

**A TECNOLOGIA COMO FERRAMENTA NAS INSPEÇÕES DE GALERIAS
PLUVIAIS: VÍDEO INSPEÇÃO ROBOTIZADA**

REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

RESUMO

O presente trabalho visa identificar, a partir de um estudo de caso, as vantagens da utilização de vídeo inspeção robotizada em galerias de drenagem pluvial. O sistema de drenagem pluvial tem um papel importantíssimo na infraestrutura das cidades. A sua manutenção é crucial para a conservação de todo o sistema viário, proporcionando um bom escoamento e condução das águas pluviais da maneira adequada, evitando-se assim alagamentos e enchentes indesejáveis. Dessa forma, o surgimento de diversas tecnologias deve ser explorado para a realização de inspeções em galerias de drenagem pluvial e atualmente existem robôs adaptados com câmeras digitais e equipados com dispositivos de localização, os quais permitem fazer uma varredura completa nas galerias pluviais por meio de vídeos e fotografias, além de possibilitarem definir a posição e profundidade com significativa precisão de possíveis anomalias e/ou falhas desse sistema. Enormes são as vantagens do uso da tecnologia nessas inspeções, visto que dispensa a exposição humana em locais confinados e de risco, em áreas urbanas pode-se evitar vistorias destrutivas em locais profundos, mitigando assim danos ao pavimento e prejuízos à circulação. Consideráveis benefícios quanto a sustentabilidade e redução de custos podem ser alcançados.

Palavras-chave: Drenagem pluvial, inspeções, tecnologia, infraestrutura.

ABSTRACT

The present work aims to identify, from a case study, the advantages of using robotic video inspection in storm drainage galleries. The storm drainage system plays a very important role in the infrastructure of cities. Its maintenance is crucial for the conservation of the entire road system, providing good drainage and proper conduction of rainwater, thus avoiding flooding. In this way, different technologies should be explored to carry out inspections in storm drainage galleries. Currently, there are robots adapted with digital cameras and equipped with location devices, which allow a complete sweep of the storm sewers through videos and photographs, in addition to making it possible to define the position and depth of possible anomalies and/or failures of this system with significant precision. The advantages of using technology in these inspections are enormous, since it eliminates human exposure to confined and risky places. In addition, in urban areas it is possible to avoid destructive visits in deep places, thus mitigating damage to the pavement and vehicle circulation. Considerable benefits in terms of sustainability and cost savings can be achieved.

Keywords: Rainwater drainage, inspections, technology, infrastructure.

REALIZAÇÃO



IBAPE NACIONAL
Instituto Brasileiro de Avaliações
e Perícias de Engenharia

1. INTRODUÇÃO

A principal função da rede de drenagem pluvial é fazer a captação das águas de chuvas e evitar alagamentos nas cidades.

Essa captação ocorre direcionando as águas pluviais para lugares que menos afetem a durabilidade e a segurança das vias das cidades. É importante que o sistema de drenagem seja bem projetado e planejado, caso contrário, pode se tornar um incômodo para a comunidade e causar deterioração, alagamentos e inundações (Aires et al., 2018).

O processo hidrológico de enchentes e inundações ocorre de forma dinâmica ao longo de um curso d'água e/ou bacia de contribuição. Diversos são os efeitos que o volume de águas pluviais pode causar, estando esses muito relacionados principalmente com a velocidade de escoamento, que quando excessiva pode gerar muitos impactos e a destruição por onde as águas pluviais escoam. Consequentemente, nas áreas de incidência desses processos hidrológicos podem ocorrer efeitos danosos e a geração de transtornos para a população ocupante do local (Bezerra et al., 2016).

**Figura 1 – Alagamento na Avenida Sumaré, em São Paulo
14/03/2022 Leandro Chemalle/The News 2/Estadão Completo**



Fonte: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/cidade-de-sao-paulo-tem-pontos-de-alagamento-nesta-terca-feira-14/>, acesso em 2023

REALIZAÇÃO

Nas cidades, a questão da drenagem urbana engloba os processos hidrológicos de enchentes e inundações ligados aos cursos d'água naturais, e também, os processos de alagamentos e enxurradas provenientes das falhas no sistema de drenagem urbana e que não necessariamente estão correlacionados com os processos de origem fluvial.

Fator recorrente nas cidades, principalmente nos locais com um maior adensamento populacional é o desequilíbrio entre o crescimento urbano e a eficiência do sistema de drenagem pluvial urbana existente, o que está acarretando os alagamentos e enxurradas cada vez mais frequentes.

