

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

DIAGNÓSTICO E CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CONSERVAÇÃO DA MICRODRENAGEM URBANA E APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA BACIA HIDROGRÁFICA URBANA EXPERIMENTAL DO CANALETE DA ARGOLO, PELOTAS/RS

Laura Schwartz Leite¹; Tamara Leitzke Caldeira Beskow²; Danielle Bressiani¹; Aryane Araujo Rodrigues² & Samuel Beskow².

Abstract: The rapid urbanization and lack of planning have intensified the challenges of urban drainage in Brazil, resulting in problems such as flooding. This study integrates and expands upon research concerning the diagnosis and characterization of the conservation conditions of street drains, which are crucial elements of micro-drainage, in the Bacia Urbana Experimental - Canalete da Argolo (BHUECA), located in Pelotas, RS. Furthermore, it explores the application of Geographic Information Systems (GIS) to support the organization, analysis, and dissemination of geospatial data related to drainage infrastructure. The methodology included cadastral and positional surveys of catchment devices and roadways, integrating the data into a GIS for spatial analysis. The results reveal problems of obstruction and damage in the catchment devices, with 42% presenting some form of anomaly, and highlight the variability in roadway characteristics, which directly influence surface runoff. The implementation of a geospatial hub proved to be an effective tool for diagnosing the BHUECA micro-drainage system, as well as for sharing information, supporting decision-making, and promoting public awareness. Thus, it was concluded that a detailed diagnosis of the system and its integration with GIS are essential for the efficient management of urban drainage.

Resumo: A urbanização acelerada e a falta de planejamento têm intensificado os desafios da drenagem urbana no Brasil, resultando em problemas como inundações e alagamentos. Este trabalho integra e expande estudos sobre o diagnóstico e a caracterização das condições de conservação das bocas-de-lobo, elementos cruciais da microdrenagem, na Bacia Urbana Experimental - Canalete da Argolo (BHUECA), em Pelotas/RS. Além disso, explora a aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para auxiliar na organização, análise e disseminação de dados geoespaciais relacionados à infraestrutura de drenagem. A metodologia incluiu levantamentos cadastrais e de posição dos dispositivos de captação e das vias, integrando os dados em um SIG para análise espacial. Os resultados revelam problemas de obstrução e danos nos dispositivos de captação, com 42% apresentando alguma anomalia, e destacam a variação nas características das vias, que influenciam diretamente o escoamento superficial. A implementação de um hub geoespacial demonstrou ser uma ferramenta eficaz para o diagnóstico do sistema e microdrenagem da BHUECA, bem como para o compartilhamento de informações, subsidiando a tomada de decisões e promovendo a conscientização pública. Assim, concluiu-se que o diagnóstico detalhado do sistema e a integração com SIG são fundamentais para a gestão eficiente da drenagem urbana.

¹) Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água da Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, Capão do Leão/RS - Brasil – lauraschwartzleite@gmail.com; danielbressiani@gmail.com.

²) Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pelotas, Campus Anglo, Pelotas/RS - Brasil – tamaraleitzkecaldeira@gmail.com; aryan_03.2@hotmail.com; samuelbeskow@gmail.com.

Palavras-Chave – Drenagem urbana; Bocas-de-lobo

INTRODUÇÃO

A urbanização é um fenômeno global que, desde a Revolução Industrial, tem transformado significativamente os padrões de vida e consumo da sociedade (Silva, 2018). Embora a concentração populacional em cidades possa, em teoria, reduzir a pressão sobre ecossistemas naturais, o padrão de consumo e a geração de resíduos das populações urbanas frequentemente extrapolam em muito a área física ocupada, impactando os recursos naturais (Jatobá, 2011).

O processo de urbanização no Brasil, especialmente a partir do século XX, trouxe consigo uma série de desafios ambientais e sociais, dentre os quais se destacam os problemas relacionados à drenagem urbana. O crescimento populacional desordenado e a consequente impermeabilização do solo nas áreas urbanas resultam na redução da capacidade natural de infiltração da água da chuva, levando a um aumento significativo nas taxas de escoamento superficial e, por consequência, a inundações e alagamentos frequentes (Dantas *et al.*, 2012; Júnior e Santos, 2013; Souza *et al.*, 2013).

