

USO RACIONAL DA ÁGUA NO CAMPUS ESTÂNCIA: MONITORAMENTO SINCRONIZADO DE VAZÕES DO SISTEMA HIDRÁULICO

Rai Augusto dos Santos
raiaugusto20116@hotmail.com

Bruno Augusto dos Santos
bruno20127@live.com

Rainara Souza Gomes
souzarainara454@gmail.com

Taiane Aparecida Santos Torres
taianeast@gmail.com

Luciano de Melo
lucianomelo.se@gmail.com

Resumo – Uma parte importante da água consumida em grandes prédios como faculdades, centros administrativos ou comerciais, shoppings e hospitais é perdida por vazamentos no próprio prédio, enquanto que outra parcela é consumida, mas nem sempre adequadamente. Nos últimos anos, o aumento do custo da água tem promovido o surgimento de inúmeras soluções para melhorar a eficiência de sistemas hidráulicos prediais e colaborar com o uso racional da água. Nesse viés, algumas soluções tecnológicas ligadas ao monitoramento desses sistemas prediais têm se destacado, sendo este o objeto de estudo do presente trabalho, no qual propõe acompanhar as vazões do sistema hidráulico e vazamentos eventuais. A tecnologia aplicada para o desenvolvimento é uma das plataformas *single-board microcontroller* (Arduino™), sendo de baixo custo, como também o mesmo contribui para a confecção de um sensor com base nos princípios hidráulicos do Tubo de *Pitot*. Com base nesse projeto, buscou-se construir um sistema de monitoramento hidráulico capaz de identificar as vazões características, sendo trabalhado com variações de diâmetros a fim de obter perfis específicos para cada sistema e, conseqüentemente, ter a disponibilidade de atender quaisquer demandas.

Palavras-Chave: Tubo de Pitot; Água; Monitoramento Hidráulico.

INTRODUÇÃO

A modelagem de sistemas hidráulicos consiste em abordar conceitos físicos e matemáticos que permitem analisar o comportamento do fluxo de um fluido no interior das tubulações. Na maioria das vezes, este recurso é usado como ferramenta para monitorar e controlar vazões e velocidades características de um sistema hidráulico, visando compreender suas ocorrências, evitando os desperdícios e identificando padrões de consumo para definir o perfil de cada edificação.

Diante de todos os avanços tecnológicos, ainda há muitas dificuldades em se monitorar informações reais a respeito das vazões e velocidade de um fluido, por isso a necessidade de implementar sensores como parte solucionável do problema, em que o mesmo permite desenvolver um sistema de manutenção e interliga todos os sensores em apenas uma central.

Os sistemas de abastecimento no Brasil sofrem grande impacto com perdas reais e aparentes, sendo este um dos principais problemas do saneamento. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017) há em média 41,28% de perda de água tratada. A redução do percentual da água tratada que é perdida torna-se um desafio para as empresas de abastecimento e quando esta atinge os sistemas internos de uma edificação, o problema se agrava atingindo diretamente a população. Vários são os setores da sociedade que sofrem conseqüências devido a esta dificuldade.

Nesse contexto, surge a necessidade de se estudar a problemática, propondo desenvolver um protótipo fundamentado no princípio do Tubo de *Pitot*, um sensor, que por sua vez permita identificar a velocidade do fluido dentro de um conduto forçado, e, conseqüentemente tentar contribuir com a solução da questão.

Coletar dados em um sistema complexo, como o hidráulico, não é tarefa fácil. Atualmente informatizar esse tipo de procedimento é muito comum, sobretudo visando ganhar tempo e eficiência. Técnicas de captura de informações e processamentos de dados são cada vez mais acessíveis, todavia algumas dificuldades também fazem parte deste cenário. Por mais que hajam tecnologias capazes de solucionar a problemática, o elevado custo desses equipamentos acaba que inviabilizando a sua implementação, já que as taxas seriam revertidas para a população, por isso surge a necessidade de buscar por soluções viáveis técnica e economicamente.

Com base no Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae 2015), a automação de processos traz às empresas ganhos de significativos de produtividade, sendo assim uma maneira de possível melhora em alguns processos existentes, principalmente nas empresas de abastecimento, sendo possível constatar com facilidade e eficiência os vazamentos ou até mesmo alguns problemas com a falta de água e inconsistência de dados.

