

DEFICIÊNCIA DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA NOS BAIRROS SANTO ANTÔNIO E SANTA LÚCIA DA CIDADE DE CODÓ-MA

Alex de Sousa Lima

Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Centro de Ciências de Codó, MA, Brasil

E-mail: alex.lima@gmail.com

José Fernando Sousa

Universidade Federal do Maranhão, UFMA, Centro de Ciências de Codó, MA, Brasil

E-mail: tec.fhernandoinf@hotmail.com

Resumo

Os estudos urbanos têm ganhado cada vez mais relevância na pauta de debates considerando os diversos aspectos, por exemplo, a deficiência de drenagem. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a deficiência da drenagem pluvial nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia na cidade de Codó-MA. Para a execução, fez-se uso dos dados extraídos do *Google Earth Pro*® para a geração dos produtos cartográficos de altimetria e declividade, trabalho de campo para reconhecimento dos pontos críticos e para aplicação de questionários semiabertos. Os dados de altimetria e declividade indicam que o bairro Santo Antônio apresenta maior propensão aos problemas de deficiência de drenagem. Há pelo menos oito trechos de vias públicas no Santo Antônio que apresentam problemas sérios de deficiência de drenagem. Já no outro bairro foram identificados quatro trechos de vias com tais características. As respostas aos questionários indicam haver uma relação distante entre o poder público e a população dessas áreas quanto à resolução dos problemas encontrados. Conclui-se que os fatores físicos (altitude, declividade e tipo de chuva) aliados ao mau planejamento da cidade nessas áreas agravaram o problema da deficiência de drenagem causando alagamentos.

Palavras-chave: Drenagem urbana; Alagamentos; Urbanização desordenada.

DEFICIENCY OF URBAN RAIN DRAINAGE IN THE SANTO ANTÔNIO AND SANTA LUCIA NEIGHBORHOODS OF THE CITY OF CODÓ-MA

Abstract

Urban studies have gained more and more relevance on the agenda, considering the various aspects, for example, drainage deficiency. In this sense, the objective of this work was to analyze the deficiency of storm drainage in the neighborhoods of Santo Antônio and Santa Lúcia in the city of Codó-MA. For the execution, data extracted from *Google Earth Pro*® was used to generate altimetry and slope cartographic products, field work to recognize critical points and apply semi-open questionnaires. Altimetry and slope data indicate that the Santo Antônio neighborhood is more prone to drainage deficiency problems. There are at least eight sections of public roads in Santo Antônio that present serious drainage deficiency problems. In the other neighborhood, four sections of roads with such characteristics were identified. The responses to the questionnaires indicate that there is a distant relationship between the government and the population of these areas in terms of solving the problems encountered. It is concluded that the physical factors (altitude, slope and type of rain) allied to the poor planning of the city in these areas aggravated the problem of drainage deficiency causing flooding.

Key words: Urban drainage; Flood; Disorderly urbanization.

DEFICIENCIA DE DRENAJE URBANO DE LLUVIA EN LOS BARRIOS DE SANTO ANTÔNIO Y SANTA LUCIA DE LA CIUDAD DE CODÓ- MA

Resumen

Los estudios urbanos han ganado cada vez más relevancia en la agenda, considerando los diversos aspectos, por ejemplo, la deficiencia de drenaje. En ese sentido, el objetivo de este trabajo fue analizar la deficiencia de drenaje pluvial en los barrios de Santo Antônio y Santa Lúcia en la ciudad de Codó-MA. Para la ejecución se utilizaron datos extraídos de Google Earth Pro® para generar productos cartográficos de altimetría y pendiente, trabajo de campo para reconocer puntos críticos y aplicar cuestionarios semiabierto. Los datos de altimetría y pendiente indican que el barrio de Santo Antônio es más propenso a problemas de deficiencia de drenaje. Hay al menos ocho tramos de vías públicas en Santo Antônio que presentan serios problemas de deficiencia de drenaje. En el otro barrio se identificaron cuatro tramos de vías de tales características. Las respuestas a los cuestionarios indican que existe una relación distante entre el gobierno y la población de estas zonas en cuanto a la solución de los problemas encontrados. Se concluye que los factores físicos (altura, pendiente y tipo de lluvia) aliados a la mala planificación de la ciudad en estas zonas agravaron el problema de la deficiencia de drenaje provocando inundaciones.

Palabras-clave: Drenaje Urbano; Inundación; Urbanización Desordenada.

Introdução

As discussões sobre os problemas decorrentes da deficiência da drenagem pluvial urbana têm ganhado destaque nos noticiários, nas pesquisas e nas mídias sociais de modo cada vez mais crescente no atual cenário. Porém, trata-se de uma temática ricamente discutida nos mais diferenciados níveis acadêmicos internacionais (HOSSEINZADEH, 2005; ZAPPERI; OLCINA, 2021; ZHANG *et al.*, 2021; entre outros) e nacionais (TUCCI, 2008; ASSIS SILVA *et al.*, 2019; PINTO, 2019; entre outros) em perspectivas diversas.

Tais discussões a nível acadêmico costumam apontar, em seus resultados, uma associação entre os problemas de drenagem e o processo de urbanização desordenado, entre outros. Dessa forma, o fenômeno da urbanização ocorrido nas últimas quatro décadas, especialmente em países em desenvolvimento, tem sido fator responsável pelo agravamento dos problemas relacionados às drenagens pluviais urbanas, tais como: os alagamentos, as enxurradas e as inundações (BRAGA, 2016). Como consequência disso, autores como Fátima (2013); Oliveira *et al.* (2018); Fonseca, Ferentz e Garcias (2019); e Ferreira (2019) percebem que tem havido maior recorrência destes problemas no ambiente urbano causando inúmeros prejuízos privados e públicos.

