

Controlando o consumo de água através da Internet utilizando Arduino

Pedro Grosskopf¹, Leandro Correa Pykosz²

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Educação do Planalto Norte (CEPLAN)

²Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Educação do Planalto Norte (CEPLAN)

pedrogrosskopf@hotmail.com, leandro.pykosz@udesc.br

Resumo. *O artigo apresenta detalhadamente o desenvolvimento de um protótipo utilizando um microcontrolador Arduino em conjunto com módulos, shields, sensores e outros componentes com o objetivo de controlar e monitorar em tempo real o consumo de água em residências e também em processos nas industriais. O monitoramento e controle é realizado através de uma plataforma web onde é possível desenvolver relatórios, configurar alertas e também bloquear ou liberar o abastecimento. Utilizando o aparelho com a plataforma web é possível acompanhar em tempo real o consumo, diminuir desperdícios, otimizar processos e incentivar o uso consciente deste recurso natural cada vez mais escasso.*

Abstract. *The article presents in detail the development of a prototype using an Arduino microcontroller with modules, shields, sensors and other components with the objective of control and monitor real time consumption of water in homes and as industrial processes. Monitoring and control is done with a web platform where it's possible to do reports, configure alerts and block or release the supply. Using the device with the web platform it's possible to monitor consumption in real time, reduce waste, optimize processes and encourage the conscious use of this increasingly scarce natural resource.*

1. Introdução

O termo IOT que significa em inglês *Internet of Thing* ou em português internet das Coisas representa a possibilidade de os usuários interagir com aparelhos eletrônicos enviando ou recebendo comandos. Segundo [Oliveira 2017] a IOT é ainda mais ampla, pois, não possibilita apenas ligar ou desligar aparelhos mais sim torna-los inteligentes, com a capacidade de coletar e processar informações dos ambientes ou das redes as quais estão conectadas.

A IOT também ajuda a sociedade a ter atitudes mais sustentáveis, pois, possibilita otimizar e eliminar desperdícios. Partindo deste princípio o presente trabalho implementa conceitos de IOT para controlar o consumo de água.

Apesar dos recursos hídricos naturais continuarem os mesmos, segundo o censo demográfico realizado em 2010 tem aumentado o número de pessoas no Brasil [IBGE 2010] e também os hábitos de consumo, ou seja, é preciso que a população tenha ciência

sobre a necessidade de mudança de hábitos de consumo para que todos possam utilizar deste recurso natural.

1.1. Justificativa e Objetivos

Ainda hoje são poucos os projetos utilizando IOT que visam o uso consciente da água principalmente no Brasil, talvez porque ele é um país com abundância deste recurso ou por falta de políticas públicas eficientes ou também por falta de comprometimento da população.

Este artigo continua a trabalho “Monitoramento do consumo de água utilizando ferramenta *open source*” [Grosskopf 2016], visa otimizar o monitoramento e controle de água consumido e pretende incentivar o uso consciente com maior controle do volume utilizado e permitindo acompanhamento em tempo real de hábitos de consumo.

O protótipo permite coletar o volume consumido e também realizar o bloqueio da passagem de água caso necessário na ocorrência de sinistros. A coleta dos dados é feita periodicamente e enviada para um banco de dados onde é possível realizar análises destes dados. A partir destes dados são geradas informações sendo possível criar alertas, relatórios, perceber tendências de consumo e se necessário realizar o bloqueio do abastecimento de água até uma intervenção do usuário.

Através do artigo desenvolvido em 2016 “Monitoramento do consumo de água utilizando ferramenta *open source*” [Grosskopf 2016], constatou-se algumas melhorias possíveis no projeto como, por exemplo, adicionar um módulo *Real Time Clock* para gravar com precisão a hora da coleta, adicionar uma válvula solenoide para realizar o controle do abastecimento deixando-o mais robusto, funcional e viável.

Para alcançar os objetivos do projeto foram utilizados conceitos sobre equipamentos para medição e controle, automação e eletrônica vinculados com ferramentas de programação em C, PHP e banco de dados MYSQL. No seu desenvolvimento foi utilizada uma placa de automação do modelo Arduino UNO em conjunto com sensores, válvulas e outros componentes interligados que possibilitaram obter as funcionalidades especificadas ao projeto.

