

MONITORAMENTO DE VAZAMENTOS EM UM MODELO DE TUBULAÇÃO DE ESCALA REDUZIDA PARA CONTROLE DO FLUXO DE ÁGUA

Rafael de Britto Carneiro Junho (UVA) E-mail: rafajunho@hotmail.com
Wallace da Silva Carvalho (UNIGRANRIO) E-mail: wallacescarvalho10@gmail.com

Resumo: No Brasil várias cidades enfrentam problemas no seu abastecimento de água, para amenizar esse problema faz-se necessário a criação de soluções capazes de auxiliar a população no processo de racionamento e uso adequado da água. Esse projeto busca apresentar uma solução para problemas de vazamento em tubulações, através de um protótipo em escala para que sejam analisados parâmetros e comportamentos da vazão antes e depois de um vazamento. Um módulo principal (Arduino) que recebe as informações vindas dos módulos sensores e encaminha para um sistema central. Esta aplicação disponibiliza as informações para o usuário através de gráficos, mostrando o consumo de água dos pontos monitorados, conscientizando o usuário sobre o consumo de água da sua residência, auxiliando-o a realizar medidas para economizar água.

Palavras-chave: Água; Vazamentos; protótipo.

LEAKS MONITORING IN A SMALL SCALE PIPING MODEL FOR WATER FLOW CONTROL

Abstract: In Brazil, several cities face problems in their water supply, to alleviate this problem it is necessary to create solutions capable of helping the population in the process of rationing and proper use of water. This project seeks to present a solution to leakage problems in pipes, through a scaled prototype so that parameters and flow behavior can be analyzed before and after a leak. A main module (Arduino) that receives information from the sensor modules and forwards it to a central system. This application makes information available to the user through graphics, showing the water consumption of the monitored points, making the user aware of the water consumption of their residence, helping them to take measures to save water.

Keywords: Water; Leaks; Prototype.

1. Introdução

Segundo dados do Conselho Nacional da água (CNA) aproximadamente 71% de água compõe a superfície terrestre. Esse recurso finito tem extrema importância para a vida, além de servir como base para diversas atividades econômicas como agricultura, pecuária, energia e utilização em geral nas residências. Apesar de toda essa quantidade de água, grande parte dela não é própria para o uso. Ainda segundo o CNA (2013), temos 97,5% desse volume nos mares e oceanos que são compostos por água salgada e, portanto, imprópria para consumo. Dos 2,5% de água doce, temos 1,8% retida em geleiras que, no momento, não podem ser utilizadas e os outros 0,7% estão disponíveis para utilização.

Outro aspecto que agrava ainda mais a escassez de água, é o fato de que a distribuição da água ao redor do mundo não é uniforme, temos áreas mais e menos privilegiadas nesse quesito. Segundo o CNA, 60% da água doce disponível está concentrada em menos de 10 países.

Segundo o Sistema nacional de informações sobre saneamento (SNIS) no Brasil, no ano de 2019, 39,2% da água captada e tratada são perdidas por causa de vazamentos, ligações clandestinas e roubo, muito acima dos 15% considerado como padrão de excelência. Colocando em números, estamos falando de 6,5 bilhões de m³ de água tratada desperdiçada em um ano.

A época da transformação digital e da tecnologia chegou em todos os segmentos, para auxiliar, controlar e realizar tarefas do dia a dia como nunca se havia imaginado antes. A internet possibilitou a conectividade entre milhares de dispositivos, conversando entre si, utilizando informações em tempo real, sem restrições físicas. Dessa forma, a tecnologia também viabilizará soluções para combater o desperdício e mau gerenciamento do uso da água. Diante disso, o objetivo deste trabalho é, por meio de um sistema automatizado de controle do fluxo de água pela tubulação, identificar vazamentos.

2. Fundamentação Teórica

Com o aumento contínuo e exponencial da população, tornam-se cada vez mais necessárias políticas e estudos de como se otimizar e diminuir o consumo da água. Assim, a necessidade de reaproveitamento de águas, como forma de reduzir a exploração desse recurso, está cada vez maior, incentivando o desenvolvimento de novas técnicas de tratamento químico da água para que ela esteja de acordo com os padrões exigidos para sua utilização.

