

Received:
October 20, 2024

Accepted:
October 31, 2024

Published:
October 31, 2024

Analysis of Urban Drainage on the Mucuri Campus of UFVJM

Luana Soares Neves¹ , Lindomar da Costa Oliveira¹ , Aruana Rocha Barros Lopes¹ 

¹ Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVM), Teófilo Otoni, Brazil.

Email address

luana.soares@ufvjm.edu.br (Luana S. Neves)

lindomar.oliveira@ufvjm.edu.br (Lindomar C. Oliveira)

aruana.barros@ufvjm.edu.br (Aruana R.B. Lopes) - Corresponding author.

Abstract

A case study was conducted in the urban drainage course, focusing on analyzing drainage systems across various locations of the campus of the Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys (UFVJM). Through technical visits, critical issues were identified, such as the insufficiency of storm drains and their obstruction or damage in several locations, including the University Restaurant, the Roundabout, the Engineering Laboratory, the Gymnasium, the ICET (Institute of Science, Engineering, and Technology), and the Transportation Building. These deficiencies compromise the efficiency of stormwater runoff, resulting in flooding and erosion, especially in low-altitude areas like the University Restaurant. The study highlighted the need for interventions to maintain and improve drainage infrastructure, proposing solutions to minimize environmental and structural impacts. Such as adding more drainage grates and storm drain inlets, creating permeable areas, and strategically distributing manholes. This would increase drainage capacity and significantly reduce the risk of flooding and erosion.

Keywords: Case study, Urban drainage, Stormwater management.

1 Introdução

A drenagem urbana é um conjunto de sistemas e práticas essenciais para gerenciar as águas pluviais em áreas urbanizadas, com o objetivo de prevenir inundações e mitigar os impactos ambientais. Esse processo inclui a coleta, transporte e disposição das águas da chuva através de canais, bueiros, galerias pluviais e outras infraestruturas hidráulicas. Além de controlar enchentes, a drenagem urbana é crucial para melhorar a qualidade da água, reduzindo o escoamento superficial que pode carregar poluentes nocivos para os corpos d'água urbanos (Christofidis, Assumpção e Kligerman, 2019).

No contexto específico da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), os desafios relacionados à drenagem urbana têm se intensificado devido aos impactos das mudanças climáticas, particularmente em Teófilo Otoni-MG. As alterações nos padrões de

precipitação e o aumento na frequência de eventos extremos têm pressionado a capacidade das infraestruturas existentes, exigindo adaptações e melhorias constantes. Relatórios do IPCC (2014) e estudos brasileiros, como os de Marengo et al. (2018), enfatizam que tais mudanças climáticas aumentam a ocorrência de eventos extremos como enchentes, inundações e alagamentos, ameaçando infraestruturas urbanas e rurais.

Além de possuir um número reduzido de dispositivos de drenagem, muitos deles estão obstruídos ou localizados em posições inadequadas, o que compromete ainda mais a eficiência do sistema. Nesse contexto, o principal objetivo deste artigo é analisar o sistema de drenagem do campus da UFVJM, identificando problemas e propondo soluções de melhoria para o manejo de águas pluviais, com ênfase na mitigação dos impactos ambientais.

Este estudo visa não apenas contribuir para o aprimoramento da infraestrutura de drenagem no

campus da UFVJM, mas também para o avanço do conhecimento técnico e científico na área de Engenharia Civil e gestão urbana. As propostas apresentadas buscam oferecer soluções práticas que possam ser aplicadas em situações similares, promovendo a sustentabilidade e a resiliência urbana.

2. Revisão de literatura

A drenagem urbana, como campo de estudo, é amplamente discutida na literatura por sua importância na gestão das águas pluviais e na prevenção de inundações. De acordo com Tucci (2006), a eficiência dos sistemas de drenagem é fundamental para evitar o acúmulo de águas pluviais e a poluição dos corpos d'água urbanos. Ele destaca a necessidade de sistemas integrados que considerem a capacidade de infiltração do solo e o planejamento urbano para garantir uma gestão eficaz das águas pluviais.

A crescente preocupação com as mudanças climáticas trouxe novos desafios para a drenagem urbana. Estudos como o de Marengo et al. (2018) abordam como o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como tempestades e enchentes, coloca uma pressão adicional sobre as infraestruturas de drenagem. O IPCC (2014) complementa, observando que as alterações nos padrões de precipitação e a imprevisibilidade climática aumentam a complexidade do planejamento e da manutenção das infraestruturas de drenagem.