Figura 2 – Alagamento na Avenida Cristiano Machado, em Belo Horizonte 07/12/2022 – Foto: Câmera BHTrans



Fonte: <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/12/20/belo-horizonte-tem-pontos-de-alagamento-mapeados-nas-nove-regionais-veja-quais-sao.ghtml>, acesso em 2023

O presente trabalho visa identificar, a partir de um estudo de caso, as vantagens da utilização de vídeo inspeção robotizada em galerias de drenagem pluvial.

2. DESENVOLVIMENTO

O sistema de drenagem pluvial é composto pelos sistemas de microdrenagem e macrodrenagem.

O bom funcionamento da microdrenagem implica em um sistema de macrodrenagem eficiente e funcional, e, vice-versa.

2.1. Microdrenagem

A Microdrenagem é formada pelos sistemas iniciais de drenagem que abrangem a coleta e o afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de pequenas e médias galerias ($\varnothing < 1,5\text{m}$). Essa microdrenagem é necessária para criar condições para circulação de veículos e pedestres na área urbana, em virtude de ocorrência de chuvas frequentes, além de evitar danos às propriedades e riscos de vida aos humanos causados por temporais mais fortes.

A microdrenagem é composta por um conjunto de componentes que são conectados a macrodrenagem. Os principais componentes da microdrenagem são: guias ou meio-fios, sarjetas, bocas coletoras (bocas de lobo), galerias, poços de visita e caixas de interligação, dissipador e sarjetão.

2.1.1. Guias ou meio-fios

As guias ou meio-fios são elementos construídos por blocos de concreto ou de pedra, que se encontram entre a via pública (pista de rolamento) e o passeio (calçadas), com sua parte superior no mesmo nível que o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública. São classificados em simples ou conjugados.

2.1.2. Sarjetas

As sarjetas são faixas formadas pelo limite da via pública com a guia ou meio fio, formando uma calha que coleta as águas pluviais provenientes da via pública. A função das sarjetas é fazer a coleta e condução das águas superficiais

sobre o pavimento, incluindo passeio, e as conduzir para os dispositivos de drenagem como as bocas de lobo e galerias.

2.1.3. Bocas coletoras (bocas de lobo)

As bocas coletoras, as quais são conhecidas por bocas de lobo ou bueiros são elementos de captação das águas escoadas pelas sarjetas. Existem variações e/ou tipologias distintas desses dispositivos, os quais poderão ser executados a depender do volume de água a ser captado e de sua localização.

2.1.4. Galerias/condutos

As galerias de drenagem de água pluvial são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras que escoam até os pontos de lançamento determinados em projeto.

2.1.5. Poços de visita e caixas de interligação

Os poços de visita e as caixas de interligação são elementos instalados em pontos estratégicos do sistema de drenagem. Esses elementos devem ter dimensão suficiente para a entrada de um operador, pois são destinados a manutenção e inspeção do sistema.

2.1.6. Dissipador

Os dissipadores são dispositivos cuja função é reduzir a velocidade de escoamento das águas pluviais provenientes da tubulação, as quais se fossem lançadas diretamente ao solo, poderiam provocar erosões devido ao forte impacto. É o ponto da conexão entre a micro e macrodrenagem. Um dos dispositivos dissipadores mais comumente utilizados são constituídos em concreto e pedra.

2.1.7. Sarjetão

São calhas de concreto formadas pela pavimentação, situando-se nos pontos onde ocorrem os cruzamentos das vias públicas e tem por finalidade direcionar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas. Os sarjetões conduzem as águas precipitadas sobre a via para sua lateral, sarjetas, e bocas coletoras,

além de impedir que a água permaneça sobre a rua, o que provoca o desgaste do pavimento e a formação de buracos.

Figura 3 – Ilustração de um sistema de drenagem comumente presente nas vias urbanas.



Fonte: <https://www.benv360.com/post/drenagem-pluvial-saneamento-basico>, acesso em março de 2023.

2.2. Macrodrenagem

A macrodrenagem é constituída por um sistema de drenagem natural, ou seja, por fundos de vale, córregos e cursos d'água.

A execução de obras para a macrodrenagem visa otimizar o escoamento do sistema, como por exemplo: obras de barragens, canalizações, diques, piscinões, etc. A macrodrenagem é destinada à condução final das águas captadas pela microdrenagem, promovendo assim o escoamento das águas pluviais provenientes das ruas e captadas pelos dispositivos que compõem a microdrenagem (sarjetas, bocas de lobo, galerias).

REALIZAÇÃO

A ausência e/ou deficiência desse sistema é o grande causador de enchentes, empoçamentos, inundações, assoreamentos e erosões. Nos terrenos planos ou que apresentam deficiência dos elementos de macrodrenagem ou quando o elemento se encontra obstruído, em períodos de grandes precipitações, surgem as enchentes. Essas enchentes também podem surgir devido a dimensionamentos incorretos.

