCI, Carlos E.M. (org.). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. Disponível em: https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/240650/mod_folder/content/0/Inunda%C3%A7%C3%B5es.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 25 de agosto de 2020.

BRAGA, Júlia Oliveira. *Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF*. Brasília, 2016. 33 páginas. Monografia de graduação (Disciplina Prática e Pesquisa de Campo 2), - Departamento de Geografia, Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual de saneamento. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 407p.

BRASIL (2004). Manual de Saneamento (3ª. ed.) Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Disponível em: http://bvms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_saneamento_3ed_rev_p1.pdf acesso em 03 de jan 2021.

BRASIL (2013a). Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília: Autor. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf acesso em 03 de jan 2021.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes** (1a ed.). São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CRUZ, Marcus Aurélio Soares; SOUZA, Christopher Freire; TUCCI, Carlos E. Morelli. Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. **Anais...XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos–ABRH, 2007.

DREW, David. **Processos Interativos Homem-Meio Ambiente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2002.

FÁTIMA, MARIA DE. Impactos da drenagem urbana na saúde pública em municípios de pequeno porte no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2013, 250f.

FONTES, A.R.M.; BARBASSA, A.P. Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 8(2), 137-147, 2003. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/36/333321ad2e0442b968f474b40381eaa3_dc3b9defd64e615362eb9f6cfa30bcc1.pdf. Acesso em: 20 de setembro de 2020.

FREEMAN, P.K., 2000, Infrastructure, Natural Disasters and Poverty. In: **Managing Disaster Risk in Emerging Economies**. KREIMER, A., ARNOLD, M., (Comp.), Washington D.c.: The World Bank, 2000. Cap. 5, p. 55-61. (Disaster Risk Management).

GONTIJO JÚNIOR, W. C. Projeto de sistemas de drenagem urbana: uma metodologia com participação social. In: **SILUSBA**, 7, 2005, Portugal, Évora. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2007. 15p. Disponível em: https://www.academia.edu/5093937/Deficit_na_drenagem_urbana_buscando_o_entendiment_o_e_contribuindo_para_a_definição. Acesso em 20 de fev 2019.

HELLER, L. Saneamento e saúde. Brasília: OPAS, 1997.

IBGE. Atlas de Saneamento. MPOG. Governo Federal. Brasil. 2000.

IBGE. Censo Demográfico 2000. MPOG. Governo Federal. Brasil. 2000.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do saneamento básico** – Entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2012.

JPA ENGENHARIA&OBRAS. **Importância da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas**. Disponível em: <http://jpaobras.com.br/jpa/noticias/importancia-da-drenagem-e-manejo-de-aguas-pluviais-urbanas-2/>. Acessado em: 13 de abril de 2019.

LIMA, J. D. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 267 p.

MARTINS, José Rodolfo S. Obras de macrodrenagem, In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, Ed. UFRGS, 1995.

MIGUEZ, M.G., 2001, Modelo Matemático de Células de Escoamento para Bacias Urbanas. **Tese** de Doutorado., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

NASCIMENTO, J. D. O índice de sustentabilidade ambiental do uso da água (ISA) como ferramenta de contribuição às políticas públicas de desenvolvimento e conservação na bacia do Rio Bacanga, São Luís/ MA. 2010. 99 f. **Dissertação** (Mestrado em OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA) - Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2010.

PHILIPPI, Jr. A. & Malheiros, T. F. Saneamento e saúde pública: integrando homem e meio ambiente. In: Philippi Jr, A. **Saneamento saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005.

PMPOA. Plano diretor de drenagem urbana- Manual de drenagem urbana. Instituto de Pesquisas Hidráulicas: Autor. Recuperado de http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima_ve rsao.pdf.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.5, n. 1, p. 15-23, 2000.

PORTO, M. F. A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. In: Tucci, C. E. M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5, p.387-414.

