

## **384 - PROPOSTA DE METODOLOGIA PARA PREVER A CORROSÃO DE TUBOS DE CONCRETO EM REDES COLETORAS DE ESGOTOS, UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO**

**Antonio Luís Harada<sup>(1)</sup>**

Engenheiro civil pela Universidade de Brasília (UnB), Especialista em Saneamento de Baixo Custo pela Loughborough University, Especialista em Recursos Hídricos pela HYDROAID/Universidade de Turim, Especialista em Infraestrutura Pública pela Universidade de Dresden, Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental da Universidade de Brasília. É atualmente Assessor Geral da Diretoria de Engenharia, na CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.

**Carlos Eduardo Machado Pires<sup>(2)</sup>**

Analista de Sistemas formado pela Universidade Católica de Brasília, possui MBA em Governança de TI pela UNICEUMA e Mestrado em Computação Aplicada pela Universidade de Brasília. Atualmente é Gerente de Geoprocessamento da CAESB

**Endereço<sup>(1)</sup>:** SQN 215 Bloco F apartamento 112 - Asa Norte - Brasília DF - CEP.: 70.874 060 - Brasil - Tel: +55 (61) 99977-4098 - e-mail: harada.harada8@gmail.com

### **RESUMO**

A corrosão da geratriz superior das tubulações de concreto em redes coletoras de esgotos é um problema que se agrava à medida que as redes dos grandes centros envelhecem, tornando-se importante a definição dos pontos mais propensos à ocorrência desse processo para prever eventuais substituições. A analogia das tubulações com bacias de dissipação de energia, em barragens, permite desenvolver uma proposta de identificação desses prováveis pontos, baseados na ocorrência provável de “ressaltos hidráulicos”. Utilizando a estrutura de mapeamento da rede coletora de esgotos existente na CAESB (Distrito Federal), foi possível aplicar essa analogia por meio de análises simples, com resultados bastante promissores.

**PALAVRAS-CHAVE:** corrosão, tubulação de concreto, esgoto, ressalto hidráulico, declividade.

## INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O problema da corrosão em tubos de concreto em redes coletoras de esgotos é um problema conhecido e tem se tornado mais comum a medida em que as tubulações existentes em nossas cidades envelhecem, demandando substituição de forma prematura, ou muitas vezes causando acidentes graves pelo colapso das paredes superiores desses tubos.

A ocorrência do problema não está diretamente ligada à idade das tubulações, sendo comum encontrar tubos de concreto em uso a mais de 50 anos sem que seja identificado problema de corrosão. Outros aspectos como velocidade de escoamento, temperatura, composição dos tubos e outros têm sido apontados como importantes para determinar onde há possibilidade de ocorrência de processo corrosivo mais acelerado.

Porém, na experiência verificada pela CAESB, aspectos como velocidade de escoamento ou idade das tubulações, sozinhos, não têm sido suficientes para explicar a ocorrência de partes da tubulação corroídas, em pontos localizados, onde trechos à montante e jusante mantêm-se ilesos. Portanto, a criação de um modelo para a ocorrência desse fenômeno mostra-se importante para prever prováveis ocorrências.

