



AValiação Estrutural Sistemática da Tubulação com uso de Câmera Portátil de Mastro com Zoom

Julia Brandini Barboza ⁽¹⁾

Engenheira de Produção pelo Centro Universitário da FEI. Supervisora do Planejamento e Controle de Manutenção da Divisão de Manutenção Civil e Sistema Linear do Tratamento de Esgotos.

Fernando César Gomes Pereira ⁽²⁾

Bacharel em Química Ambiental pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo. Gerente da Divisão de Manutenção Civil e Sistema Linear do Tratamento de Esgotos.

Endereço ⁽¹⁾: Avenida do Estado, 561 - Luz – São Paulo-SP - CEP: 01107-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-7261 -
E-mail: jbbbarboza@sabesp.com.br

RESUMO

A prática nasceu da necessidade de redução de risco de colapso estrutural nas tubulações de esgoto de concreto na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O colapso nestas tubulações não é frequente, porém, quando ocorrem, geram grandes transtornos à população e a mobilidade urbana. O sistema de esgotamento sanitário não é construído com pontos de manobra para desviar os esgotos, tornando a necessidade de esgotamento da rede, seja para manutenção corretiva ou para inspeção com um robô, uma tarefa que exigiria grande mobilização de equipamentos e equipe. O desafio era inspecionar internamente o tubo em carga, em busca de identificar anomalias graves que podem ser recuperadas antes da falha total mitigando ou eliminando o risco. Este cenário levou a área a adquirir uma câmera portátil de mastro com zoom que inserida no poço de visita filma o trecho em carga. Dos resultados obtidos tem-se que a filmagem pode identificar a anomalia para atuar preventivamente antes do sinistro, os vídeos são evidências da condição estrutural da tubulação que norteia o método de reabilitação, auxilia no recebimento de novas obras, além de que com o crescimento e expansão da cidade, com diversas tubulações enterradas também é ferramenta para identificação de interferências.

PALAVRA CHAVE: Esgoto, Câmera portátil de mastro com zoom, Gestão de Risco

INTRODUÇÃO

Parte fundamental da infraestrutura urbana, o sistema de coleta de esgoto visa, em última instância, transportar os efluentes gerados na sua área de implantação para uma estação de tratamento de esgotos. Diferentemente dos demais componentes; como água, gás e energia elétrica; não existe uma consequência imediata para o cliente ou a população em geral para problemas no sistema de coleta de esgoto. Uma falha nesse sistema só será notada pela população e remetida à empresa responsável quando tomar uma grande proporção, como por exemplo, o retorno de esgotos para as residências ou colapso da tubulação com grande risco a região de entorno. Diante do cenário exposto, a proposta de planejamento da unidade responsável pela operação e manutenção das tubulações de transporte de esgoto acima de 600mm de diâmetro dentro da região metropolitana de São Paulo (RMSP) identificou a necessidade de ter como parte da gestão de risco a inspeção interna das tubulações de esgoto. Após a aquisição de robôs de filmagem identificou-se que para obter um bom resultado com este equipamento, em tubulações em operação, seria necessária uma grande mobilização de equipamentos e funcionário para o desvio dos esgotos e limpeza da tubulação antes da inserção do robô. Esta movimentação se tornou quase inviável por conta do excesso de demandas da unidade e a produtividade também é baixa para percorrer todos os 609km de extensão de rede operados. Sendo assim, após a aquisição da câmera de mastro com zoom, foi possível fazer a avaliação da rede em carga, desde que ela estivesse com até 60% da seção em lâmina para que fosse possível inspecionar a parte superior. Inclusive a empresa Envirosight que fabrica este equipamento sugere em seu material chamado Phased Assessment Strategy for Sewers (PASS), em português seria uma estratégia de avaliação em fases para esgotos, que 100% das estruturas podem ser avaliadas por esta câmera pois apenas 25% delas necessitarão de uma inspeção detalhada com o robô. Sendo assim este levantamento sistemático é a fase 1 (um), descrita nesta metodologia e os esforços atuais realizados nesta unidade estão nesta fase. Além de realizar a inspeção, a extensão inspecionada é contabilizada e é medida através de um indicador sugerido pela IWA,

International Water Association que é o wOp1 – Sewer Inspection. Este resultado é o indicativo de avanço em análise preventiva nas tubulações pela área.

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o uso da câmera de mastro com zoom como forma sistemática de avaliação das tubulações de transporte de esgoto acima de 600mm de diâmetro dentro da região metropolitana de São Paulo (RMSP) e sugerir-la como prática de gestão.

