



XIV ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

ESTUDO DA DRENAGEM DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO SÃO FRANCISCO NA CIDADE DE CODÓ-MA

Jardisuel Silva Costa¹; Alex de Sousa Lima²;

RESUMO: *Os estudos em bacias urbanas são importantes para a compreensão dos processos de inundação, enxurradas e alagamentos havendo necessidade de estabelecer cenários para fins de manejo dessas áreas. Esse estudo objetivou analisar as características da drenagem do riacho São Francisco e de propor estimativas de vazão para cenários possíveis. O estudo foi realizado a partir da compreensão da vazão máxima do canal e da sub-bacia associado ao estudo da altimetria, da declividade e do uso e ocupação do solo. Observou-se que a vazão máxima do canal é de 27,14 m³/s e que para chuvas de 30mm, em 60, 45 e 30 minutos, as vazões foram de, respectivamente, 23m³/s; 31,9m³/s e 47,9m³/s. Os resultados indicam que a sub-bacia apresenta uma área com potencial para processos de inundações, enxurradas e alagamentos do médio ao baixo curso.*

Palavras-Chave: Riacho São Francisco; Drenagem urbana; Bacia urbana.

1) Graduando em Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Humanas/História da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, do Centro de Ciências de Codó. Av. Dr. José Anselmo, 2008, São Benedito-Codó-MA; jardisuel.sc@discente.ufma.br.

2) Professor Associado I do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Humanas/História da Universidade Federal do Maranhão-UFMA, do Centro de Ciências de Codó. Av. Dr. José Anselmo, 2008, São Benedito-Codó-MA; 98-3272-9771; alex.lima@ufma.br.

1 INTRODUÇÃO

As áreas urbanas chamam a atenção de diversos estudiosos por razões variadas como saneamento básico (LOPES, LIMA JR e MATOS, 2020), drenagem pluvial urbana (CRUZ; TUCCI, 2008; MARTINS, 2012), drenagem de bacias urbanas (TASCA, POMPEO e FINOTTI, 2018), entre outras. No que se refere às bacias urbanas há maiores preocupações devido aos impactos nas estruturas urbanas (casas, prédios comerciais, ruas, entre outros) que podem gerar prejuízos diversos. Tasca, Pompeo e Finotti (2018) concordam que os problemas de alagamentos, enxurradas e inundações estão estreitamente ligados às deficiências da drenagem urbana. Também destacam a importância dos planos de saneamento ou plano de drenagem urbana para contribuir na mitigação de problemas em áreas de maior atenção.

Nesse contexto vislumbra-se a sub-bacia do riacho São Francisco (figura 1) que está no perímetro urbano da Cidade de Codó-MA, situada na margem esquerda do Rio Itapecuru e ocupando uma área na porção norte e norte noroeste da cidade. O que motivou este estudo foi o fato de se tratar de uma sub-bacia que passou/passa por processo de urbanização desordenado e que abrange bairros de população majoritariamente de baixa renda. Os objetivos foram o de analisar as características da drenagem do riacho São Francisco e de propor estimativas de vazão para cenários possíveis.