No Brasil, o órgão responsável por gerar as informações relativas ao sistema de saneamento é o SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, o qual disponibiliza, os indicadores de perdas de água. Tal órgão divulga anualmente um relatório que apresenta a situação dos sistemas de distribuição de água e coleta de esgoto no Brasil, tido como Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. Neste relatório, Brasil (2017), tem-se que "As perdas que se caracterizam como ineficiências técnicas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. E são um tema sempre atual devido à escassez hídrica e os altos custos de energia elétrica", este último, tanto influenciado pela capacidade geradora de energia elétrica, tanto pela eletricidade consumida para a distribuição de água.

Disto, é possível inferir que as perdas estarão sempre presentes nos sistemas de abastecimento de água, porém, quando descontroladas e elevadas, significam desperdício de recursos naturais, operacionais e receitas, o que impacta tanto o operador do sistema, que tem seus custos elevados, como o consumidor final, que é cobrado pelos maiores custos de distribuição de água, além do impacto gerado ao meio ambiente. Neste cenário, demonstra-se que se deve cuidar do sistema de modo que as perdas sejam reduzidas, e a população não seja onerada, tanto financeiramente, quanto pela necessidade de medidas drásticas de redução de consumo (BRASIL, 2019).

Quando observado o sistema de distribuição, as principais perdas se dão por vazamentos que ocorrem em adutoras, ramais, conexões e reservatórios. Tais perdas são definidas pelo SNIS, em Brasil (2019), como perdas reais, contudo, ainda existem as perdas aparentes, que são decorrentes de ligações clandestinas, degradação de precisão e funcionamento inadequado de hidrômetros, bem como por erros de leitura (BRASIL, 2017).

2.2. Revolução industrial 4.0

Hoje ocorre o que está sendo chamado da quarta revolução industrial, ou indústria 4.0, com a inserção da tecnologia e da internet através da automação nos processos. Por

definição, segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a quarta revolução industrial se caracteriza por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico.

Ainda segundo a ABDI, as empresas hoje possuem desafios para aderir e se beneficiar desta nova fase, mas a longo prazo, várias melhorias poderão ser notadas:

- Uso mais eficiente de seus recursos físicos, financeiros e informacionais;
- Implementação de uma forma mais eficiente de gestão;
- Melhoria dos processos e decisões a partir da análise em tempo real dos dados de produção.

Esses benefícios fazem com que o processo seja mais seguro, pois diminui a chance de erros e, por ter um maior maquinário envolvido, também diminui a chance de acidentes de funcionários que antes exerciam aquele trabalho. Além da maior velocidade de produção, maior precisão e qualidade dos processos, ainda teremos uma maior economia para as empresas. Segundo a ABDI, a estimativa de redução de custos anual é de, no mínimo, R\$ 73 bilhões a partir da implementação completa da indústria 4.0.

3. Materiais e Ferramentas

Neste capítulo serão apresentados os materiais utilizados para o desenvolvimento e execução do protótipo para simulação de um vazamento.

3.1. Arduino

O primeiro modelo do Arduino foi desenvolvido e criado em 2005. O objetivo era a elaboração de um dispositivo que tivesse um baixo custo e fosse acessível, funcional e fácil de programar. Foi disponibilizado um hardware base e em cima deste é possível que cientistas e estudantes possam personalizar seu próprio Arduino. Com o Arduino é possível automatizar e desenvolver novos equipamentos ou melhorar alguns já existentes. Nele podem ser acoplados vários tipos de sensores e componentes eletrônicos. Grande parte destes materiais é disponibilizada em módulos, que são pequenas placas que contém o sensor desejado e outros componentes que auxiliam no seu funcionamento (FLOP, 2021). Na figura 1 temos o arduino utilizado neste trabalho.



Figura 1 – Arduino Uno

Fonte: Oliveira (2013)

Utilizando um cabo USB é possível conectar o Arduino a um computador e, através do Ambiente de desenvolvimento integrado do Arduino (IDE), podemos carregar a programação baseada na linguagem C/C++ e começar a utilizar suas funcionalidades.

Após programado, o Arduino tem a habilidade de funcionar de forma independente e pode desempenhar inúmeras funções para a qual foi programado, desde que esteja conectado a uma fonte de energia.



Figura 2 – Sensor de fluxo

Fonte: Autoria Própria

3.3. Protótipo

Após conectar os 2 sensores de fluxo no arduíno e conseqüentemente no computador, foi utilizada uma união PVC ½ polegada no tubo, conforme mostra a figura 3.