A situação no Brasil, conforme evidenciado por Francisco et al. (2023), revela que a urbanização acelerada e o crescimento desordenado têm exacerbado os problemas de drenagem. Estudos de Christofidis, Assumpção e Kligerman (2019) mostram que muitas infraestruturas de drenagem, particularmente em áreas de rápido crescimento, enfrentam desafios como a obstrução e a localização inadequada dos dispositivos de drenagem. Essas condições resultam em alagamentos frequentes e em uma capacidade reduzida de lidar com eventos climáticos extremos.

No campo das soluções, Bastos (2015) propõe que a adoção de técnicas sustentáveis, como a criação de áreas verdes urbanas e o uso de pavimentos permeáveis, pode melhorar significativamente a eficácia dos sistemas de drenagem. Essas abordagens ajudam a aumentar a infiltração da água no solo e a reduzir o escoamento

superficial, contribuindo para a qualidade da água e a redução de inundações.

Além disso, a revisão da literatura sugere que a colaboração entre diferentes disciplinas é crucial para o desenvolvimento de soluções eficazes. Zhou (2014) enfatiza a necessidade de uma abordagem integrada que envolva engenheiros civis, urbanistas e gestores públicos para abordar os desafios complexos da drenagem urbana. Essa perspectiva multidisciplinar pode levar a soluções mais robustas e adaptativas que respondam tanto às necessidades técnicas quanto aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Essas discussões fornecem uma base sólida para entender os problemas enfrentados pela UFVJM e para desenvolver propostas de melhoria que possam ser aplicadas em contextos semelhantes. A integração de práticas inovadoras e a colaboração interdisciplinar são essenciais para avançar na gestão das águas pluviais e garantir a resiliência das infraestruturas urbanas.

3. Metodologia

No dia 7 de junho de 2024, foi realizada uma visita técnica no âmbito da disciplina de Drenagem Urbana, como parte das atividades práticas do curso de Engenharia Civil na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), campus Mucuri, localizado em Teófilo Otoni-MG (Figuras 1). A atividade consistiu na análise detalhada de várias áreas dentro do campus Mucuri, incluindo o Restaurante Universitário, a Rotatória, o Laboratório das Engenharias, o Ginásio, o ICET (Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia) e o Prédio de Transporte (Figuras 2 e 3).

A metodologia adotada integrou o aprendizado teórico com uma abordagem prática e investigativa. O objetivo foi aplicar os conceitos estudados para analisar criticamente os sistemas de drenagem existentes, identificar desafios e propor soluções sustentáveis. As etapas da metodologia foram:

1. Estudo dos conceitos fundamentais de drenagem urbana, incluindo a infraestrutura de drenagem e os impactos ambientais.
2. Observação direta dos sistemas de drenagem existentes e das áreas suscetíveis a alagamentos.
3. Identificação de pontos críticos e áreas onde o manejo das águas pluviais pode ser aprimorado.

4. Consulta de normas técnicas, com destaque para a DNIT 030/2004-ES, que estabelece diretrizes para o projeto e execução de dispositivos de drenagem pluvial, como galerias, bocas de lobo e poços de visita. Embora a norma não especifique um número exato de bocas de lobo, ela fornece subsídios importantes para a localização desses elementos, levando em consideração as características hidrológicas e topográficas de cada área. A adoção dos critérios estabelecidos nesta norma visa garantir a eficiência e a durabilidade do sistema de drenagem, minimizando o risco de inundações e danos à infraestrutura urbana.

Essa metodologia consolidou as aprendizagens e promoveu a troca de ideias entre os estudantes, visando enriquecer o entendimento coletivo sobre a drenagem urbana e suas aplicações práticas.

4. Resultado e discussão

4.1 Restaurante universitário

4.1.1. Observações iniciais

Ao chegar ao local, foi constatado que o restaurante universitário é o ponto mais baixo da universidade (Figura 4). Isso implica que toda a água da chuva converge para essa área, o que eleva significativamente o risco de alagamentos e erosão. A concentração do fluxo de água nesse ponto justifica a necessidade de intervenções específicas para aprimorar a drenagem e prevenir danos estruturais.