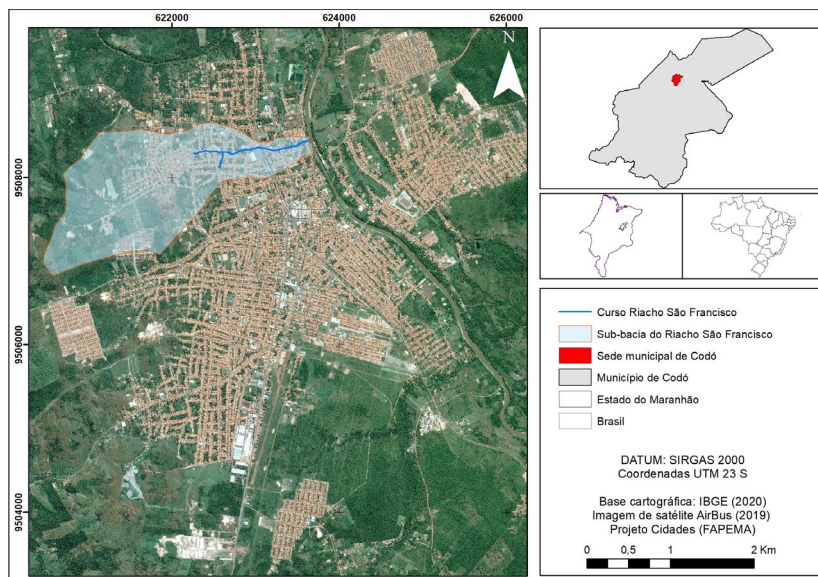


Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do riacho São Francisco, Codó-MA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Procedeu-se da seguinte forma: 1) revisão bibliográfica sobre os problemas de drenagem pluvial urbana; 2) trabalho de campo com realização de registros fotográficos e levantamento de dados, a saber: profundidade e largura de trechos do canal principal entre o período de agosto e novembro de 2021; 3) análise de imagem de satélite da área do riacho em questão para fins de averiguação das condições de uso e ocupação, estrutura e condição dos canais. A confecção dos produtos cartográficos dispostos neste estudo tomou por base as malhas territoriais do IBGE (2020) e a imagem de satélite adquirida com recursos do Projeto Cidades junto à FAPEMA com as seguintes características: imagem Airbus com resolução de 50 cm; modo PSM, fusão do PAN e do MS; ortorretificada com



parâmetros orbitais; extensão de 45 Km²; UTM 23 S com Datum Sirgas 2000; formato Geotif de 8 bits; e, data de 20 de junho de 2019.

No ambiente SIG do *ArcGis Pro Student*® foram realizadas as medidas morfométricas da sub-bacia do riacho São Francisco, a saber: delimitação, perímetro, área e comprimento do canal principal. A partir da imagem de satélite foram produzidos: a localização do riacho e a classificação do uso e ocupação da sub-bacia. Foram gerados produtos de altimetria e declividade com dados obtidos 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 Pro Student*® 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. Usando-se a classificação supervisionada de imagens de satélite considerou-se quatro classes: cobertura vegetal (mata, pastagens e cultivos), área urbanizada, solo exposto e água superficial. Por fim, com a geração de *buffer* do canal principal foi possível estimar a provável quantidade de casas atingidas em extravasamento das águas do canal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para compreender as características da drenagem do riacho inicialmente considerou-se a vazão máxima por meio das equações (1), para características do canal e (2), para características da área da sub-bacia:

$$Q = A(w.h).V \quad (1)$$

Onde: Q é a medida de vazão máxima (m³/s); A (w.h) é a área da seção do canal (m²) onde w é a largura do canal (m) e h é a profundidade média da seção transversal do canal (m); V é a velocidade do fluxo (m/s).

$$Q = \frac{C.I.A}{360} \quad (2)$$

Trata-se do Método Racional ou Método de Lloyd-Davies onde: Q é a vazão máxima ou pico de vazão estimado (m³/s); C é o coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de vazão (adimensional); I é a intensidade da chuva (mm/h) para um período de retorno desejado e para uma dada duração; A é a medida da área da bacia hidrográfica em hectares (ha).

Para a equação (1) o valor de A (8,35 m²) foi encontrado por meio de uma média das medidas aferidas em campo para quatro trechos do canal. Para V (3,25 m/s) foi encontrado um valor médio considerando as características dos trechos (concreto e materiais aglomerados consistentes) conforme Azevedo Netto (1998). Desta forma, o valor de Q foi de 27,14 m³/s, que corresponde à vazão máxima do canal sem ocorrência de transbordamento.

Para a equação (2) foi necessário aferir em ambiente SIG o valor de A (302,47 ha) e para o valor de I convencionou-se o uso de três estimativas, a saber: 30mm/60min; 30mm/45min; e, 30mm/30min. Tal convenção se baseia em Duarte; Lima (2016) que consideraram as chuvas a partir de 30mm como as que geram problemas de drenagem em Codó-MA. Os dados morfométricos encontrados para a sub-

bacia do riacho São Francisco foram: área de 302,47 ha; perímetro de 8,56 km e comprimento do canal principal de 1,44 km. O valor de $C(0,95)$ foi convencionado segundo Tucci (2000). Desta forma as estimativas foram: i) para 30mm/60min $Q=23\text{m}^3/\text{s}$; ii) para 30mm/45min $Q=31,9\text{m}^3/\text{s}$; e, para 30mm/30min $Q=47,9\text{m}^3/\text{s}$. Esses resultados permitem compreender que chuvas com esse volume na duração de 45 minutos ou menos representam eventos com transbordamento das águas.

