

DESEMPENHO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO DO ALECRIM/NATAL-RN

Daniel Gomes da Silva¹ ; Joana Darc Freire de Medeiros²

RESUMO – O processo de urbanização sem o devido planejamento acarreta diversos problemas, tanto para o meio ambiente quanto para a qualidade de vida da população. Dentre os principais problemas estão as elevadas taxas de impermeabilização que contribuem para o aumento do escoamento superficial, podendo vir a gerar alagamentos. Para sanar esse problema é necessário um sistema de drenagem eficiente que garanta desde a correta captação por bocas de lobo até a destinação final. O presente trabalho tem como objetivo analisar e propor melhorias para o sistema de microdrenagem existente no cruzamento das avenidas Presidente Leão Veloso e Dr. Manoel Miranda, no bairro do Alecrim, em Natal-RN. A metodologia compreendeu o uso do levantamento topográfico e análise das bacias de contribuição das bocas de lobo presentes no local, com o objetivo de comparar a vazão escoada com a eficiência hidráulica dos dispositivos existentes. Os resultados mostraram que a eficiência das bocas de lobo instaladas é inferior à vazão demandada. O estudo discutiu as possíveis causas para o resultado, tais como a do projeto ter sido elaborado adotando parâmetros diferentes, como tempos de retorno e coeficientes de escoamento diferentes dos utilizados neste trabalho.

Palavras-Chave – Microdrenagem, bocas de lobo, alagamento, precipitação, escoamento superficial

ABSTRACT– The urbanization process without proper planning leads to a variety of problems, affecting both the environment and the quality of life of the population. Among the main issues are high rates of impermeable surfaces, which contribute to increased surface runoff and may result in flooding. To address this problem, an efficient drainage system is necessary, ensuring everything from proper collection through storm drains to final disposal. This study aims to analyze and propose improvements to the existing micro-drainage system at the intersection of Presidente Leão Veloso Avenue and Dr. Manoel Miranda Avenue, in the Alecrim neighbourhood of Natal-RN, an area that has experienced flooding during heavy rainfall in recent years. The methodology included a topographic survey and analysis of the contributing basins of the storm drains in the area, with the goal of comparing the runoff flow rate to the hydraulic efficiency of the existing infrastructure. Based on the collected data, it was found that the efficiency of the installed storm drains is lower than the required flow rate. As a result, the study discussed possible reasons for this outcome, such as the original design having used different parameters, including return periods and runoff coefficients that differ from those adopted in this research.

Key-words – micro-drainage, catch basins, flooding, rainfall, surface runoff.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização desenfreada ocorrido no Brasil na segunda metade do século XX, alinhado a ausência de qualidade e de planejamento adequados, criou diversos problemas no meio urbano (Maniçoba e Oliveira, 2014). Segundo Brito (2006), o crescimento das cidades e o

1) Dept. de Engenharia Civil e Ambiental - UFRN, Lagoa Nova, Natal, RN 59078-970, tel: (84) 3215-3723, engdanielgomes@outlook.com;
2) Dept. de Engenharia Civil e Ambiental - UFRN, Lagoa Nova, Natal, RN 59078-970, tel: (84) 3215-3723, joana.medeiros@ufrn.br.

desenvolvimento urbano quando devidamente planejados, representam avanços tecnológicos e proporcionam benefícios na infraestrutura local. Porém, sua ausência ou ineficiência pode vir a causar impactos negativos, especialmente no que diz respeito ao manejo das águas pluviais.

Segundo Butler e Davis (2011), com a impermeabilização da superfície a velocidade da água é aumentada se comparada às superfícies naturais, dessa forma, gera-se um tempo de concentração menor e aumento na vazão de escoamento podendo vir a gerar alagamentos e inundações. Para Caldeira e Lima (2020), um dos maiores problemas encontrados nas cidades são decorrentes da ausência ou mau planejamento da drenagem das águas da chuva, resultando em alagamentos, inundações e até deslizamentos de terra. Campana e Tucci (1999, p. 22) afirmam que “Os impactos principais devido a urbanização sobre o sistema de drenagem são o aumento do pico de vazão de cheia, a antecipação no tempo desta vazão máxima e o aumento do escoamento superficial”.

Desde 2015, chuvas intensas e deslizamentos de terra já causaram ao Brasil perdas de aproximadamente R\$ 139,7 bilhões, afetando infraestruturas públicas, sistemas de transporte e serviços essenciais, segundo dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres. Segundo Ferreira (2022), eventos extremos, tais como chuvas torrenciais, têm se mostrado cada vez mais intensos e frequentes, sendo importante a análise do sistema de drenagem atual.

