

Aplicação de uma bancada de testes na busca de correlações entre ruído e vazão de vazamentos em tubulações

Palavras-Chave: controle de perdas, pesquisa de vazamentos, sensores de ruído

Autores/as:

JÉSSICA OLIVEIRA ROCHA, VICTOR GALHARDO, DANIELA BONAZZI SODEK

Prof. Dr. ANDRÉ LUÍS SOTERO SALUSTIANO

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO (FECFAU)

INTRODUÇÃO:

A capacidade de detectar, localizar e quantificar vazamentos nas redes de distribuição pode significar melhoria do serviço prestado. Em sistemas públicos de abastecimento, do ponto de vista operacional, as perdas de água são relacionadas considerando os volumes não contabilizados.

A perda real ou física pode ocorrer durante todo o processo de produção, desde a captação, tratamento, reserva, até a distribuição da água ao público alvo. Porém, no sistema de distribuição e abastecimento o que caracteriza perdas reais são vazamentos na rede, vazamentos em ramais, e transbordamentos de reservatórios. Esses problemas ocorrem por diversos fatores, incluindo pressões muito altas na rede, sobrepensões nas tubulações, rupturas nas tubulações, entre outros (MOURA, 2004).

Diante desse cenário, é importante que seja investigado métodos capazes de identificar vazamentos na rede de distribuição de água, visando menor desperdício de recursos naturais e econômicos.

É imprescindível, durante as análises e ensaios considerar e analisar interferências externas durante a coleta de dados, como vibração de equipamento, do ambiente e do tráfego de pessoas (SEPIDEH YAZDEKHASTI et al., 2017). Além das interferências e diferentes abordagens, deve-se buscar diversificar as possíveis combinações de sistemas. Possibilidades de variáveis para as composições do sistema:

- a. Tipo de material da tubulação (exemplo: PVC, concreto, metal, PEAD)
- b. Diferentes diâmetros;
- c. Diferentes encanamentos;
- d. Presença de junções e tipos;
- e. Tipo de solo em que o sistema está localizado.

Partindo por uma análise com detecção de vazamento baseada em acústica, segundo (Hunaidi, 2012), os melhores resultados foram obtidos com diâmetros menores (menores que 300 mm) e com tubulações de material metálico, uma vez que os estudos com diâmetros maiores de material plástico apresentam resultados incertos.

No estudo (Rizwan, M., & Paul, I. D., 2015), foi utilizado uma placa de Arduino, como proposto no atual projeto, para processar os sinais obtidos do sistema, nessa situação foi utilizado o software NI LabView, de licença paga.

Diante do exposto, a pesquisa visa montar uma bancada de estudo de vazamento de água, procurando faixas de frequências para os vazamentos. Para isso, o Arduino seria utilizado para processar os dados recebidos, dando como resposta a presença dos vazamentos. A bancada busca representar um sistema de abastecimento de água, principalmente em escala doméstica, com o objetivo de ser possível identificar eventuais vazamentos na rede de tubulações.

METODOLOGIA:

Para o desenvolvimento do projeto foi montada a bancada para a obtenção direta de dados no laboratório da FECFAU Unicamp (LHMF), utilizando também dados de uma empresa de saneamento. Os materiais necessários para a montagem da bancada estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Materiais utilizados para montagem da bancada de testes.

DRA01 Raspberry Pi 3 Model B+ Anatel
DRA06 Cartão de Memória 32GB MicroSd Adata Classe 10 com Adaptador
4MD63 Conversor Analógico Digital 4 canais ADS1115
DRA25 Case Raspberry Pi 3 Oficial 84733019
1AK50 Kit Maker Arduino Iniciante 84733043
9SSC2 Sensor de Temperatura NTC Grove (Sem Cabo)
9SSB5 Sensor de Nivel de Líquidos sem Contato XKC-Y25-NPN 90261029
9SS29 Sensor de Nivel de Água Horizontal 85423190
9SS90 Sensor de Temperatura e Umidade HDC1080 Alta Precisão
9SS44 Sensor de Nivel de Água 90261029
9SS17 Sensor de Temperatura Digital DS18B20 85412920

9SS12 Sensor de Fluxo de Água 1/2" YF-S201 (PF) 90261019

1AC01 Placa Uno R3 + Cabo USB para Arduino 84733043

Os materiais hidráulicos, tubos e conexões em PVC soldável com diâmetro 20 mm e a bomba centrífuga foram aproveitados de outros projetos de IC encerrados e que estavam disponíveis no LHMF. O esquema da bancada montada está representado na Figura 1.

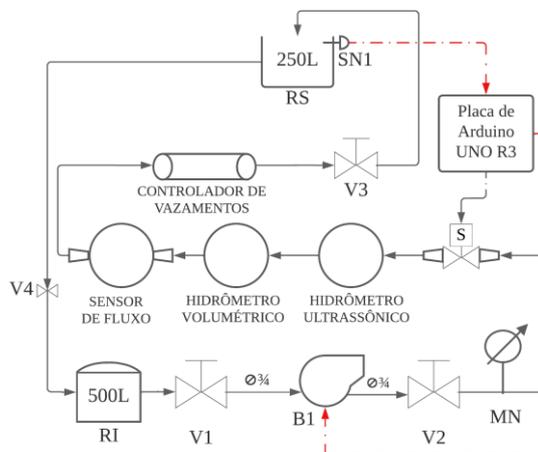


Figure 1. Esquema da bancada de testes montada no LHMF (Unicamp).

