

## **Monitoramento do consumo de água utilizando ferramenta *open source***

**Pedro Grosskopf<sup>1</sup>, Leandro Correa Pykosz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)  
Centro de Educação do Planalto Norte (CEPLAN)

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

**Resumo.** *Esse trabalho propõe o desenvolvimento de um protótipo automatizado visando monitorar o consumo de água nos consumidores, possibilitando ter informações em tempo real sobre a quantidade de água consumida. O monitoramento é realizado através de sensores ligados a um microcontrolador Arduino, este por sua vez se comunica com a Internet e envia os dados coletados periodicamente para uma base de dados. Para apresentar estes dados foi desenvolvida uma aplicação web contendo relatórios por períodos em forma de gráficos e alertas de consumo. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um protótipo que poderia trabalhar em conjunto com os hidrômetros analógicos atualmente instalados nas residências dos clientes.*

**Abstract.** *This work proposes the development of a prototype automated to monitor the water consumption in the consumer, allowing to have real-time information about the amount of water consumed. The monitoring is performed by sensors connected to a microcontroller Arduino, this in turn communicates with the Internet and sends the collected data periodically to a database. To display this data was developed a web application containing reports for periods in the form of graphics and consumer alerts. This article presents the development of a prototype that could work together with the analog water meters currently installed in customers' homes.*

### **1. Introdução**

A sociedade hoje enfrenta a escassez de recursos hídricos, potencializada pelo crescimento do seu uso na agricultura, poluição, aumento do uso em processos da indústria e o consumo em residências. Segundo [Aito 2007] a população do nosso planeta cresceu três vezes no século XX e o consumo de água aumentou seis vezes, informação que alerta sobre a necessidade de conscientização.

O uso consciente aliado com estratégias de melhoria em processos que utilizam água e a redução do desperdício são ações que podem ser tomadas por toda a sociedade com intuito de minimizar a escassez de água.

Considerando o processo existente leitura de consumo, vemos que empresas prestadoras de serviço de abastecimento não possuem coleta das informações de consumo atualizadas em tempo real no consumidor. Esse processo é realizado de forma manual com a visita de um colaborador da empresa.

Segundo o [Sebrae 2015] a automação de processos traz às empresas ganhos de significativos de produtividade, com a leitura realizada automaticamente no consumidor, é possível melhorar alguns processos existentes nas empresas de saneamento e também constatar de forma mais rápida e eficiente vazamentos ou até mesmo problemas de falta de água e inconsistências de dados.

Os dados coletados em tempo real, podem ser usados pelos sistemas das empresas de saneamento ou até mesmo por aplicações *web*, desenvolvidas e disponibilizadas aos consumidores para que consigam acompanhar de forma ativa e mais detalhada seus gastos, também é possível desenvolver alertas em casos como vazamentos ou falta de água.

### **1.1. Justificativa**

A justificativa deste estudo fundamenta-se na contínua busca de práticas, ferramentas e métodos que ajudem a monitorar em tempo real de forma eficiente o uso dos recursos hídricos nos consumidores.

Esta melhoria pode trazer inúmeras vantagens para consumidores e para empresas prestadoras de serviço de saneamento, uma vez que possibilita melhorar serviços, processos das empresas e também pode fornecer informações úteis aos clientes.

### **1.2. Objetivos**

Este artigo propõe desenvolver um protótipo automatizado que auxilie e trabalhe em conjunto com os hidrômetros analógicos que são instalados nas residências dos consumidores a fim de melhorar o monitoramento do consumo, aumentando a frequência de coleta. Hoje a coleta é realizada uma vez ao mês e pode ser realizada em tempo real com a implantação protótipo.

Este protótipo pretende coletar o consumo de água e enviar periodicamente para um banco de dados na Internet, permitindo usar estes dados para criar relatórios ou alertas sobre consumo.

Buscando desenvolver o protótipo foram feitas pesquisas sobre história da água, equipamentos de medição e controle, automação, eletrônica, programação em C, PHP e MYSQL. Posteriormente foi desenvolvido um protótipo usando Arduino e outros componentes eletrônicos de baixo custo. Depois teve a fase de desenvolvimento de uma aplicação *web* para armazenar os dados coletados e gerar relatórios ou alertas. Para finalizar foram realizados testes de funcionamento e eficiência do protótipo e do *software* desenvolvido e concluído com a apresentação dos resultados e as considerações finais.