De acordo Ferreira (2023), as áreas do centro das cidades, que concentram um alto fluxo de veículos e pessoas devido a intensa e diária atividade comercial, sofrem com problemas recorrentes relativos à drenagem urbana, sendo intensificados devido à alta impermeabilização do solo, obstrução de bocas de lobos e falta de manutenção de todo o sistema.

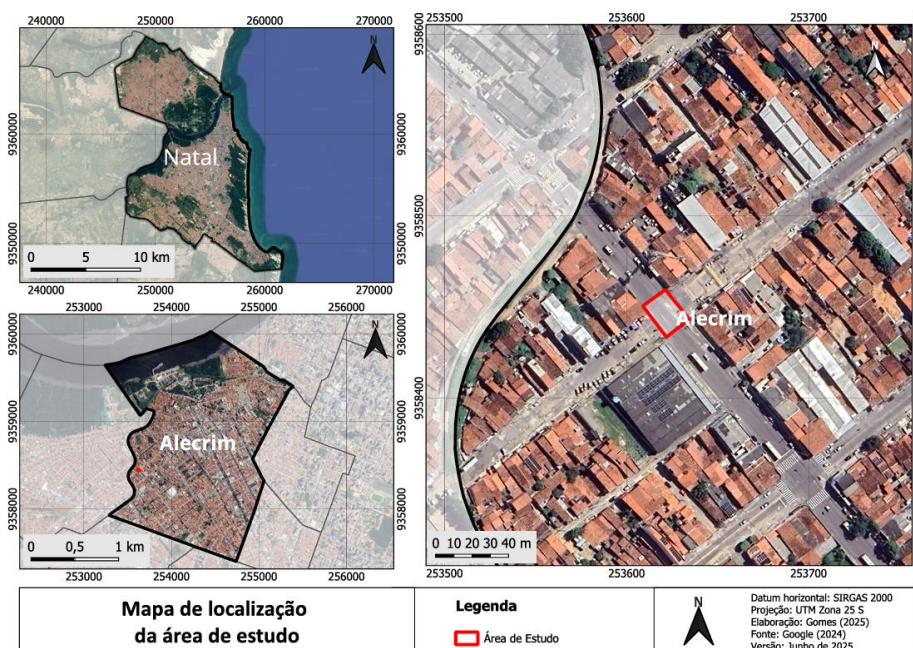
Neste cenário, o objetivo geral do trabalho é realizar um estudo de caso do sistema atual da microdrenagem urbana compreendendo no cruzamento um trecho da Avenida Presidente Bandeira no bairro do Alecrim em Natal-RN, identificando e analisando os problemas e propondo melhorias.

2. METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo está localizada no cruzamento da Av. Presidente Leão Veloso com Av. Doutor Manoel Miranda, bairro do Alecrim, na cidade de Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte, pertencente a uma zona de clima tropical úmido, com temperatura média anual em torno de 26° C (Motta, 2004). O regime de chuvas da cidade é concentrado entre os meses de março a julho, com precipitação média anual 1.818,3 mm (EMPARN, 2025) (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo



O ponto de estudo foi escolhido devido a possuir elevada relevância para o tráfego local e pelos frequentes relatos de alagamentos durante precipitações intensas, expondo diretamente a população presente a riscos. Nesse contexto, existe uma necessidade de identificar deficiências e propor melhores técnicas aos sistemas de drenagem atualmente existentes, de forma a garantir o funcionamento adequado do sistema, promovendo segurança, mobilidade e bem-estar da população.

O ponto focal de análise possui uma área de aproximadamente 315 m², possuindo um perfil urbano predominantemente residencial e comercial altamente impermeabilizado. A via possui pavimento asfáltico nos dois cruzamentos e guias laterais com sarjetas estreitas e comprometidas em alguns pontos.

Definição das áreas de contribuição

Para definir a área de contribuição no ponto de interesse, foi inicialmente realizada uma análise preliminar por meio da ferramenta Google Earth Pro, tendo sido gerados e analisados os perfis de elevação de ambas as avenidas que contribuíam para o ponto de estudo, com objetivo de localizar pontos de cristas (altitudes elevadas) e delimitar a área real de contribuição do escoamento superficial. Após a análise preliminar, foi realizado o levantamento das bocas de lobo na área de interesse (área em vermelho na figura) e verificado que existem 04 bocas de lobo que foram numeradas de BL1, BL2, BL3 e BL4.

Com a área pré-delimitada foi utilizado o levantamento topográfico da região de estudo, obtido através do site da Prefeitura Municipal do Natal e inserido no software Civil 3D. Para a delimitação da área de contribuição foi utilizado o método da bisettriz indicado por Bolinaga (1979) (Figura 2).