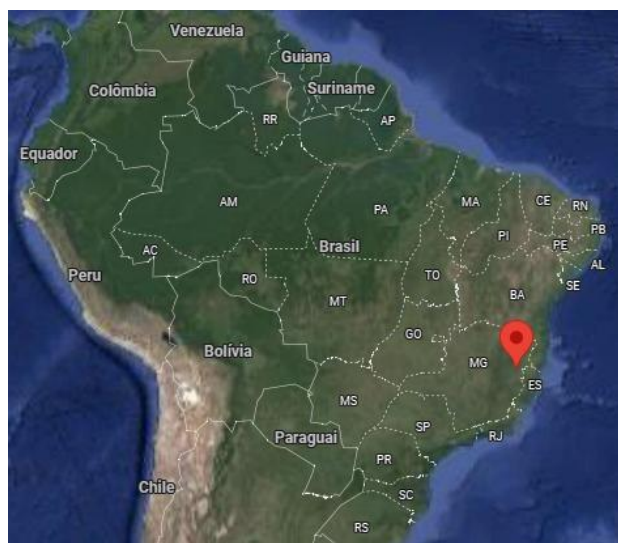


Figura 1 – Mapa de localização da cidade de Teófilo Otoni - MG para estudo do trabalho.

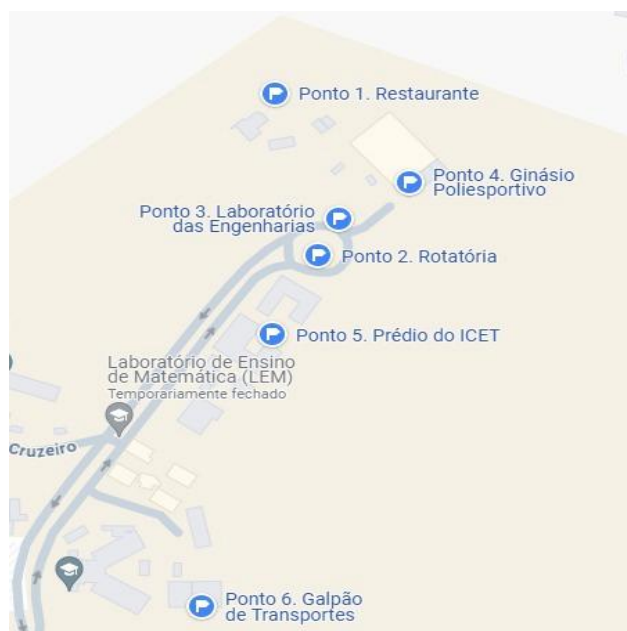


Figura 2 – Mapa com a localização dos pontos de estudo.



Figura 3 – Detalhe da área de estudo dentro do campus.



Figura 4 – Localização do ponto mais baixo do sistema de drenagem, o Restaurante Universitário.

4.1.2. Problemas identificados

4.1.2.1 Boca de lobo

A primeira recomendação é a instalação de uma canaleta atravessando a rua de acesso ao Restaurante Universitário (RU), conforme ilustrado na planta baixa da Figura (5). Essa intervenção ajudaria a capturar e desviar a água antes que ela se acumule nos pontos críticos, reduzindo o risco de alagamentos.

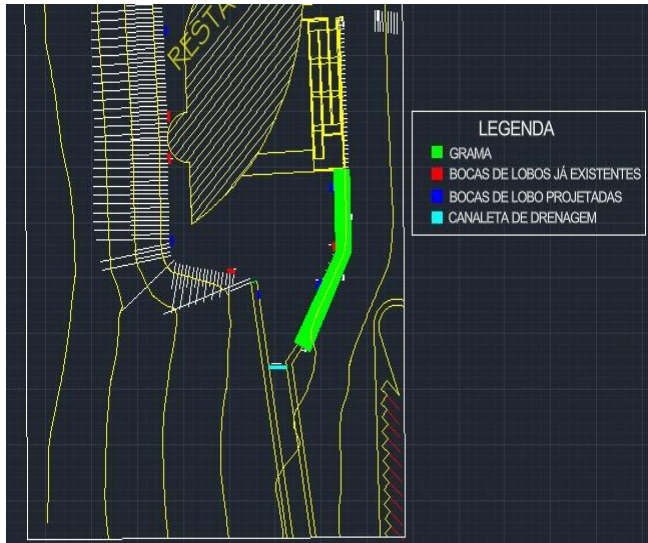


Figura 5 – Canaleta com grelha.