A macrodrenagem é composta por componentes artificiais, além daqueles naturais como os fundos de vale e cursos d'água. Os principais elementos desse sistema são: galerias de grandes dimensões, canais artificiais, modificação morfológica de canais naturais, reservatórios de retenção e estruturas auxiliares de controle.

2.2.1. Galerias de grandes dimensões

As galerias de grandes dimensões realizam o transporte das águas do sistema de microdrenagem até os pontos de lançamento. Essas galerias são utilizadas em áreas urbanizadas devido às restrições do sistema viário e limitação de áreas.

2.2.2. Canais artificiais

Os canais artificiais são formados pela execução de valas que podem ou não estarem revestidas de material que lhes dê sustentação e que se destina ao escoamento das águas. Fatores como a natureza do solo, topografia do terreno e tipo de escoamento definem a escolha da seção, declividade e inclinação dos taludes.

Figura 4 – Imagens da execução de um canal artificial



Fonte: FUNASA, 2016

2.2.3. Modificação morfológica de canais naturais

A geometria de um canal é baseada na carga e descarga de água submetidas ao clima e à geologia da bacia hidrográfica. A alteração da capacidade do canal apresenta interferência na ampliação da forma e tamanho de sua seção transversal. As modificações são realizadas junto a forma e seção transversal dos canais naturais visando melhorar a vazão e a eficiência do escoamento das águas pluviais desses canais.

Figura 5 – Execução de obras para ampliação de um canal natural



Fonte: FUNASA, 2016

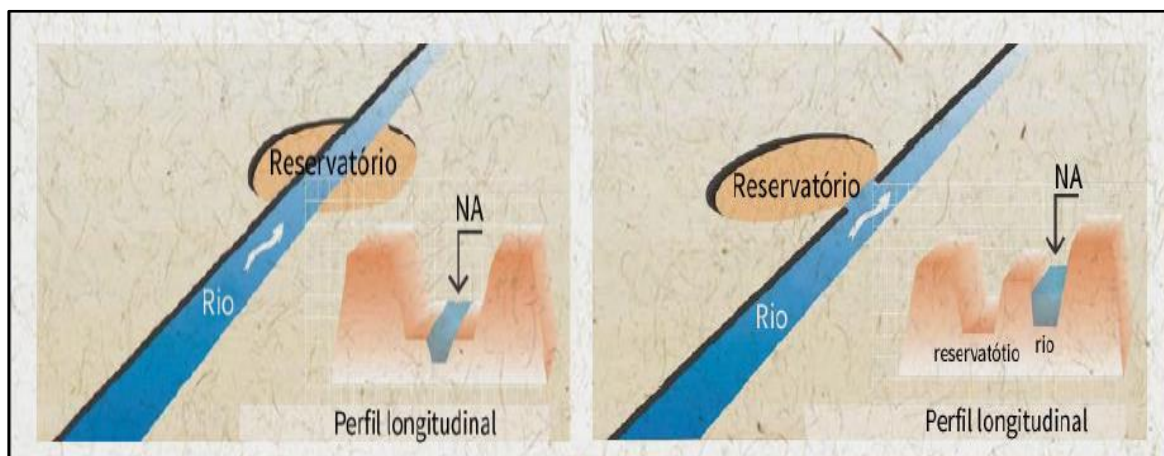
2.2.4. Modificação morfológica de canais naturais

O reservatório de retenção é um reservatório aberto ou fechado que é destinado a regular a vazão de saída em uma vazão desejada, de forma que minimize os efeitos a jusante da vazão de entrada. Esses reservatórios são classificados como em linha ou em fora de linha.

Reservatórios em linha: Esses reservatórios são executados ao longo do curso fluvial e retardam o tempo de escoamento, reduzindo as vazões de pico. O volume de água armazenado é direcionado ao canal por gravidade.

Reservatórios fora de linha: Os reservatórios fora do curso do canal fluvial são executados, geralmente em níveis mais baixos, e retiram os volumes que ultrapassam a capacidade de escoamento do canal. Parte do volume de água armazenado é direcionado ao canal por gravidade ou através de bombas.

Figura 6 – Reservatórios de retenção



Fonte: FUNASA, 2016

2.2.5. Estruturas auxiliares de controle

Tratam-se das proteções contra erosões e assoreamentos, como por exemplo: os dissipadores de energia, as proteções de cortes e aterros, as travessias, as estações de bombeamento, entre outros mecanismos ou dispositivos que possibilitam o controle das águas.