No contexto hídrico, a urbanização não planejada resulta em alterações nos sistemas, como o aumento das temperaturas urbanas devido à absorção de energia por superfícies impermeáveis, o incremento do escoamento superficial e da vazão, a redução da infiltração e evapotranspiração, a aceleração dos processos erosivos e a queda na qualidade da água (Tucci, 2004). Esses problemas são agravados por fatores como o subdimensionamento dos sistemas de drenagem existentes, que não foram projetados para as novas realidades de impermeabilização, e a má conservação das infraestruturas, muitas vezes carente de planos de limpeza e manutenção adequados. As inundações e alagamentos causam danos materiais, impactam a mobilidade e representam riscos à saúde e segurança da população (Kang *et al.*, 2016; Kourtis e Tsihrintzis, 2021).

A Lei nº 11.445 de 2007, conhecida como Lei do Saneamento, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo a drenagem urbana e o manejo das águas pluviais (Brasil, 2007). O manejo das águas pluviais é um dos setores do saneamento que mais preocupa a administração pública devido aos seus efeitos imediatos e visíveis, como alagamentos e inundações. Neste contexto, a gestão da drenagem urbana busca minimizar os danos à sociedade e ao ambiente através do manejo do escoamento no tempo e espaço (Tucci, 2012).

O sistema de drenagem, segmentado em microdrenagem e macrodrenagem, visa minimizar os riscos e prejuízos causados por alagamentos e inundações, promovendo o desenvolvimento urbano de forma harmônica e sustentável (Tucci, 2008). A microdrenagem, composta por dispositivos como bocas-de-lobo, sarjetas e pequenas galerias, é fundamental para a captação inicial e o encaminhamento das águas pluviais, garantindo a circulação da população e evitando alagamentos localizados (Botelho, 2017; Tucci, 2012). Sua função é coletar e afastar as águas superficiais, conduzindo-as para o sistema de macrodrenagem (Botelho, 2017). A macrodrenagem, por sua vez, é responsável pelo escoamento final das águas pluviais provenientes da microdrenagem através de canais e galerias de médio e grande porte (Formentini, 2024; Tucci, 2005). Os objetivos dos sistemas de drenagem urbana são assegurar o trânsito, proteger propriedades e cidadãos, preservar logradouros e cursos d'água, e eliminar zonas insalubres (Botelho, 2017).

Contudo, a gestão desses sistemas é frequentemente dificultada pela ausência e deficiência de dados cadastrais (Pereira, 2015; Santos *et al.*, 2021). Este é um problema complexo, que exige soluções conjuntas e um planejamento integrado, no entanto, com informações simples como localização e situação dos dispositivos de drenagem, é possível reduzir os riscos de alagamento e inundações, minimizando seus impactos. Nesse cenário, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

emergem como ferramentas essenciais para organização, análise e visualização de dados espaciais, facilitando a identificação de áreas problemáticas e a tomada de decisões estratégicas na alocação de recursos (Bahiana *et al.*, 2023; Barboza *et al.*, 2022).

Os Sistemas de Informação Geográficas (SIG), consistem em um poderoso conjunto de ferramentas computacionais para entrada, armazenamento, recuperação, transformação, análise e representação de dados do mundo real com propósitos específicos (Burrough e McDonnell, 1998). O SIG integra diversas disciplinas científicas, como engenharia, cartografia, sensoriamento remoto e estatística (Souza, 1999). No contexto da drenagem urbana, o SIG desempenha um papel fundamental ao permitir a integração e o mapeamento de informações detalhadas sobre as estruturas de drenagem como dados sobre características físicas, localização geográfica e histórico de manutenção. Estas informações servem de subsídio para uma gestão eficaz dos sistemas de escoamento, possibilitando a identificação de áreas vulneráveis, e promovendo o planejamento de intervenções de melhoria, a programação de planos de manutenção preventiva e uma resposta rápida a eventos climáticos extremos (Bahiana *et al.*, 2023).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo realizar uma caracterização dos dispositivos de microdrenagem da Bacia Hidrográfica Urbana Experimental do Canalete da Argolo (BHUECA) em Pelotas/RS, aprofundando o diagnóstico das condições dos dispositivos ao aplicar SIG para a gestão de informações.