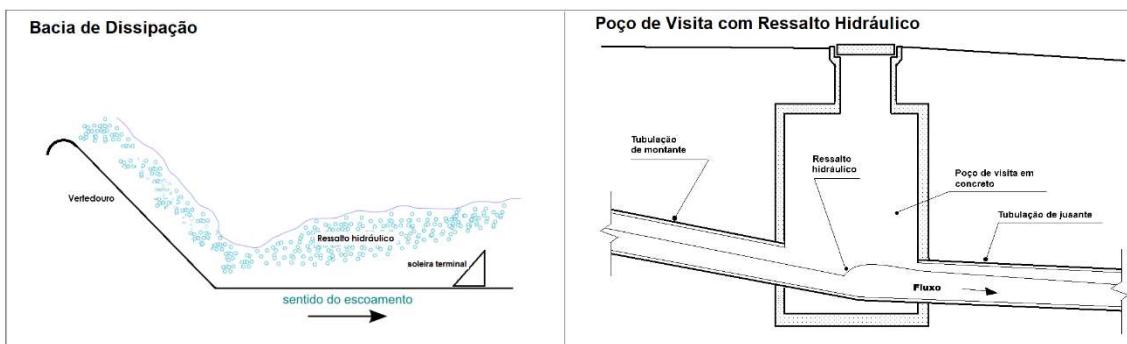
O presente trabalho propõe a elaboração de uma metodologia simplificada para a determinação de pontos mais propensos à corrosão em redes coletoras de esgotos que utilizam tubos de concreto, baseando-se em aspectos hidráulicos simples e dados cadastrais, fazendo-se uma analogia com bacias de dissipação da energia de fluxo.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Este trabalho apresenta sua metodologia dividida em fases:

- Elaboração de um modelo de análise das redes coletoras de esgotos, com analogia em fenômenos hidráulicos.
- Avaliação de toda a rede, que no caso do Distrito Federal, já se encontra totalmente georreferenciada, permitindo a realização de rotinas automatizadas.
- Validação do modelo proposto através das informações fornecidas pelas equipes de manutenção sobre a situação de diversos pontos das redes.
- Possíveis conclusões e propostas de continuidade do trabalho.

Nos rompimentos de tubulação observados, não havia apenas a situação de alta velocidade de fluxo, mas também uma variação de velocidade, que poderia estar levando a uma alteração de fluxo causada por alguma alteração brusca de declividade, tendo-se um regime crítico que é repentinamente alterado para regime fluvial normal. É possível traçar um paralelo com as bacias de dissipação existentes na área de descarga de barragens e usinas hidrelétricas, onde a energia de fluxo é dissipada em um ressalto hidráulico. A Figura 1 ilustra esse paralelo onde há a ocorrência desse ressalto hidráulico dentro da tubulação, representando condições de ocorrência de liberação exagerada de gases dentro de trechos localizados da rede coletora de esgotos.



**Figura 1: Paralelo de uma bacia de dissipação de energia e uma tubulação com ocorrência de ressalto hidráulico**

Portanto, supõe-se que uma maior formação de gases pode ocorrer em altas velocidades de fluxo, mas a liberação desses gases na tubulação, deve se concentrar nos ressaltos hidráulicos, acelerando o processo de corrosão nesses pontos.

Para se ter o ressalto hidráulico de forma clara, é esperada uma mudança abrupta de escoamento, de um regime



supercrítico para um regime fluvial, como acontece nas bacias de dissipação. A Tabela 1 mostra, para vazões comuns de uso em diversos diâmetros de tubulações de concreto, qual a declividade limite para a ocorrência de regime fluvial.

**Tabela 1: Declividades limite para ocorrência de regime fluvial, em vazões típicas**

<b>D</b> (m)	<b>Q</b> (m <sup>3</sup> /s)	<b>Y<sub>c</sub></b> (m)	<b>Lâmina Relativa</b>	<b>I<sub>c</sub></b> (m/m)
1	1,57	0,72	0,72	0,0057
0,9	1,185	0,64	0,71	0,0059
0,8	0,865	0,56	0,70	0,006
0,7	0,606	0,49	0,70	0,006
0,6	0,402	0,41	0,69	0,006
0,5	0,247	0,34	0,68	0,0065
0,4	0,136	0,27	0,67	0,0052

Seguindo essa idéia, elaborou-se uma rotina automatizada para localizar grandes variações para menor, de declividade nas tubulações, (variações maiores que 0,01 m/m), consideradas suficientes para a geração de um ressalto hidráulico, semelhante ao que ocorre em bacias de dissipação de usinas hidrelétricas. A regra de identificação dos pontos de interesse é apresentada na Figura 2.