Considerando os efeitos da urbanização, Hosseinzadeh (2005) cita que esse processo promove o rompimento dos perfis das encostas, muda a cobertura vegetal, promove a compactação acelerada dos solos e interrompe o fluxo, além de alterar os padrões naturais de drenagem, aumentando as possibilidades de alagamentos, enxurradas e inundações urbanas. Para Zhang *et al.* (2021), há uma preocupação constante com a pressão

ocorrida sobre o sistema de drenagem urbana — a qual tende a aumentar — sendo necessário melhorar os mecanismos de gestão e resposta aos problemas decorrentes desse processo.

No cenário brasileiro, os sistemas de drenagem urbana tomaram por base um modelo hidraulicamente mais eficiente, respeitando a visão higienista. Dessa forma, focado na noção de saneamento com a necessidade de “sempre drenar”, criando estruturas de micro e macrodrenagem para conduzir a água para fora das cidades; algo semelhante ao das populações antigas, como no Império Romano (SOUZA, 2013).

Nesse sentido, Canholi (2005) entende que a visão higienista sobre a drenagem é compreendida pela transferência rápida das águas do ponto de origem (precipitações que geram as águas pluviais) para áreas à jusante (podendo ser um curso de água de nível altimétrico inferior). Também percebe que quanto menor o tempo de concentração, maior o pico da vazão à jusante, possibilitando a sobrecarga dos corpos hídricos receptores e gerando inundações em áreas que antes não apresentavam tais problemas.

Para Butler *et al.* (2018), a água de escoamento superficial possui velocidade aumentada sobre as superfícies duras e através de esgotos se comparada às superfícies naturais e ao longo dos cursos d'água naturais. Ou seja, entendem que o fluxo chegará e desaparecerá mais rapidamente gerando, portanto, maior pico de vazão. Logo, entende-se que o processo de urbanização passa a direcionar os fluxos por meio das sarjetas das vias públicas — com ou sem pavimentação asfáltica — acelerando a velocidade do escoamento e diminuindo o tempo que a água leva para chegar ao curso d'água mais próximo; dessa forma, potencializa a ocorrência de alagamentos, enxurradas e inundações.

Conforme Tucci e Genz (1995) e Toledo (2017), há dois tipos de drenagens urbanas a serem consideradas: a micro e a macrodrenagem. A microdrenagem, que compreende o sistema de condutos pluviais ou canais nos loteamentos ou na rede primária urbana (drenagem das vias públicas), atende a drenagem de precipitações com risco moderado. Enquanto a macrodrenagem abrange os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem envolvendo canais e córregos. Este tipo de sistema acomoda precipitações superiores às da microdrenagem, apresentando riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais. Nesse sentido, geralmente podem ocorrer inundações próximas aos canais e córregos em perímetros urbanos, sobretudo em eventos extremos de precipitações.

Tomando por base a Lei n.º 14.026/2020, que trata do Saneamento Básico, em seu Art. 3º, I “d” dispõe que a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas são:

Constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes (BRASIL, 2020, s/p.).

Partindo desse pressuposto, é importante ressaltar que o quadro geral da urbanização brasileira possui longo tempo de operação em desordem quanto à adição de novas áreas ao perímetro urbano. Nas capitais, nota-se maior efetividade da fiscalização e do acompanhamento por parte da mídia, da sociedade civil organizada e dos representantes do legislativo; por outro lado, as realidades das muitas cidades médias e pequenas é o oposto.

Apesar de apresentarem dispositivos legais atualizados e em consonância com as legislações nacionais, ainda assim, é comum observar: a) novos loteamentos sendo integrados ao sistema de micro e macrodrenagem sem estudo de impacto prévio; b) vias construídas sem a devida correção do escoamento; c) o não ajustamento estrutural à nova demanda urbana de drenagem; d) diminuição de áreas verdes estratégicas para infiltração; entre outras situações.

A cidade de Codó, localizada no estado do Maranhão, não está distante desse cenário, pois apesar de anualmente ocorrerem problemas evidentes de deficiência da drenagem urbana, pouco ou nada se tem feito para melhorar esse aspecto. A cidade margeia o rio Itapecuru e apresenta área sujeita à inundação, além disso conta com cursos d'água que se transformaram em esgoto, já que não há sistema de coleta de esgotos para toda a área urbana. As áreas dos riachos Água Fria e São Francisco apresentam um número considerável de residências margeando os canais principais e estão sujeitas às inundações e aos alagamentos quando as precipitações chegam a atingir cerca de 30mm/45minutos (MARQUES; MARQUES; LIMA, 2022).