4.1.2.2. Quantidades das bocas de lobo

Outro problema significativo foi a insuficiente quantidade de bocas de lobo, conforme ilustrado na (Figura 6).



Figura 6 – Ausência de boca de lobo.

A quantidade atual de bocas de lobo é inadequada, pois observa-se que em períodos de chuva, há o alagamento da área baixa do RU. Portanto, sugere-se, conforme ilustrado na planta baixa da Figura (7), a construção de mais bocas de

lobo, poderiam ser instaladas para melhorar a eficiência do sistema de drenagem.



Figura 7 – Referências do sistema de drenagem.

4.1.2.3. Instalações inadequadas de bocas de lobo

Foi observado que uma das bocas de lobo estava instalada em um local inadequado (Figura 8). A localização atual da boca de lobo não coincide com o curso natural da água, tornando-a ineficaz. Esse problema poderia ser corrigido realocando a boca de lobo para uma posição mais estratégica, alinhada com o fluxo de água da chuva.



Figura 8 – Boca de lobo em local inadequado.

4.1.2.4. Tubulação desconectada no RU

De acordo com informações dos trabalhadores da obra, havia uma tubulação de drenagem desconectada anteriormente (Figura 9). Essa desconexão pode ter contribuído para o aumento do volume de água na área, exacerbando os problemas de drenagem e resultando em danos estruturais ao prédio, como trincas, rachaduras e deslocamento do solo.

4.1.3. Soluções propostas

4.1.3.1. Escadaria para redução da velocidade da água

Uma das soluções sugeridas é a construção de uma escadaria (Figura 10). Esta estrutura ajudaria a reduzir a velocidade da água, mitigando o impacto erosivo e diminuindo a possibilidade de danos à infraestrutura existente.

4.1.3.2. Muro de gabião

Outra intervenção proposta é a construção de um muro de gabião (Figura 11) no lado esquerdo da entrada do RU. Este tipo de muro, composto por pedras em gaiolas de arame, é eficaz para controlar a erosão e estabilizar o solo. Além disso, pode atuar como uma barreira de contenção, prevenindo o deslocamento do solo e protegendo a fundação do edifício.

4.1.3. Considerações

A adoção das medidas propostas é essencial para melhorar a infraestrutura de drenagem do local. A implementação de mais bocas de lobo em locais estratégicos, a construção de uma escadaria para desaceleração do fluxo de água e a edificação de um muro de gabião são passos fundamentais para evitar danos futuros. Essas intervenções não só resolverão os problemas imediatos, mas também contribuirão para a sustentabilidade a longo prazo da estrutura e do campus universitário.

4.2 Rotatória

4.2.1. Observações iniciais

Ao chegar na rotatória (Figura 12), foi possível observar uma deficiência na infraestrutura de drenagem, destacada pela presença insuficiente de bocas de lobo no local. Adicionalmente, foi constatado que os Laboratórios das Engenharias, cuja obra havia sido recentemente finalizada, está localizado nas proximidades. o que resultou na destruição total de algumas bocas de lobo e na obstrução de outras.



Figura 9 – Local onde estava desconectada a tubulação.



Figura 10 - Exemplo de escadaria de drenagem.



Figura 11 – Exemplo do muro de gabião.



Figura 12 – Rotatória.

4.2.2. Problemas identificados

4.2.2.1 Insuficiências de bocas de lobos

O número de bocas de lobo na rotatória é insuficiente para garantir uma drenagem eficaz da água pluvial. Isso pode levar a acúmulo de água e, potencialmente, alagamentos durante períodos de chuvas intensas (Figura 13).



Figura 13 – Insuficiência de boca de lobo.

4.2.2.2. Destruição e obstrução de bocas de lobo

Devido à construção do Laboratório das Engenharias nas proximidades, algumas bocas de lobo foram completamente destruídas, enquanto outras foram obstruídas por detritos e materiais de construção. Este cenário agrava ainda mais o problema de drenagem, impedindo o fluxo adequado da água (Figura 14).



Figura 14 – Boca de lobo quebrada e obstruída.

4.2.3. Ponto positivo

4.2.3.1. Área permeável

A presença de áreas permeáveis próximas à rotatória é um ponto positivo significativo. Essas áreas facilitam a infiltração da água no solo, reduzindo o volume de escoamento superficial e, consequentemente, os riscos de alagamento (Figura 15).



Figura 15 – Área permeável na rotatória.