2. Fundamentação teórica

Segundo a ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental) já é uma preocupação nacional debater a gestão operacional dos sistemas de distribuição de água com relação à eficiência do abastecimento. Segundo o levantamento realizado pelo Serviço Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) ano 2014, os índices de perdas estão acima de 37% em várias grandes cidades do Brasil. Estes números são alarmantes se nós considerarmos que quase a metade da água produzida e tratada é desperdiçada dia e noite. São imensos volumes de água mesmo onde comunidades inteiras padecem com estiagens ou necessitam fazer racionamentos periódicos.

Conforme definição da NBR 8009/97 as empresas de saneamento utilizam o Hidrômetro para medir o consumo de água, ele é um instrumento destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa. Ele realiza a apuração do montante consumido em um determinado período e permite gerar uma cobrança justa ao

consumidor. A coleta dos dados de consumo é realizada manualmente, necessitando ir até o local onde o instrumento está instalado.

A IOT possibilita que objetos cotidianos tenham conectividade com a rede permitindo que enviem e recebam dados [Ashton 2016]. Ela está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas e busca conectar itens usados no dia a dia a rede mundial de computadores visando melhorar a acessibilidade, gerenciamento e praticidade, exemplo disso são eletrodomésticos como geladeiras, lavadoras, também meios de transportes sistemas de multimídia de carros, smartphones e computadores. A conectividade serve para que os objetos possam ficar mais eficientes ou receber atributos complementares ou antever situações.

2.1 Protótipo

O Arduino que é uma plataforma de desenvolvimento de sistemas embarcados de baixo custo e *open source* [Oliveira 2017]. Ele foi desenvolvido para tornar mais acessível a utilização da eletrônica em projetos multidisciplinares. Sua programação é realizada em C e existem diversos modelos disponíveis no mercado.

Para desenvolver projetos relacionados a IOT, é comum ver placas Arduino utilizadas em conjunto com *shields* e bibliotecas de *softwares* para estender suas funcionalidades [Evans, Noble, Hochenbaum 2013] e proporcionar maior versatilidade e simplicidade para os projetos. *Shields* são placas de circuito que podem ser conectadas ao Arduino possibilitando expandir sua capacidade e funcionalidade.

Além de *shields* também existem sensores que podem ser utilizados com Arduino, por exemplo, sensores de fluxo de água que tem seu funcionamento simples. Em sua estrutura há uma válvula em formato de catavento com um ímã acoplado que trabalha em conjunto com um sensor *hall* para enviar sinal PWM, com base nestes pulsos e levando em consideração o diâmetro do componente é possível mensurar a vazão de água.

Outro componente normalmente utilizado em projetos IOT é a válvula solenoide um mecanismo eletrônico que permite realizar o bloqueio ou liberação da passagem de água, ela pode ser aplicada em diversos tipos de projetos entre eles para automação residencial. A válvula solenoide para água possui internamente uma bobina cilíndrica e no momento que uma determinada corrente elétrica é conduzida pelos fios da bobina ela acaba gerando uma força no seu centro, força que possibilita o acionamento do embolo que possui na parte interna responsável pela abertura e fechamento do sistema. Normalmente ela fica fechada e se for energizada ela se abre. Geralmente com a válvula é utilizado um módulo relé que serve para chavear a passagem de energia possibilitado abrir ou fechar o componente.

3. Metodologia

Neste artigo são apresentadas as seguintes questões:

- No mercado existem equipamentos que possam alertar aos consumidores antecipadamente sobre sinistros que causem desperdícios de água?

- Existem equipamentos que permitam controlar o bloqueio da passagem de água em um dispositivo em tempo real e através da internet utilizando conceitos de IOT?
- Quais melhorias são possíveis com a coleta dos dados de consumo realizada em tempo real?
- Quais processos podem ser otimizados e adaptados com possibilidade de fazer bloqueio e liberação da passagem de água?
- Qual a forma de conexão do equipamento (via cabo ou *wireless*) para enviar os dados para banco de dados?
- Para empresas que utilizam água em seus processos de produção, quais melhorias seriam possíveis, poderia gerar redução de custos de produção?