Corroborando com tais aspectos nota-se que as características da sub-bacia quanto a altimetria e a declividade, figura 2A e 2B respectivamente, indicam que do médio ao baixo curso a variação de altitude, entre 39 a 60m, e a classe de declive, 0-3%, certo potencial para alagamentos. Isso porque a velocidade do fluxo é lenta e trata-se de área com ocupação urbana.

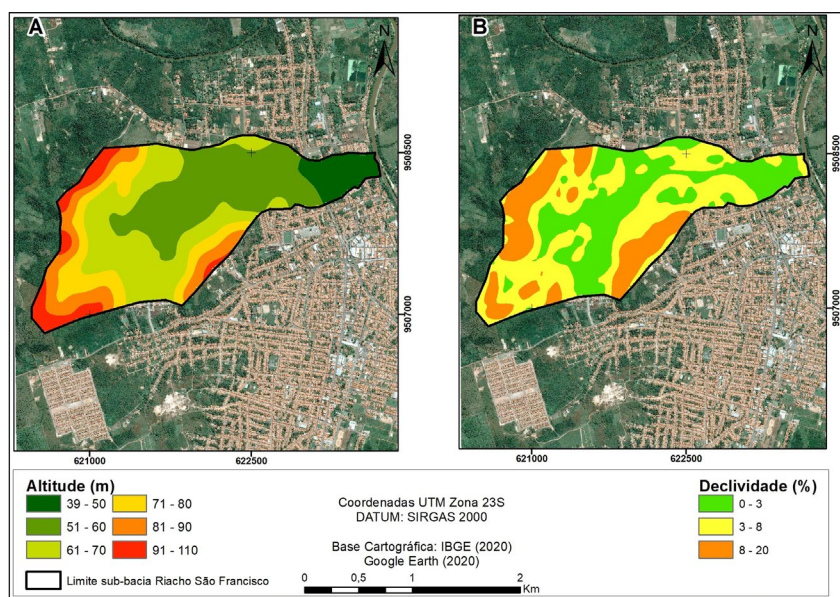


Figura 2 – Características altimétricas (A) e de declividade (B) da sub-bacia do riacho São Francisco, Codó-MA.

A figura 3 que destaca as classes de uso e ocupação notando-se na legenda que a cobertura vegetal representa a maior área em termos percentuais, seguido de área urbanizada, solo exposto e águas superficiais. A concentração urbana está do médio ao baixo curso com baixa concentração no alto curso coincidindo com as áreas de menor declividade. Por meio destas características é possível inferir que as chuvas poderão aumentar o potencial de transbordamento do canal caso a urbanização se dirija ao alto curso.

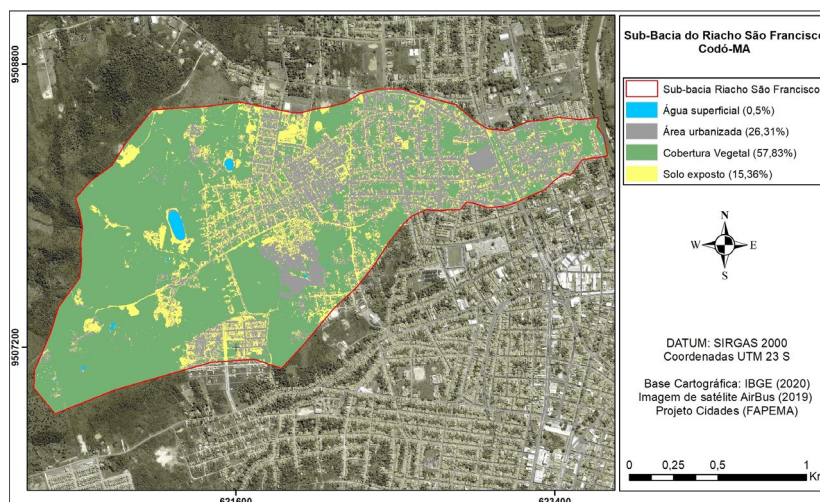


Figura 3: Classificação do uso e ocupação da sub-bacia do riacho São Francisco, Codó-MA.

Na figura 4 percebe-se no destaque que há possibilidades de transbordamento em um evento hipotético que alcance 10 metros em cada margem que pode atingir pelo menos 97 estruturas. Esse cenário pode se tornar realidade considerando o avanço da urbanização, a ocupação de áreas próximas ao canal e a falta de manutenção do canal nos trechos em concreto. Nesse aspecto em específico, na figura 5, observa-se que a falta de manutenção e limpeza do canal assim como a própria forma do canal nesse trecho podem contribuir para maior lentidão do fluxo.