REALIZAÇÃO

Figura 7 – Sistemas diversos de controle das águas



Fonte: FUNASA, 2016

2.3. A inspeção em sistemas de drenagem pluvial com a utilização de robôs

O surgimento de diversas tecnologias deve ser explorado para a realização de inspeções em galerias de drenagem pluvial, pois, aprimorando-se as inspeções, é possível programarmos com mais eficácia as manutenções periódicas nesse sistema e identificar eventuais anomalias. A inspeção com a utilização de robôs em galerias de drenagem pluvial é um exemplo da tecnologia aplicada para essa finalidade.

Atualmente existem robôs adaptados com câmeras digitais e equipados com dispositivos de localização, os quais permitem fazer uma varredura completa nas galerias pluviais por meio de vídeos e fotografias, além de possibilitarem definir a posição e profundidade com significativa precisão de possíveis anomalias e/ou falhas desse sistema.

REALIZAÇÃO

Enormes são as vantagens do uso da tecnologia nessas inspeções, visto que dispensa a exposição humana em locais confinados e de risco, em áreas urbanas pode-se evitar vistorias destrutivas em locais profundos, mitigando assim danos ao pavimento e prejuízos à circulação.

Esses robôs são conectados através de um cabo a um painel de controle externo onde é possível visualizar a integridade no interior das tubulações e dutos, detalhando estruturas, acabamento, revestimentos internos, falhas construtivas, vazamentos, trincas, emendas, obstruções que podem impedir a passagem de água, ligações clandestinas e qualquer tipo de interferência que possa comprometer o funcionamento do sistema de drenagem.

Com a inspeção robotizada o profissional que está visualizando as condições das tubulações e dutos no painel de controle pode encaminhar a equipe de campo no ponto exato para sanar os problemas identificados de forma mais rápida, não sendo necessário a demolição de trechos maiores da rede para identificar o local onde se encontram esses problemas, o que reduz tempo e custos do serviço.

Como vantagens da utilização de robôs para inspeção no sistema de drenagem das águas pluviais podemos citar a redução do tempo para a realização do serviço e dos custos de operação, a diminuição dos riscos, além da possibilidade de acesso a locais inacessíveis para profissionais da área. Outro benefício é a gravação dos trechos percorridos das tubulações e dutos que compõem o sistema de drenagem para verificar possíveis falhas e não conformidades no sistema de drenagem pluvial não só no momento da inspeção, mas também posteriormente.

2.4. O uso de robôs de inspeção no Brasil

No Brasil, a inspeção robotizada vem sendo utilizada como exemplo nas cidades de Fortaleza/CE, Maceió/AL, Porto Alegre/RS e São Leopoldo/RS.

Na cidade de Fortaleza, conforme informações da prefeitura, foram removidas 210 toneladas de resíduos das galerias pluviais até o dia 16 de dezembro de 2022, material que foi retirado de 54 km de tubulações de drenagem que foram inspecionadas com o uso da tecnologia, robôs de inspeção.

Nas galerias vistoriadas no município de Fortaleza foram identificados vários materiais jogados na rua, como papéis plásticos e até objetos maiores, como colchões, pneus e sofás. A execução desse serviço faz parte do projeto

Vídeo Inspeção, da Secretaria do Urbanismo e Meio Ambiente (Seuma), por meio do programa Fortaleza Cidade Sustentável (FCS), que tem como objetivo percorrer 180km de galerias pluviais da cidade até o fim de 2024.

Figura 8 – Projeto Vídeo Inspeção com robôs no município de Fortaleza/CE.



Fonte: Prefeitura de Fortaleza <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/projeto-video-inspecao-ja-removeu-mais-de-200-toneladas-de-residuos-das-galerias-pluviais>, acesso em março de 2023.

REALIZAÇÃO

Outro case de sucesso no uso de robôs de inspeção em galerias de drenagem pluvial é o município de Porto Alegre/RS.

Conforme informações da prefeitura, o Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE) realizou uma inspeção com auxílio de robôs em 36 quilômetros das redes pluviais no município no ano de 2022.

A inspeção com uso dos robôs permitiu ao DMAE atuar de forma preventiva, detectando anomalias e pontos localizados de obstrução onde foram posteriormente efetuados reparos e desobstruções de redes para evitar possíveis alagamentos na cidade.

Os serviços foram executados com três equipamentos adaptados em robôs com câmeras digitais de 15 megapixels, de tamanhos diferentes para cada tamanho de tubulação. Para realizar as vistorias, os robôs vão filmando, tirando fotos e gerando relatórios detalhados, metro a metro, do estado das redes, identificando anomalias para posterior manutenção, tais como: sujeiras, obstruções, trincas, problemas construtivos, problemas operacionais, juntas desalinhadas, rompimentos e ligações irregulares.