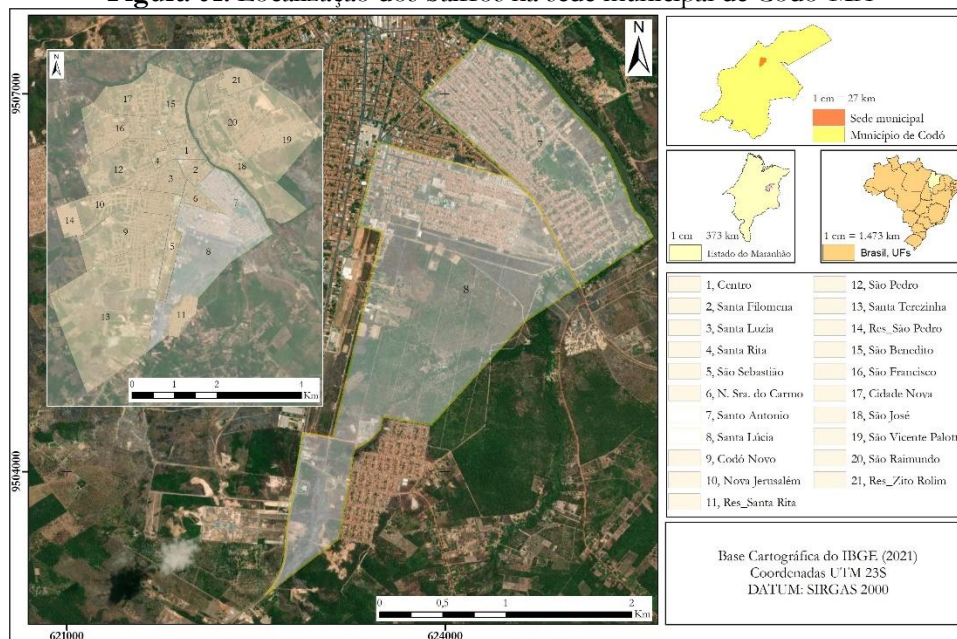
Todavia, nem todos os problemas de drenagem urbana estão associados aos cursos d'água, mas também englobam as vias e as adições de áreas que potencializam o acúmulo e o escoamento de águas pluviais. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a deficiência da drenagem pluvial nos bairros Santo Antônio e Santa Lúcia na Cidade de Codó-MA. O que motivou este estudo foi o fato de que, ao longo de 10 anos morando na cidade, muitas ocorrências de alagamentos foram reclamadas pelos residentes por meio dos blogs locais, especialmente sobre o bairro Santo Antônio. E, também, a busca por respostas a duas questões: Quais os elementos que condicionam as enxurradas e os

alagamentos nesses bairros? O que dizem os residentes das áreas com maiores problemas de drenagem pluvial?

Área de estudo

Trata-se de dois bairros, Santa Lúcia e Santo Antônio (Figura 1), situados na sede do município de Codó-MA, localizado na mesorregião Leste Maranhense, e na microrregião de Codó. Apresenta uma população estimada em 123.368 habitantes (IBGE, 2022), com cerca de 70% residindo na sede da cidade, que apresenta apenas 24,2% de esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2010). Os bairros foram escolhidos por causa da relação íntima do escoamento superficial das águas oriundas do bairro Santa Lúcia e que escorrem para o Santo Antônio.

Figura 01. Localização dos bairros na sede municipal de Codó-MA



Fonte: Autores (2022)

Partindo desse contexto, Santo Antônio corresponde a um bairro com início na década de 1980, por meio de um processo de ocupação desordenada por famílias de baixa renda, em área de antiga olaria que contava com a presença de um córrego (esgoto na atualidade) e áreas alagadiças. Devido à disposição das vias — perpendicular ao declive do terreno — e à forma da ocupação com quarteirões retangulares alongados, há propensão à ocorrência de alagamentos nos períodos chuvosos. Atualmente, o bairro possui uma área de

1,45 km², mas com 1,15 km² (79,31%) de área urbanizada e 0,30 km² (20,69%) de área mista (área alagadiça e à margem de rio).

Por outro lado, o bairro Santa Lúcia teve início na década de 1990, com o conjunto Dallas, em área projetada com terrenos entre 274 m² a 1000 m² e vias largas e alongadas paralelas ao declive do terreno. Trata-se de uma área pensada para a expansão imobiliária, destinada a residências de padrão de classe média, média-alta e alta, segundo os dados do IBGE (2010), por setor censitário. As etapas mais recentes de construção no bairro, ocorridas a partir da década de 2010, ocuparam novas áreas seguindo o mesmo padrão das vias sem considerar a mudança de declividade do terreno, promovendo problemas de drenagem urbana, inclusive direcionando parte do fluxo para o bairro Santo Antônio. Possui uma área de 3,12 km² sendo 0,78 km² (25%) de área urbanizada e 2,34 km² (75%) de área planejada (área de especulação imobiliária e áreas verdes).

Procedimentos metodológicos de coleta e processamento de dados

Esta etapa se deu por meio de duas frentes de ação: a) o processamento das informações cartográficas em ambiente SIG, utilizando o *software ArcGis Pro Student*® e o ambiente *Google Earth Pro*® para a elaboração dos seguintes produtos: i) mapa de altimetria, apresentando as altitudes do perímetro urbano de Codó e possibilitando compreender o relevo e seus processos e ii) mapa de declividade, para melhorar o entendimento dos processos de escoamento. A base cartográfica dos limites dos bairros se apoiou nas informações da Lei Orgânica Municipal n.º 1.850/2019 e as demais malhas territoriais foram extraídas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020) com escalas compatíveis com 1:250.000.

Para a obtenção dos dados de altimetria e declividade, realizou-se a seguinte sequência procedimental: no *Google Earth Pro*® foi gerado um caminho de múltiplos pontos com a função “caminho” e estando ativada a opção “terreno”. Após gerar o caminho dentro do limite estabelecido, o arquivo foi salvo em formato *.kml* e depois aberto no *GPS Visualizer* para transformar em arquivo *.gpx*, com dados de elevação. Em seguida, abriu-se o arquivo no ambiente do *ArcGis Pro Student*® e procedeu à conversão com a ferramenta *GPX To Features*.

Destarte, um arquivo com pontos foi gerado em formato *shapefile* e colocado para gerar um *TIN* na ferramenta *Create TIN*. O arquivo gerado foi transformado na ferramenta

Topo to Raster para gerar o mapa de altitude. Antes de gerar a declividade, procedeu-se a reprojeção do arquivo na ferramenta *Project Raster* de Coordenadas Geográficas WGS1984 para Coordenadas Projetadas UTM SIRGAS 2000 23S. Na sequência, usou-se a ferramenta *Slope*, sendo inserido o arquivo reprojetoado de altitude (formato *raster*) e assim foi gerado o arquivo com as declividades da área.