Na indústria e edificações, os problemas relacionados com a vazão de fluidos são deparados com fluência nas operações e, a medida desta variável, auxilia na otimização dessas operações (ANDERSON, 1998; BEGA et al, 2006). Por mais que hajam tecnologias que possibilitem monitorar e controlar o consumo de água, como também, identificar as zonas de vazamento, é necessário que as ações sejam tomadas por toda a sociedade, consumindo de forma sustentável reduzindo assim os desperdícios e, junto com as estratégias e tecnologias seja possível se ter um mundo com caráter sustentável.

Por isso, o objetivo principal desse projeto é que o sensor produzido seja capaz de contribuir no monitoramento hidráulico das edificações, buscando minimizar o desperdício e maximizar a preservação em relação ao recurso hídrico. Assim, a importância de relacionar as tecnologias com as nossas ações, contribui positivamente para se alcançar ótimos resultados.

Os dados obtidos foram registrados e tratado estatisticamente de acordo com o Coeficiente de Variação (CV). Em consonância com a classificação sugerida por Gomes (1990), para experimentos de campo, CVs são considerados baixos quando são inferiores a 10%; médio, quando estão entre 10 e 20%; altos, quando estão entre 20 e 30%, e muito altos, quando são superiores a 30%. O coeficiente é dado pela razão entre o desvio padrão e a média, expresso em percentual (%).

MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, estudou-se os princípios hidráulicos necessários para o desenvolvimento do Tubo de *Pitot*, já que o objetivo era obter um equipamento capaz de aferir a velocidade do fluido, sendo este de baixo custo. Assim, com base na equação de Bernoulli buscou-se trabalhar com vertentes que possibilitaria reaplicar esse conceito em prática através de ensaios.

Posteriormente foi iniciado o processo de construção dos componentes que o sensor requeria para atender à necessidade de automatizar o processo hidráulico por uso da eletrônica. Dessa forma, foi utilizado a plataforma eletrônica do Arduino™, que consiste em *hardware* apropriado para executar experimentos científicos e prototipagem em laboratórios (D'AUSILIO, 2012; UPTON & HALFACREE, 2013). Além desta plataforma, que foi responsável pelo controle lógico, o nosso projeto contou com alguns instrumentos importantes que serviram para monitorar o processo, os quais os sensores de pressão e vazão se relacionavam com o sensor.

De acordo com exposições anteriores, o Arduino™ foi escolhido como hardware de controle, por não necessitar de sistema operacional, possibilitando acesso direto às suas instruções, o que lhe conferiu mais versatilidade, uma redução no custo do sensor, visto que oferece simplicidade e inúmeras facilidades funcionais. Todavia, algumas placas auxiliares, denominadas como *shields*, também foram utilizadas para adaptar as condições de funcionamento, tornando o projeto mais compacto e robusto.

O microcontrolador do Arduino™ foi programado através da linguagem C. A programação executada teve seu desenvolvimento por meio de uma *Integrated Development Environment (IDE)*, que consiste em um ambiente que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de software, tendo como objetivo agilizar a escrita do código e testar as rotinas. Esta ferramenta também inclui um editor com recursos de realce de sintaxe, identificação automática de parênteses correspondentes e indentação, além de permitir compilar e carregar o código fonte para a placa (ARDUINO, 2018).

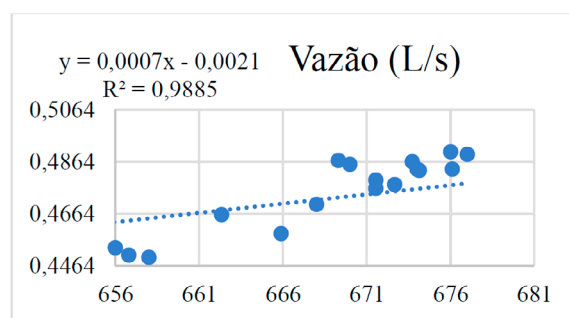
Sendo que se iniciou a execução da padronização e ajuste de dados através do monitoramento, esse procedimento foi executado através de tubulações com diâmetros 32, 25, 20, 10 e 8 milímetros, tendo ainda um com 0,5 polegadas. O monitoramento consistiu em definir pontos de cada variação de diâmetro a fim de desenvolver um perfil e, após essa etapa, foi necessário efetuar as correções dos erros numéricos e experimentais, para isso, usou-se a metodologia do coeficiente de variabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos seis perfis desenvolvidos para cada diâmetro, sendo três com bitola comercial e três com variação experimental, a fim de parâmetros de análise. Constatou-se que a partir da leitura do código numérico base pelo Arduino e, interligando com o volume e tempo, obtêm-se a relação da vazão para qualquer diâmetro. No entanto, como foram colhidos diversos pontos, efetuou-se um estudo dentro do coeficiente de variabilidade para que fosse possível realizar as correções de cada perfil, aproximando cada vez mais para o meio real.