METODOLOGIA UTILIZADA

A atividade de campo

Avaliação estrutural sistemática da tubulação é realizada por televisionamento na utilização de circuito fechado de televisão (CFTV) através da câmera portátil de mastro com zoom. Para realizá-la foram executadas as seguintes atividades:

- No início do ano é elaborado um cronograma que norteia o escopo das inspeções e a meta de extensão a ser filmada para o ano. Sem estes não teria sido possível sistematizar a avaliação.

| Cronograma Inspeção em Esgoto (wOp1) 2023 | | | | | | | Janeiro | | | | |
|---|---------|-------------------------------|---------------------------|----------|----------------------|-------------------------------|---------|------|------|------|------|
| Ordem | Sistema | Local (ETE, EEE ou tubulação) | Diâmetro (mm) / Seção (m) | Trechos | Extensão Prevista(m) | Nº de PV's Previstos (SIGNOS) | Semana | | | | |
| | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | | | | 3/1 | 10/1 | 17/1 | 24/1 | 31/1 |
| | | | | | | | 9/1 | 16/1 | 23/1 | 30/1 | 6/2 |
| 1 | SMP | CT CORINTHIANS | 600 | Completo | 1.333,24 | 13 | 13 | | | | |
| 2 | BAR | CT COTIA 3 | 800/900/1000/1200/1500 | Completo | 4112,06 | 57 | 12 | 12 | 12 | 12 | 9 |
| 4 | BAR | CT EDU CHAVES | 800/1000/1100 | Completo | 2.470,84 | 39 | | 10 | 10 | 10 | 9 |
| 5 | SMP | CT FRANQUINHO ME | 600 | Completo | 838,31 | 18 | | | | | |
| 6 | BAR | CT GUAIMI | 600/800 | Completo | 2.180,08 | 34 | | | | | |
| 7 | BAR | CT GUARAÚ | 800 | Completo | 579,65 | 9 | | | | | |
| 8 | SMP | CT ITAPEGICA (MONGAGUA) | 600/800 | Completo | 1.805,23 | 41 | | | | | |
| 9 | BAR | CT MANDAQUI MD | 600/800/900/1000/1100 | Completo | 3.735,57 | 60 | | | | | |
| 10 | BAR | CT MANDAQUI ME | 800/1000/1100/1200 | Completo | 6.216,97 | 91 | | | | | |

Figura 1 - Imagem dos 10 primeiros coletores a serem inspecionados conforme cronograma

- A demanda é majoritariamente proveniente da programação semanal associada a uma ordem de manutenção.
- Como preparação a inspeção é necessário o cadastro com a localização dos trechos e poços de visita, estes são provenientes da interface online possuída na Sabesp que é o Signos e uma plataforma online da ESRI.
- Com a data de inspeção e equipe previamente definidas através da programação semanal a equipe segue ao local com os equipamentos e materiais necessários para executar a atividade.
- No momento da filmagem ela é sempre iniciada com o vídeo ligado antes da decida da câmera no poço para captar as imagens também do entorno, assim o local fica registrado no vídeo. Na descrição do vídeo consta o sentido da filmagem e o número do poço de visita (PV) para que possa ser contabilizada a extensão quando o vídeo for acessado no escritório.
- Todos os colaboradores da equipe possuem um treinamento prévio que apresenta quais as anomalias críticas que devem ser observadas e procuradas aplicar o zoom máximo da câmera e retirá-lo garante a avaliação de 50m do trecho e permite uma perspectiva de distância das anomalias no tubo com relação ao PV.
- O treinamento é importante para que o vídeo seja feito com todas as informações necessárias.

Das anomalias identificadas como críticas tem-se:

| Anomalias mais comuns que indicam necessidades de intervenção | |
|---|-----------------------------------|
| Infiltração nas juntas e na estrutura do PV | PVs sem Conformação hidráulica |
| Armadura exposta | Falta de cobrimento |
| Declividade invertida | PV desnivelado |
| Assoreamento | Selo / lacre |
| Afogado | Corrosão intermediária / Avançada |
| Obstrução | Raiz |



| | |
|---|--------------------------------|
| Anel de vedação solto | Válvulas sem tamponamento |
| Afundamento no entorno do shaft de obra (compactação inadequada) | Interligação sem tubo de queda |

Algumas destas anomalias podem ser encontradas também na filmagem de recebimento de novas obras e solicitamos o reparo antes da entrada em operação.