4.2.4. Soluções propostas

4.2.4.1. Aumento do número de bocas de lobo

Conforme ilustrado no corte da Figura (16), é essencial aumentar o número de bocas de lobo no local para garantir uma capacidade adequada de drenagem. A instalação de bocas de lobo adicionais deve ser planejada estrategicamente para cobrir as áreas mais propensas ao acúmulo de água.

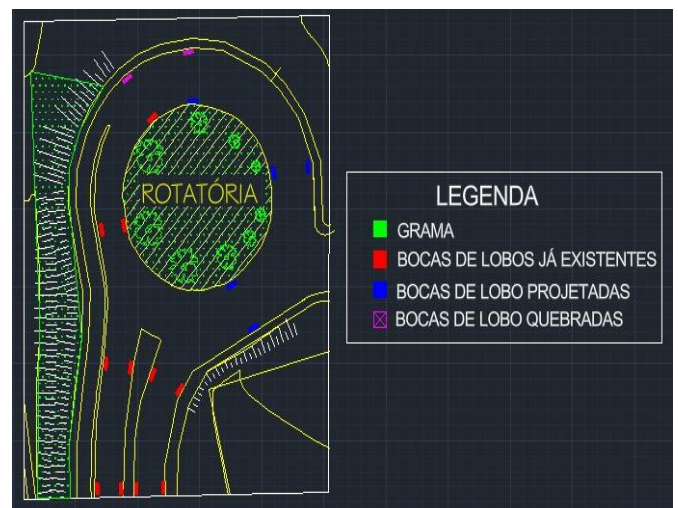


Figura 16 – Aumento do número de bocas de lobo.

4.2.4.2. Limpeza e manutenção

É imperativo realizar a limpeza das bocas de lobo que se encontram obstruídas, removendo detritos e materiais que impedem o fluxo adequado da água. A manutenção regular deve ser implementada para prevenir futuras obstruções.

4.2.4.3. Proteção das bocas de lobo durante obras

Durante a realização de obras nas proximidades, deve-se garantir a proteção das bocas de lobo existentes. Barreiras e coberturas temporárias podem ser utilizadas para evitar danos e obstruções causados por materiais de construção.

4.2.5. Considerações

A melhoria da infraestrutura de drenagem na rotatória é crucial para garantir a segurança e o bem-estar da comunidade local. As recomendações propostas visam aumentar a eficiência do sistema de drenagem, prevenir alagamentos e manter a funcionalidade das bocas de lobo, mesmo durante a realização de obras nas proximidades. A implementação dessas medidas contribuirá significativamente para a gestão eficaz das águas pluviais e para a sustentabilidade urbana da área em questão.

4.3 Laboratório das engenharias

4.3.1. Observações iniciais

Ao chegar no terceiro ponto de avaliação, próximo ao Laboratório das engenharias (Figura 17), foi constatada a ausência de bocas de lobo no local, com exceção de uma única unidade próxima ao ginásio. Esta única boca de lobo, entretanto, estava obstruída devido a uma obra em andamento nas proximidades, impedindo o correto escoamento da água pluvial.

4.3.2. Problemas identificados

4.3.2.1 Inexistência e obstrução de bocas de lobo

A falta de bocas de lobo no entorno do Laboratório das engenharias representa uma deficiência significativa na infraestrutura de drenagem local. A única boca de lobo existente estava obstruída, o que compromete severamente a capacidade de drenagem durante o evento de chuvas (Figura 18).



Figura 17 – Laboratório das engenharias.



Figura 18 – Obstrução da boca de lobo.

4.3.2.2. Impacto de obra próxima

A obra em andamento nas proximidades contribuiu diretamente para a obstrução da única boca de lobo disponível. Esse cenário ressalta a necessidade de medidas preventivas durante atividades de construção para proteger e preservar a funcionalidade das estruturas de drenagem existentes.

4.3.3 Soluções propostas

4.3.3.1. Implementação de áreas verdes

Recomenda-se a implementação de áreas verdes estrategicamente distribuídas no entorno do laboratório das engenharias. As áreas verdes são eficazes na absorção e infiltração da água pluvial, reduzindo a quantidade de sedimentos e materiais que podem obstruir as bocas de lobo. Este método natural de gerenciamento de águas pluviais não apenas melhora a qualidade da água, mas também contribui para a sustentabilidade ambiental do campus.