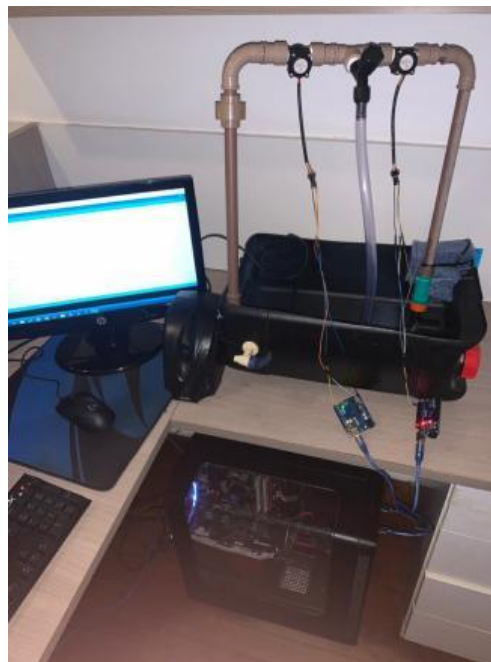


Figura 3 – Protótipo

Fonte: Autoria Própria

4. Apresentação dos Resultados

4.1. Teste de vazão e volume sem vazamento

Para o teste de vazão, sem a abertura da torneira, foi retirada a parte de baixo da união para que seja verificado os valores de volume acumulado de água do programa

comparando-o com um volume real. Para isso foi cheia uma garrafa pet de 1,5 litros e comparado com os valores na tela. O resultado está apresentado nas figuras 4 e 5.

		Vazao instantanea(L/m)	Consumo acumulado(L)	Rotacoes/s	Medicao
1	Horario				
2	15:33:38	8.14	0.14	57	1
3	15:33:39	8.14	0.27	57	2
4	15:33:40	8.14	0.41	57	3
5	15:33:41	8.00	0.54	56	4
6	15:33:42	8.14	0.68	57	5
7	15:33:43	8.14	0.81	57	6
8	15:33:44	8.00	0.95	56	7
9	15:33:45	8.14	1.08	57	8
10	15:33:46	8.14	1.22	57	9
11	15:33:47	8.14	1.35	57	10
12					

Figura 4 – Dados testes iniciais para sensor a montante

		Vazao instantanea(L/m)	Consumo acumulado(L)	Rotacoes/s	Medicao
1	Horario				
2	15:37:42	8.14	0.14	57	1
3	15:37:43	8.14	0.27	57	2
4	15:37:44	8.29	0.41	58	3
5	15:37:45	8.14	0.55	57	4
6	15:37:46	8.14	0.68	57	5
7	15:37:47	8.29	0.82	58	6
8	15:37:48	8.29	0.96	58	7
9	15:37:49	8.14	1.09	57	8
10	15:37:50	8.14	1.23	57	9
11	15:37:51	8.14	1.36	57	10
12					

Figura 5 – Dados testes iniciais para sensor a jusante

A exatidão presente no datasheet do sensor é de 10%, portanto o resultado já no teste foi satisfatório para ambos os sensores, apesar da pequena diferença de rotações e vazão.

4.2. Teste de vazão e volume com vazamento

Para o teste com vazamento, a mangueira foi desconectada da ponta da torneira e nela colocada uma garrafa PET de 1,5 litros. Com a torneira completamente aberta desde o início da medição, foram feitas três leituras em cada sensor durante o período em que a garrafa está sendo preenchida. Espera-se que a diferença de valor de água entre o sensor a montante e o sensor a jusante seja de 1,5 litros da garrafa PET ao longo desse tempo.

As figuras 6 e 7 mostram a vazão média de cada uma das três medições e a média final da vazão tanto para o sensor a montante quanto para o sensor a jusante.