Visando desenvolver este sistema (protótipo e plataforma *web*) foram realizados estudos sobre conceitos de bancos de dados, tipos de comunicação, eletrônica, desenvolvimento *web*, processamento de dados e análise do funcionamento dos Hidrômetros Analógicos.

Este artigo usa como base o projeto “Hidrômetro digital com transmissão de dados via internet” feito por Edner Moya Requena Junior, Edmaicon Alexandro Coutinho e Luiz Henry Monken e Silva e publicado na VII Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica da UNICESUMAR (Centro Universitário de Maringá) tem como foco principal desenvolver um hidrômetro digital e utiliza placa Arduino em conjunto com sensor de fluxo de água.

As especificações deste projeto estão mencionadas a seguir:

A) O protótipo realiza a coleta do consumo a cada intervalo de 1 minuto e envia para o SGBD através da internet;

B) Para pegar o horário exato da coleta o protótipo possui um módulo Real Time Clock que possibilita enviar a hora exata da coleta.

C) O total coletado em cada intervalo é zerado após ser enviado ao SGBD para não esgotar a memória do equipamento.

D) O protótipo possui uma válvula de solenoide que permite controlar a passagem de água.

E) O protótipo também utiliza uma Ethernet Shield configurada como servidor que permite enviar e receber comandos ao Arduino.

F) Os dados coletados são processados e transformados em informações auxiliando em processos de tomadas de decisões.

O projeto possui 2 fases distintas e com importante relevância, a primeira consiste em montar o protótipo adicionando todos os componentes e programando todas as suas funções e a segunda criar uma plataforma web que possibilite transformar os dados coletados em informações.

Para montagem do protótipo foi realizado um estudo minucioso dos componentes utilizados, muitos deles possuem particularidades como a necessidade de bibliotecas específicas como é o caso do sensor de fluxo de água, a placa Ethernet Shield e o Real Time Clock RTC ou necessita converter o sinal recebido em dados relevantes como é o caso do sensor de fluxo de água.

Para desenvolver o protótipo foram utilizados os componentes descritos a seguir na Tabela 1. Estes componentes podem ser facilmente adquiridos em lojas de componentes eletrônicos.

Tabela 1 - Componentes

Componente	Modelo
Placa arduino + usb	Arduino UNO R3
Protoboard	400 pontos
Sensor fluxo água 1/2	FS300A
Fonte externa	9 V e 1.0A
Placa ethernet	Shield Ethernet W5100
Válvula Solenoide	
Fonte p/ Protoboard	-
Real Time Clock RTC	DS1307
Módulo Relé	-

A montagem dos componentes utilizados e suas respectivas ligações estão apresentados na Figura 1, para que seja possível compreender melhor o protótipo desenvolvido e a forma como eles estão interligados.