Se:  
Material = concreto armado e...  
 $D_i < 0,006$  e  $D_{i-1} - D_i > 0,01$  --- marcar o trecho em laranja

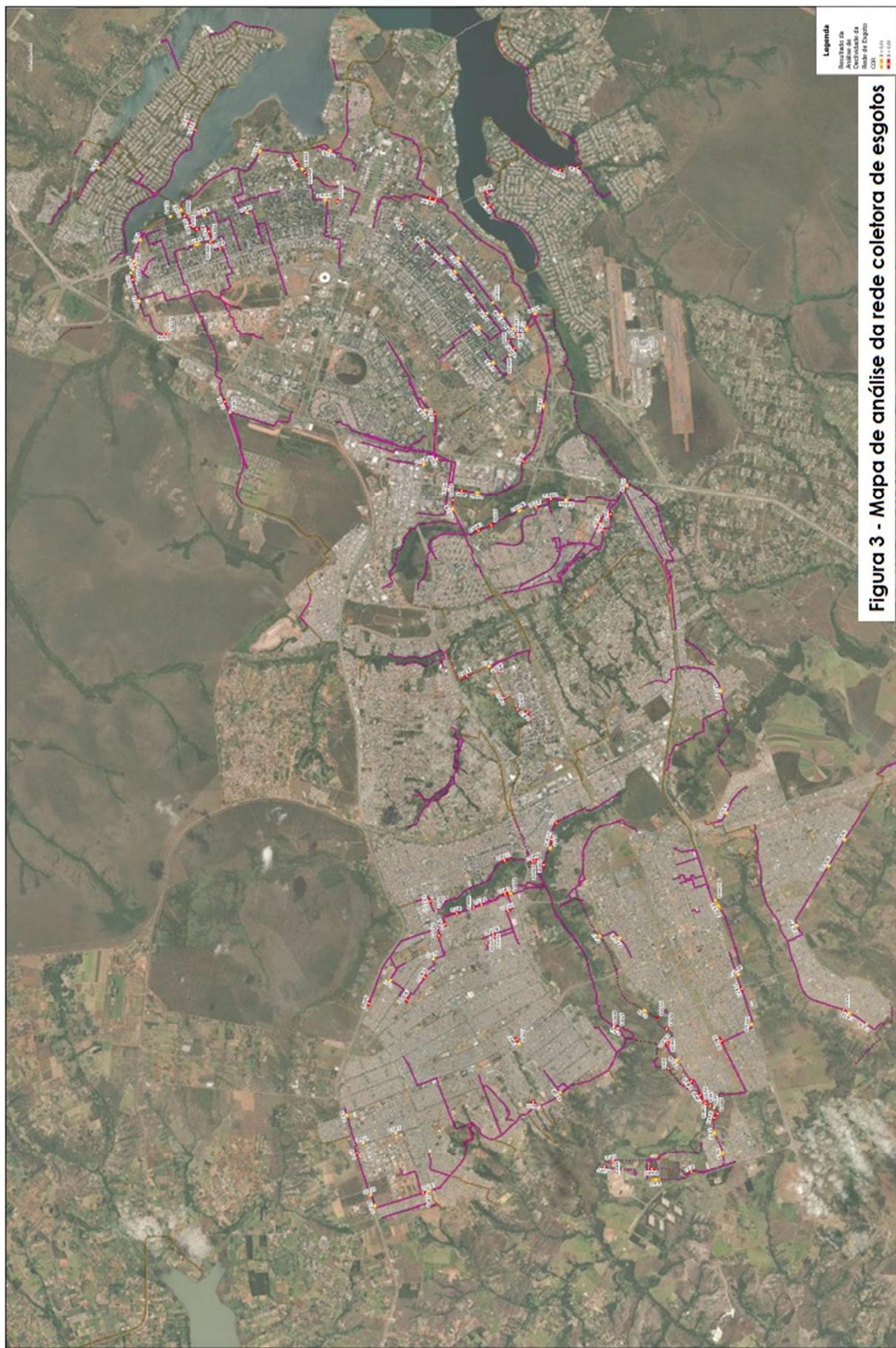
Se:  
Material = concreto armado e...  
 $D_i < 0,006$  e  $D_{i-1} - D_i > 0,02$  --- marcar o trecho em vermelho