Pontos de Controle e Indicador

O cálculo do indicador mensal que contabiliza a inspeção e essencial para o acompanhamento e controle da evolução e para trazer o foco na atividade. Quando ele não existia como ponto de controle acabava-se por não haver uma priorização nestas atividades.

Este indicador é denominado Inspeção em Tubulação de Esgoto (wOp1). A sigla wOp1 é sugerido pela IWA, International Water Association encontrado no livro *Performance Indicators for Wastewater Services* que é o wOp1 – Sewer Inspection.

Sua fórmula de cálculo é (extensão inspecionada / extensão total operada)*100

Para o cálculo do indicador com as filmagens provenientes da câmera de mastro foi necessário que a base de cadastro das inspeções fosse o SIGNOS, pois os poços de visita precisaram de uma numeração de referência, onde muitas vezes foi necessária a renumeração sequencial. Este mesmo número deve estar no novo nome do vídeo colocado na pasta.

A extensão total indicada no cadastro entre um PV e outro é contabilizada na maioria das vezes. Algumas adaptações para o cálculo são feitas quando o trecho inspecionado possui extensão maior ou igual a 150 metros. Nesta condição considera-se cinquenta metros de filmagem em cada lado, totalizando apenas cem metros de filmagem. Também existem os casos de que não foi possível filmar o trecho a partir do PV montante e jusante, então só é contabilizado a extensão total do trecho quando ela é inferior a 50m que é o alcance máximo do zoom da câmera informado pelo fabricante.

A extensão total operada, que é o denominador da fórmula, é revisada todo ano no mês de janeiro e a fonte também é o SIGNOS.

Metodologia Phased Assessment Strategy for Sewers (PASS)

Estratégia de avaliação em fases para esgotos

Tendo em vista que inspeção de esgoto é fundamental para verificar o bem-estar de nossa infraestrutura de esgoto, em prol da redução de risco, esta metodologia PASS foi proposta pela EnviroSight para melhorar o fluxo de trabalho de inspeções de tubulação aumentando a produtividade da inspeção em vista da realização com outras técnicas de CCTV. Sendo assim o que está em prática pela divisão que apresenta este trabalho é a fase 1 que busca inspecionar 100% das instalações operadas, calculada em 609 km para 2023.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme descrito na metodologia PASS a inspeção com a câmera de mastro tem maior produtividade do que a inspeção com o robô. A área comprovou este dado, pois antes da aquisição da câmera de mastro foi adquirido um robô e para a inspeção era necessário o esgotamento e limpeza da rede que envolve bombas com capacidades diversas acima de 100L/s, bloqueadores com pelo menos 3 diferentes ranges de tamanho e um caminhão de limpeza para a retirada dos sedimentos além de toda a equipe necessária para executar todas estas atividades. Consequentemente a extensão filmada por ano era menor que 2%, este resultado pode ser observado no gráfico wOp1 nos anos 2017 e 2018, em 2019 a porcentagem aumenta, pois foi adquirida a câmera de mastro wireless no final de 2018 iniciando seu uso sistemático, conforme descrito no item de metodologia, a partir de janeiro de 2019. Em dezembro de 2020 foi adquirido mais 3 câmeras devido ao sucesso do uso desta tecnologia e investimento para o aumento das inspeções na unidade.