4.3.3.2. Localização estratégica de bocas de lobo

Conforme ilustrado no corte da Figura 19, sugere-se a instalação de novas bocas de lobo em locais ao redor do prédio das engenharias. Essas novas estruturas devem ser posicionadas de maneira a captar eficientemente o escoamento da água pluvial, prevenindo alagamentos e minimizando os riscos de erosão.

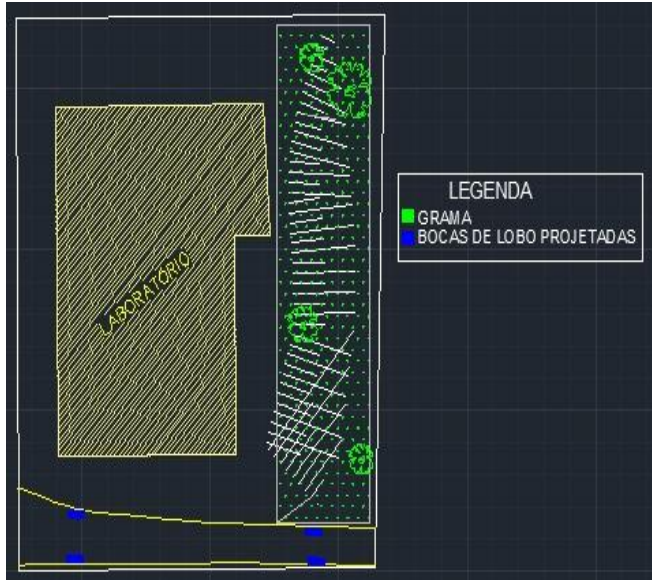


Figura 19 – Instalações de bocas de lobo.

4.3.4 Considerações

A avaliação da infraestrutura de drenagem no entorno do prédio dos laboratórios das engenharias evidenciou desafios significativos relacionados à falta de bocas de lobo operacionais e à interferência de obras nas proximidades. As recomendações apresentadas para implementação de áreas verdes e localização estratégica de bocas de lobo visam mitigar esses problemas, promovendo uma gestão mais eficiente das águas pluviais e melhorando a resiliência urbana do campus universitário. A adoção dessas medidas não só contribuirá para a segurança e funcionalidade das infraestruturas existentes, mas também fortalecerá a sustentabilidade ambiental das áreas urbanas circundantes.

4.4 Ginásio poliesportivo

4.4.1. Observações iniciais

Ao chegar no quarto ponto de observação, o ginásio poliesportivo (Figura 20), foi possível notar a ausência de dispositivos de drenagem visíveis. Apesar disso, havia uma predominância de áreas

verdes ao redor. A água da chuva, ao atingir essa área, percola o solo; no entanto, a água que não consegue infiltrar escoava para o rio próximo.



Figura 20 – Ginásio poliesportivo.

4.4.2. Problemas identificados

Conforme mencionado anteriormente, a região do laboratório das engenharias apresenta poucos sistemas de drenagem, resultando em um volume de água escoado para o ginásio maior do que o ideal. A falta de dispositivos de drenagem adequados nesta área evidencia a necessidade de um planejamento mais robusto em termos de infraestrutura de drenagem urbana.

4.4.3. Soluções propostas

Se houvesse um sistema de drenagem na rua acima do ginásio, conforme ilustrado no corte da Figura 21, os problemas relacionados à drenagem poderiam ser minimizados. Recomenda-se a implementação de dispositivos de drenagem adicionais, como bocas de lobo, para melhorar a capacidade de escoamento da área e proteger o ambiente construído e natural circundante.



Figura 21 – Sistema de drenagem eficiente.

4.4.4. Considerações

A instalação de sistemas de drenagem eficientes é essencial para controlar o fluxo de águas pluviais e evitar o acúmulo excessivo de água em áreas críticas, prevenindo inundações e garantindo a integridade das construções e a segurança da população. Além disso, a predominância de áreas verdes, embora benéfica para a infiltração da água, não é suficiente para lidar com grandes volumes de precipitação sem o suporte de um sistema de drenagem bem projetado.

4.5. Instituto de Ciência, Engenharia e Tecnologia (ICET)

4.5.1. Observações iniciais

Ao chegar no ICET (Figura 22), foi possível observar que havia um número de bocas de lobo suficiente no local, porém elas estavam instaladas de formas inadequada.