METODOLOGIA

Área de Estudo

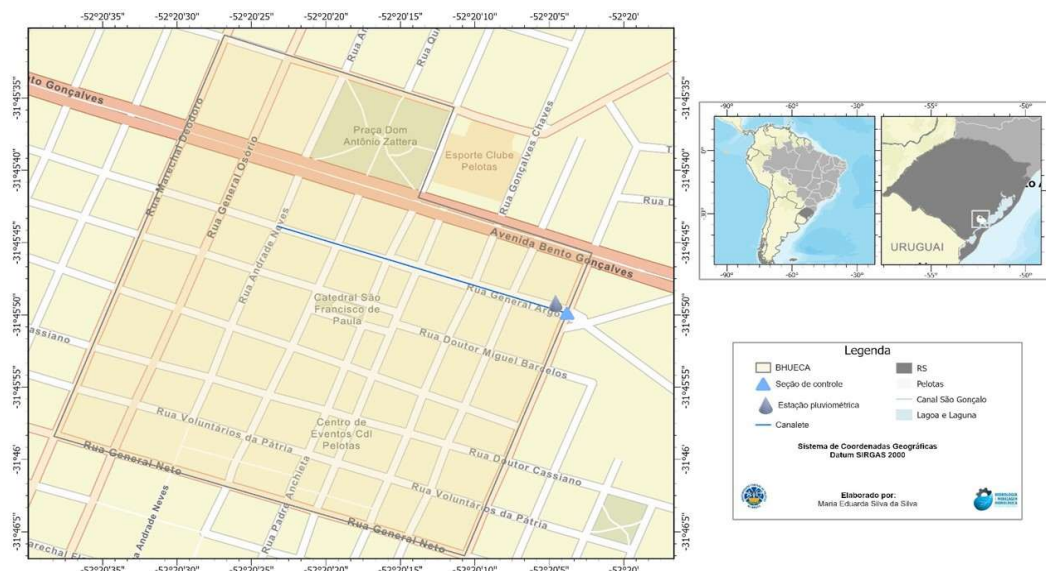
O estudo foi desenvolvido na Bacia Hidrográfica Urbana Experimental - Canalete da Argolo (BHUECA), localizada na região central de Pelotas/RS, Brasil. A área é delimitada pelas ruas Almirante Barroso (leste), Marechal Deodoro (oeste), Dr. Amarante e Avenida Bento Gonçalves (norte), e Rua General Neto (sul) conforme Figura 1, sendo o Canalete da Argolo o corpo hídrico receptor da totalidade do escoamento superficial produzido na área.

A escolha da área se justifica por dois principais pontos: i) seu relevante interesse público, pois a população é afetada por problemas recorrentes de drenagem urbana; ii) por tratar-se de uma área com monitoramento hidrológico de chuva e vazão, pois, em parceria com o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP), a BHUECA foi estabelecida como a primeira bacia hidrográfica experimental urbana de Pelotas, com a finalidade de ampliar os estudos hidrológicos urbanos no município e o subsídio técnico na gestão da drenagem urbana local.

A topografia da cidade de Pelotas é plana e com lençol freático elevado, características que a tornam particularmente vulnerável a inundações e alagamentos, especialmente durante períodos de chuvas intensas (Rossato, 2020; Wrege *et al.*, 2012). O clima subtropical da região favorece a ocorrência frequente de eventos meteorológicos extremos, como ciclones extratropicais, que causam variações nos padrões de chuva e transtornos à população (Cardoso *et al.*, 2020).

Devido à sua localização, topografia predominantemente plana e à presença de um sistema de drenagem artificial, a delimitação da bacia hidrográfica (Figura 1) foi realizada em colaboração com o SANEP, identificando as redes de drenagem que direcionam o escoamento superficial para o Canalete da Argolo, mesmo que topograficamente algumas estejam fora da zona de contribuição tradicionalmente considerada em bacias hidrográficas rurais.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudos



Avaliação da Microdrenagem da Bacia

A caracterização e o diagnóstico do sistema de microdrenagem foram realizados por meio de visitas in loco em toda a área da bacia, entre agosto de 2022 e abril de 2023, para obter registros fotográficos e a localização geográfica das estruturas. Além disso, foram cadastrados os dispositivos de captação e levantadas as características destes e das 17 vias que compõem a BHUECA.