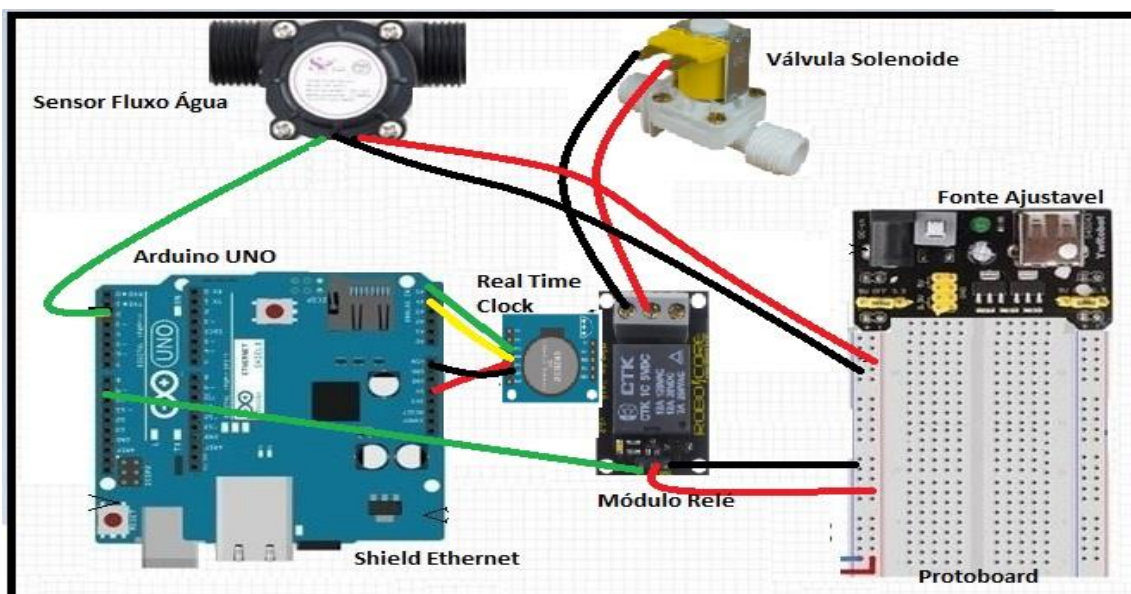


Figura 1 - Esquema do projeto

3.1. Quanto as funcionalidades

A Shield Ethernet pode ser configurada como cliente ou servidor, neste trabalho ela foi configurada como servidor, permitindo ter interação com o protótipo. É possível acessar o link através de rede local <http://192.168.1.150:8080> por um navegador, onde é possível acompanhar o que está sendo consumido em tempo real.

O protótipo também realiza a coleta dos dados de consumo contabilizados pelo Arduino através do método GET do PHP. Este método [Dall’oglio 2015] transfere os

dados do formulário através da URL, ou seja, os valores coletados passam por um link para uma página PHP e ela faz a conexão ao banco de dados e posteriormente grava os valores na base de dados.

Na primeira versão deste protótipo [Grosskopf 2016] os dados de data e hora da coleta eram pegos diretamente do servidor de banco de dados, nesta versão existem um módulo Real Time Clock adicionado ao Arduino que fornece estes dados e torna estas informações mais exatas e confiáveis.

O sensor de fluxo de água realiza a coleta de pulsos para contabilizar o consumo, posteriormente é preciso realizar cálculos utilizando um fator de calibração que vai variar dependendo da capacidade de cada sensor para transformar os valores em consumo mililitros ou litros. O sensor utilizado no projeto possui diâmetro 1/2, neste caso o fator de calibração usado é 5,5, este valor significa o número de pulsos emitidos pelo sensor durante um período. Para se obter a quantidade em litros precisa multiplicar o total coletado no período configurado por 5.5.

A plataforma web desenvolvida para apresentar as informações de consumo, criar alertas e relatórios utiliza PHP com CSS, JavaScript, HTML e o banco de dados é MySQL. Nesta versão para geração dos gráficos nos relatórios não é utilizado a biblioteca Fuscharts em conjunto com PHP e sim o Google Charts. O Fusioncharts não possui atualizações a anos, utiliza a tecnologia Adobe Flash que foi descontinuada pelos navegadores e também não se ajusta automaticamente as resoluções de tela.

Já o Google Charts é uma ferramenta para construção de gráficos utilizando linguagem JavaScript Charts, com ele é possível criar gráficos, exportar dados, integrar com ferramentas do Google Drive e criar consultas dinâmicas dos dados. Outra vantagem do Charts é que ele se ajusta automaticamente as resoluções de tela.

A plataforma *web* permite criar alertas de desvios de consumo e também realizar com base em parâmetros pré-definidos a tomada de decisão quando entender que o consumo de água não está normal, ele consegue enviar um comando para o Arduino bloqueando a passagem de água.

Outra funcionalidade do sistema é encaminhar via e-mail relatórios de consumo ou alertas sobre desvios, deixando os responsáveis informados dos seus gastos. Para isso basta configurar o recebimento de e-mail no painel de configurações do sistema.

No sistema existe a possibilidade de configurar horários e dias da semana que o consumo de água é liberado ou não, por exemplo, considerando que o usuário trabalha no período de 07:00 até 17:00 de segunda a sexta, é possível configurar para que durante este período o abastecimento seja bloqueado, esta funcionalidade é útil principalmente para evitar sinistro como vazamentos ou esquecimentos.