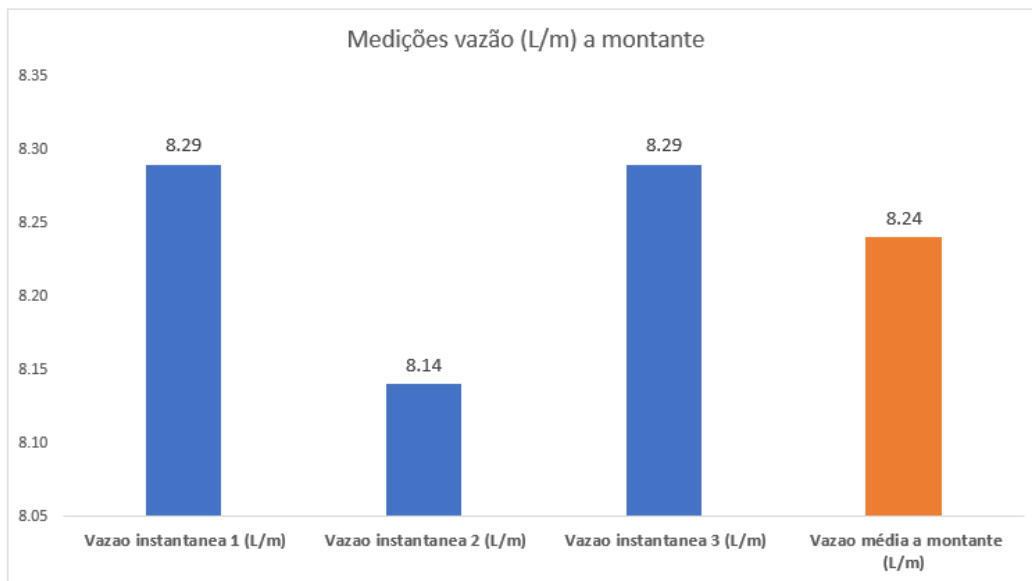


Figura 6 – Média das vazões a montante

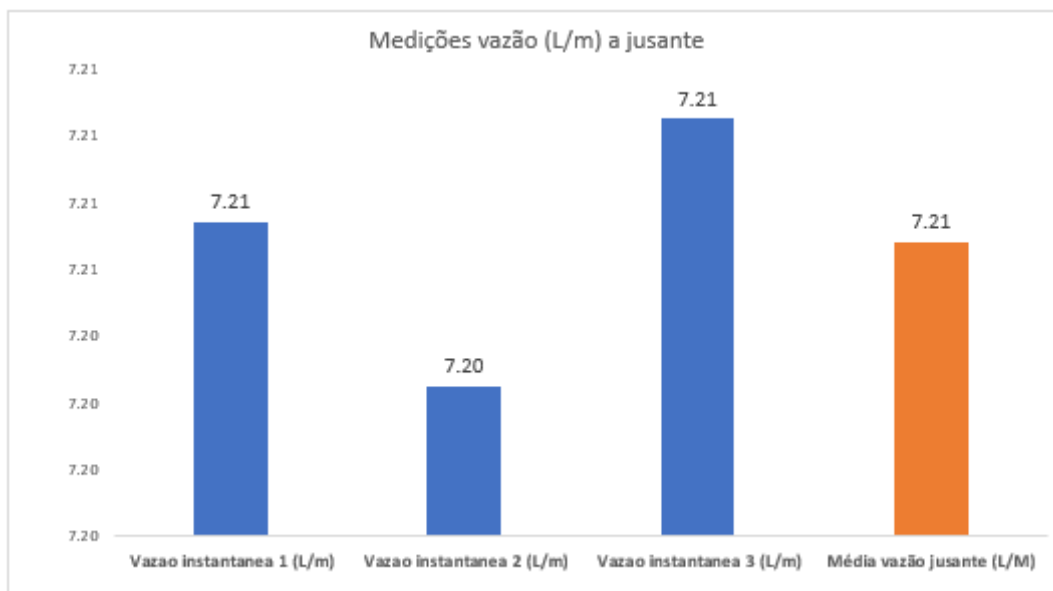


Figura 7 – Média das vazões a jusante

As figuras 8 e 9 mostram os valores acumulados de volume de água para os sensores ao longo das três medições e a média final.