Os dispositivos de captação que contribuem para a bacia foram cadastrados utilizando uma tabela de atributos que incluiu informações sobre sua localização, classificação (simples, grelha ou combinadas) e estado de conservação (boa, danificada e/ou obstruída). O horário da visita também foi registrado para correlação com as fotografias. Após a coleta, procedeu-se a uma análise estatística básica das características observadas.

Além disso, para determinar com precisão as coordenadas dos dispositivos de captação, aplicou-se o método de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) utilizando o receptor RTK GNSS Emlid Reach RS2+. A técnica adotada foi o Posicionamento em Tempo Real (RTK) com suporte NTRIP, onde as correções das observações GNSS são realizadas remotamente via internet, utilizando apenas o receptor rover em campo.

Já a caracterização das vias que compõem a bacia foi realizada em setembro de 2023. Para isso, utilizou-se um medidor laser de distâncias digital Bosch modelo GLM 120 C. Os atributos de interesse incluíram a largura e a inclinação das vias, o tipo de pavimentação, bem como a inclinação e altura das sarjetas. Estas informações são cruciais para compreender o comportamento do escoamento superficial e a sua demanda sobre as estruturas do sistema de drenagem.

Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Com o objetivo de consolidar as informações geoespaciais coletadas, foi desenvolvido um Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando o software ArcGIS Pro (ESRI, [s.d.]). Este ambiente permitiu a integração de camadas com dados da caracterização dos dispositivos de captação e vias, juntamente com os elementos obtidos durante o levantamento de posicionamento.

Adicionalmente, foi desenvolvido um hub geoespacial utilizando o ArcGIS Hub (ESRI, [s.d.]), que é uma plataforma que permite o compartilhamento de dados, colaboração em projetos e envolvimento da comunidade com o que é publicado. A estrutura do ArcGIS Hub facilita a criação de sites personalizados para acesso e interação intuitiva com informações geográficas, oferecendo ferramentas de visualização avançadas como mapas interativos e painéis informativos.

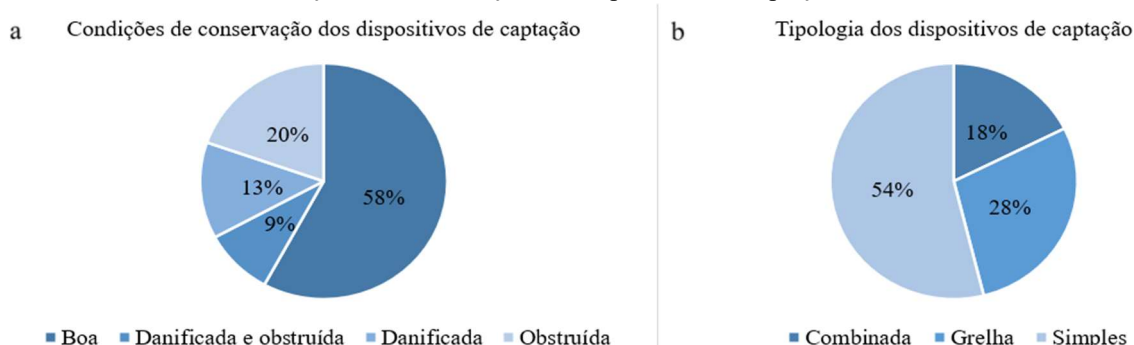
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos Dispositivos de Captação

Durante o levantamento cadastral das 17 ruas da BHUECA, foram identificados 295 dispositivos de captação (bocas-de-lobo) em uma área de aproximadamente 1,5 km². Em relação à tipologia, houve predominância de estruturas do tipo simples, seguidas por grelha e combinada conforme Figura 2a. Essa diversidade reflete intervenções realizadas em diferentes épocas, com visões distintas sobre a drenagem urbana.

Quanto ao estado de conservação foi possível observar que 171 dispositivos estavam em bom estado, enquanto 58 apresentavam obstrução por resíduos sólidos ou vegetação, 39 tinham sua estrutura danificada e 27 estavam danificadas e obstruídas. A análise percentual revelou que 42% dos dispositivos de captação na BHUECA apresentavam algum tipo de problema, como é apresentado na Figura 2b.