“Desta forma, em muitos locais não precisamos abrir buracos e bloquear ruas para encontrar os problemas. Foram privilegiados muitos locais que sofrem alagamentos recentes, como é o caso da avenida Erico Verissimo”, explica Alexandre Garcia – diretor geral do DMAE. O valor do contrato anual é estimado em R\$ 673 mil e os serviços foram prestados por uma empresa especializada. Devido aos excelentes resultados obtidos com a utilização dos robôs de vídeo inspeção estava sendo elaborado um Termo de Referência para nova contratação como serviço contínuo.

Portanto, a inspeção de galerias de drenagem pluvial é uma nova tecnologia e que veio para somar e agregar no trabalho de inspeções, principalmente para órgãos públicos, que na maior parte das vezes são os responsáveis pelo estado de conservação e manutenção das redes coletoras.

REALIZAÇÃO

Figura 9 – Inspeção de redes pluviais com auxílio de robôs em Porto Alegre/RS.



Fonte: Prefeitura de Porto Alegre, 2022.

<https://www.prefeitura.poa.br/dmae/noticias/dmae-conclui-inspecao-por-video-em-36-quilometros-de-redes-pluviais-com-auxilio-de-robos>, acesso em março de 2023.

No município de Maceió foi apresentado pela prefeitura em 08 de julho de 2022, uma tecnologia que utiliza robôs em obra para garantir o devido escoamento das águas pluviais na capital. Para isso, foi contratada uma empresa especializada em desobstrução de tubulações e galerias com nível alto de assoreamento, além de ter expertise no diagnóstico de problemas com

REALIZAÇÃO

drenagem profunda. "Esse equipamento será fundamental para fazer todo o georeferenciamento da nossa rede de drenagem e evitar alagamentos. Será útil na hora de fazer as intervenções precisas e assertivas, economizando recursos públicos", disse o prefeito João Henrique Caldas.

De acordo com a Secretaria Municipal de Infraestrutura (Seminfra), a intenção destes serviços é minimizar os impactos das chuvas, utilizando sistema robotizado para identificar os problemas na rede e, posteriormente, desobstruir as galerias pluviais, promovendo a reabilitação e efetiva funcionalidade do sistema de drenagem.

"A execução do serviço visa à utilização de equipamentos de alta tecnologia robótica para diagnóstico visual e documental das avarias e não conformidades a serem possivelmente encontradas ao longo das redes coletoras de drenagem existentes, para posterior correção e reforma", reforça Lívio Lima Fontenelle Filho, secretário-adjunto de Projetos e Obras Especiais da Seminfra.

Figura 10 – Inspeção de redes pluviais com auxílio de robôs em Maceió/AL.



Fonte: Prefeitura de Maceió <https://maceio.al.gov.br/noticias/gp/prefeito-jhc-apresenta-nova-tecnologia-que-utiliza-robos-para-evitar-inundacoes-e-erosoes>, acesso em março de 2023.

2.5. Estudo de caso

O presente trabalho refere-se a um estudo de caso, englobando um caso real de uma perícia de engenharia. Realizaram-se uma vistoria, pesquisas bibliográficas, além de imagens capturadas com auxílio de um drone e um robô de inspeção.

O estudo de caso retratado nesse artigo foi realizado pelos Autores no município de Contagem - MG. Visando não expor nenhuma das Partes, não será citado o nome da Indústria, da Vila e das Ruas que compreendem o trecho da galeria de drenagem pluvial vistoriada.

2.5.1. Vistoria

Os trabalhos de vistoria seguiram as determinações da NBR 13.752/96, Norma Técnica para Perícias de Engenharia na Construção Civil, publicada pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

O trabalho de vistoria foi realizado no dia 21 de fevereiro de 2022.

2.5.2. Informações da galeria pluvial e do local de vistoria

A galeria de drenagem pluvial se inicia em um imóvel industrial. Parte da água pluvial que atinge o empreendimento segue para um Poço de Visita (PV) posicionado na parte posterior desse imóvel, situado em cotas inferiores.

Desse PV, o caminhamento da galeria de drenagem pluvial prossegue passando pela Rua “X” e passa por uma Vila.

Atualmente, essa galeria de drenagem pluvial está implantada sob 5 (cinco) imóveis, pois, no local desse sistema ocorreu uma ocupação desordenada do território e foi constituída uma Vila.

Por fim, o trecho vistoriado dessa galeria segue até a Rua “Y”.

Na página a seguir, mostraremos montagem representativa de todo o trecho e do traçado da galeria de drenagem pluvial que foi vistoriada. Essa montagem foi realizada com base em imagens de satélite do *Google Earth*, onde é possível expor o encaminhamento dessa galeria de drenagem pluvial.