Sendo D = declividade do trecho

**Figura 2: Regra de identificação dos trechos de interesse da rede coletora de esgotos**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando que todo o Distrito Federal tem suas redes coletoras de esgotos cadastradas e georreferenciadas, essa análise foi feita em cerca de 60% das redes do Distrito Federal, identificando em uma planta todos os pontos de potencial geração de gases, sendo considerado que tais pontos tem um processo de corrosão acelerado. Uma planta com a rede coletora de esgotos em concreto no DF e todos os pontos com potencial ressalto hidráulico foi desenvolvida. A base cadastral bastante completa e detalhada da CAESEB tornou esse trabalho relativamente simples e automatizado, mesmo abrangendo tantas tubulações. A Figura 3 apresenta o resultado desse trabalho, com a identificação de todos os pontos de interesse dentro da rede coletora de esgotos existente no Distrito Federal.



**Figura 3 - Mapa de análise da rede coletora de esgotos**

De forma a tentar consolidar a metodologia a validar o modelo, foi solicitado às equipes de manutenção para apresentar de forma separada os pontos conhecidos como de maior risco para a integridade das tubulações de concreto.

A CAESB, no Distrito Federal, possui duas regiões de manutenção, que encaminharam um relatório contendo os pontos de preocupação e com risco estrutural nas tubulações de concreto existentes. Foram listados 20 pontos considerados de risco estrutural, sendo que 13 desses pontos coincidiram com trechos de tubulações indicadas na planta desenvolvida. Portanto, foi considerado um grau de acerto de 65%, o que foi considerado bastante satisfatório, lembrando que as equipes de manutenção não trabalharam exclusivamente com foco no processo de corrosão, identificando trechos com outros problemas estruturais como sobrecarga nas vias de tráfego pesado e, também, problemas de acesso. Todas essas informações encontram-se registradas no Processo 00092-00054662/2024-70 do sistema documental da CAESB.

Portanto, as indicações apresentadas realmente têm a possibilidade de revelar trechos com potencial de corrosão acelerada, sendo uma ferramenta importante nesse trabalho de identificação. Dado esse potencial de acerto de 65%, é importante lembrar que não deve ser a única ferramenta a utilizar.

## CONCLUSÕES

Algumas considerações podem ser feitas do trabalho desenvolvido:

- É válido considerar aspectos hidráulicos de geométricos na avaliação da durabilidade nas tubulações de concreto utilizadas em redes coletoras de esgotos.
- A metodologia elaborada permite antever problemas de corrosão prematura com um certo grau de precisão, possibilitando criar rotinas de monitoramento e priorizar trechos, no caso de futuros remanejamentos e substituições de tubos.
- Esse tipo de avaliação pode possibilitar a remediação de pontos sensíveis à corrosão, através do reforço no revestimento desses trechos de tubulação ou no uso de dispositivos de drenagem de gases, caso a localização dessas redes permita tais estruturas.
- Um cadastro digitalizado e georreferenciado possibilita diversos tipos de análises hidráulicas com grande rapidez e facilidade, sendo uma ferramenta importante de monitoramento das redes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE , RUBEN DUFFLES – Corrosão de condutos de concreto para esgotos: causas e remédios. Revista DAE, Edição 101 n 328.
- GÓIS, THAIS DE SOUZA – Estudo da corrosão do concreto microbiologicamente induzida, em estruturas de saneamento, Dissertação, 2016.
- LENCASTRE, ARMANDO – Manual de Hidráulica Geral, 1972 – Livraria Europa.
- METCALF AND EDDY – Ingenieria Sanitaria – Redes de alcantarillado e bombeo de águas residuales. Editora Labor 1985.