Figura 2 - a) Análise percentual da tipologia dos dispositivos de captação da BHUECA; e b) Análise percentual das condições de conservação dos dispositivos de captação da BHUECA.

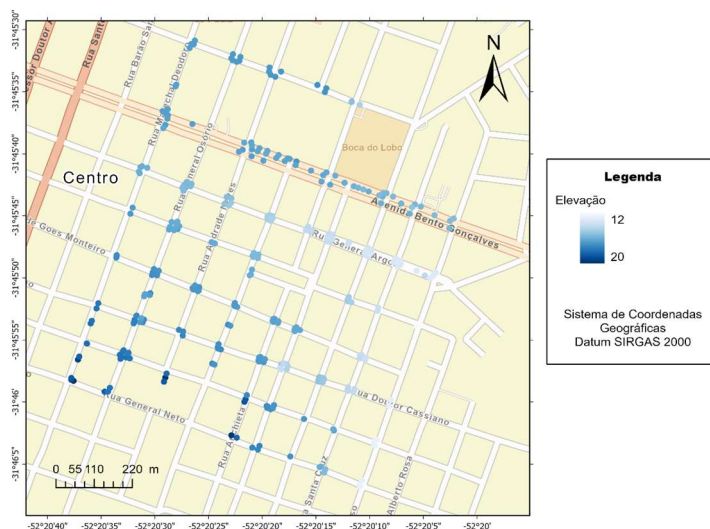


Com o objetivo de apresentar e documentar essas questões aos responsáveis pela gestão, foi elaborado o 'Relatório diagnóstico da situação dos dispositivos de captação localizados na Bacia Hidrográfica Experimental Urbana Canalete da Argolo', que foi posteriormente entregue ao SANEP para que o mesmo tomasse conhecimento e pudesse realizar ações de monitoramento e manutenção no sistema de microdrenagem a BHUECA.

Análise da Microdrenagem

Com o mapeamento georreferenciado foi possível identificar padrões na distribuição dos dispositivos de captação. As elevações obtidas para cada estrutura corroboram com a localização da rede de drenagem e o divisor de águas estabelecido por ela, com as menores cotas registradas nos dispositivos da Rua General Argolo (onde o canalete está localizado) e as mais altas na região da Rua General Neto, nos limites da BHUECA conforme a Figura 4.

Figura 4 – Mapa representativo das altitudes elipsoidais dos dispositivos de captação da BHUECA.



Já em relação aos tipos de dispositivos de captação, observou-se uma concentração significativa de dispositivos tipo grelha na Avenida Bento Gonçalves e Rua General Osório. Essa ocorrência pode ser explicada pelas requalificações urbanas realizadas nessas vias entre 2015 e 2019, que incluíram a instalação de novos dispositivos de concreto nas calçadas. Na Rua XV de Novembro, a predominância de grelhas de ferro mais antigas, localizadas no leito carroçável, também foi notável. A diversidade tipológica nas demais vias provavelmente decorre de alterações realizadas em diferentes épocas por distintos responsáveis técnicos.

Figura 5 - Mapa representativo dos tipos de dispositivos de captação da BHUECA.



A análise do estado de conservação também apresentou padrões espaciais, com uma grande concentração de dispositivos danificados e obstruídos verificada na Avenida Bento Gonçalves. Essa situação pode ser relacionada à presença de árvores da espécie *Grevillea Robusta*, cujas raízes avantajadas podem danificar estruturas subterrâneas e pavimentos (Barcellos *et al.*, 2012; Scanavaca Júnior, 2013).

Além dessas análises constatou-se que a maioria dos dispositivos com problemas (71% das obstruídas, 59% das danificadas e 56% das danificadas e obstruídas) eram do tipo simples, destacando a necessidade de intervenções específicas nesse tipo de estrutura.

Caracterização das Vias e Implicações na Drenagem

A área da BHUECA foi uma das primeiras urbanizadas de Pelotas e apresenta um padrão de arruamento em tabuleiro, apesar disso as vias não seguem um padrão uniforme de largura, variando de 5,24m (Rua Major Cícero) a 14,80m (Rua Almirante Barroso). A pavimentação é predominantemente asfáltica (61%), com coeficiente de escoamento de 0,95 (Araújo *et al.*, 2000), o que direciona um grande volume de água para o sistema de coleta. As demais vias (49%) possuem pavimentos de paralelepípedos e blocos de pedra irregulares, com coeficientes de escoamento de 0,60 e 0,50, respectivamente (Araújo *et al.*, 2000).