Em sequência, tem-se a etapa b) cuja frente contou com duas ações: reconhecimento de campo, de janeiro de 2019 a março de 2020 e aplicação de questionários, entre os meses de outubro de 2019 a dezembro de 2020. Primeiro, foram identificadas as áreas de interesse nos bairros: visitas às vias públicas dos bairros logo após as chuvas e conversas informais com os moradores. Além disso, foram realizados estudos em imagens de satélite (*Google Earth Pro*®) e registros fotográficos para fins de identificação dos trechos das vias públicas sujeitos aos alagamentos periódicos e gerados produtos cartográficos específicos de cada bairro com indicação das vias públicas mais afetadas.

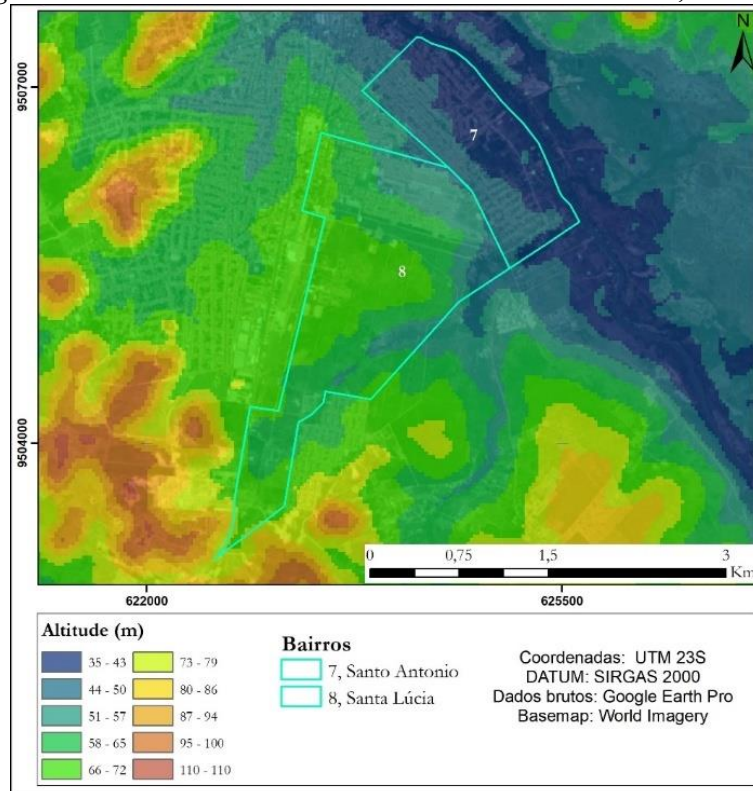
No segundo momento, foi elaborado e aplicado um questionário semiaberto com cerca de 10% das pessoas residentes nas áreas mais afetadas, totalizando 30 aplicações. Com relação à questão dos procedimentos éticos, todos os participantes da pesquisa foram colocados em total anonimato sendo apresentados 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.

Resultados e Discussão

Características físicas

Considerando os aspectos altimétricos da área de estudo, pode-se notar (Figura 2) que a variação se dá a partir de 51 a 72 metros no bairro Santa Lúcia (8) e de 35 a 50 metros no Santo Antônio (7). As características do bairro Santa Lúcia, inicialmente, destacam melhor fluidez no escoamento pluvial em comparação com o bairro Santo Antônio. Neste bairro, a classe de 35 a 43 metros, considerando Lima *et al.* (2017), representa uma parte significativa da área de risco de inundação e isso implica em dizer que as variações do nível do rio podem causar maiores problemas com a deficiência do escoamento pluvial. De forma geral, não haveria condições favoráveis à deficiência de drenagem no bairro Santa Lúcia, contudo o fator declividade juntamente com a ocupação urbana permitem tal cenário.

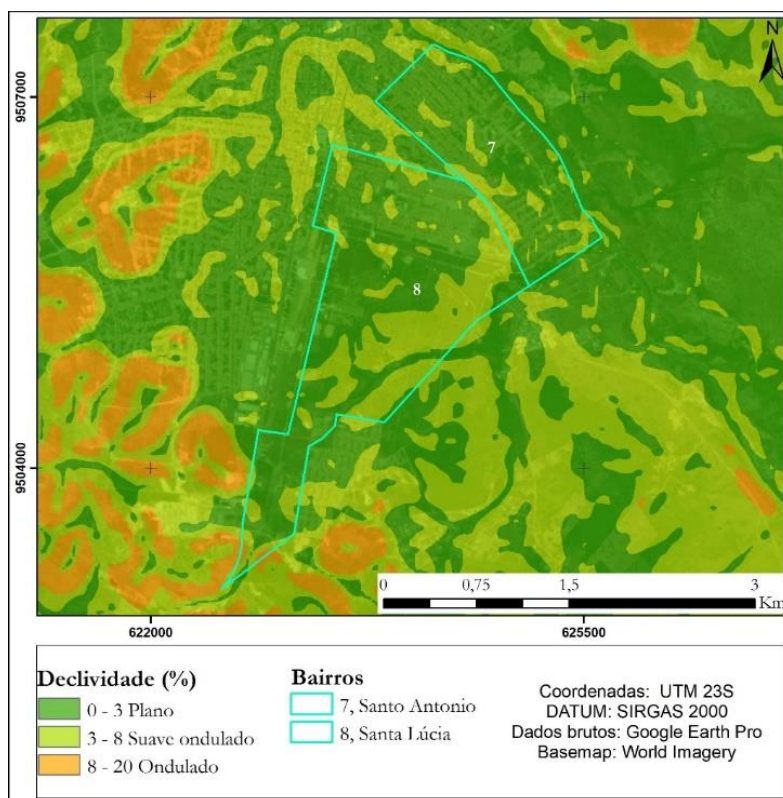
Figura 02. Altimetria dos bairros Santa Lúcia e Santo Antônio, Codó-MA



Fonte: Elaborada a partir dos dados do Google Earth Pro® (2020).

