

## **DESEMPENHO HIDRODINÂMICO DAS TUBULAÇÕES DE AÇO GALVANIZADO QUE SOFRERAM TUBERCULIZAÇÃO**

**SAULO BRUNO SILVEIRA E SOUZA<sup>1\*</sup>; BRUNO ARAÚJO DA SILVA<sup>2</sup>; KARLA ALCIONE DA SILVA CRUVINEL<sup>3</sup>; RICARDO PRADO ABREU REIS<sup>4</sup>; GIOVANA CARLA ELIAS FLEURY<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Dr. Prof. Adjunto, UFG, Goiânia/GO, saulobrunosouza@gmail.com;

<sup>2</sup>Engenheiro Civil, UFG, Goiânia/GO, brnbrunoaraujo@gmail.com

<sup>3</sup>Dra. Profa. Adjunta, UFG, Goiânia/GO, karlaalcione.ufg@gmail.com

<sup>4</sup>Dr. Prof. Adjunto, UFG, Goiânia/GO, ricardoprado.reis@outlook.com

<sup>5</sup>Dra. Profa. Assistente, UFG, Goiânia/GO, gcege@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018–Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Este trabalho avaliou os efeitos da corrosão em tubulações de aço galvanizado em uma edificação residencial multifamiliar, detalhando as principais patologias encontradas, bem como a determinação da perda de carga devido ao envelhecimento da tubulação. Para tal, realizou-se levantamento dos parâmetros através de projetos e visita in loco, para cálculo hidráulico da pressão disponível no ponto mais desfavorável da edificação. Em momento posterior, instalou-se um dataloger com registro de pressão para monitorar o ponto em estudo. No percurso que compreende o reservatório até o chuveiro do banheiro social do último pavimento, 28 metros de comprimento de rede, ocorre uma perda de carga no sistema de 3,38 m.c.a, podendo inviabilizar o uso dos equipamentos sanitários neste pavimento. Ainda, observa-se que as principais patologias encontradas nas tubulações de aço galvanizado são de corrosão por Tuberculização, ocasionando redução da pressão no sistema.

**PALAVRAS-CHAVE:** corrosão, aço galvanizado, tubulação, tuberculização, perda de carga, pressão.

### **HYDRODYNAMIC PERFORMANCE OF GALVANIZED STEEL PIPES THAT HAD SUFFERED TUBERCULIZATION**

**ABSTRACT:** This work evaluated the effects of corrosion on galvanized steel pipes in a residential multifamily building, detailing the main pathologies found, as well as the determination of the pressure loss due to the aging of the pipe. For this, the parameters were surveyed through projects and on-site visit, for hydraulic calculation of the available pressure at the most unfavorable point of the building. Later, a dataloger with pressure record was installed to monitor the point under study. In the course that includes the reservoir to the shower of the bathroom of the last floor, 28 meters of network length, there is a loss of load in the system of 3.38 m.c.a, which may make it unfeasible to use the sanitary equipment on this floor. Also, it is observed that the main pathologies found in galvanized steel pipes are corrosion by Tuberculation, causing a reduction of the pressure in the system.

**KEYWORDS:** corrosion, galvanized steel, tubing, tubercle, pressure drop, pressure.

### **INTRODUÇÃO**

O cuidado com o surgimento de problemas em edificações são motivos de preocupação há muito tempo. Segundo LICHTENSTEIN(1985), já em 1772 a. C., o código de Hamurabi, baseado nas leis de Talião, já se preocupava com possíveis colapsos em edificações e impunha ao construtor a responsabilidade, cabendo até pena de morte.

Diferentemente de um sistema estrutural que sofre, sem muitas manifestações, a falta de manutenção, problemas de projeto, de execução entre outras falhas construtivas, um sistema hidrossanitário de uma edificação apresenta rapidamente para os usuários o seu defeito. Como

vazamentos, mofo, mal cheiro e aumento na conta de fornecimento de água. Desta forma as instalações hidráulicas devem receber cada vez mais atenção de seus proprietários.

Segundo CARVALHO JÚNIOR (2013), de acordo com alguns estudos, estima-se que cerca de 75% das patologias da construção são decorrentes de problemas relacionados às instalações hidráulicas prediais. O que nos alerta que o controle desse subsistema é de extrema importância.

As tubulações de aço galvanizado foram as predominantes nos sistemas prediais de água fria por muito tempo, apresentam boa resistência mecânica, resistência ao fogo, normalização e longa duração. Entretanto, por apresentar uma série de cuidados adicionais e algumas desvantagens (suscetível à corrosão) em comparação com outros tipos de materiais, as tubulações em aço galvanizado perderam espaço no mercado e entraram em desuso para tubulações como o de PVC (cloreto de polivinila).