A bancada é composta por um reservatório inferior (RI) de 500 L, apoiado na cota do terreno e conecta-se a uma bomba (B1). Entre RI e B1 a válvula (V1) controla o escoamento neste trecho. A tubulação que sai de B1 tem o escoamento controlado pela válvula V2 e a pressão monitorada pelo manômetro (MN). O escoamento passa por uma válvula solenoide (S) que é conectada e controlada por meio de uma Placa de Arduino UNO R3. Em seguida, foi instalado um hidrômetro ultrassônico, que calcula a vazão instantânea; um hidrômetro volumétrico para medir o consumo e um sensor de fluxo. Segue-se um controlador de vazamentos. Antes do reservatório superior (RS) de 250 L há uma válvula para controle de escoamento (V3) e um sensor (SN1) conectado à Placa de Arduino UNO R3 (o mesmo que também está conectado a B1), podendo controlar seu

funcionamento de acordo com o resultado apontado por SN1. Por fim, o RS é conectado ao RI e possui uma válvula (V4) para controle do escoamento.

Além da placa microcontroladora, serão instalados sensores com microfone de eletreto para leitura dos dados de ruído de vazamentos em diferentes condições de vazões e pressões de operação. Também será utilizado um painel LCD para mostrar os valores lidos pelos sensores. Além disso, para fins de análise, a vazão do vazamento poderá ser alterada por meio da mudança do diâmetro do orifício, além da posição relativa entre os orifícios e os trechos entre os sensores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento, os testes para análise de ruído não foram realizados. No entanto, a bancada foi submetida a testes que simularam o controle automatizado do enchimento de um reservatório elevado através de uma bomba. Os testes possibilitaram avaliar a funcionalidade dos sensores bem como a funcionalidade do sistema Arduino para a operação do sistema. Foi possível realizar o controle do enchimento do reservatório através de ambos, sensor de nível e de sensor de vazão.

Comparando os dois métodos testados, foi possível observar que uma maior confiabilidade dos sensores de nível do tipo boia. A programação do controlador para este sensor também foi considerada mais simples. No entanto, a utilização do sensor de nível

necessita do acesso ao reservatório para a instalação do sistema.

Os próximos testes evoluem para os testes em relação aos ruídos e as influências anteriormente mencionadas, bem como a integração com outro projeto de pesquisa realizada na mesma bancada de testes sob a abordagem do *machine learning*, na Figura 2 e Figura 3 apresentam-se os códigos iniciais da fase final.

```
# Código de comparação de imagens das ondas e suas similaridades

def orb_sim(img1, img2):
    cv = cv2.ORB_create()
    kp_a, desc_a = cv2.detectAndCompute(img1, None)
    kp_b, desc_b = cv2.detectAndCompute(img2, None)
    bf = cv2.BFMatcher(cv2.NORM_HAMMING, crossCheck=True)
    matches = bf.matches(desc_a, desc_b)
    similar_regions = [i for i in matches if i.distance < 50]
    if len(matches) == 0:
        return 0
    return len(similar_regions) / len(matches)

img1 = cv2.imread('nome da imagem 1', 0)
img2 = cv2.imread('nome da imagem 2', 0)

img1Res = cv2.resize(img1, (1200, 600))
img2Res = cv2.resize(img2, (1200, 600))

orb_similarity = orb_sim(img1Res, img2Res)
print("0 percentual de similaridade das ondas é:", orb_similarity)
```

Figure 2. Parte do código que compara as imagens das ondas sonoras de ruídos gerados dentro da tubulação.

```
# Código para prever se a situação testada e condição de vazamento ou não

vaza = load_iris()
vaza.keys()

print(vaza['DESCR'][:193] + '\n...')
vaza['target_names']
vaza['target_names']
print(vaza['data'].shape)

vaza['target']
X_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split()

print(X_train.shape)
print(x_test.shape)

knn = KNeighborsClassifier(n_neighbors=4) # Pontos do dataset a serem considerados na previsão
knn.fit(X_train, y_train)

X_new = np.array() # Array dos valores dos testes para previsão
X_new.shape

prediction = knn.predict(X_new) # Previsão do comportamento esperado

vaza['target_names'][prediction]

knn.score(x_test, y_test) # O score gerado ao final do código indica a precisão da previsão do comportamento
```

Figure 3. Parte do código que faz o aprendizado de máquina para prever a condição da tubulação.

CONCLUSÕES

A pesquisa tem conseguido bons resultados que, com a evolução dos testes e aperfeiçoamento dos códigos, poderá gerar benefícios importantes para a sociedade. Pois, ao fornecer um sistema mais acessível, como um produto fundamentado no Arduino, permite que a população possa assumir um maior controle sobre o consumo e desperdício nas residências.

BIBLIOGRAFIA

ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 28 abr. 2022.

MOURA, E. M. D. et al. Abordagem sobre perdas de água em sistemas de abastecimento: breve explanação sobre os tipos e principais causas. João Pessoa. 2004. Disponível em: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br/html/downloads/sereia/4sereia/artigos/abordagem_sobre_perdas_c_o.pdf> Acesso em 21 de março de 2022.

HUNAIDI, W.T. CHU, Acoustical characteristics of leak signals in plastic water distribution pipes, Appl. Acoust. 58 (3) (1999) 235–254 C. Xu, P. Gong, J. Xie, H. Shi, G. Chen, G. Song, An acoustic emission based multi-level approach to buried gas pipeline leakage localization, J. Loss Prevent. Proc. Industries 44 (2016) 397–404.

RIZWAN, Mohammad; PAUL, Immanuel Dinesh, Leak detection in pipeline system based on flow induced vibration methodology in pipeline. Int. J. Science and Research (IJSR), v.4, p. 3326-3330, 2015.