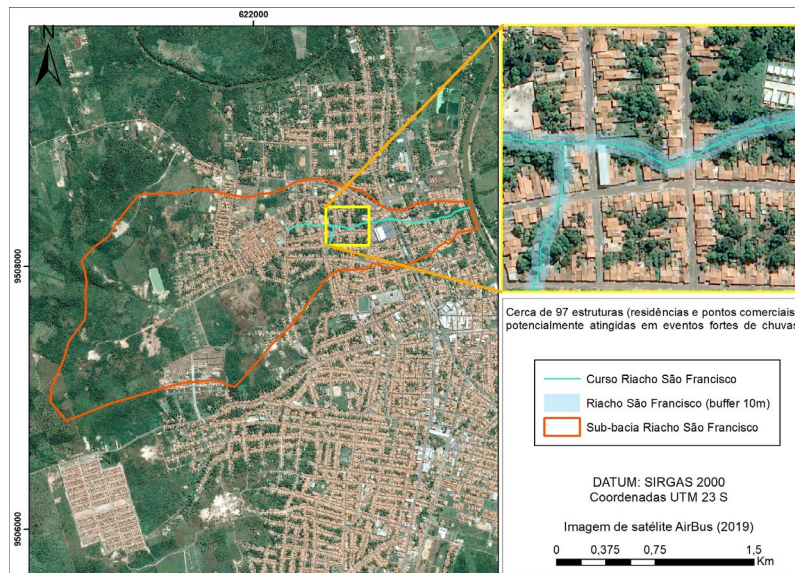


Figura 4 – Estimativa de estruturas atingidas por meio de buffer no canal do riacho São Francisco, Codó-MA.



Figura 5: Trecho do canal do riacho São Francisco com presença de resíduos sólidos acumulados e estreitamento da passagem da água.

4 CONCLUSÕES

O que se pode concluir é que a sub-bacia em questão apresenta uma área no médio e no baixo curso com características de urbanização/ocupação, declividade, formato do canal no trecho em concreto e velocidade do fluxo que influenciam diretamente na possibilidade de ocorrência de processos de inundações, enxurradas e alagamentos. Entende-se que as autoridades podem interferir de maneira estrutural e não-estrutural no sentido de mitigar os efeitos desses problemas. Estruturais: modificar a estrutura do canal na parte em concreto para ampliação da vazão considerando a área de



expansão urbana da sub-bacia. Não-estrutural: controle da urbanização por meio de fiscalização, manutenção e limpeza do canal e vias urbanas, medidas de educação ambiental junto à comunidade, entre outras.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMA pelo apoio à realização deste estudo.

5 REFERÊNCIAS

AZEVEDO NETTO, J.M. *Manual de hidráulica*. 8ª Edição – São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CRUZ, M.A.S.; TUCCI, C. E.M. Avaliação dos Cenários de Planejamento da Drenagem Urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 13, p. 59-71, 2008. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fabr.hidro.br/s3.saeast-1.amazonaws.com%2FSumarios%2F14%2Fabb19115d83c96bf49afa9c199f7fb64_0ad22f3d319c6cb84588fa97a05d96cf.pdf&clen=316163&chunk=true. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

DUARTE, C.S.; LIMA, A.S. Uso e ocupação do solo da microbacia do Riacho Água Fria, município de Codó, Maranhão, Brasil. *Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino – GEOMAE* (online), v. 7, p. 34-48, 2016. Disponível em: https://web.archive.org/web/20180428214053id_/http://fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/957/pdf_206. Acesso em: 30 de dezembro de 2021.

LOPES, W.G.R.; LIMA JR, J.M.; MATOS, K.C. Impactos do crescimento de áreas impermeáveis e o uso de medidas alternativas para a drenagem urbana. *Research, Society and Development*, v. 9, p. e213997102, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7102>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

MARTINS, J. R. S. *Gestão de drenagem urbana: só tecnologia será suficiente*. São Paulo: Ed. USP, 2012, p. 1-11.

TASCA, F.A.; POMPEO, C.A.; FINOTTI, A.R. Evolução da gestão da drenagem urbana na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açu. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 7, p. 264-283, 2018. Disponível em: <http://www.revistageas.org.br/ojs/index.php/geas/article/view/644>. Acesso em: 02 de dezembro de 2021.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 7, n. 1, p 5-27, 2002.