## **2. Fundamentação teórica**

Os altos índices de desperdício de água tratada estão entre os principais problemas que empresas de saneamento passam, segundo o relatório [Abes 2013], a média brasileira é de 40% do montante total tratado, existem empresas que este índice ultrapassa 60%. O documento ainda cita que a média mundial de perdas é de 35% segundo estudos do banco mundial.

Um importante instrumento usado pelas empresas de saneamento é o Hidrômetro que segundo definição da NBR 8009/97 é um instrumento destinado a indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa, ou seja, um equipamento utilizado para medir o consumo de água que passa por ele. Ele realiza a apuração do montante consumido em um determinado período e possibilita as empresas de abastecimento gerar uma cobrança justa ao consumidor.

Com base nisso, foram levantadas basicamente duas questões a serem abordadas, primeiramente que atualmente não existem no mercado ferramentas que possam alertar aos consumidores antecipadamente sobre possíveis problemas como vazamentos ou esquecimentos que causem desperdícios de água.

Outra questão abordada é a possível automatização do processo de leitura das residências, hoje é necessário um colaborador da empresa de saneamento visitar todas as residências para realizar esta tarefa, está não seria necessária caso existisse uma forma automatizada de coleta e envio de dados para uma base de dados periodicamente, ou seja, seria possível melhorar processos existentes.

O desenvolvimento desse protótipo teve base no funcionamento atual dos Hidrômetros analógicos instalados nos consumidores finais, conceitos de base de dados, meios de comunicações, eletrônica e aplicações *web*.

Para implementação deste protótipo foi utilizado um Arduino que é um microcontrolador de placa única, projetado para tornar mais acessível o processo de utilização da eletrônica em projetos multidisciplinares. Este *hardware* é um dispositivo *open source* [Mcroberts 2015].

### **3. Metodologia**

No meio acadêmico já existem trabalhos que tratam do desenvolvimento de protótipos utilizando sensores de fluxo de água com Arduino como o projeto “Hidrômetro digital com transmissão de dados via internet” desenvolvido 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) que tem como foco principal desenvolver um hidrômetro digital. Também existem aplicações *web* para apresentação de diversos relatórios, porém o objetivo deste trabalho é juntar estes dois conceitos visando monitorar o consumo de água nas residências dos consumidores.

Os requisitos e as especificações deste artigo foram definidos de forma simples levando em considerações suas limitações e visando à aplicabilidade do protótipo conforme abaixo:

- a) O sistema realiza a coleta do consumo a cada 1 minuto e envia para o SGBD através da Internet;
- b) O sistema necessita ficar ligado todo tempo que o registro de água estiver aberto para que o monitoramento gere dados confiáveis;

c) Em cada coleta o valor de consumo e horário atual são enviados a base de dados, a soma do volume é zerada no Arduino a cada coleta, o montante consumido em período maiores é obtido pela soma dos valores contidos na base de dados;

d) Aplicação *web* está disponível na Internet e apresenta os dados da forma mais fácil possível, para que qualquer usuário leigo possa entender as informações;

e) Aplicação *web* apresenta os dados na forma gráfica e gera alertas sobre desvios de consumo constatados.

O projeto dividiu-se em 2 partes importantes, desenvolvimento do protótipo automatizado utilizando *hardware* de baixo custo para coleta de dados e posteriormente desenvolvimento da aplicação *web* que tem por objetivo apresentar de forma gráfica os dados coletados e gerar alertas.

Os principais componentes eletrônicos utilizados bem como os custos de cada um foram apresentados na Tabela 1 com objetivo de demonstrar detalhadamente os itens utilizados e seus custos.

**Tabela 1 - Lista de Componentes**

| Componente          | Modelo                | Preço         |
|---------------------|-----------------------|---------------|
| Placa arduino + usb | Arduino UNO R3        | 57,72         |
| Protoboard          | 400 pontos            | 18,90         |
| Sensor fluxo água   | FS300A                | 64,90         |
| Fonte externa       | 9 V e 1.0A            | 19,90         |
| Placa ethernet      | Shield Ethernet W5100 | 69,90         |
| Sensor Temperatura  | DHT11                 | 14,90         |
| Fonte p/ Protoboard | -                     | 14,90         |
| <b>Total</b>        |                       | <b>261,12</b> |

A Figura 1 apresenta um esquema montado com todos os componentes utilizados e suas respectivas ligações para uma melhor compreensão sobre o protótipo desenvolvido e a forma como eles estão interligados.