4. Validações e Resultados

O principal intuito deste trabalho é despertar o meio acadêmico para desenvolver aparatos que ajudem a diminuir os desperdícios de água nos processos existentes nas residências e também nas indústrias utilizando conceitos de IOT, componentes de baixo custo e linguagens de programação.

Os índices de incertezas do equipamento foram verificados através da contabilização de 5 litros de água em um recipiente por 20 vezes, o total contabilizado

pelo sensor de fluxo de água nas 20 vezes foi relacionado com o total real posto as 20 vezes no recipiente obtendo uma porcentagem de acerto do equipamento. Estes dados coletados estão apresentados graficamente na Figura 2.

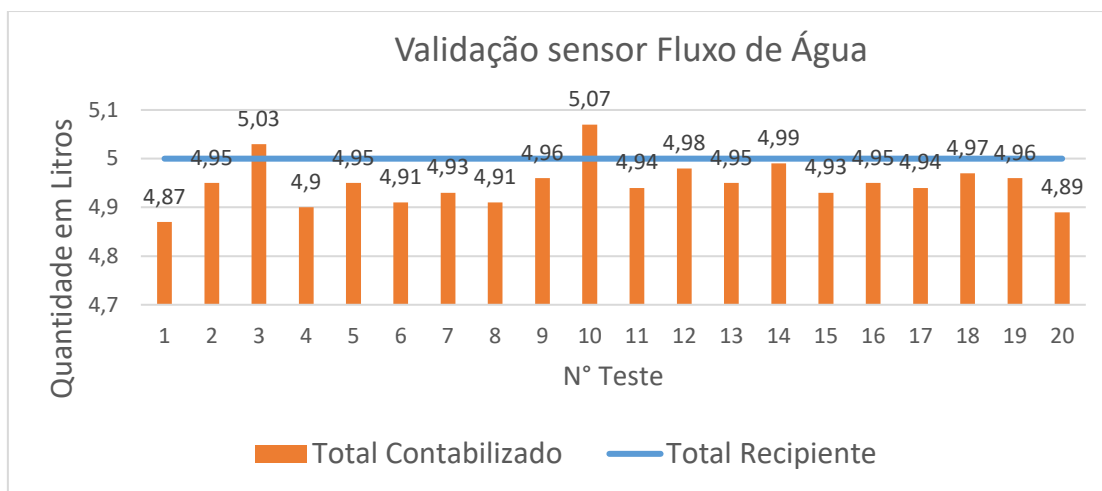


Figura 2- Validação sensor fluxo água

O total armazenado no recipiente nas 20 vezes foi 100 litros e o total contabilizado pelo sensor de fluxo de água foi de 98,98 litros ou seja a porcentagem de acerto é de 98,98%. Para realizar estes tipos de testes é importante levar em consideração a pressão presente na rede de água, esta pressão vai variar de acordo com a altura ou distâncias das tubulações.

Para testar o equipamento foi instalado na entrada de água de uma residência, juntamente com o Hidrômetro instalado pela empresa de saneamento. No protótipo instalado na residência foram configurados horários pré-definidos para liberação do abastecimento e acompanhado durante um período de 2 semanas conforme Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Horários abastecimento bloqueado

Horário	00:01 - 06:00	06:01 - 07:00	07:01 - 12:00	12:01 - 13:00	13:01 - 17:00	17:01 - 00:00
Dia semana						
Domingo	Bloqueado	Bloqueado	Liberado	Liberado	Liberado	Liberado
Segunda-Feira	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado
Terça-Feira	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado
Quarta-Feira	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado
Quinta-Feira	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado
Sexta-Feira	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado	Bloqueado	Liberado
Sábado	Bloqueado	Bloqueado	Liberado	Liberado	Bloqueado	Liberado

Apesar dos bloqueios a residência possuía caixa de água, em situações excepcionais não ficaria sem abastecimento em curto prazo. O aparelho não possui bateria para alimentação em caso de falta de energia elétrica. Os agendamentos funcionaram e nos períodos definidos não teve consumo contabilizado.