Levando em conta os aspectos de declividade (Figura 3), observa-se que há uma concentração em duas classes 0-3 Plano e 3-8 Suave ondulado. No bairro Santa Lúcia, em especial na área ocupada pela urbanização, há pequenas porções do relevo com a classe 3-8 e predomínio da classe 0-3, indicando que a velocidade do fluxo pode ser lenta e de baixa eficiência. Em linhas gerais, isso significa dizer que a baixa capacidade de escoamento contribui para o acúmulo de água em determinados trechos de vias públicas e que acaba invadindo residências, gerando transtornos e aumentando as chances de prejuízos materiais.

Figura 03. Declividade dos bairros Santa Lúcia e Santo Antônio, Codó-MA



Fonte: Elaborada a partir dos dados do Google Earth Pro® (2020).

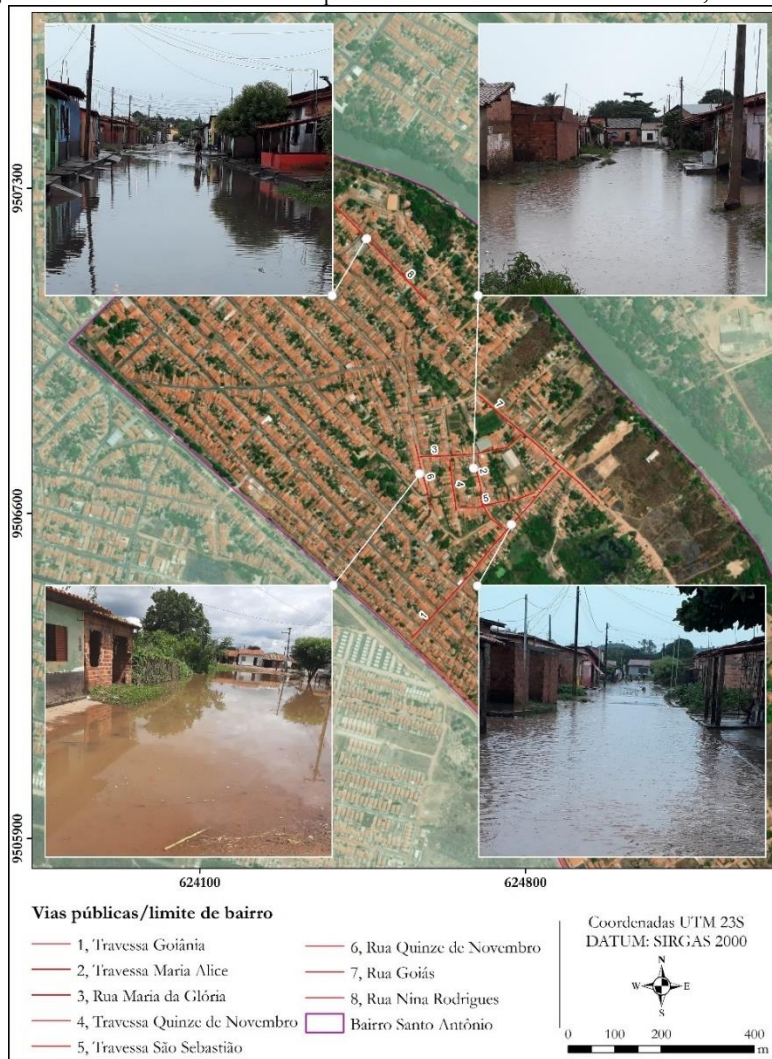
No bairro Santo Antônio, pode-se notar que o predomínio está na classe 0-3 e devido aos elementos citados anteriormente a seu respeito potencializa, sobremaneira, os riscos de as chuvas causarem problemas às estruturas das vias, das residências, entre outros. Na transição entre os bairros, nota-se a classe 3-8 permitindo entender, nesse trecho, que há um leve aumento na velocidade do fluxo em direção ao bairro Santo Antônio, considerando-se apenas esse aspecto.

Vale ressaltar que parte do escoamento pluvial do bairro de Santa Lúcia se desloca para o bairro Santo Antônio havendo adição de volume de água superficial em áreas que já possuem deficiência de drenagem. Enfatiza-se que há proposta do poder público municipal em realizar uma obra de captação do escoamento (desvio) do Santa Lúcia para o riacho São José e que medidas paliativas foram feitas como tentativa de resolução. Contudo, do que já foi feito, pouco ou nada se tornou um conforto à vida dos residentes.

Os resultados dessa etapa aliados aos dados obtidos junto aos residentes durante as observações em campo permitiram compreender que há a necessidade de desenvolvimento de projetos de infraestrutura nos bairros em questão, sobretudo na correção/adequação do sistema de captação e distribuição da drenagem pluvial. Nesse sentido, destacou-se os trechos de vias mais afetadas pelas águas pluviais no bairro Santo Antônio (Figura 4): 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. Em tais vias, quando a água se acumula sobre a superfície, é possível que haja casos de doenças de veiculação hídrica e, portanto, torna-se necessária uma intervenção estrutural.