Também destacamos que foi realizado o cadastro dos imóveis que estão sobre essa galeria de drenagem pluvial.

Figura 11 – Traçado da galeria de drenagem pluvial vistoriada



Fonte: Google Earth, 2022 – adaptado pelos Autores

REALIZAÇÃO

Na ocasião da vistoria utilizou-se um drone para capturar imagens, modelo DJI Mini 3 Pro. Nessas imagens de aéreas de drone é possível observarmos a posição do Imóvel Industrial, início da galeria.

Também se destaca a posição da Vila, onde constatamos que 5 (cinco) imóveis estão edificadas sobre a galeria de drenagem pluvial vistoriada.

Ressalta-se ainda as duas Ruas que fazem a delimitação dessa Vila (Ruas “X” e “Y”, e, em detalhe, apontamos o caminhamento da galeria de drenagem pluvial.

Figura 12 – Posição da galeria de drenagem pluvial vistoriada



Fonte: Autores, 2022.

Na figura 13 mostramos em destaque o trecho inicial da galeria pluvial vistoriada. O trecho inicial é um poço de visita interno, o qual fica locado nas dependências internas do Imóvel Industrial.

O sistema de drenagem interno do empreendimento, Imóvel Industrial, já está implantado. Esse sistema é formado por descidas de água dos telhados seguindo para canaletas, caixas de passagem e redes de dutos internas, de onde, a água é conduzida principalmente para a galeria pluvial que estamos retratando.

Figura 13 – Outra perspectiva do local de implantação da galeria pluvial



Fonte: Autores, 2022.

Outra figura (figura 14) onde é possível observamos a projeção da galeria pluvial que segue do Imóvel Industrial, passa por uma Vila, e posteriormente prossegue para a Rua “Y”. Destacamos a existência de uma caixa de retenção e separação de sólidos, o que propicia um melhor funcionamento desse sistema de drenagem pluvial, mitigando-se assim, possíveis assoreamentos na galeria.

Essa caixa de retenção e separação de sólidos é essencial para otimizar o sistema de drenagem pluvial e tentar assegurar a maior parte do material conduzido para a galeria pluvial seja apenas águas das chuvas.

Figura 14 – Posição da galeria de drenagem pluvial vistoriada



Fonte: Autores, 2022.

Também elaboramos uma montagem com imagens capturadas *in loco*, onde mostramos de outra perspectiva o trecho inicial (poço de visita interno) da galeria de drenagem pluvial vistoriada.

REALIZAÇÃO

Figura 15 – Trecho inicial da galeria de drenagem pluvial vistoriada



Fonte: Autores, 2022.

Por fim, mostraremos todo traçado galeria de drenagem pluvial, destacando-se do ponto inicial (poço de visita interno) até o trecho final (PV na Rua “Y”). Na imagem de drone a seguir observamos em amarelo a locação da galeria vistoriada.

REALIZAÇÃO

Figura 16 – Trecho inicial da galeria de drenagem pluvial vistoriada



Fonte: Autores, 2022.

Conforme destacado, pela imagem aérea capturada por drone observamos o poço de visita interno, situado no Imóvel Industrial. Em amarelo, retratamos a projeção da locação da galeria de drenagem pluvial, a qual segue do Imóvel Industrial para a Rua “Y”, passando sob 5 (cinco) imóveis na Vila.

REALIZAÇÃO

2.5.3. Da vistoria na galeria de drenagem pluvial: vídeo inspeção com robô

Para a execução da inspeção da galeria de drenagem pluvial foi utilizado um robô projetado para realizar vídeo inspeções em galerias de águas pluviais e esgoto, além de outros espaços confinados. Foi contratada uma empresa especializada para conduzir esses trabalhos de vídeo inspeção com robô.

O sistema trator (robô) possui câmeras de alta definição acopladas, as quais permitem capturar vídeos e imagens em alta resolução. Para o funcionamento do mesmo, destacamos uma estação de operação com *joystick* para operação e carretel medidor de distância.

Junto também, há um *software* que permite o usuário controlar o robô pelo computador e visualizar as imagens das câmeras, além da telemetria do equipamento. Diante de todo esse sistema é possível realizar gravações e anotações pontuais nas imagens e nos vídeos obtidos.

A empresa especializada contratada emitiu um Relatório de Vídeo Inspeção, e, nesse relatório denominou o objetivo: “Analisar através da VÍDEO INSPEÇÃO ROBOTIZADA toda a galeria pluvial da saída do PV interno (grelha) do Imóvel Industrial passando pelo PV2 e PV1 sentido galeria pluvial da prefeitura na Rua “Y”, demonstrando todas as anomalias existentes no trecho.