REZENDE, Osvaldo Moura. **Manejo sustentável de águas pluviais: uso de paisagens multifuncionais em drenagem urbana para controle das inundações**. – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2010.

RIGHETTO, J.M.; MEDIONDO, E.M.; RIGHETTO A.M. Modelo de seguro para riscos hidrológicos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 2, p. 107-113, abr./jun. 2007.

RIGHETTO, A.M., MOREIRA, L.F.F., & SALES, T.E.A (2009). Manejo de águas pluviais urbanas. In: Righetto, A.M. (coordenador), **Manejo de Águas Pluviais Urbanas** (pp.21-72). Rio de Janeiro: ABES.

SANTOS, Lydyanne Barbosa dos; MAMEDE, Bruno Borges. AUTOMAÇÃO EM DRENAGEM PLUVIAL E CONTROLE DE ENCHENTES: APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS NOS GRANDES CENTROS URBANOS. Fórum Ambiental da Alta Paulista. ISSN 1980-0827. Volume 9, Número 2, 2013.

SILVA, Josiane Amara Leite da. Tecnologias alternativas em drenagem urbana para os pontos críticos de alagamento do Município de Goiânia/GO. Brasília – DF. **Monografia** de TCC. 2018. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/4240>. Acesso em 14 de outubro de 2020.

SILVEIRA, A. L. L., 2000. Impactos Hidrológicos da urbanização em Porto Alegre. **Anais...4º Seminário de Hidrologia Urbana e Drenagem**. Belo Horizonte ABRH.

SIQUEIRA, M. S; ROSA, R. dos S.; BORDIN, R.; NUGEM, R. de C. Interações por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado na rede pública de saúde da região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010-2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, 26(4):795-806, out-dez 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/g7pkmSty3q5GqJXjir4pg6L/abstract/?lang=pt>. Acesso em 12 de janeiro de 2021.

SOARES, Alvaro Bianchini; et al., **Drenagem Urbana Influência Da Drenagem Urbana Nas Enchentes E Inundações**. Relato de experiência - XXIII Seminário de Iniciação Científica. UNIJIÚ – 2015.

SOUSA, Gestão da Drenagem Urbana no Brasil: Desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)** v.1, n.1, p59, 2013.

SOUZA, V. C. B. de; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. **Déficit Na Drenagem Urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição**. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA) - v. 1, n. 2 –p. 162-175, 2013 – ISSN: 2317-563X.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol. 7, N.1, jan/mar, pp 5-27,jan/mar 2002.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. Controle do Impacto da Urbanização. In: Tucci, C. E. M., Porto, R. L.; Barros, M. T. – organizadores; **Drenagem Urbana**, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, volume 5, Editora da Universidade, Porto Alegre. 1995.

TUCCI, C.E.M.; Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. ABRH. Vol. 2, nº 2. 1997.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**– Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005.

TUCCI, C. E. **Gestão de águas pluviais urbanas** (1a ed.). Brasília: UNESCO, 2005.

TUCCI, C. E. M., SILVEIRA, A.L.L., BENETTI, A.D., LANNA, A.E.L., BIDONE, F.R.A, SEMMELMANN, F.R., LOUZADA, J.A.S., BERTONI, J.C.B, FILHO, K.Z., BELTRAME, L.F.S., BORDAS, M.P., PESSOA, M.L., CAICEDO, N.O.L., CHEVALLIER, P.A., CLARKE, R.T. & PORTO, R.L.L (2007). **Hidrologia – Ciência e Aplicação** (4a. ed.). Porto Alegre: UFRGS.

TUCCI, C.E.M. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, Carlos E. M.; MELLER, Adalberto. Regulação das águas pluviais urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 4, n. 1, p. 75-89, jan./jun. 2007.

VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado de recursos hídricos como problema socioambiental. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, n. 5, Ano II, p. 109 – 134, 2º semestre de 1999.

APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO-UFMA
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS HUMANAS/HISTÓRIA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) Senhor(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “O SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL URBANO DE CODÓ-MA NOS BAIROS SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA: a problemática dos alagamentos e das enxurradas’, sob a orientação do Prof. Alex de Sousa Lima da Universidade Federal do Maranhão, Campus VII, Codó-MA.

Esta pesquisa pretende analisar o sistema de drenagem pluvial urbano dos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia, Codó-MA.

Sua participação se dará por meio do preenchimento deste questionário com perguntas sobre a temática drenagem pluvial urbana. Durante toda a sua participação você não será identificado. Qualquer uso de suas palavras será feito com total anonimato e respeitando estes termos.

No que tange aos riscos decorrentes de sua participação nesta pesquisa estarão mais relacionados às recordações de experiências ou situações vividas que podem causar imersão em lembranças boas ou ruins. Se você aceitar participar estará contribuindo para o entendimento desta temática para a cidade Codó, fortalecendo também as discussões sobre a temática a nível acadêmico.

Se depois de consentir em sua participação o Sr(a) desistir de continuar participando, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.

O(a) Sr(a) não terá nenhuma despesa e também não receberá nenhuma remuneração. Os resultados da pesquisa serão analisados e publicados, mas a identidade dos participantes será mantida em sigilo. Para qualquer outra informação ou dúvidas sobre a pesquisa, o(a) Sr(a) poderá entrar em contato com o meu orientador, pelo telefone 099- 98154-2782.

José Fernando Sousa

Graduando em Licenciatura em Ciências Humanas/História, UFMA, Campus VII

QUESTIONÁRIO	TC: 001
--------------	---------

Data:	____/____/2020	Hora:	_____
-------	----------------	-------	-------

Iniciais do nome: _____

Idade: _____ Sexo: () Masculino () Feminino

Ocupação: _____

Pavimentação da rua:

() Piçarra

() Asfalto

() outro tipo (descrever):

01 - Tempo que reside no bairro/rua: _____

() Menos de 02 anos () De 05 a 10 anos () Mais de 15 anos

() De 02 a 05 anos () De 10 a 15 anos

02 - No período das chuvas você notou locais de alagamento na sua rua? Sim ()/Não ()

03 - No período chuvoso a sua casa foi afetada pelos alagamentos? Sim ()/ Não ()

04 - Com que frequência ocorreram os eventos de alagamentos no seu bairro?

() Todos os anos?

() Ocorreu apenas uma vez

() Depende da chuva

() Todas as chuvas fortes

() Outro (descrever)

05 - Quais as principais consequências que ocorrem durante o período chuvoso no local que você mora?

06 – Você já recebeu alguma visita por parte do governo municipal (secretaria) após algum evento de alagamento no bairro? se sim, quais medidas foram adotadas pelo governo municipal?

07 - Na sua opinião quais são as causas dos alagamentos no seu bairro?

08 - De quem seria a responsabilidade pelos alagamentos ocorridos no bairro?

10 - O que você entende por serviço de drenagem pluvial urbana?

11 - O serviço de drenagem das águas pluviais urbanas no seu bairro é eficiente? () Sim/ () Não/ () Não soube responder

12 - O sistema de drenagem do bairro já foi supervisionado por um engenheiro civil, sanitarista ou ambiental ou membros da prefeitura?

13 – Quais os tipos obras você acha que deveriam ser realizadas na rede de drenagem pluvial nas ruas do seu bairro?

14 – Os moradores da sua rua ou bairro já fizeram alguma reclamação formal conjunta (abaixo-assinado ou outra forma) à prefeitura sobre os problemas dos alagamentos? Se sim, quais os resultados dessa reclamação?

15 - Quais os principais serviços de limpeza pública são realizados na manutenção da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas?

- () Limpeza e desobstrução de bueiros, galerias subterrâneas e canais abertos
() Roço do mato

limpeza da rua com vassouras

outros (descreva)