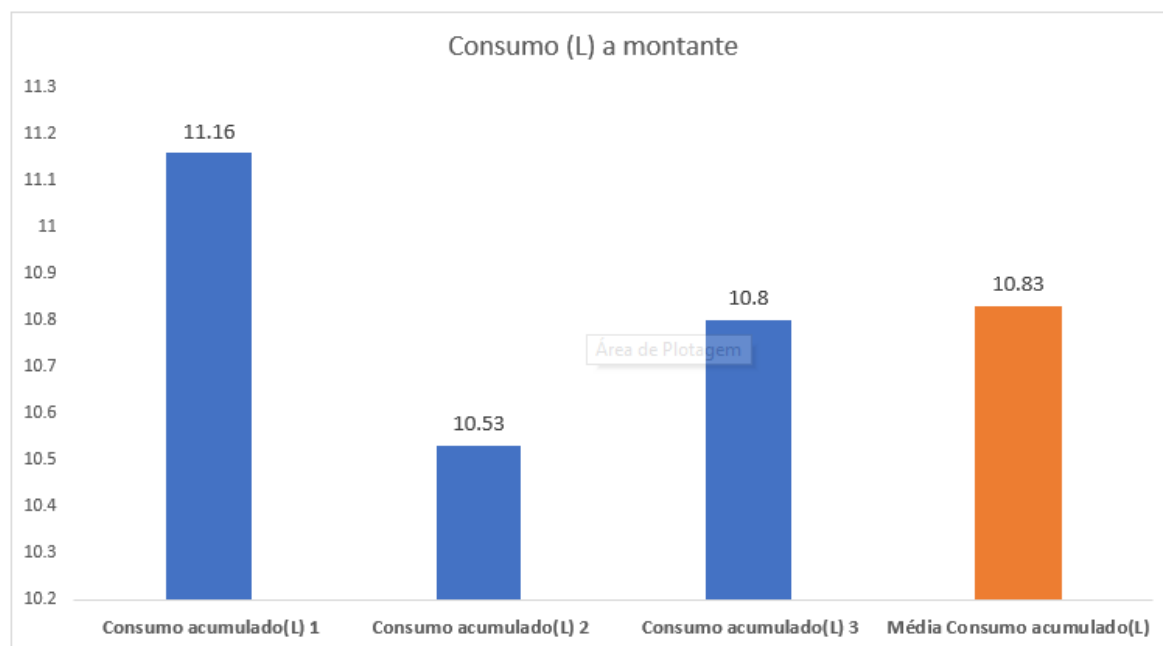


Figura 8 – Média do volume acumulado a montante

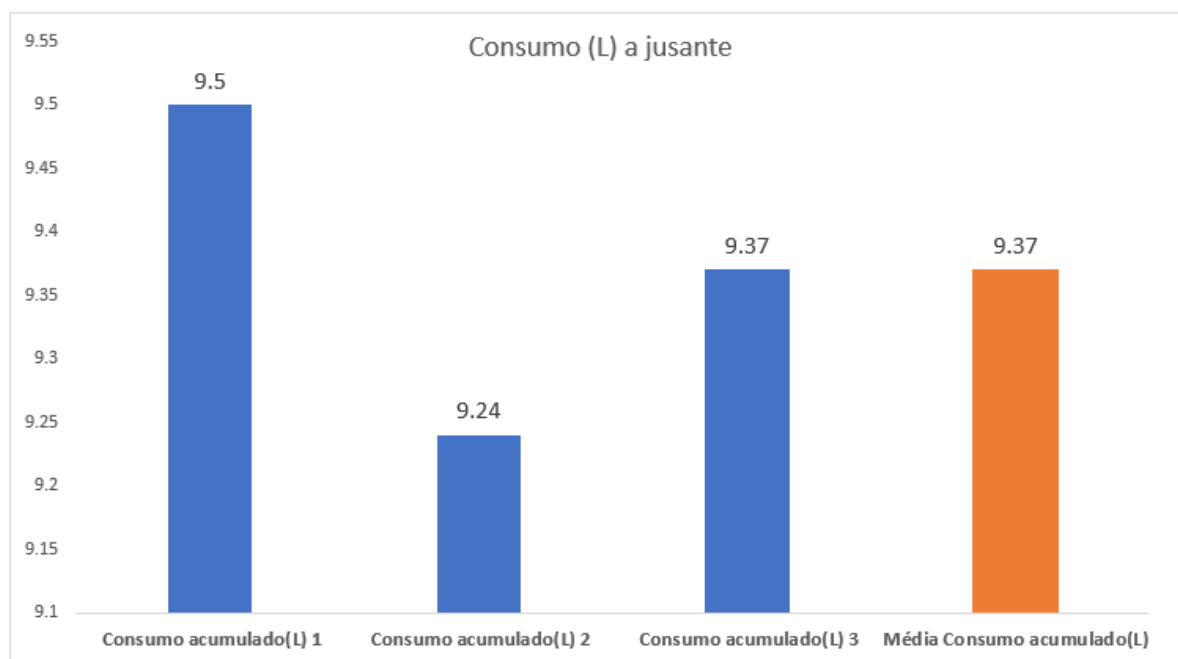


Figura 9 – Média do volume acumulado a jusante

A média de 10.83L de volume para o sensor a montante e a média de 9.37L de volume para o sensor a jusante são os valores considerados para a verificação da confiabilidade dos dados.