Figura 17 – Trecho inspecionado



Fonte: Autores, 2022.

REALIZAÇÃO

Junto ao relatório, também foi pontuado que não estava chovendo, entretanto, havia a presença de água na galeria durante a inspeção, o que é um indicativo de ligações domésticas irregulares de esgoto na galeria de drenagem pluvial. Ademais, foi ressaltado que PV é a abreviação de Ponto de Visita.

Agora, vamos mostrar e analisar o material gerado com a VÍDEO INSPEÇÃO ROBOTIZADA realizada pela empresa especializada.

2.5.3.1 Trecho PV1 sentido Rua “Y”

Primeiramente, foi retratado o trecho PV1 sentido Rua “Y”. Destacamos que a inspeção nesse trecho dentro da galeria de drenagem pluvial foi realizada no sentido do fluxo da drenagem.

Figura 18 – Trecho inspecionado



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Nesse trecho retratado a galeria é constituída em formato quadrado, cujas dimensões são 1.000 x 1.000mm.

Na inspeção realizada nesse trecho foi identificado pontos com ligações clandestinas de esgoto, e, aos 18 metros piso da galeria apresentando rompimento em sua parte inferior.

REALIZAÇÃO

Figura 19 – Rompimento na parte inferior da galeria



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 20 – Ligações clandestinas de esgoto doméstico



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Foi identificado pontos da galeria de drenagem pluvial em estado precário, os quais necessitam de intervenções imediatas. Em detalhes, ressaltamos armaduras de aço expostas e com acentuados sinais de oxidações.

Figura 21 – Armaduras de aço expostas e oxidadas



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 22 – Armaduras de aço expostas e oxidadas



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

2.5.3.2 Trecho PV1 sentido PV2 até “degrau”

Agora vamos mostrar o trecho PV1 sentido PV2 até o “degrau”. Nesse trecho identificamos armaduras de aço da estrutura da galeria expostas e com sinais de oxidação.

Figura 23 – Ligações irregulares e clandestinas de esgoto doméstico



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 24 – Armaduras de aço expostas e oxidadas; esgoto irregular



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

2.5.3.3 Trecho PV1 sentido PV2 até “degrau”

Esse trecho compreende o PV2 sentido PV1 até o “degrau”. Ressaltamos que a inspeção nesse trecho dentro da galeria de drenagem pluvial foi realizada no sentido do fluxo da drenagem.

Figura 25 – Trecho inspecionado PV2: ponto de acesso



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Nesse trecho foi identificado pontos da galeria de drenagem pluvial apresentando fissuras e trincas, além de deslocamento do revestimento das paredes.

Também foi constatado pontos com ligações clandestinas de esgotamento sanitário e armaduras de aço expostas e com sinais de oxidações.

Além disso, verificamos locais com infiltrações na galeria e diversos pontos com problemas como fuga de material, destacando-se piso da galeria aos 4,00 metros PV2 sentido PV1, e, aos 8,80 metros PV2 sentido PV1.

São problemas críticos e que devem ser reparados para uma maior durabilidade, vida útil e funcionalidade desse sistema de drenagem pluvial.

REALIZAÇÃO

Figura 26 – Fissuras e trincas nas paredes da galeria



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 27 – Grande abertura na parede da galeria pluvial



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

REALIZAÇÃO

Figura 28 – Locação do degrau existente na galeria



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 29 – Ponto danificado no piso da galeria; fuga de material



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

2.5.3.4 Trecho PV2 sentido Poço de Visita Interno do Imóvel Industrial

Esse trecho compreende o PV2 sentido Poço de Visita Interno, esse segundo locado dentro do Imóvel Industrial.

Figura 30 – Trecho inspecionado PV2: ponto de acesso



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 31 – Trecho inspecionado PV-02 até Poço de Visita Interno



Fonte: Autores, 2022

Nesse trecho da galeria de drenagem pluvial identificamos pontos com infiltrações externas, fato creditado a diversos pontos danificados nas paredes e piso da galeria.

Também destacamos pontos sujeitos a fuga de material, além de falhas em revestimentos no piso e nas paredes dessa galeria. Em mais um trecho vistoriado também pontuamos ligações clandestinas de esgoto doméstico.

Figura 32 – Ligações clandestinas e irregulares de esgoto doméstico



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 33 – Trincas na parede da galeria (ver setas) e esgoto irregular



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 34 – Ponto com trincas e infiltrações externas



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 35 – Pontos danificados no revestimento das paredes e piso



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

REALIZAÇÃO

Figura 36 – Ponto danificados no revestimento da parede; infiltrações



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 37 – Falhas no revestimento em degrau próximo ao PV Interno



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

Figura 38 – Falhas no revestimento em degrau próximo ao PV Interno do Imóvel Industrial; trinas (ver detalhe)



Fonte: Relatório de Vídeo Inspeção feito por Empresa Especializada, 2022.

