

# PROTÓTIPO DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA IOT NA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS DE ÁGUA EM UM CONDOMÍNIO DE MANAUS.

## IOT TECHNOLOGY APPLICATION PROTOTYPE TO REDUCE WASTE WASTE IN A MANAUS CONDOMINIUM.

Jefferson da Silva Lira<sup>1</sup>

Tayana Jessie Suwa Mesquita de Souza<sup>2</sup>

### **Resumo**

*Pesquisas tecnológicas são realizadas de forma a contribuir para a preservação do meio ambiente. Desenvolveu-se um protótipo para automatização e monitoramento da caixa d'água de um condomínio objetivando evitar desperdícios. E a partir de uma placa micro controladora foi possível desenvolver um software para o controle de desperdício da água. Foram realizadas várias entradas de dados nos sensores do nível de água, afim de simular o rotineiro consumo de água. Os resultados demonstraram que o sistema desenvolvido apresentou vantagens como, por exemplo, baixo custo financeiro das placas e sensores, fácil manuseio e implementação, além de poder ser uma alternativa para a automatização de reservatórios de água em condomínios.*

**Palavras-Chave.** *Controle de água; Automação; Banco de dados.*

### **Abstract**

*Various Technology research are developed to help preserve the environment. The prototype was developed for automation and monitoring of the water reservoir of a condominium, in order to avoid the waste of water. From a micro controller board it was possible to develop a software for the control of waste of water. Several data inputs were made at sensors water levels to simulate routine water consumption. The results demonstrated that the developed system had benefits, such as low cost of plates and sensors, easy handling and implementation, and could be an alternative for the automation of water reservoirs in condominiums.*

**Keywords.** *Water control; Automation; Database.*

---

1 Programa de Pós-Graduação em Banco de Dados – FAMETRO, Amazonas – Brasil. jefferson.liraa@gmail.com

2 Professora Mestra do curso de Biotecnologia – Universidade Federal do Amazonas/Instituto de Saúde e Biotecnologia – Brasil. tayjsms@hotmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a necessidade mundial por água é em torno de 4.600 km<sup>3</sup> quilômetro cúbico ano, e calcula-se que irá aumentar de 20% a 30%, chegando a um volume de 5.500 e 6.000 km<sup>3</sup> ano até 2050 [BUREK, 2016].

Segundo Undesa (2017), a população mundial terá um aumento de 7,7 bilhões contra 9,4 e 10,2 bilhões no ano de 2017 a 2050. Mais da metade desse crescimento ocorrerá na África, com mais de 1,3 bilhão de habitantes, sendo que a Ásia cerca de 0,70 bilhão e precisará ocupar o segundo lugar em condições de desenvolvimento populacional.

O consumo de água cresce a cada dia mundialmente, em função do aumento populacional, desenvolvimento econômico e das alterações nos padrões de consumo. Entre diversas razões, o consumo de água no mundo aumentou em seis vezes no período de 100 anos [WADA, 2016].

O Brasil possui uma ampla diversificação climática em virtude de vários fatores como a configuração geográfica e considerado um dos países mais ricos em água doce do planeta. Com 12% das reservas de água do planeta o Brasil se torna um continente rico em abundância de água, com isso adota-se práticas como o gasto excedido e o desperdício de água derivados do mal-uso desse recurso. Essas práticas podem ser a nível industrial, comercial, residencial e agrícola [CAGNON, 2017].

É notório o desperdício de água e esse fator determina a causa de alguns problemas ambientais que o mundo está enfrentando nas últimas décadas. A ONU (2018), estabelece uma meta de consumo água diária por indivíduo de 0,11 m<sup>3</sup> chegando a 3,3 m<sup>3</sup> mensal de maneira que sua utilização seja feita de forma consciente. Preservar e utilizar a água de forma racional é um dos assuntos mais vigente na atualidade. Segundo Manaus Ambiental (2018), órgão responsável pelo tratamento e gestão de água e esgoto da cidade de Manaus-AM, a tarifa de consumo de água é variada (Tabela 1), e possui um custo por cada metro cubico (m<sup>3</sup>) de água consumido.

De acordo com o guia de economia de água para condomínios *eCycle* (2018), algumas medidas simples podem ser tomadas para evitar o desperdício

de água, uma delas não menos importante é a aplicação de campanhas de conscientização das pessoas, com distribuição de cartazes em locais estratégicos de condomínios e reuniões abordando esse tema. Todavia, muitos consumidores não têm noção de quanto gastam mensalmente, pois, muitas vezes, a conta de água está inclusa nas despesas de condomínio ou não possui uma estrutura com hidrômetros individuais. O manual de sustentabilidade condominial (2015), descreve que algumas aplicações em condomínios, como novos serviços, obras de edificações, acabam afetando, e muito, no desperdício de água, senão houver um plano de ação que intervenha na sua sustentabilidade.