A altura das guias de calçada (meios-fios) também varia significativamente na BHUECA, de menos de 3cm a 37cm. Essa diversidade pode ser atribuída à história da área, onde as calçadas foram inicialmente projetadas com alturas elevadas para a comodidade de passageiros de carroças no século XIX. Com a modernização e a pavimentação asfáltica, essa intervenção foi realizada sobre a estrutura existente, sem alterações nas alturas das guias, resultando em meios-fios gradualmente reduzidos em alguns pontos, mas ainda com a presença de meios-fios altos. A caracterização precisa das vias é um pilar fundamental na gestão inteligente e sustentável dos recursos hídricos urbanos, influenciando a permeabilidade do solo, a rugosidade da superfície, a velocidade e direção do escoamento.

Gestão de informações com SIG

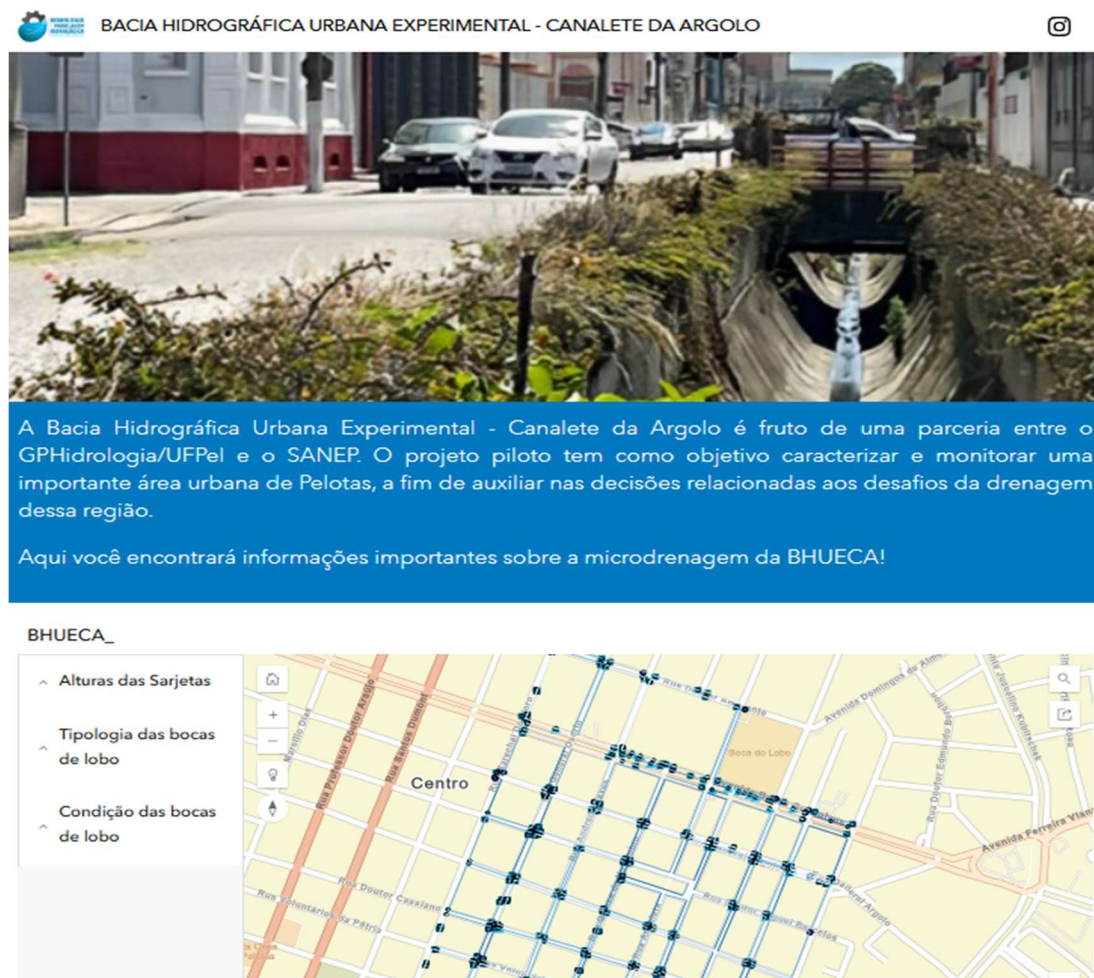
Todas as informações coletadas sobre a microdrenagem foram inseridas no software ArcGIS Pro, permitindo a observação da ocorrência espacial dessas características e a análise de pontos relevantes. A fim de democratizar esses dados, foi desenvolvido um hub geoespacial utilizando o ArcGIS Hub (Figura 6).