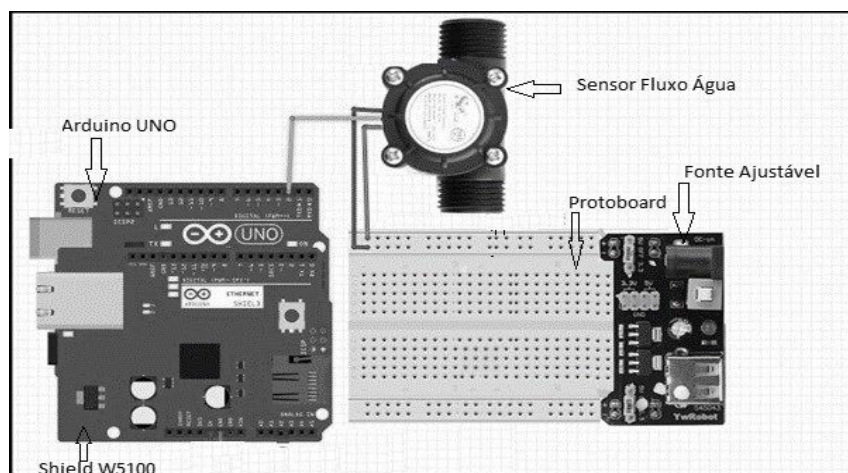


Figura 1 - Esquema do projeto

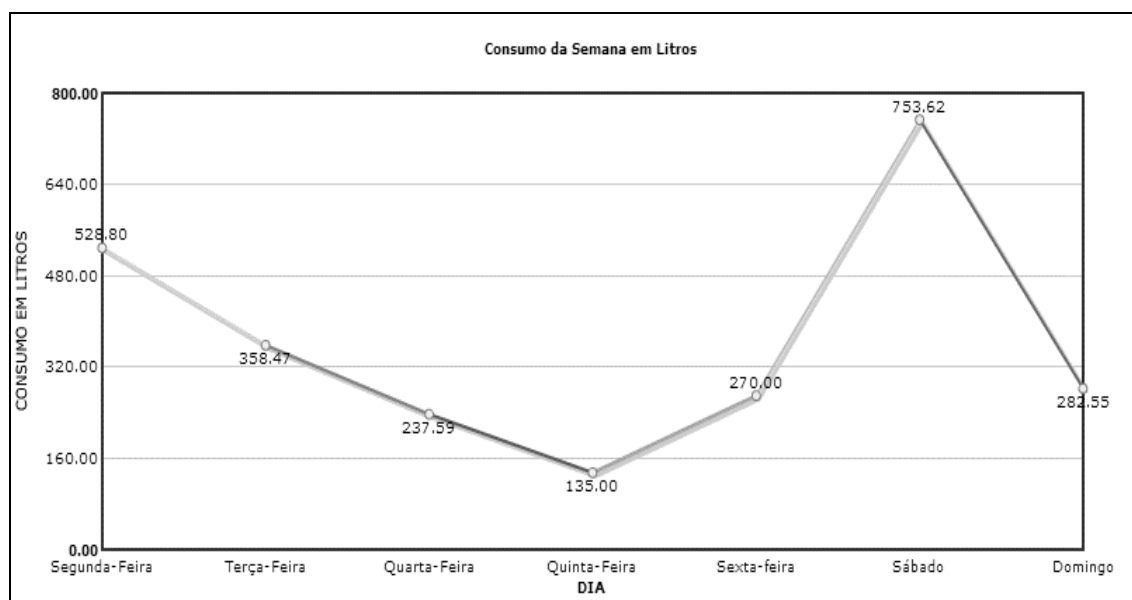
A coleta dos dados no Arduino utiliza o método GET do PHP, que segundo [Dall’oglio 2015] transfere os dados do formulário via URL, ou seja, os valores coletados passam através de um *link* para uma página PHP e ela faz a conexão ao banco de dados e posteriormente grava os valores na base de dados.

Para configurar o sensor de fluxo de água é necessário realizar cálculos utilizando um fator de calibração que vai variar dependendo da capacidade de cada sensor. O sensor utilizado no projeto possui diâmetro  $\frac{3}{4}$ , neste caso o fator de calibração usado foi 5,5, que significa o número de pulsos emitidos pelo sensor. Para se obter a quantidade em litros precisa multiplicar o total coletado no período configurado por 5.5.