O Gráfico 1 permite visualizar e compreender a variação linear entre os pontos, como também, descreve a equação já corrigida, para que através da mesma, o cálculo da vazão seja determinado. Entretanto, para obter a velocidade, utiliza a expressão do quociente da velocidade sob a área, no qual como há um perfil para cada variação de diâmetro, resulta na velocidade de cada perfil.

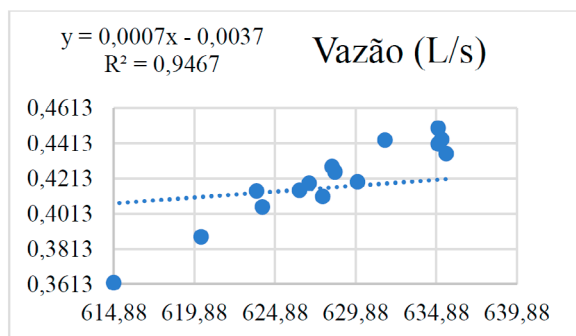
Gráfico 1: Perfil para diâmetro de 32 mm



Fonte: Autores.

Já para o perfil que possui diâmetro de 25 mm, percebe-se que os pontos seguiram uma tendência sem muitas oscilações bruscas, isso devido ao fato de se ter uma vazão menor e consequentemente uma maior facilidade nos processos de execução. Observa-se claramente que no Gráfico 2, diferentemente do Gráfico 1, os pontos ocupam apenas um segmento da linha de tendência, em que propicia uma continuidade e delimita os padrões de entrada de dados, obtendo assim, intervalos de confiança para que o perfil seja válido com os resultados mais precisos.

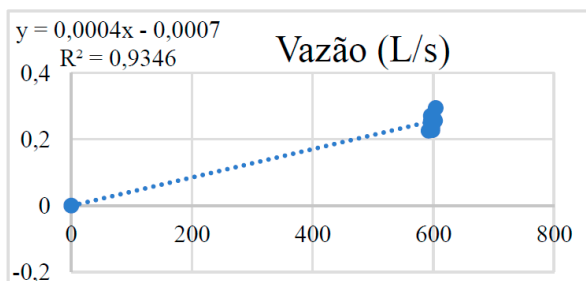
Gráfico 2: Perfil para diâmetro de 25 mm



Fonte: Autores.

Dentre todas as variações de diâmetro comercial, o perfil construído pela bitola de 20 milímetros foi o que apresentou um menor coeficiente de determinação, isso porque na sua execução precisou efetuar uma adaptação com uma luva de redução, a variação foi corrigida em sua equação, porém não atingiu a mesma eficiência que as anteriores. Com isso, no Gráfico 3, visualiza o coeficiente encontrado e reflete o comportamento de todo o processo.

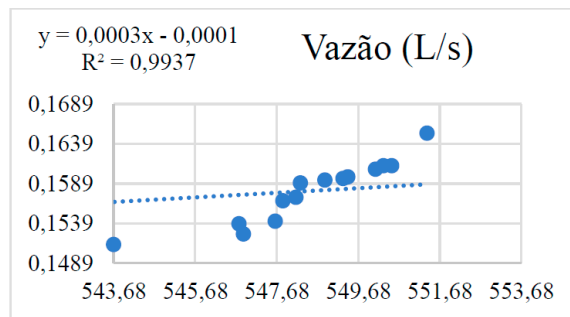
Gráfico 3: Perfil para diâmetro de 20 mm



Fonte: Autores.

Nesta etapa, os perfis foram construídos a partir de diâmetros experimentais, sendo de valia para observar comportamentos ou possíveis problemas que não seria capaz através dos diâmetros comerciais. Com isso, no Gráfico 4, identifica um coeficiente de determinação muito próximo do ideal, isso reflete principalmente pelo fato da vazão ser menor e o sistema se comportar de maneira uniforme durante todo o processo.