Nesse hub, foi inserido um mapa interativo (Figura 6) onde o usuário pode ativar camadas categorizadas como "Altura das Sarjetas", "Tipologia" e "Condição" dos dispositivos de captação, facilitando a análise da ocorrência de cada característica. Ao clicar nos objetos do mapa, um pop-up é exibido contendo informações detalhadas como descrição da localização, dimensões, tipologia, condição, elevação e uma foto do dia da visita.

A disponibilidade dessas informações para a sociedade em geral, além dos órgãos gestores, permite o acesso a dados sobre a drenagem local. Isso possibilita que as pessoas obtenham referências ou informações necessárias, para prevenção de obstruções nas saídas de garagem de empreendimentos e também auxilia na manutenção desses dispositivos. Além disso, esses dados de alta confiabilidade podem ser utilizados para determinar o posicionamento de elementos em obras civis, garantindo uma melhor eficiência na execução dos projetos.

Outra aplicação para esse tipo de informação é possibilitar a associação dos dispositivos mapeados com pontos de alagamento. Guimarães *et al.* (2017) relataram que na cidade de Belém (PA), com topografia bastante plana, altos índices pluviométricos e questões relacionadas às condições de saneamento básico (drenagem urbana e resíduos sólidos), foi constatada uma maior expressividade dos pontos de alagamento nas áreas mais baixas da cidade, e nos locais com dispositivos com algum tipo de avaria no estado de conservação (obstrução por vegetação ou lixo, ou dano estrutural). Esta análise pode ser realizada na área da BHUECA, levando em conta os resultados supracitados e o que é observado na área da Bacia em dias de eventos de chuva intensa.

Figura 6 -Página inicial do Hub com mapa interativo com todas as camadas ativas



Diante disso, é evidente que o uso de SIGs pode ser uma ferramenta essencial para o planejamento e gestão de áreas urbanas, permitindo aos tomadores de decisão a identificação e monitoramento das áreas suscetíveis a alagamentos e inundações, bem como a implementação de medidas de prevenção e mitigação locais.

CONCLUSÕES

A caracterização da Bacia Hidrográfica Urbana Experimental do Canaleta da Argolo (BHUECA), por meio do diagnóstico das condições de conservação da microdrenagem e da aplicação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), demonstrou-se uma abordagem eficaz para compreender a dinâmica da drenagem superficial e subsidiar a gestão dos recursos hídricos urbanos.

O levantamento cadastral dos dispositivos de captação e das vias permitiu identificar pontos críticos do sistema, além de gerar informações fundamentais para os tomadores de decisão no que concerne ao planejamento de intervenções que melhorem sua eficiência.

A integração dos dados espaciais em ambiente SIG foi essencial para a interpretação dos resultados, ampliando a capacidade analítica e evidenciando o potencial dessa tecnologia como ferramenta estratégica na gestão inteligente da infraestrutura urbana de drenagem.