Figura 04. Deficiência das vias públicas no bairro Santo Antônio, Codó-MA

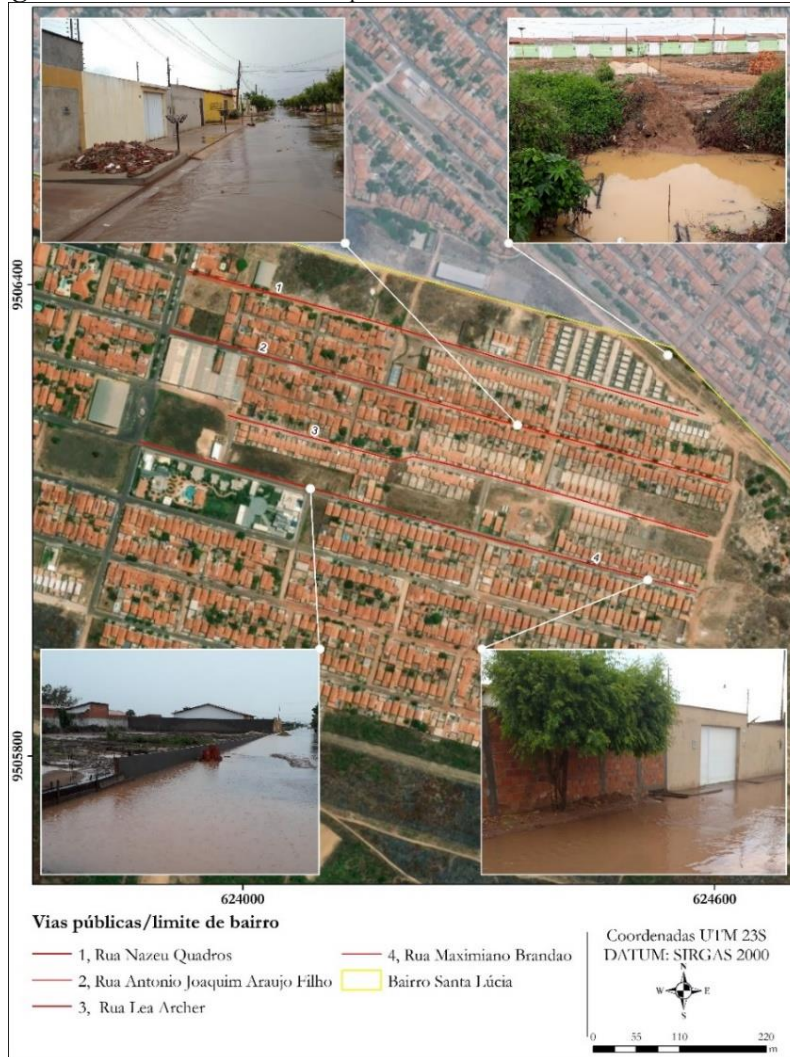


Fonte: Autores (2022).

Pode-se notar (Figura 5) alguns destaques nas vias do bairro Santa Lúcia que apresentaram deficiência do sistema de drenagem, a saber: Rua Nazeu Quadros, Rua Antônio Joaquim Araújo Filho, Rua Maximiano Brandão e Rua Léa Archer. Esta última, apesar de não ter sido verificada *in loco* com moradores, apresenta a mesma forma de ocupação com vias alongadas 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, servindo como fontes de sedimentos. Diferentemente do bairro anterior, este não registra águas acumuladas sobre as vias após os episódios de chuvas fortes.

Figura 05. Deficiência das vias públicas no bairro Santa Lúcia, Codó-MA



Fonte: Autores (2022).

Cabe destacar que as vias públicas mencionadas apresentam as seguintes características: cerca de 70% com cobertura asfáltica, 25% com piçarra, 5% com concreto e carências de áreas para infiltração e arborização. Essa composição influencia no aumento e na aceleração do escoamento superficial que contribuem para a ocorrência dos alagamentos nas áreas urbanas (FONTES; BARBASSA, 2003) tendo em vista que pode haver sobrecarga do sistema.

Nesse sentido, Moraes (2019) considera relevante compreender e reorganizar a hierarquia das vias coletoras para melhor planejar a destinação das águas pluviais para pontos estratégicos que possam mitigar os efeitos das fortes chuvas. Também ressalta a necessidade de incentivar a adoção de áreas verdes próximas às calçadas com a finalidade de aumentar a infiltração. Vale frisar, conforme Zhang *et al.* (2021), que o traçado urbano e o sistema de drenagem devem estar estreitamente relacionados com as características das chuvas (intensidade e quantidade) de cada área específica.

Características dos relatos

Com relação às informações obtidas por meio dos questionários, observou-se que cerca de 70% das respostas apontaram que os residentes presenciaram alagamentos nas vias públicas dos bairros. A crescente urbanização no bairro Santa Lúcia tem agravado as situações de alagamentos, todavia com menor tempo de alagamento e relativa eficiência da drenagem após o término da chuva comparado ao bairro Santo Antônio. Considerando as respostas para as residências atingidas pelos alagamentos no bairro Santo Antônio, houve 85% de respostas positivas e 40% no bairro Santa Lúcia, o que corrobora com a afirmação anterior. Entende-se que a falta de planejamento, conhecimento e investimento em infraestrutura, por parte do poder público, agrava essa situação.

Ressalta-se que o sistema de drenagem urbana da cidade de Codó foi projetado com base em um período de retorno específico para uma demanda de área urbanizada e que não sofreu atualizações estruturais para as adições de novas áreas ao longo do tempo. *A priori*, infere-se que isso promove sobrecarga do sistema para determinados tipos de chuvas elevando o potencial para a ocorrência de alagamentos. Conforme Codó (2018, p. 128), a cidade “tem sérios problemas de drenagem da água pluvial, problemas que se tornam mais evidentes no período de janeiro a maio quando as chuvas caem com maiores frequências”.