No entanto, mesmo com sua decrescente utilização, as tubulações antigas permaneceram nas edificações antigas e com o passar dos anos, problemas com tais tubulações ainda são comuns. O inconveniente mais encontrado são os vazamentos devido à corrosão, que danificam a estrutura, instalações elétricas, móveis em geral. Há também a possibilidade de entupimentos, causando redução da vazão, conseqüentemente queda na pressão. Ainda, pode ocorrer a liberação de substâncias nocivas à saúde na água (TAJCHMAN, 1985).

O objetivo deste trabalho é avaliar a corrosão eletroquímica em tubulações de aço galvanizado em um sistema hidráulico predial, analisando a influência no desempenho hidráulico do sistema de distribuição de água em uma edificação residencial edificada na década de 1970.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A edificação escolhida para a análise deste trabalho é o Edifício Residencial Multifamiliar Del Rey, localizado na Rua 23, Nº 545, Setor Central, na cidade de Goiânia - GO. Trata-se de um edifício com 11 pavimentos sendo primeiro e o segundo pavimento garagens e o 11º um salão de festa, apresentando assim 8 pavimentos tipos, com 1 apartamento por andar de que cada apartamento é composto por 5 banheiros 1 cozinha e 1 área de serviço como ambientes sanitários.

O edifício foi edificado em 1976, apresenta um sistema de distribuição de água fria constituído de tubulações de aço galvanizado. Estas apresentam um tempo superior ao da vida útil, estimado, cerca de 12 a 18 anos para os tubos de aço galvanizado com conexões de ferro maleável galvanizado.

A primeira etapa do projeto foi reunir documentos para melhor compreensão da edificação e do funcionamento dos sistemas, como plantas baixas, cortes e vistas, assim como, os projetos complementares do sistema hidrossanitário, projetos elétricos, estrutural entre outros que se apresentavam disponíveis.

Tal levantamento consiste na etapa de diagnóstico, e é de extrema importância para a realização do levantamento do diâmetro e caminhamento das tubulações, além do comprimento da rede de distribuição de água até os pontos de utilização. Nesta etapa de diagnóstico, obteve-se os dados e parâmetros para equacionamento da pressão dinâmica dada certas hipóteses de cálculo hidráulico.

Ainda durante a etapa de diagnóstico, mapeou-se as patologias do sistema hidráulico da edificação, sendo realizado o registro fotográfico e analisado as possíveis causas dos problemas encontrados. Foi ainda inspecionada as tubulações que haviam sido substituídas em uma recente reforma no barrilete de distribuição de água, devido a um rompimento da tubulação devido à corrosão.

Após o levantamento do sistema de distribuição de água, foi monitorado a pressão disponível em dois pontos comuns de utilização no apartamento do 8ª andar, último apartamento tipo, com o auxílio de um datalogger de registro de pressão da Metrolog. O equipamento registra a cada 30 segundos a pressão com uma precisão de 0,5 m.c.a. (metros de coluna d'água).

Um dos pontos escolhidos para o monitoramento foi o chuveiro do banheiro social dos quartos, pois geralmente é o ponto de menor carga hidráulica no sistema hidráulico predial avaliado. Em complementação, para a comparação com a pressão teórica foi mensurado a vazão por meio do método volumétrico. Foi registrado a variação dinâmica ao longo de um fim de semana em diferentes horários para se observar o comportamento do sistema.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na inspeção, as principais patologias foram localizadas na cobertura e casa de máquinas do elevador, onde um trecho da tubulação foi rompido devido à corrosão, sendo realizada uma substituição do trecho para uma tubulação de PVC. Uma parte da rede de distribuição de água que encontrava apoiada na laje do salão de festas também foi substituída por tubulação de PVC devido a vazamentos. As Figuras 1 a 4 apresentam as condições dos trechos onde foram realizadas as intervenções.

Figura 1 - Corrosão externa no barrilete



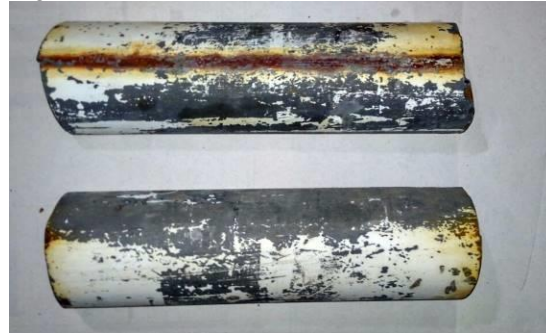
Figura 2 - Tubulações corroídas



Figura 3 – Corrosão interna da tubulação de 1.1/2”.