Figura 2 – Áreas de contribuição para a área de estudo pelo software Civil 3D



Adicionalmente, foi realizado um levantamento em campo no local de estudo no dia 07/06/2025. Durante a visita, foram inspecionadas as bocas de lobo pertencente a área de estudo (BL-1, BL-2, BL-3 e BL-4), com objetivo de confirmar sua localização, verificar sua estrutura, coletadas as dimensões das bocas de lobo, incluindo altura e comprimento da abertura, bem como as medidas de suas respectivas grelhas e realizar registros fotográficos.

Dimensionamento hidrológico e hidráulico

Inicialmente foi realizada a determinação do tempo de concentração, utilizando a equação de Kirpich (Collichonn e Dorneles, 2021), que expressa o tempo de concentração em função do comprimento do trecho e declividade do terreno.

A vazão de projeto foi calculada utilizando o método racional, sendo justificado devido a sua simplicidade de aplicação e confiabilidade no estudo de pequenas bacias hidrográficas (Pinto et al, 2017). O valor do coeficiente de escoamento (C) adotado teve como referência o Manual de Drenagem de Natal (Natal, 2009), o qual descreve diferentes superfícies com faixas de variação a depender do grau de impermeabilização presente.

Para a obtenção da intensidade da precipitação, foi utilizada a curva intensidade-duração-frequência (IDF) disponibilizada no Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais – Natal/RN (Natal, 2009) para $t \leq 2,0$ horas. Foi adotado O tempo de retorno adotado foi de 5 anos devido a presença de comércio e por ser uma avenida de grande fluxo, vale ressaltar que o tempo

adotado está dentro do faixa prevista ao recomendado pelo DNIT que insere a faixa de 5 a 10 anos para obras de drenagem superficial (Jabôr, 2023).

Considerando que as bocas de lobo existentes no local são mistas, com abertura lateral e grelha, utilizou-se na definição da capacidade hidráulica das bocas de lobo a soma da vazão referente a abertura frontal com a das grelhas, conforme recomendado por Tucci (1993). Após obtenção da vazão total de esgotamento das bocas de lobos foi utilizado um coeficiente de redução de 65%, para considerar a possibilidade de obstruções, irregularidades nos pavimentos das ruas e hipóteses de cálculo que podem não corresponder à realidade e desta forma comprometer a capacidade hidráulica da boca de lobo (DNIT, 2006).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vazão de projeto

Os tempos de concentração (t_c) foram relativamente pequenos (Tabela 1). Vale ressaltar que para valores menores que 5 minutos (BL-4), foram adotados valor mínimo de 5 minutos (Moth, 1998). Essa medida visa evitar o superdimensionamento da vazão de projeto, uma vez que, devido as características das curvas IDF's, tempos de concentração muito baixos resultam em intensidades de precipitação muito elevadas, não representando a realidade.

Tabela 1 – Tempo de concentração adotado, intensidade da precipitação e vazão de projeto, por boca de lobo

Boca de Lobo	t_c (Calculado) (min)	t_c (Adotado) (min)	Intensidade (mm/h)	Vazão (m ³ /s)
BL-1	7,49	7,49	108,71	0,282
BL-2	11,45	11,45	96,53	0,319
BL-3	5,25	5,25	117,66	0,362
BL-4	4,79	5,00	118,78	0,220

Capacidade de engolimento das bocas de lobo

Durante a visita em campo foram levantadas as dimensões das 4 bocas de lobo (Tabela 2) presentes na área de estudo e notada que ambas se classificam como bocas de lobo combinadas, ou seja, com presença tanto de grelhas como aberturas. Vale ressaltar que todas as bocas de lobo visitadas apresentavam resíduos como vegetação, garrafas, copos, sobretudo na grelha, sendo um ponto negativo visto que acaba por reduzir sua capacidade de esgotamento durante as chuvas conforme visto por Valencia (2016). Além disso, Marai et al. (2004), em seu estudo mostrou que um sistema de limpeza urbana eficiente, evidenciado em bairros de classe alta, é um fator preponderante para diminuição de lixos no sistema de drenagem.

Figura 3 – Condições de manutenção das bocas de lobo na área de estudo.



A capacidade hidráulica das bocas de lobos, ou seja, as vazões máximas que cada boca de lobo consegue drenar (Tabela 2) variaram de 0,227 a 0,316 m³/s, sendo a BL-2 com um valor próximo a BL-3, isso se dá ao fato destas BLs ambas disporem de 9 vãos em suas grades. Conforme CETESB (1986), em uma boca de lobo combinada a influência da abertura é desprezível, desde que não haja obstrução nas grelhas. Ao aplicar o coeficiente de redução de 0,65, conforme DNIT (2006), com objetivo de compensar os efeitos causados por obstruções de detritos, irregularidades nos pavimentos, dentre outros, foi verificado que as capacidades de engolimento das bocas de lobos eram inferiores as vazões de projeto (Tabela 1), explicitando que as mesmas não atendem a vazão a que era solicitada em caso de obstruções.