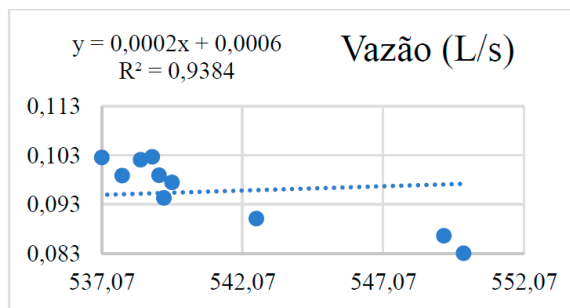
Gráfico 4: Perfil para diâmetro de 10 mm



Fonte: Autores.

Já no perfil em que se considera um diâmetro experimental de 8 milímetros, observado no Gráfico 5, percebe-se que o coeficiente de variação conseguiu efetuar uma correção em relação aos erros numéricos, pois o mesmo exemplifica uma tendência de pontos divergentes devido ao fato de todo o seu processo ser realizado empiricamente.

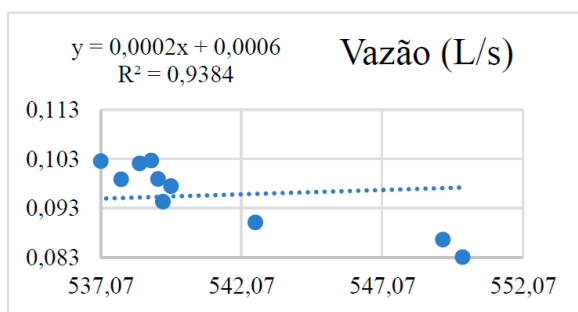
Gráfico 5: Perfil para diâmetro de 8 mm



Fonte: Autores.

Por fim de todos os diâmetros experimentais, o perfil do Gráfico 6 exemplifica que mesmo uma bitola de meia polegada consegue obter resultados satisfatórios, o que permite concluir que independente do diâmetro, a metodologia desenvolvida, assim como testada em seis perfis, afirma que o monitoramento pode ser realizado em qualquer tipo de circunstância sob variados diâmetros.

Gráfico 6: Perfil para diâmetro de 0,5 polegadas



Fonte: Autores.

CONCLUSÕES

Em análise de todo o exposto, constata-se que os perfis que foram desenvolvidos são de suma importância e base para o monitoramento hidráulico, já que a partir destes dados foi possível efetuar toda a programação necessária e posteriormente, a leitura e análise dos dados. Além disso, a viabilidade do processo contribuiu para a acessibilidade dos equipamentos, já que o sensor foi feito por materiais de baixo custo, sem perder a capacidade qualitativa.

Assim, percebe-se a importância do monitoramento hidráulico, já que não se restringe apenas ao fato de se ter um controle dos dados, mas sim, realizar análises e atuar como um sistema informativo de fácil compreensão. Através dos elementos e resultado obtidos, conclui-se que os objetivos foram alcançados e que há uma viabilidade técnica e econômica que permite a implementação do sistema em edificações.

Por fim, vale ressaltar que a modelagem de sistemas hidráulicos possibilita a capacitação e uma visão mais direcionada aos problemas existentes. Sendo notório a contribuição por meio do descobrimento de diversos procedimentos gerenciáveis para mitigar a perda de recurso hídricos que são de suma importância para a revitalização da nossa sociedade.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. *What is Arduino? - Arduino Board - Arduino Software*. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acessado em: jan. de 2019.

ANDERSON, N. A. *Instrumentation for process measurement control*. 3ª ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 1998.

BEGA, E. A.; DELMÉE, G.J.; COHN, P.E.; BULGARELLI, R.; KOCH, R.; FINKEL, V.S. *Instrumentação Industrial*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2006.

D' AUSILIO, A. *Arduino: a low-cost multipurpose lab equipment*. *Behavior Research Methods*, v. 44, n. 2, p. 305-313, 2012.

GOMES, F. P. *Curso de estatística experimental*. São Paulo-SP, Brasil: Nobel. 1990.

MUNSON, B. R.; YOUNG, D. D.; OKIISHI, T. H. *Fundamentos da mecânica dos fluidos*. 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, v. 1, 2004.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. *Processos de automação e desenvolvimento de sistemas*, 2018.

SNIS – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. *Diagnóstico dos Serviços de Águas e Esgoto*, 2017. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília, 2018.

UPTON, E.; HALFACREE, G. *Raspberry Pi: Manual do Usuário*. São Paulo: Novatec, 2013.