A diferença entre as medias dos 2 sensores é de um 1,46 litros, muito próximo do valor esperado de 1,5L da garrafa PET, conforme nos mostra a figura 10.

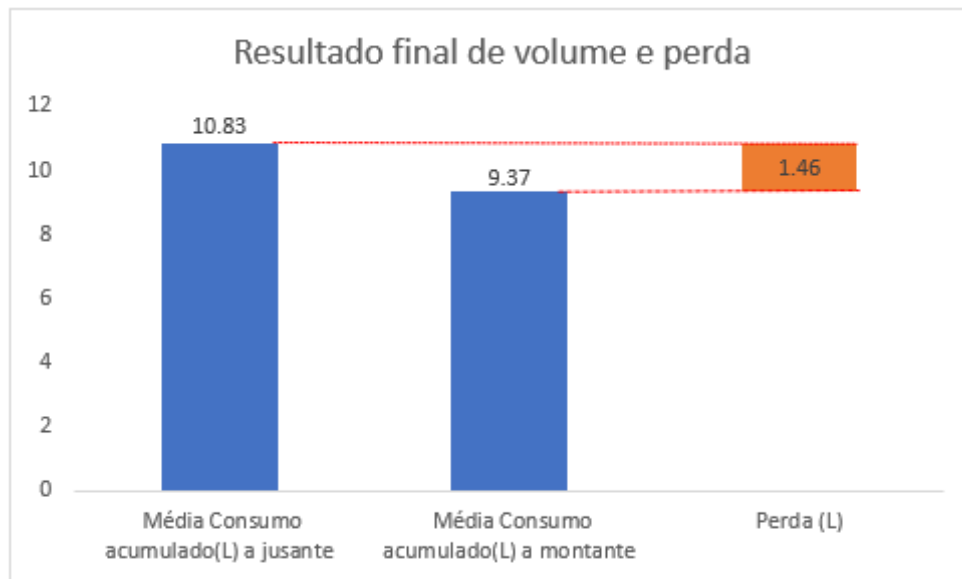


Figura 10 – Médias finais de volume e perda

Os testes apresentados anteriormente e os resultados obtidos mostram, com clareza, que os valores fornecidos pelos sensores são muito próximos da realidade e, portanto, podem ser usados no trabalho.

O teste final do experimento consiste em 3 medições de 3 minutos: durante os 30 segundos iniciais, o sistema funcionará normalmente sem vazamentos. Após esse período, a torneira será aberta com $\frac{1}{4}$ de volta e observado também por 30 segundos. Após esse 1 minuto passado, mais $\frac{1}{4}$ da torneira será aberta, completando meia volta, por mais 30 segundos. Será aberta a torneira novamente em mais $\frac{1}{4}$ de volta por mais 30 segundos e para finalizar, com uma volta completa, mediremos novamente por 30 segundos. Após essas medições, a torneira será completamente fechada para voltar a situação inicial do sistema e será medido por mais 30 segundos para finalizar o experimento.

Para o sensor a montante do vazamento, os gráficos mostraram comportamento semelhante durante a medição, como mostra a figura 11. Foi verificado que todos os gráficos apresentaram um aumento de vazão a montante do vazamento, de acordo com o aumento do volume vazado. O aumento da vazão se deve a facilitação de escoamento do fluido quando criamos o vazamento, fazendo com que a bomba trabalhe mais livre. É um movimento esperado e foi confirmado com o experimento.