3. CONCLUSÕES (CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES)

O uso de robôs de inspeção em galerias de drenagem pluvial é uma nova tecnologia que deve ser amplamente explorada para a realização das inspeções, pois com esta é possível programarmos com mais eficácia as manutenções periódicas no sistema de drenagem pluvial e identificar eventuais anomalias.

REALIZAÇÃO

Diversas prefeituras já estão com contratos firmados com empresas pioneiras dessa tecnologia e estão utilizando os robôs como ferramenta de inspeção no sistema de drenagem pluvial.

Os benefícios são inúmeros, pois os robôs de inspeção dispensam a exposição humana em locais confinados e de risco. Além disso, destacamos que essa tecnologia evita vistorias destrutivas em locais profundos, evitando-se assim danos ao pavimento e prejuízos a circulação.

Otimiza-se também o tempo para a realização do serviço, o que consequentemente reduz custos de operação, possibilita acesso em locais inacessíveis para o homem – redes de menores dimensões, por exemplo, além de proporcionar a gravação dos trechos percorridos pelos robôs, podendo-se também ser feita uma análise por outras equipes de apoio e/ou escritório do material gerado.

O presente estudo de caso corrobora e está alinhado com os resultados que estão sendo colhidos pelas Prefeituras que estão na vanguarda e fazendo o uso dos robôs como ferramenta de inspeção.

No estudo de caso apresentado ressaltamos diversos pontos da galeria inspecionada apresentando manifestações patológicas sérias e graves, as quais precisam ser imediatamente reparadas para garantir a integridade e uma maior vida útil dessa galeria.

Assim sendo, o uso de robôs como ferramentas de inspeção é uma nova tecnologia que surgiu para somar e agregar. O trabalho de inspeção é o primeiro passo, posteriormente torna-se necessária as manutenções, desobstruções das galerias e também eventuais intervenções e reparos nas anomalias identificadas durante as inspeções.

REALIZAÇÃO

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aires, T. R. B.; Oliveira, J. M.; Cordeiro, D. H. G.; Pacheco, L. L. L.; Silva, M. H. A. & Freitas, S. X. (2018) **Degradação do asfalto causado por drenagem urbana ineficiente**. Ceres: Associação Educativa Evangélica.

Alagamento na Avenida Sumaré, em São Paulo. CNN Brasil, 2022. Disponível em: < <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/cidade-de-sao-paulo-tem-pontos-de-alagamento-nesta-terca-feira-14>>. Acesso em: 13 de março de 2023.

Belo Horizonte tem pontos de alagamento mapeados nas nove regionais; veja quais são. G1, 2022. Disponível em: < <https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2022/12/20/belo-horizonte-tem-pontos-de-alagamento-mapeados-nas-nove-regionais-veja-quais-sao.ghtml>>. Acesso em: 13 de março de 2023.

Bezerra, A. M.; Queiroz Neto, M. L.; Florêncio, F. D. C.; Oliveira, A. S. & Souza Junior, P. L. (2016). **Drenagem urbana de água pluviais: cenário atual do sistema da cidade de Assú/RN**. In: *Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campina Grande/PB*, 7. Aanaís.

Dmae conclui inspeção por vídeo em 36 quilômetros de redes pluviais com auxílio de robôs. Prefeitura de Porto Alegre, 2022. Disponível em: < <https://www.prefeitura.poa.br/dmae/noticias/dmae-conclui-inspecao-por-video-em-36-quilometros-de-redes-pluviais-com-auxilio-de> >. Acesso em: 13 de março de 2023.

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Funasa, 2016.

Prefeito JHC apresenta nova tecnologia que utiliza robôs para evitar inundações e erosões. Prefeitura de Maceió, 2022. Disponível em: < <https://maceio.al.gov.br/noticias/gp/prefeito-jhc-apresenta-nova-tecnologia-que-utiliza-robos-para-evitar-inundacoes-e-erosoes> >. Acesso em: 13 de março de 2023.

REALIZAÇÃO

Projeto Vídeo Inspeção já removeu mais de 200 toneladas de resíduos das galerias pluviais. Prefeitura de Fortaleza, 2022. Disponível em: < <https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/projeto-video-inspecao-ja-removeu-mais-de-200-toneladas-de-residuos-das-galerias-pluviais>>. Acesso em: 13 de março de 2023.

REALIZAÇÃO