Tabela 2 – Vazão máxima total por boca de lobo.

Boca de Lobo	Vazão grelha (m ³ /s)	Vazão abertura (m ³ /s)	Vazão total	Coeficiente de redução	Vazão final (m ³ /s)
BL-1	0,221	0,050	0,270	0,650	0,176
BL-2	0,248	0,068	0,316	0,650	0,206
BL-3	0,248	0,064	0,312	0,650	0,203
BL-4	0,166	0,061	0,227	0,650	0,147

3. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos, foi possível verificar que as bocas de lobo estão locadas em um ponto de vale topográfico, exercendo um papel fundamental na drenagem da região, proteção da infraestrutura urbana e da população no entorno. Entretanto, todas as bocas de lobo apresentaram capacidade hidráulica deficiente em relação à vazão de projeto calculada, considerando os parâmetros apresentados, resultando em problemas como alagamentos durante eventos de maior intensidade pluviométrica conforme verificado nos noticiários.

É fundamental mencionar que a ineficiência hidráulica identificada pode estar associada a adoção de critérios de dimensionamento distintos das do projeto atual, tais como tempos de retorno

ou coeficientes de escoamento menores que o apresentado neste estudo, além de alterações posteriores nas vias onde estão as bocas de lobo como recapeamento trazendo uma diminuição na capacidade de engolimento dos dispositivos devido a obstrução de parte das grelhas ou diminuição da abertura das bocas de lobo, causando uma ineficiência no sistema. Além disso, a ausência de manutenção como visto nos estudos realizados em campo, são fatores críticos pois levam a obstrução dos dispositivos agravando ainda mais a eficiência destes, devido a isso torna-se importante a adoção de coeficientes de redução como o empregado neste estudo.

REFERÊNCIAS

- BOLINAGA, J. J. I. (1979). *Drenaje Urbano*; Ministerio del ambiente y de los recursos naturales renovables, INOD; Caracas.
- BRASIL (2016). *Plano municipal de saneamento básico: caderno temático – drenagem e manejo das águas pluviais urbanas*. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, Brasília.
- BRITO, D. S. (2006) *Metodologia para seleção de alternativas de sistemas de drenagem*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos), Universidade de Brasília, Brasília.
- BUTLER, D.; DAVIES, J. (2011). *Urban drainage*. 3. ed. London: Spon Press.
- CALDEIRA, L. A. C.; LIMA, D. P. (2020). *Drenagem urbana: uma revisão de literatura*. Engineering Sciences, v.8, n.2, p.1-9, 2020.
- CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. (1999). *Previsão da vazão em macrobacias urbanas: Arroio Dilúvio em Porto Alegre*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 19-33.
- CETESB. (1986). *Drenagem Urbana – Manual de Projeto*. 3 ed. São Paulo, 458p.
- COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. (2021). *Hidrologia para engenharia e ciências ambientais*. 2. ed. Porto Alegre, RS: ABRH, 2015. 342 p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). (20016). *Manual de drenagem de rodovias: diretrizes básicas*. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: IPR/DNIT. 150 p. (Publicação IPR-732)
- FERREIRA, S. R. M. (2022). *Inundações em meio urbano: o caso da cidade de Olhão*. 177 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Universidade d Coimbra, Coimbra, 2022.
- FERREIRA, T. T. A. (2023). *Política urbana na cidade de João Pessoa: um estudo sobre a atuação da Secretaria de Desenvolvimento Urbano – SEDURB na capital*. Monografia (Tecnologia em Gestão Pública) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- LR ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. Manual de Drenagem. Natal: Prefeitura Municipal de Natal, 2009. 254 p.

LR ENGENHARIA E CONSULTORIA LTDA. Secretaria Municipal de Obras Públicas e Infraestrutura. Manual de Drenagem. Natal: Prefeitura Municipal de Natal, 2009. 254 p.

MANIÇOBA, R. S; OLIVEIRA, D. V. (2014). *Processo de formação e expansão urbana do Distrito Federal*. Universitas Humanas, v. 11, n. 2, 2014.

MOTH. (1998). Hydraulics manual Columbia: Ministry of Transportation and Highways (MOTH), Engineering Branch. Province of British.

MOTTA, A. G. (2004). *O clima de Natal*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

PINTO, N. L. de S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. (1976). *Hidrologia básica*. São Paulo: Blucher, 305 p.

TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia: ciência e aplicação*. 2 ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS.

VALENCIA, A. C. B. (2016). *Modelo para a determinação da afluência dos resíduos sólidos ao sistema de drenagem urbana – Estudo de caso em Belo Horizonte (MG)*. Dissertação (Pós-graduação em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.