Como perspectiva para trabalhos futuros, recomenda-se o levantamento de outras informações relevantes como os pontos de alagamento na área da BHUECA, bem como a ampliação da área de estudo com a replicação da metodologia em outras regiões da cidade, de modo a fortalecer o banco de dados e expandir o alcance do Hub em Pelotas, promovendo uma gestão mais abrangente e integrada da drenagem urbana.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece aos Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos (PPGRH) e Manejo e Conservação do Solo e da Água (PPG MACSA) da Universidade Federal de Pelotas pelo suporte acadêmico e científico e ao Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (SANEP) pelo apoio institucional. Este estudo contou com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio da concessão de bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, P. R. DE; TUCCI, C. E. M.; GOLDENFUM, J. A. (2000). “Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial”. *RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 5, pp. 21–29.
- BAHIANA, J. R. et al. (2023). “Análise qualitativa de soluções vegetativas em projetos de requalificação fluvial com o suporte SIG”. *Revista de Morfologia Urbana*.
- BARBOZA, E. N. et al. (2022). “Caracterização hidrológica de uma microbacia por sistema de informações geográficas (SIG) objetivando identificar parâmetros pluviométricos”. *Research, Society and Development*, 11(2), p. e39411225490.
- BOTELHO, M. H. C. (2017). *Águas de chuva: engenharia das águas pluviais nas cidades*. 4. ed. São Paulo: Blucher.
- BRASIL. (2007). *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm.
- BURROUGH, P. A.; McDONNELL, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems*. 2ª ed. Oxford: Oxford University Press. 352 p.
- DANTAS, F. VON A. et al. (2012). “Uma análise da situação do saneamento no Brasil”. *FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão*, 15(3), p. 272–284.
- FORMENTINI, A. B.; MONTEIRO, D. C. P.; SOTERO, E. M. O. (2024). “A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com a impermeabilização do solo na Avenida Ininga”. *Revista Contemporânea*, 4(1), p. 3504–3512
- GUIMARÃES, R. J. P. S. et al. (2017). “Georreferenciamento dos pontos de alagamento em Belém (PA). In: Anais do Congresso da ABES/FENASAN, São Paulo, Brasil.
- JATOBÁ, S. U. S. (2011). “Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social”. *Boletim Regional, Urbano e Ambiental*, Anais... IPEA, jun. 2011.

- JÚNIOR, V. J. dos S.; SANTOS, C. O. (2013). “A evolução da urbanização e os processos de produção de inundações urbanas”. *Estação Científica*, 3(1), p. 19–30.
- KANG, N. et al. (2016). “Urban drainage system improvement for climate change adaptation”. *Water (Switzerland)*, 8, p. 268.
- KOURTIS, I. M.; TSIHRINTZIS, V. A. (2021). “Adaptation of urban drainage networks to climate change: A review”. *Science of the Total Environment*, 771, 1 jun. 2021.
- PEREIRA, F. D. de S. (2015). *Os desafios entre a drenagem urbana e os resíduos sólidos: o caso de Aracaju/SE*. São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe.
- SANTOS, A. R. de V. et al. (2021). “Desafios da regulação da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no Brasil”. In: *Anais do XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Belo Horizonte - MG. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/356727493>.
- SANTOS, S. et al. (2006). “Os sistemas de informação geográfica na modelação hidrológica”. *El acceso a la información espacial y las nuevas tecnologías geográficas*, ISBN 84-338-3944-6, p. 465–479.
- SILVA, O. V. (2018). “As grandes revoluções do século XVIII e o Iluminismo”. *Revista Científica Eletrônica da Pedagogia*, 2018.
- SOUZA, F. C. B. (1999). *Sistema de apoio à decisão em ambiente espacial aplicado em um estudo de caso de avaliação de áreas destinadas para disposição de resíduos sólidos na região metropolitana de Porto Alegre*. [s.l.]: Universidade Federal de Santa Catarina.
- SOUZA, V. C. B. de; MORAES, L. R. S.; BORJA, P. C. (2013). “Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição”. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, 1(2), p. 162–175.
- TUCCI, C. (2004). “Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil”. *Revista de Gestão de Água da América Latina*, 1(1), p. 59–73.
- TUCCI, C. (2005). *Gestão de águas pluviais urbanas*. Ministério das Cidades; Global Water Partnership.
- TUCCI, C. (2008). “Águas urbanas”. *Estudos Avançados*, 22(63), p. 97–112.
- TUCCI, C. E. M. (2012). *Gestão da drenagem urbana*. Brasília, DF: CEPAL/Escritório no Brasil; IPEA. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48), 50 p. ISSN: 2179-5495.
- ZAZYKI, M. A. D.; MOURA, G. L. de. (2020). “Urbanização no Brasil: a relação entre direito de propriedade e bem-estar social à luz da Constituição Federal de 1988”. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, jun. 2020.
- ZHOU, Q. et al. (2019). “Comparison of urbanization and climate change impacts on urban flood volumes: Importance of urban planning and drainage adaptation”. *Science of the Total Environment*, 658, p. 24–33.