Para a questão sobre a percepção dos residentes às vias quanto aos problemas relacionados ao período chuvoso, cabe destacar que:

Bairro Santa Lúcia:

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

M2 – “Lama, porque não tem asfalto”;

M10 – “Lixo nas ruas, areia entope a vala das calçadas de onde a água escoar e desce bastante lixo na água atrapalhando o escoamento”;

Bairro Santo Antônio:

M3 – “Muitas casas da rua foram alagadas”;

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

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

Nota-se que há uma observação quanto ao comportamento popular que agrega lixo (resíduos sólidos, por exemplo) ao escoamento superficial que dificulta a passagem da água pluvial. Outro aspecto é o fato de haver muita areia (lama) entulhando as passagens da água e isso pode significar áreas fontes de sedimentos (entulhos de obras, materiais de construção, terrenos sem cobertura vegetal e vias sem pavimentação adequada) que não têm recebido a atenção necessária do poder público quanto a manutenção e a limpeza. Por fim, atenta-se para o fato de o residente M9 destacar a falta de planejamento das estruturas de escoamento pluvial do seu trecho no bairro.

Complementando esse aspecto, perguntou-se sobre a atuação do poder público na resolução dos problemas dos bairros. Nesse sentido, os residentes do bairro Santo Antônio destacam que não houve representante do governo municipal que tenha consultado os moradores ou que eles tenham notado a presença na localidade. Todavia, dois registros merecem distinção:

M5 – “Já vieram umas pessoas da prefeitura. Eles só tiraram fotos e até hoje está do mesmo jeito (...)”;

M6 – “Sim, vieram o povo da prefeitura. Eles olharam a situação, falaram que iam tomar providência, mas até agora a rua está do mesmo jeito (...)”.

Merece atenção os relatos de que houve cadastramento das famílias desabrigadas por conta dos alagamentos para que pudessem receber novas moradias, entretanto não atendeu a todas as famílias. Salienta-se que a cidade de Codó recebeu três conjuntos do programa “Minha Casa Minha Vida” e houve uma preocupação em atender aos mais vulneráveis em termos de moradias. Com relação às tentativas de correção da drenagem, houve o relato de que o poder público realizou uma obra com canos em determinadas vias do bairro Santo Antônio, porém insuficientes para resolver os problemas de drenagem. Segundo os relatos, após a execução dessa obra, houve o entupimento dos canos nos primeiros meses chuvosos, destacando novamente a presença de áreas fontes de sedimentos.

No que se refere aos relatos sobre as percepções dos residentes quanto à origem dos problemas, revelou-se que:

No bairro Santa Lúcia:

M1 – “Mal planejamento das ruas (...)”;

M2 – “É porque ainda não tem asfalto nem saneamento básico (...)”;

M10 – “Falta de bueiro, asfalto, saneamento básico. A água não tem por onde passar (...)”;

No bairro Santo Antônio:

M4 – “O problema é o novo conjunto Dallas que é alto – a água de lá vem toda para o nosso bairro. 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 para nós que somos da parte baixa (...)”;

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

Tais destaques reforçam a ideia da necessidade de uma ação conjunta entre o poder público e a população local para fins de adequação ou ajustes da drenagem urbana de forma a promover uma urbanização mais sustentável. Zapperi e Olcina (2021) entendem ser necessário haver uma obrigação dos administradores públicos quanto à gestão ambiental e econômica, enfatizando a organização urbana como medida de prevenção de riscos por meio de mecanismos de controle do processo de urbanização. Contudo, o poder público municipal não dispõe de um Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU que contemple medidas norteadoras de organização do escoamento pluvial, entre outras questões. Nesse contexto, há apenas a indicação de criação do PDDU no documento do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, do ano de 2018.

No que tange à percepção dos residentes sobre a eficiência do sistema de drenagem, verificou-se que 86,6% atestam haver deficiência da drenagem urbana em seus bairros. Para além disso, cabe frisar que nem todas as residências no bairro Santo Antônio possuem destinação correta das águas, as quais acabam sendo despejadas no sistema de drenagem. O PMSB destaca que:

[...] grande parte desse esgoto é escoado através de estruturas destinadas à drenagem de águas pluviais. Isso ocorre desde as sarjetas até os canais abertos, comuns na zona urbana do município. Inevitavelmente, esse efluente não tratado tem como destinação final o rio Itapecuru ou seus riachos afluentes (CODÓ, 2018, p. 100).

Esse aspecto é uma representação do cenário urbano da cidade de Codó, porém com elementos particulares para cada bairro. Em Santa Lúcia, por ser mais recente e em área privilegiada quanto ao relevo, além de uma fiscalização das novas edificações, não apresenta tantos problemas quanto o bairro Santo Antônio, o qual possui caráter mais popular e

desordenado. Codó (2018) destaca um levantamento realizado junto aos representantes de comunidades das áreas que já ocorreram ou que ocorrem alagamentos apontando os bairros deste referido estudo. No entanto, apesar de ouvir as comunidades para a elaboração do documento, não há um contínuo estreitamento entre o poder público e a sociedade civil organizada.

Conclusões

As informações levantadas conduziram ao entendimento de que os alagamentos ocorrem em maior frequência em certas vias dos bairros apontados quando o sistema de drenagem não consegue lidar com o volume e a velocidade da água da chuva. Compreendeu-se, também, que o crescimento urbano desordenado aumentou o risco de alagamentos, especialmente em razão da forma de ocupação do relevo. Os fatores físicos — altitude, declividade e tipo de chuva — aliados ao mau planejamento dessas áreas agravaram o problema dos alagamentos.

O estudo expressa que mesmo o bairro Santa Lúcia apresentando melhor planejamento que o bairro Santo Antônio, ainda assim, conta com problemas dos quais se infere serem frutos de uma fiscalização pouco eficiente e, sobretudo, pela falta de um Plano Diretor de Drenagem Urbana que direcione a urbanização. Tal aspecto se justifica pelo fato de não ser algo novo o escoamento das águas do bairro Santa Lúcia para o bairro Santo Antônio, que apresenta condições de deficiência do escoamento superficial.