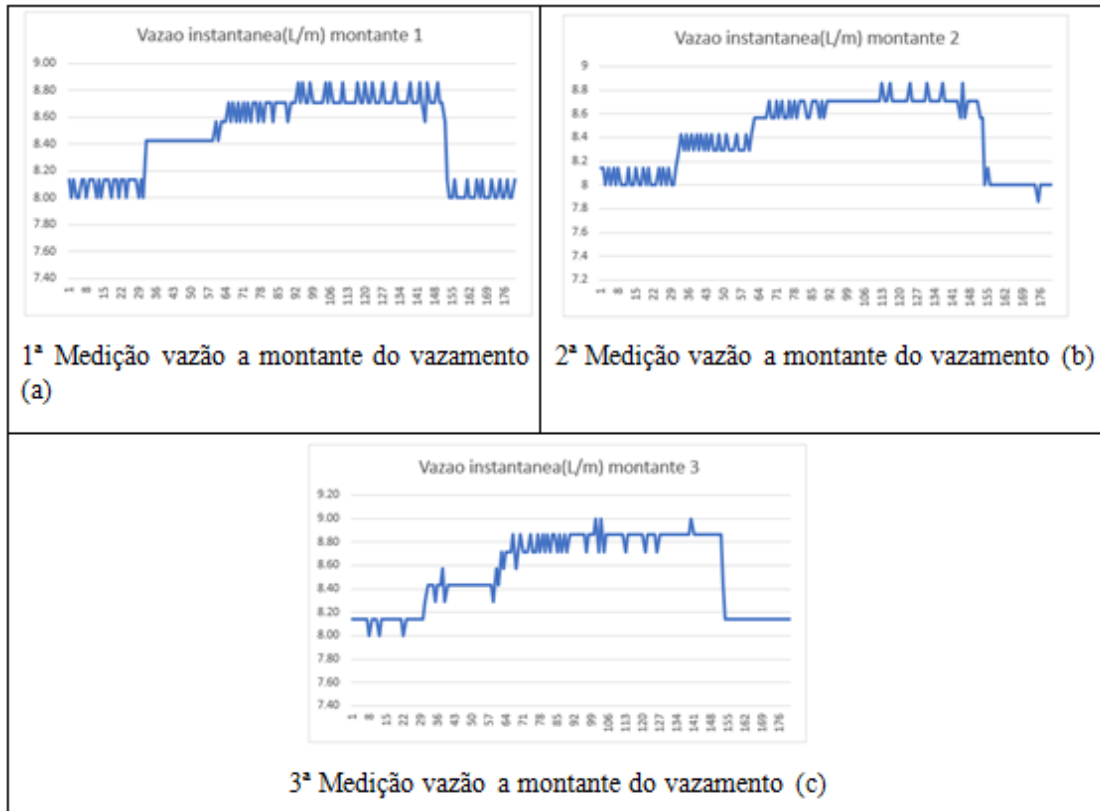


Figura 11 – Medições a montante relativos aos vazamentos: vazão a montante do vazamento (a), 2ª Medição vazão a montante do vazamento (b) e 3ª Medição vazão a montante do vazamento (c)

Para o sensor a jusante do vazamento, assim como no comportamento da vazão a montante, os gráficos se mantêm semelhantes para diferentes medições conforme mostra a figura 12. Pode-se verificar que no sensor a jusante, temos o comportamento de queda da vazão quando a torneira é aberta. É o comportamento que se espera devido à perda de água que ocorre durante o vazamento.