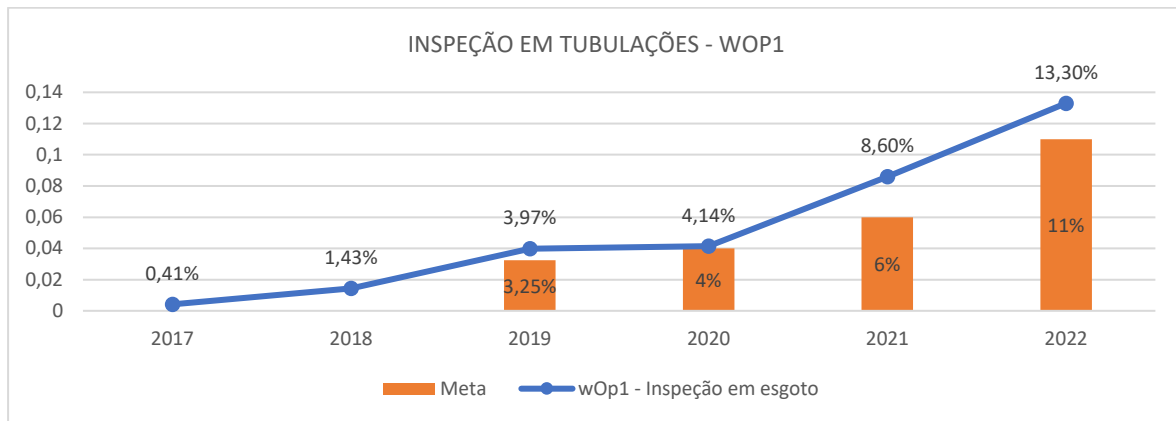


Figura 2 - Gráfico wOp1 dados de 2017 a 2022

No total já foram inspecionadas 161.686,54 metros de tubulação operada 27% da extensão total operada atual de 609 km. Destes 1250,37 metros foram reabilitados através dos resultados destas filmagens provavelmente evitando 14 colapsos em trechos de 6 instalações de esgoto diferentes.

Destes o maior case de sucesso é a reabilitação de um interceptor localizado na bacia TA-39 no município de São Paulo, conduzindo o esgoto coletado para tratamento na Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) ABC. Os primeiros trechos a montante deste interceptor recebem os esgotos transposto de uma outra bacia através de uma estação elevatória (EEE) que opera por batelada. Esta operação gera uma condição de corrosão para a estrutura de concreto que reduziu a vida útil do primeiro trecho a jusante da linha de recalque pressurizada da EEE de 50 anos para 7 anos. Após o colapso do primeiro trecho todos os trechos a jusante vêm sendo monitorados com essa metodologia e reabilitados com o resultados das inspeções.

Segue abaixo as imagens dos trechos informados.

Primeiros trechos reabilitados em 2019:



Trechos rehabilitados em 2020.



Próximos trechos a serem recuperados em 2023



Os trechos a serem recuperados este ano são 4 trechos a serem rehabilitados totalizando 342,6m. Esta reabilitação é a redução de risco de colapso pois recupera a vida útil do interceptor e a metodologia utilizada que é o CIPP realiza a proteção contra a corrosão que é o principal motivo de deterioração desta tubulação.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A inspeção em caráter preventivo na tubulação de esgoto com câmeras permite identificar de pontos que necessitam de intervenção ou reparos possibilitando tomadas de decisão planejadas. A aplicação da metodologia PASS é uma ótima estratégia para o conhecimento do estado de conservação das estruturas e seus resultados de filmagem através da câmera de mastro se mostraram importantes para a reabilitação e priorização dos recursos necessários para manter o sistema de esgotamento sanitário com o mínimo de sinistros aumentando o nível de confiabilidade do sistema e as informações necessárias para a definição de manutenção de curto, médio e longo prazo para que não haja o colapso ou reclamações de clientes. As atividades extremamente necessárias para uma boa gestão são: o cálculo dos indicadores e a análise crítica dos resultados realizada sistematicamente, essencial para o aprendizado e a implantação das melhorias necessárias.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FILHO, G. B. *A Organização, O Planejamento E O Controle Da Manutenção, Ciência Moderna; 1ª edição, set, 2020.*

FILHO, G. B. *Indicadores E Índices De Manutenção, Ciência Moderna; 1ª edição, jan, 2006.*

ALMEIDA, M.C; CARDOSO, M, A.,; *Gestão Patrimonial De Infra-Estruturas De Águas Residuais E Pluviais – Uma Abordagem Centrada Na Reabilitação, Série Guias Técnicos, abr, 2010.*

SPERLING, T.L.V., *Estudo da Utilização de Indicadores de Desempenho para Avaliação da Qualidade dos Serviços de Esgotamento Sanitário. Belo Horizonte, 2010. Dissertação de mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.*

Ashley, R; Cardoso, A; Duarte, P; Matos, R; Molinari, A; Schulz, A; *Performance Indicators for Wastewater Services. Hardback, Manual of Best Practice Series, Setembro, 2003.*

ENVIROSIGHT, *Phased Assessment Strategy For Sewers, disponível em: https://inbound.envirosight.com/phased-assessment-strategy-for-sewers?_hstc=214307464.a75483406c811074948da9b0df49e41c.1685895756608.1685895756608.1685895756608.1&_hssc=214307464.1.1685895756610&_hsfp=3074800436&hsCtaTracking=921f91f7-7958-4765-84ec-027d2ac1ff92%7C88514e03-03d3-47b5-a1c1-afb015703292, acesso em 03/06/2023.*