A aplicação *web* se propõem em apresentar relatórios, visando proporcionar monitoramento sobre o volume consumido nas residências. Os relatórios criados permitem recuperar informações por hora, semana, mês ou por um período definido pelo usuário.

Está aplicação *web* desenvolvida utiliza linguagem de programação PHP, que segundo [Niederauer 2011] é uma das linguagens mais utilizadas na Internet. Ela é utilizada em conjunto com as linguagens CSS, *JavaScripts* e HTML e conecta com a base MySQL onde encontra-se os dados coletados. Buscando melhorar a interpretação dos relatórios eles foram apresentados em formatos de gráficos, utilizando a biblioteca *fusincharts* em conjunto com PHP.

Foram desenvolvidos vários relatórios, por exemplo o relatório semanal que apresenta o consumo dos últimos 7 dias especificados por dia da semana conforme apresentado na Figura 2 para exemplificar.



**Figura 2 - Relatório semanal de consumo**

Na aplicação *web* é possível personalizar alertas sobre desvios de consumo que são enviados por *e-mail* ao responsável através do endereço cadastrado. Também foi desenvolvida uma rotina no servidor para verificar se o protótipo está se comunicando com

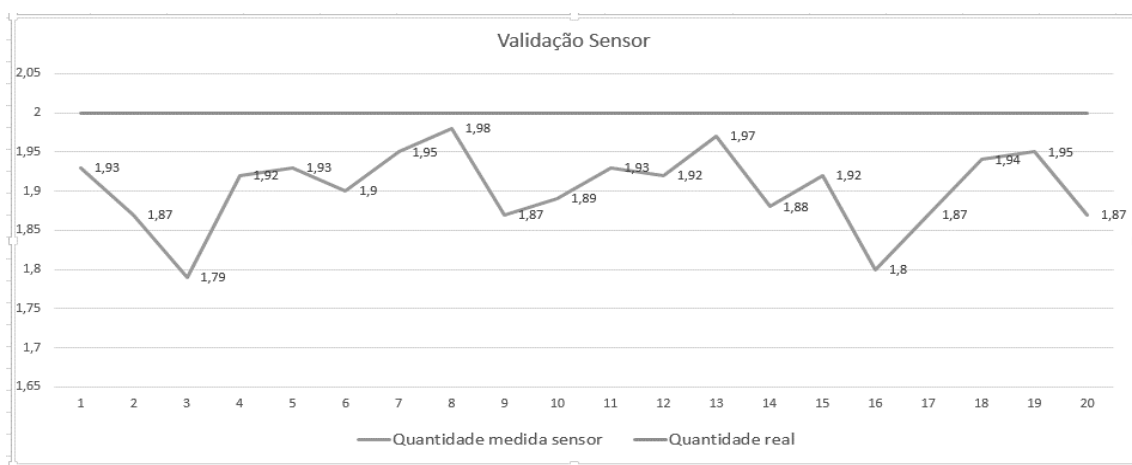
a base de dados, se a última coleta ultrapassou 15 minutos do horário atual um alerta é enviado por *e-mail* para o responsável.

#### 4. Validação e resultados

O equipamento foi instalado na entrada de água da residência, antes de todas as saídas de água, logo após o hidrômetro instalado pela empresa de saneamento procurando minimizar a possibilidade de inconsistência nos dados coletados pelo hidrômetro e pelo sensor de fluxo de água.

Para validação do protótipo foram executados testes, visando verificar os índices de incerteza e as margens de erros nas coletas dos dados de consumo para apresentar a viabilidade dos componentes escolhidos para o protótipo.

Foi utilizado um recipiente com capacidade de 2 Litros e posteriormente preenchido ele até chegar a capacidade total, depois foi coletada a quantidade que o sensor de fluxo de água contabilizou destes 2 litros. Este processo foi realizado por vinte vezes, depois de concluído foi encontrada a média de incerteza do equipamento. A porcentagem de acerto do protótipo foi de 95,5 %. Estes dados coletados estão apresentados graficamente na Figura 3.