4.5.2. Problema identificado

O único problema identificado foi que, ao se quebrar a rua de acesso ao ICET para fazer um estacionamento, as bocas de lobo ficaram no meio da via, conforme mostrado na (Figura 23). Essa alteração fez com que a vazão da água da chuva não chegue de forma eficiente ao sistema de drenagem.

4.5.3. Soluções propostas

Para resolver esse problema, é necessário reposicionar as bocas de lobo de modo que fiquem alinhadas com o novo layout do estacionamento e da rua, junto com as sarjetas. A realocação das bocas de lobo para áreas onde a água possa escoar de forma eficiente garantirá que o sistema de drenagem funcione corretamente como mostrado no corte da Figura (24).

4.5.4. Considerações

Embora o ICET tenha um número de bocas de lobo adequado, a reconfiguração das vias e do estacionamento impactou negativamente a eficiência desse sistema. A reposição estratégica das bocas de lobo, junto às sarjetas, é essencial para restabelecer a eficiência da drenagem, evitando possíveis alagamentos e garantindo a segurança e funcionalidade da área.



Figura 22 – ICET.



Figura 23 – Boca de lobo no meio da via.



Figura 24 – Posição adequada das bocas de lobo.

4.6 Prédio do transporte

4.6.1. Observações iniciais

Ao chegar no último ponto de observação, prédio do transporte (Figura 25), foi possível notar

diversas deficiências no sistema de drenagem. A área da garagem apresenta características que demandam um sistema de drenagem bem planejado, dado que é um espaço suscetível ao acúmulo de água, especialmente durante períodos de chuvas intensas. No entanto, as observações iniciais revelaram uma infraestrutura inadequada para gerenciar o escoamento de águas pluviais.



Figura 25 – Prédio do transporte.

4.6.2. Problemas identificados

Foi identificado que havia uma canaleta obstruída próxima ao local (Figura 26). Além disso, a área contava com apenas uma boca de lobo e o poço de visita estava sem tampa. Essa configuração é insuficiente para lidar com o volume de água da chuva, podendo causar alagamentos durante as épocas de chuvas. A obstrução da canaleta impede o fluxo adequado da água, agravando ainda mais o problema de drenagem.



Figura 26 – Canaleta obstruída.

A outra boca de lobo, localizada no lado oposto da canaleta, apresentava um acúmulo considerável de materiais de construção civil em seu entorno, como areia e brita. Observa-se, conforme ilustrado na Figura 27, que vestígios significativos de areia já haviam penetrado na boca de lobo. Este acúmulo de materiais pode indicar problemas potenciais, como obstruções no sistema de drenagem ou acúmulo excessivo de sedimentos.



Figura 27 – Acúmulo de areia na boca de lobo.

4.6.3. Soluções propostas

No corte da Figura 28, é demonstrado um melhor sistema de drenagem, com a adição de mais bocas de lobo e áreas permeáveis. O aumento da área verde pode ajudar a prevenir a obstrução da canaleta, pois a vegetação permite maior infiltração da água no solo e reduz o acúmulo de detritos que podem bloquear o sistema de drenagem. A introdução de múltiplas bocas de lobo e poços de visita distribuídos estrategicamente aumentaria a capacidade de escoamento e reduziria significativamente o risco de alagamentos.

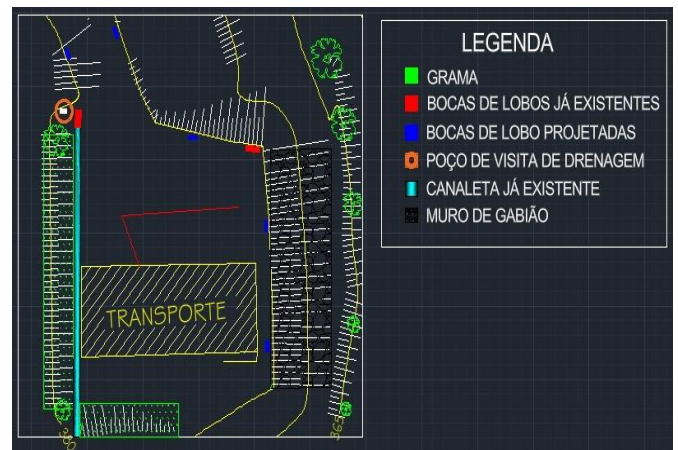


Figura 28 – Representação de novos dispositivos de drenagem.