Figura.4 – Exterior da tubulação de 1.1/2”.



Nota-se, por meio das Figuras 1 a 4, que a corrosão agiu prioritariamente na parte interna da tubulação de diâmetro 1.1/2”. Já a sua parte externa, apresenta corrosão pontuais em um estado avançado. Nota-se que a corrosão externa e interna agindo em conjunto propiciou uma redução significativa da espessura da tubulação, sendo futuramente uma provável fronteira de rompimento, propiciando vazamentos. Nas Figuras 5 a 8 percebe-se a tuberculização da parte interna da tubulação de 1”, na qual pode-se notar a redução considerável do diâmetro interno disponível.

Figura 51 – Corrosão interna na tubulação de 3/4”



Figura 6 – Exterior da tubulação de 3/4”





Figura 72 - Variação da espessura da parede devido à corrosão.



Figura 8 - Tuberculização da tubulação de 1”



Para equacionamento hidráulico do sistema predial de água fria, foi estimado a pressão teórica do chuveiro do banheiro social. A pressão dinâmica foi determinada a partir da obtenção de parâmetros pela leitura e interpretação dos projetos, e a vazão utilizada nos cálculos foi obtida em ensaio in loco, 0,20 L/s. Nota-se que a vazão está acima da recomendada por norma para dimensionamento, logo isso já é um indício que a pressão disponível será maior que a mínima de norma que é de 1,0 mca. Desta forma a pressão teórica disponível no chuveiro é dado pela Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de Pressão teórica

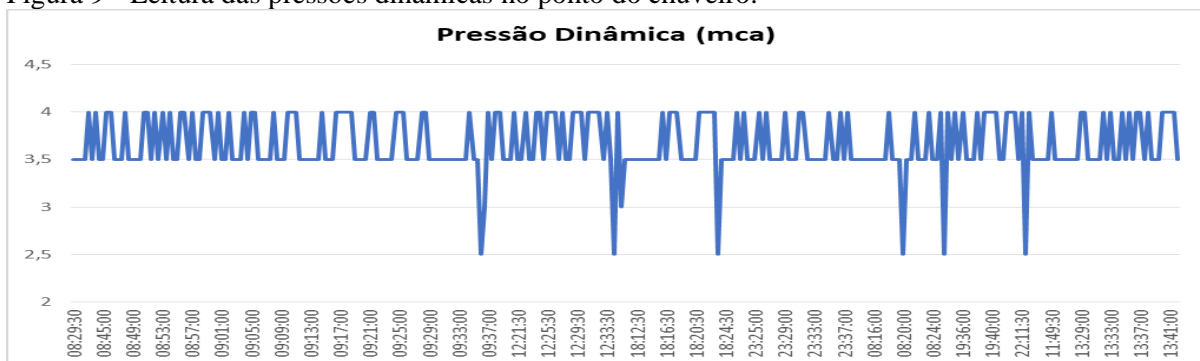
Vazão		Diâmetro			Área	Velocidade	Comprimento			Perda de Carga		Desnível	Pressão Dinâmica	
L/s	m³/s	DN (mm)	Dref (mm)	DI (mm)	m²	m/s	Real (m)	Equivalente (m)	Total (m)	Unitária (m/m)	Total (mca)	(m)	Montante (mca)	Jusante (mca)
0,20	0,00	85,00	3	75,60	0,00	0,04	11,40	8,50	19,90	0,00	0,00	5,65	1,10	6,75
0,20	0,00	75,00	2 1/2	66,60	0,00	0,06	10,70	4,80	15,50	0,00	0,00	0,00	6,75	6,75
0,20	0,00	60,00	2	53,00	0,00	0,09	4,00	5,70	9,70	0,00	0,00	2,00	6,75	8,74
0,20	0,00	50,00	1 1/2	44,00	0,00	0,13	0,40	10,50	10,90	0,00	0,01	0,00	8,74	8,73
0,20	0,00	25,00	3/4	21,40	0,00	0,56	1,50	6,80	8,30	0,03	0,25	-1,10	8,73	7,38

Por meio do cálculo hidráulico (Tabela 1), a pressão dinâmica teórica disponível no ponto em análise (chuveiro do banheiro social) é de 7,38 mca. As hipóteses para esse cálculo foram as seguintes:

vazão de 0,20 L/s; perda de carga dada pela equação:  $J = 0,002021 \frac{Q^{1,88}}{D^{4,88}}$ ; que somente o ponto do chuveiro estava sendo utilizado no prédio inteiro, ou seja, todos os demais pontos de utilização com vazão igual a zero; reservatório superior com nível da água em sua cota máxima.