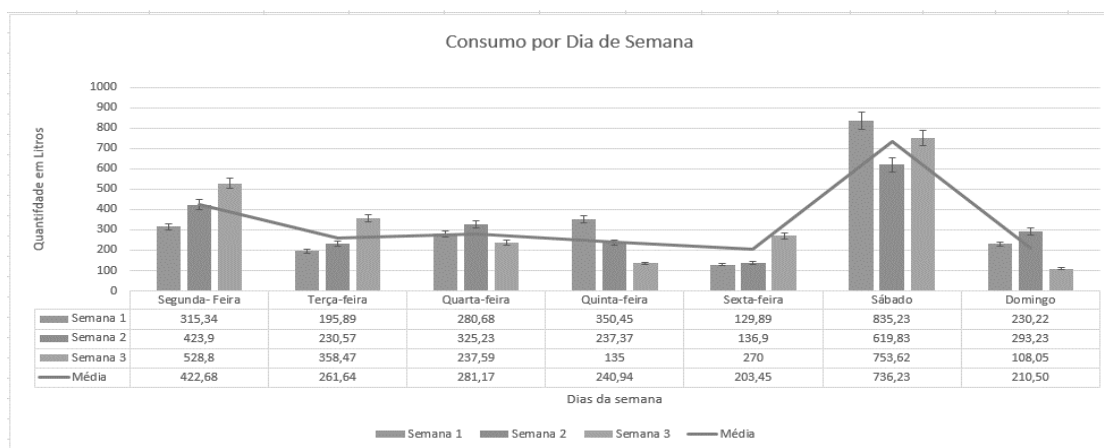


**Figura 3- Validação sensor fluxo Água**

Muitas vezes, somente a coleta de dados não justifica um projeto, é de suma importância realizar o tratamento dos dados coletados e gerar informações para serem disponibilizadas e analisadas. Seguindo este pensamento foi desenvolvido uma comparação dos dados coletados.

A comparação é realizada com os dados de consumo, separando por dia de semana com objetivo de verificar se o consumo é similar semanalmente. Para esta comparação foram utilizados os dados coletados durante três semanas seguidas, o período escolhido foi do dia 02-05-2016 até 22-05-2016. Os dados da coluna “Semana 1” são pertinentes ao período de 02-05-2016 até 08-05-2016, os dados da coluna “Semana 2” de 09-05-2016 até 15-05-2016 e os dados coluna “Semana 3” de 16-05-2016 até 22-05-2016.

A Figura 4 apresenta esta análise e esses dados são apresentados litros para facilitar a interpretação.



**Figura 4 - Gráfico consumo de água por semana**

O gráfico mostra que o consumo desta residência é similar nos mesmos dias da semana, isto acontece, pois, no local onde o protótipo foi instalado algumas tarefas da casa são realizadas geralmente nos mesmos dias da semana, por exemplo, lavar roupas é feito quase sempre aos sábados.

## 5. Contribuições científicas e tecnológicas

Não é exagero dizer que o aperfeiçoamento desta ideia, pode futuramente gerar um produto para que seja vendido em longa escala para empresas de saneamento, indústrias ou consumidores residenciais. Segundo [Montebeller 2006] a automação tem o papel de aperfeiçoar processos, aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos ou serviços. Esta ideia trata-se de uma automatização simples, mas que pode trazer inúmeros benefícios para os consumidores e também para empresas de saneamento.

Inúmeras dificuldades precisam ser enfrentadas, mas, como se trata de algo que visa melhorar processos existentes em todas as empresas de saneamento, torna-se algo desafiador e que encoraja dar os próximos passos.

### 5.1. Projetos futuros

A comunicação do Arduino com a base de dados foi realizada utilizando rede cabeada através de uma *shield*, esta comunicação pode ser realizada através da tecnologia *wireless*, possibilitando maior flexibilidade na instalação e dispensando a necessidade de cabo de rede entre o roteador e o Arduino.

O Arduino pode bloquear a passagem de água na tubulação caso constate consumo anormal depois de um determinado tempo com o uso de uma válvula solenoide. Para esta implementação a placa *ethernet* ou *wireless* conectado ao Arduino dever ser configurada com *server*, podendo enviar e receber dados. Esta melhoria pode ajudar em caso de

vazamentos, caso o usuário não esteja no local pode mandar um comando para o protótipo e ele bloquear a passar água até alguém consertar a tubulação.

O conceito de rede *mesh* é que uma conexão com a Internet é espalhada entre inúmeros pontos *mesh wireless* que "conversam" entre si para compartilhar esta conexão em uma área.