4.6.4. Considerações

A implementação de um sistema de drenagem mais eficiente no prédio de transporte é crucial para evitar alagamentos e garantir a funcionalidade do local durante períodos de chuvas intensas. A adição de mais bocas de lobo e a criação de áreas permeáveis são medidas essenciais para melhorar a capacidade de escoamento das águas pluviais. Além disso, o aumento da área verde não só ajudaria a infiltração da água, mas também na manutenção do sistema de drenagem, prevenindo obstruções e garantindo um escoamento adequado. Essas melhorias são fundamentais para assegurar a segurança e a funcionalidade da garagem.

5. Conclusões

Neste estudo de caso sobre drenagem urbana na UFVJM, pudemos observar como a teoria aprendida em sala de aula se traduz em desafios reais e práticos. A visita aos pontos da universidade revelou diversos problemas relacionados à gestão das águas pluviais, como alagamentos e impactos ambientais.

A observação direta dos sistemas de drenagem existentes na área de estudo nos permitiu identificar pontos críticos e áreas propensas a alagamentos. Essa experiência prática foi essencial para compreender as limitações e falhas das infraestruturas atuais e para pensar em maneiras de melhorá-las.

Ao discutirmos essas questões, identificamos oportunidades de melhoria utilizando abordagens sustentáveis e inovadoras. Promovemos discussões sobre alternativas que consideram não apenas a eficiência técnica, mas também a minimização de impactos ambientais negativos. A troca de ideias sobre essas alternativas foi fundamental para explorar soluções mais verdes e eficazes.

Ao trabalharmos em equipe, pudemos combinar diferentes perspectivas e conhecimentos para propor soluções integradas e eficazes. A experiência nos incentivou a considerar não apenas a funcionalidade imediata dos sistemas de drenagem, mas também sua resiliência e sustentabilidade a longo prazo. A colaboração entre os estudantes foi crucial para o enriquecimento mútuo e a construção de um entendimento mais profundo sobre o tema.

Concluimos que a drenagem urbana é um campo dinâmico que exige constante inovação e

adaptação às condições locais e globais. Este estudo reforçou a importância de uma abordagem holística na gestão das águas pluviais, integrando aspectos técnicos e ambientais. Esperamos que as recomendações e soluções propostas contribuam para aprimorar a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de drenagem na UFVJM e inspirem práticas semelhantes em outras comunidades urbanas.

6. Agradecimentos

Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão à diretora do campus, Ellen Lucy Tristão, por seu acompanhamento e apoio durante toda a visita técnica. Sua dedicação em nos mostrar os pontos importantes e seu compromisso com a melhoria contínua foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Referências

- Bastos, L. C., 2015. *Implementação de áreas verdes e dispositivos de captação de águas pluviais*. Revista de Engenharia Ambiental, 12(3), pp. 45-58.
- Brasil. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2004. *DNIT 030/2004-ES: procedimentos para a construção de dispositivos de drenagem pluvial urbana*. Brasília, DF.
- Christofidis, D., Assumpção, R.S.F.V., and Kligerman, D.C., 2019. *A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza*. Saúde Debate, 43(especial), pp. 94-108.
<https://doi.org/10.1590/0103-11042019S307>
- Francisco, T.H.S., Menezes, O.V.C., Guedes, A.L.A., Maquera, G., Neto, D.C.V., Longo, O.C., Chinelli, C.K. and Soares, C.A.P., 2023. *The Main Challenges for Improving Urban Drainage Systems from the Perspective of Brazilian Professionals*. Infrastructures, 8(5), pp. 1-20.
<https://doi.org/10.3390/infrastructures8010005>
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014. *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge. Cambridge University Press.

Marengo, J.A., Alves, L.M., Alvará. R.C.S., Cunha, A.P.M., Brito, S., and Moraes, O.L.L., 2018. *Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 90(2), pp. 1973-1985.

<https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170206>

Prefeitura Municipal de São João de Meriti, 2020. *Escada hidráulica e rede de drenagem em Pedras Brancas*. Disponível em:

<<https://www.sjvriopreto.rj.gov.br/noticia/visualizar/id/2173/?escada-hidraulica-e-rede-de-drenagem-em-pedras-brancas.html>> [Acessado 19 outubro 2024].

Tucci, C.E.M., 2006. *Drenagem urbana*. 4. ed. Porto Alegre: ABRH.

Zhou, Q., 2014. *A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts*. Water, 6, pp. 976-992.

<https://doi.org/10.3390/w6040976>