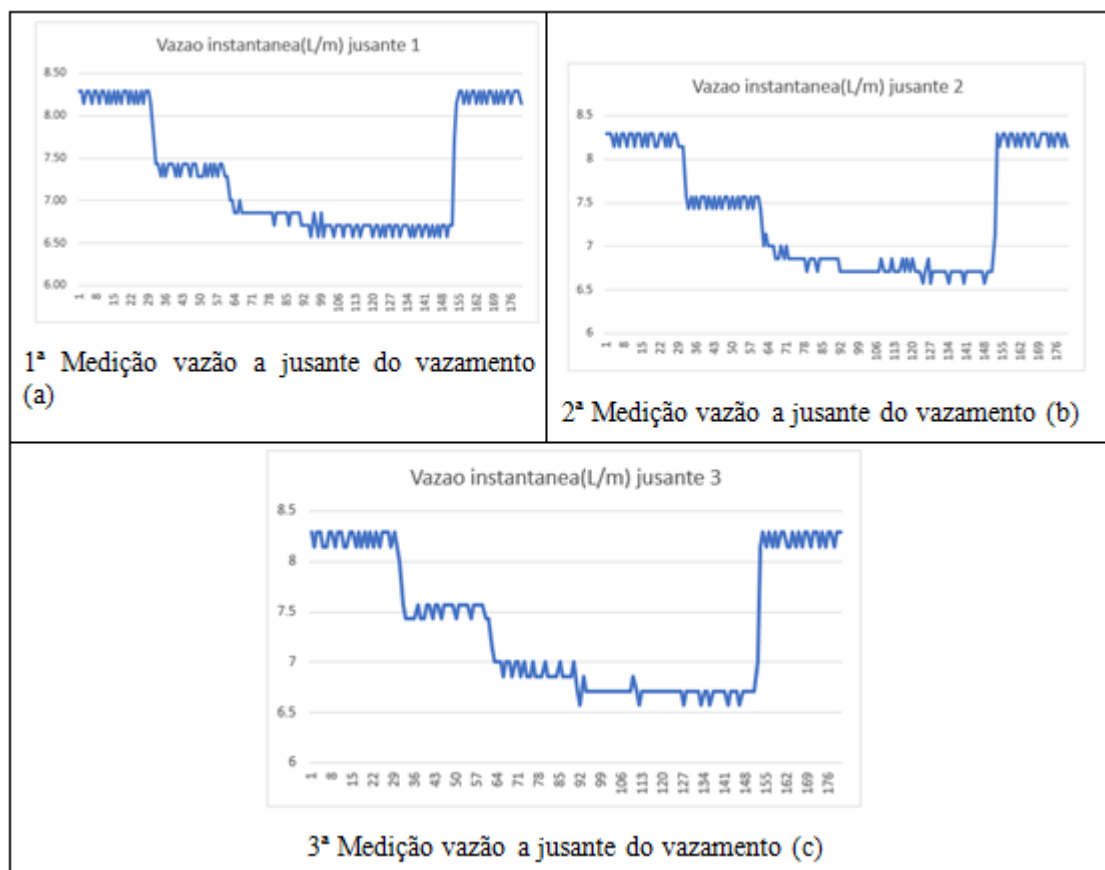


Figura 12 – Medições a jusante relativos aos vazamentos: vazão a jusante do vazamento (a), 2ª Medição vazão a jusante do vazamento (b) e 3ª Medição vazão a jusante do vazamento (c)

5. Considerações Finais

A água é essencial para a sobrevivência humana. Por esse motivo discussões sobre melhor gerenciamento dos recursos hídricos devem estar sempre em evidência. A necessidade de se aliar a tecnologia nesse gerenciamento se faz cada vez mais urgente. Somente assim será possível combater eficientemente as perdas de água decorrentes de vazamentos e ligações mal executadas ou clandestinas.

A diminuição dessas perdas implica em um aumento da eficiência, gerando maior faturamento para as empresas que realizam o serviço de distribuição de água tratada. Com o marco do saneamento aprovado e a privatização desse tipo de serviço, cada vez mais investimentos em pesquisa e em tecnologia serão feitos para ajudar nesse combate, pois somente assim uma empresa privada conseguirá atender as demandas e exigências impostas pelo governo.

Não somente para grandes empresas e grandes vazões esse trabalho busca fundamentar a necessidade de se gerir melhor a água. Condomínios e casas podem aproveitar e se basear na ideia deste estudo para verificar vazamentos, auditar contas de água e volumes medidos pelos hidrômetros e controlar gastos de água dos diversos aparelhos instalados em casa ou nas áreas comuns.

Com esse modelo em escala e uma aparelhagem simples, pode-se verificar que é possível obter gráficos que mostram o consumo total que passou pela tubulação, volume perdido e o comportamento de uma tubulação durante um vazamento.

O projeto possui potencial econômico e precisa de algumas melhorias para ser lançado no mercado. Uma conexão com a internet e a alimentação para funcionamento do arduino são os obstáculos a serem vencidos para que esse trabalho alcance seu potencial máximo.

Referências:

BRASIL. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2017*. Brasília, 2019. Disponível em: . Acesso em: 26 mar. 2019.

BRASIL. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2015*. Brasília, 2017. Disponível em: . Acesso em: 04 mar. 2019.

CONSELHO NACIONAL DA ÁGUA (Brasil). *Água no Planeta terra*. In: CONSELHO NACIONAL DA ÁGUA (RJ). **Água no Planeta terra**. Brasil, 2013. Disponível em: <https://conselhonacionaldaagua.weebly.com/aacutegua-no-planeta-terra.html>. Acesso em: 1 jun. 2021.

FLOP, Filipe. *O que é Arduino* (Online), 2021. Acessado em: 11/08/2021. Disponível na internet: <<http://blog.filipeflop.com/arduino/o-que-e-arduino.html>>.

OLIVEIRA, André L.F. *A utilização do Microcontrolador Arduino para Controle de computador de mesa a distância*. 2013, 80. Tese (Curso de pós-graduação lato sensu em engenharia de sistemas) – Escola Superior Aberta do Brasil – ESAB, Vila Velha – ES.

ROCHA, Cauã Barneze; FERREIRA, Henrique Simião; HEROSO, Leandro Ferreira; ZALESKI, Rafael Henrique. *Sistema de monitoramento de consumo de água doméstico com a utilização de um hidrômetro digital*. Curitiba, Paraná, 2014.