Por fim, considera-se que a cada ano as medidas mais cabíveis se darão pela via estrutural que é a mais onerosa ao município tendo em vista que as vias públicas não são planejadas para a arborização, tampouco há políticas de incentivo a essa prática. Também se notou a falta de áreas verdes públicas, como praças e canteiros, que pudessem promover a mudança no padrão de urbanização.

Considerando tal afirmação, percebe-se que a especulação imobiliária rege mais a política de urbanização dos novos lotes que o próprio poder público, criando aglomerados de casas e vias públicas. Nesse sentido, compreende-se que há mecanismos legais suficientes; o que resta é uma cobrança e uma fiscalização do cumprimento estrito das legislações específicas, bem como a execução de um planejamento de curto, médio e longo prazo para a readequação da infraestrutura urbana, especialmente quanto à drenagem pluvial.

REFERÊNCIAS

ASSIS SILVA, Beatriz Livia *et al.* Conjunto de drenagem urbana nas cidades e sua importância na redução de inundações e enchentes. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 5, n. 2, p. 205-227, jun. 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/693>. Acesso em: 19 fev. 2022.

BRAGA, Júlia Oliveira. **Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF**. 2016. 33 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

BRASIL. Lei n.º 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico... **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 16 jul. 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em: 25 nov. 2021.

BUTLER, David *et al.* **Urban drainage**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2018.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CODÓ. Prefeitura Municipal de Codó. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**: Produto K. Maranhão: PMC, 2018.

CODÓ. Lei n.º 1.850, de 19 de julho de 2019. Dispõe sobre a delimitação dos bairros já existentes no município de Codó-MA, bem como promove a criação de novos bairros neste município. Codó: Câmara Municipal, 2019. Disponível em: <http://www.transparenciamunicipio.com.br/portal/exibePDF>. Acesso em: 30 mar. 2021.

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**. 2013. 250 f. Tese (Doutorado em Ciências de Engenharia Civil) –Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

FERREIRA, Maurício Tolstoi dos Santos. **Mapeamento e avaliação do grau de risco de inundação em áreas urbanas**. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

FONSECA, Murilo Noli da; FERENTZ, Larissa Maria da Silva; GARCIAS, Carlos Mello. Integração dos instrumentos de gestão municipal das águas pluviais frente aos alagamentos em centros urbanos paranaenses entre 1980-2018. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 16, n. 29, p. 1-15, 2019. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/apli/integracao.pdf>. Acesso em: 7 dez 2021.

FONTES, Andréa Regina Martins; BARBASSA, Ademir Paceli. Diagnóstico e prognóstico da ocupação e da impermeabilização urbanas. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 137-147, abr./jun. 2003. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east->

1.amazonaws.com/Sumarios/36/333321ad2e0442b968f474b40381eaa3_dc3b9defd64e615362eb9f6cfa30bcc1.pdf. Acesso em: 25 maio 2021.

GOOGLE. **Google Earth Pro** website. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>, 2021.

HOSSEINZADEH, Seyed Reza. The effects of urbanization on the natural drainage patterns and the increase of urban floods: Case study Metropolis of Mashhad-Iran. **WIT Press**, v. 84, p. 423-432, 2005. Disponível em: <https://www.witpress.com/eliibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/84/15543>. Acesso em: 14 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malhas territoriais**, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. População **Estimada**, 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/codo/panorama>. Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

LIMA, Alex de Sousa *et al.* **Delimitação da área de risco de inundação no perímetro urbano do município de Codó (MA) e as implicações na dinâmica sócio-econômico-ambiental**: relatório de pesquisa. Codó, 2017.

MARQUES, Clara Virgínia Vieira Carvalho de Oliveira; MARQUES, Paulo Roberto Brasil de Oliveira; LIMA, Alex de Sousa. **A água no município de Codó-MA** — Rio Itapecuru como cerne de ações sustentáveis para qualidade de vida local: relatório de pesquisa. Codó, 2022.

MORAIS, José Eduardo Francisco. **Como prevenir alagamentos em áreas urbanas altamente densificadas e naturalmente inundáveis**: o caso de Rio Grande (RS). 2019. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Ambiental) – Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Sustentabilidade, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Soledade, 2019.

OLIVEIRA, Guilherme Garcia de *et al.* Caracterização espacial das áreas suscetíveis a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do Rio Taquari-Antas. **Geociências**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 849-863, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/12312>. Acesso em: 23 jan. 2022.

PINTO, Carlos Henrique de Mello. **Alagamentos no bairro de Santa Cruz**: uma contribuição à drenagem urbana carioca. 2019. 102 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.bdttd.uerj.br:8443/handle/1/16409>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SOUZA, Vladimir Caramori Borges de. Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v. 1, n. 1, p. 59, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7105/4877>. Acesso em: 23 out. 2021.

TOLEDO. Prefeitura Municipal de Toledo. **Manual de drenagem urbana**. v. 1. Paraná: Secretaria do Planejamento Estratégico, 2017.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Águas urbanas. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>. Acesso em: 23 out. 2021.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; GENZ, Fernando. Controle do impacto da urbanização. *In*: Tucci, C. E. M., Porto, R. L.; Barros, M. T. (org.). **Drenagem Urbana**. v. 5. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

ZAPPERI, Paula Andrea; OLCINA, Jorge. Cartografía de inundaciones en la planificación territorial: estudio comparado entre Argentina y España. **Revista de Geografía Norte Grande**, Santiago, n. 79, p. 183-205, set. 2021. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-34022021000200183&script=sci_arttext&tlng=en. Acesso em: 2 fev. 2021.

ZHANG, Han *et al.* Impacts of climate change on urban drainage systems by future short-duration design rainstorms. **Water**, v. 13, n. 19, p. 1-18, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/19/2718>. Acesso em: 12 jan. 2022.

Submetido em: fevereiro de 2023

Aceito em: julho de 2023