A partir das estimativas teóricas se obteve então as pressões reais através de um datalogger manométrico instalado no banheiro no intervalo de 10/06/2017 a 12/06/2017. A pressão dinâmica disponível neste ponto foi registrado em diversos momentos de uso do chuveiro. Ao final de cada medida era acionada a descarga na bacia sanitária que se encontrava ao lado do chuveiro, para verificar a interferência na pressão. Os resultados do monitoramento da pressão dinâmica são apresentados na Figura 9.

Figura 9 - Leitura das pressões dinâmicas no ponto do chuveiro.



Observa-se que a pressão dinâmica disponível variava de 3,5 a 4,0 mca, quando somente o equipamento sanitário, chuveiro, era utilizado. Quando foi acionada a descarga da bacia sanitária, a pressão disponível no chuveiro reduzia para 2,5 mca. Conforme a norma brasileira NBR 5626 (ABNT, 1998), esta vazão e pressão no chuveiro são suficientes. Garantir a pressão e vazão mínima exigida em

norma garante o uso adequado do equipamento, evitando que o mesmo queime a resistência devido à interrupção no fluxo da água.

Desta forma, comparando os dados lidos e armazenados pelo datalogger com os estimados teoricamente, observa-se uma redução de pressão de 3,38 a 3,88 mca. Tal redução demonstra o acréscimo da perda de carga, ocasionado pelos efeitos da corrosão nas tubulações de aço galvanizado ao longo do tempo. Esta redução da carga de pressão poderia ter impacto elevado caso o dimensionamento do ponto mais desfavorável desta edificação estivesse sido dimensionado para a pressão mínima determinada pela NBR 5626 (ABNT, 1998).

## **CONCLUSÃO**

Embora, mesmo com todo o rigor na fabricação, transporte e instalação, a vida útil das tubulações de aço galvanizado é algo em torno de 15 a 20 anos, dependendo do nível de agressividade do meio inserido. Problemas como o levantado nesta pesquisa, além de impactarem o desempenho dos sistemas prediais hidrossanitários, também ocasionam perda de água devido a vazamentos de difícil detecção em tubulações embutidas. Levando em consideração que a vida útil das edificações ultrapassa os 20 anos, ressalta-se a importância das ações de manutenção preventiva e de retrofit, além de aspectos construtivos pensados para garantir a acessibilidade e materiais com maior durabilidade.

Em um comprimento real de 28 metros de tubulação de aço galvanizado, com diâmetros variando de 3” até ¾”, o aumento da rugosidade na parede interna ocasionado pela tuberculização, elevou a perda de carga no sistema de água fria em 3,38 m.c.a. Tal perda de carga é extremamente elevada nas condições de uso em uma edificação, e poderia ter comprometido severamente o uso de alguns equipamentos sanitários, caso estes tivessem sido dimensionados próximos aos limites estabelecidos pela norma NBR 5626 (ABNT, 1998). Ou seja, se o chuveiro tivesse sido dimensionado para uma pressão de 1 m.c.a., nas condições atuais, ele não estaria mais em funcionamento.

As principais patologias encontradas foram de corrosão por tuberculização, implicando na redução do diâmetro interno disponível, e, portanto, aumento da perda de carga e redução da pressão disponível no sistema.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CREA-GO e CONFEA pelo suporte e incentivo à divulgação do trabalho.

## **REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- CARVALHO JUNIOR, ROBERTO DE. Patologias em Sistemas Prediais Hidráulico Sanitários. 2.ed. São Paulo, Blucher, 2015. v. 1, 220p.
- CÓDIGO DE HAMURABI, TRADUÇÃO ANÔNIMA. Disponível em: <<http://www.ataun.net/BIBLIOTECAGRATUITA/C1%C3%A1sicos%20en%20Espa%C3%B1ol/An%C3%B3nimo/C%C3%B3digo%20de%20Hammurabi.pdf>> Acesso em 27/10/2016.
- LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das construções: procedimentos para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. 1985. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- TAJCHMAN, GERSON. Corrosão em tubos do aço galvanizado de instalações hidráulicas domiciliares. Revista DAE N° 45(141): 141-7. São Paulo, 1985. Disponível em <<http://revistadae.com.br/site/acervo-historico/>> Acesso em 02/11/2016.