Também foram desenvolvidos gráficos possibilitando acompanhar os consumos por períodos como horas, dias de semana, semanas e meses. O gráfico da Figura 3 apresenta o gasto durante um período de 10 dias exemplificando os gráficos desenvolvidos. O consumo verificado no Hidrômetro durante este período foi similar ao contabilizado pelo sensor de fluxo de água.

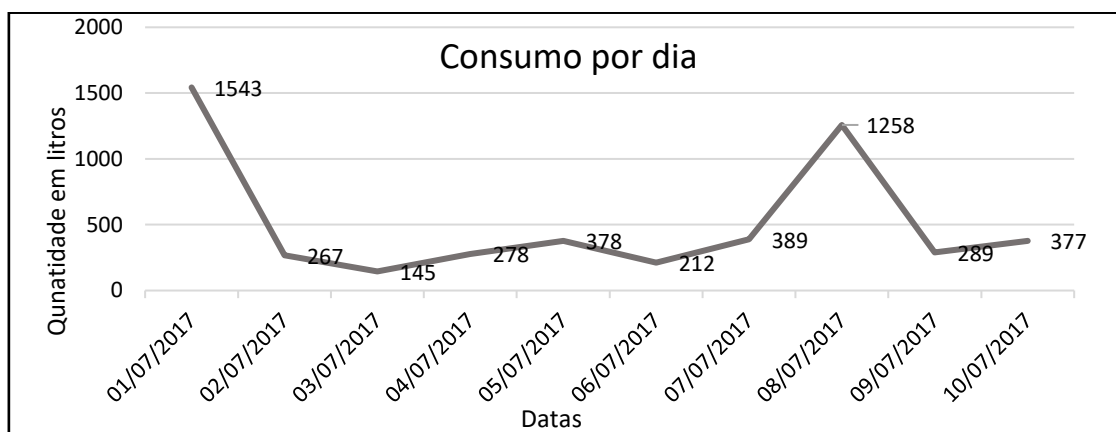


Figura 3 - Gráfico consumo de água durante 10 dias

O sistema permite criar alertas previamente configurados aos usuários e enviá-los por e-mail a usuários cadastrados. O objetivo desta função é alertar rapidamente os usuários em casos de sinistros ou consumos excessivos. Além de alertas é possível programar o envio de e-mails periodicamente em forma gráfica em pdf ou como arquivos .csv para posterior tratamento.

5. Contribuições científicas e tecnológicas

A modernização dos parques industriais visando a competitividade com base na redução de custos e aumento da qualidade deu origem a um conjunto de técnicas e procedimentos chamados de automação [Rosario 2009]. O presente trabalho trata-se de uma ideia de automação para melhorar o monitoramento e controle dos gastos com água em residências ou em processos industriais possibilitando ter informações de consumo em tempo real acessíveis através da rede.

Despertar o interesse de acadêmicos sobre o assunto para que realizarem novas pesquisas científicas é indispensável e de grande importância na vida acadêmica [Ciribelli 2003]. A partir deste protótipo é possível criar muitos outros projetos relacionados a controle e monitoramento de líquidos em inúmeros processos e situações específicas.

5.1. Projetos futuros

Para aumentar a aplicabilidade do projeto, fazer com que o protótipo se comunique utilizando a tecnologia de rede *mesh* (permitir que vários pontos *mesh wireless* se conversem entre si compartilhando acesso à internet) traria grande diferencial e também reduziria os custos de conexão para utilizar aparelho.

Outra melhoria simples no aparelho é adicionar uma bateria para quando ocorrer falta de energia o aparelho continue funcionando ao menos um determinado tempo.

Motivado pelos testes realizados e pelas funcionalidades possíveis na montagem do protótipo tem-se a ideia de desenvolver um aparelho com base no protótipo para ser comercializado em larga escala. Hoje no mercado não existe algo similar a venda e demonstra a possibilidade de inserir ele no mercado principalmente se forem frisadas as vantagens possíveis através do uso do aparelho.