Analisando este conceito e aplicando neste projeto pode ser definido um ponto com conexão a Internet para uma rua ou quadra, este ponto e os outros equipamentos se comunicam entre si criando uma rede *mesh* e compartilhando a conexão com a Internet. Assim sendo necessário apenas um ponto com acesso à Internet para transmitir as informações de consumo para a base de dados e não ter em todos os pontos uma conexão com Internet ativa.

## **6. Considerações finais**

Este trabalho teve como principal objetivo, criar um protótipo para auxiliar a monitorar o consumo de água nos consumidores finais realizando a coleta dos dados de consumo periodicamente, assim permitindo gerar informações em tempo real sobre o consumo efetivo.

A implementação, os testes e a validação apresentaram resultados condizentes com os esperados e as conclusões conseguiram validar o que era almejado.

### **6.1. Principal inovação**

A viabilidade desse projeto pode trazer grande mudança na forma em que empresas de saneamento fazem leitura dos volumes gastos nos consumidores, tornando muito mais ágil e automático esses processos e permitindo maior controle dos volumes gastos e evitar desperdícios.

Hoje a leitura é realizada de forma manual com a necessidade de funcionários das empresas se deslocarem até os consumidores, com a automatização deste processo isso não seria mais necessário, poupando recursos humanos e materiais.

A redução da mão de obra necessária para estas empresas claramente é facilmente visível se as melhorias esperadas com o desenvolvimento deste protótipo, forem efetivadas. Com o processo de leitura realizado automaticamente as empresas poderiam diminuir o contingente de pessoal para executar esta tarefa, sendo necessário a visita nos clientes apenas em casos esporádicos como problemas de comunicação, substituição de componentes.

### **6.2. Impactos no mercado e na sociedade**

Com o produto originado deste protótipo empresas de saneamento teriam drásticas mudanças nos serviços de leitura ou corte de água em seus consumidores. Essas empresas teriam os custos de pessoal, deslocamento e estrutura reduzidos, pois, colaboradores não precisariam visitar todas as residências mensalmente para realizar a leitura e emitir as faturas, as visitas seriam focadas apenas em residências que os protótipos estivessem com



problema para manutenção. As faturas poderiam ser entregues via *e-mail* ou por correspondência a critério do consumidor.

Ao adicionar no protótipo uma válvula solenoide possibilitaria realizar também o serviço de corte e religação automaticamente por um sistema. Hoje após um mês de atraso da fatura, funcionários são deslocados para fechar o registro no cavalete e colocar uma fita avisando sobre o atraso de pagamento. Com um sistema vinculado ao protótipo seria possível o sistema executar a tarefa de corte por um comando direto da central da empresa e posteriormente a religação também caso o pagamento seja identificado.

Outra mudança remete a questão ambiental, com maiores possibilidades de monitorar o montante gasto, os consumidores podem ser mais conscientes e ter maior cuidado em fazer certas tarefas que consomem muita água, até mesmo porque isso implica em redução dos valores pagos as empresas de saneamento. Estes clientes vão saber exatamente quanto de água é gasto para lavar o carro, lavar roupas, etc. assim tendo gestão da sua conta e consumo.

### **Referências bibliográficas**

Abes - Associação Brasileira De Engenharia Sanitária E Ambiental (2013). Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água.

Mcroberts, Michael (2015). Arduino. Básico - 2ª Ed. São Paulo: Novatec.

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\\_REQUENA\\_JUNIOR%20.pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2013/oit_mostra/EDNER_MOYA_REQUENA_JUNIOR%20.pdf).

Aito, C.J.T (2007). Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Edipucrs. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=JvP4I454wuIC>.

Sebrae (2015). Automatizar os processos de uma empresa é uma boa prática. Disponíveis em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/automatizar-os-processos-de-uma-empresa-e-uma-boa-pratica,0e94a5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1997). ABNT NBR 8009:1997.

Dall'oglio, Pablo (2015). PHP Programando com Orientação a Objetos. São Paulo: Novatec.

Montebeller, S. J. (2006). Estudo sobre o emprego de dispositivos sem fios – wireless na automação do ar condicionado e de outros sistemas prediais. 2006. 130p. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Niederauer, Juliano (2011). Desenvolvendo Websites com PHP. 2.ed. São Paulo: Novatec.