Caso o aparelho seja viável em um segundo estágio é possível firmar parcerias com empresas de abastecimento e saneamento para utilizar o aparelho em seus processos. A possibilidade de monitorar em tempo real e controlar o abastecimento abre um leque de opções para empresas de abastecimento automatizar processos como leitura, corte e religação e também controlar melhor a sua produção e índices de perda.

6. Considerações finais

Tem-se a impressão que apenas projetos com alto grau de complexidade podem trazer resultados relevantes a sociedade, através deste vemos que existem inúmeras situações cotidianas que podem ser melhoradas com atitudes simples, corriqueiras, mas que por falta de atenção ou motivação podem passar despercebidas. A sociedade fomenta por pessoas engajadas em fazer a diferença, empreendedoras que visualizem um problema e vejam nele uma oportunidade de realizar alguma melhoria ou mudança.

Realizar projeto utilizando de Arduino era algo complexo e moroso até alguns anos atrás, no entanto hoje existem inúmeros canais como sites, livros e redes sociais que disponibilizam tutoriais, exemplos práticos e bibliotecas para auxiliar e tornar o conhecimento deste assunto disponível a todos que tiverem interesse.

No desenvolvimento deste trabalho tivemos os objetivos principais atendidos, foi possível adicionar as funcionalidades esperadas e despertou melhorias a serem implementadas. O trabalho também despertou várias possibilidades de utilização desta ferramenta em outras aplicações e em situações mais específicas como por exemplo controlar o consumo de líquidos em processos industriais.

6.1. Impactos no mercado e na sociedade

Transformar este protótipo em produto pode trazer inúmeros impactos para a sociedade, por exemplo para empresas é possível diminuir custos de produção, reduzir o consumo de água nos seus processos, torna-las mais competitivas e conscientes.

Quanto à questão ambiental do produto, controlar em tempo real o consumo pode tornar a sociedade em geral mais consciente e ser mais cuidadosa ao realizar certas tarefas que consomem muita água, sem contar que resulta também em redução de gastos financeiros.

A utilização deste aparelho por empresas de saneamento pode mudar a forma em que são executados alguns de seus processos, a possibilidade de leitura automática, corte e religação através da internet e o acompanhamento em tempo real do consumo podem trazer reduções de custos e a diminuição das perdas.

Referências bibliográficas

- ABES - Associação Brasileira De Engenharia Sanitária E Ambiental (2013). Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). ABNT NBR 8009:1997.
- Ashton, Kevin (2016). A história secreta da criatividade: Descubra como nascem as ideias que podem mudar o mundo. Tradução Alves Calado, 1. Ed Rio de Janeiro: Sextante.
- Ciribelli, Marilda Corrêa (2003). Como elaborar uma dissertação de mestrado através da pesquisa científica. 7letras. Rio de Janeiro.
- Dall’oglio, Pablo (2015). PHP Programando com Orientação a Objetos. São Paulo: Novatec.
- Evans, Martin; Noble, Joshua; Hochenbaum, Jordan (2013). Arduino em Ação. São Paulo: Novatec.
- Grosskopf, Pedro (2016); Monitoramento do consumo de água utilizando ferramenta open source”, São Bento do Sul, Iº Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia.
- IBGE, 2010. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> Acesso em 09-2017.
- Junior, Edner M. R.; Coutinho, Edmaicon A.; Silva, Luiz H. M. e. (2013). Hidrômetro Digital com Transmissão de Dados via Internet. Disponível em: http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/EDNER_MOYA_REQ_UENA_JUNIOR%20.pdf. Acesso em: 09-2017.
- McRoberts, Michael (2015). Arduino. Básico - 2ª Ed. São Paulo: Novatec.
- Oliveira, Sergio (2017). Internet das coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry PI. São Paulo: Novatec.
- Rosario, João Maurício (2009); Automação industrial. São Paulo: Barauna.
- Sebrae (2015). Automatizar os processos de uma empresa é uma boa prática. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/automatizar-os-processos-de-uma-empresa-e-uma-boa-pratica,0e94a5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em 09-2017.
- SNIS 2014 - Serviço Nacional de Informações Sobre Saneamento (2014). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2014.