**Tabela 1. Tarifas vigentes em Manaus por m<sup>3</sup> de consumo de água.**

<b>FAIXAS DE CONSUMO M<sup>3</sup></b>	<b>TARIFA ÁGUA (R\$/M<sup>3</sup>)</b>
<b>0 A 10</b>	3,274
<b>11 A 20</b>	6,345
<b>21 A 30</b>	9,686
<b>31 A 40</b>	13,195
<b>41 A 60</b>	15,233
<b>&gt;60</b>	17,358

Fonte: (adaptado Manaus Ambiental, 2018).

As normas técnicas brasileiras especificamente preveem que para os sistemas prediais hidráulicos as pressões estáticas máximas são de 2 mca (metros de coluna de água), em residências térreas e em edifícios é de até 40 mca. Dessa forma, para a condição de pressão máxima de 40 mca as vazões efetivas nos pontos de consumo acabam chegando até 15 vezes a mais que as vazões mínimas aceitáveis nesses pontos de saída. Logo, são extremamente excessivas e desnecessárias gerando desperdício e custos maiores. O protótipo a ser desenvolvido nesse artigo visa utilizar tecnologia embarcada em micro

controladores com o conceito IoT, que vem ganhando grande espaço nos últimos anos, de forma a reduzir os desperdícios de água e conseqüentemente obter uma redução na conta do consumidor no final do mês em um condomínio da cidade de Manaus/AM.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia adotada nesta pesquisa foi a bibliográfica. De acordo com Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado em livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos.

Posteriormente realizou-se uma pesquisa aplicada. Segundo Apolinário (2004), pesquisas aplicadas têm o objetivo de resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas. Resultando no protótipo da aplicação para produzir algo viável e prático.

Toda metodologia de pesquisa utilizada serviu como base de estudo prático sobre os assuntos abordados, com intuito de criar uma solução tecnológica para melhorar a vida das pessoas.

### **2.1. IoT- Internet das Coisas**

As coisas podem se conectar entre si, lâmpadas, geladeiras, máquinas de café e outros eletrodomésticos de uma residência. As coisas fornecem informações sobre seu funcionamento e o ambiente ao seu redor, conseqüentemente, podemos controlar esses equipamentos pela internet. Todas informações podem ser coletadas em tempo real e analisadas por sistemas preparados para uma interação amigável, disponível em servidores na nuvem e podem ser manipuladas executando uma determinada ação. O crescimento do IoT do inglês *Internet of Things*, descreve o grande e cada vez maior conjunto de dispositivos digitais conectados entre si, também chamados de dispositivos inteligentes que pode estar dentro de sua residência ou até mesmo em lugares remotos como plataformas de petróleo coletando dados climáticos e enviando

para uma central, atualmente chega na casa dos bilhões dispositivos IoT, esses equipamentos sensorizados podem enviar informações como exemplo: temperatura ambiente da residência, geladeira enviando notificação de quando precisa ser abastecida, controle de temperatura da Água do chuveiro, lâmpadas que acendem por comandos de voz e entre outras milhares de soluções que podem ser implementadas com IoT. É notório esse crescimento de equipamentos conectados, mas o alerta para essa enorme quantidade de conexões entre os equipamentos, pode apresentar falhas graves na segurança da informação de dados e na privacidade dos indivíduos que possuem esses equipamentos.

Segundo Sullivan (2018), IoT as “coisas” com conexão à Internet, e que possuem o desafio de facilitar a interação com o mundo real, envolvendo objetos e sensores, estão a cada dia fazendo parte de solução inteligentes interativas e dinâmicas. A nova regra para o futuro será: Qualquer coisa que possa ser conectada será conectada [MORGAN, 2018].

Por fim, vale ressaltar que internet das coisas a cada dia vem se tornando 100% autônoma e mais inteligente, inúmeros benefícios os consumidores finais são disponíveis como: redução de custos, segurança, agilidade, disponibilidade, conforto entre outros. Afinal a inteligência agregada com os objetos devidamente conectados permite que dos os benéficos citados possam ser controlados de forma simples e em tempo real.

## **2.2. Placa NodeMCU (ESP8266 12E)**

O ESP8266 é um micro controlador projetado para sistemas expressivos, conta com uma solução para redes Wi-Fi e também é capaz de executar aplicativos autônomos, uma interface usb-serial e um regulador de tensão 3.3V, programado com a linguagem de programação LUA, mas pode ser utilizado na IDE-ambiente integrado de desenvolvimento do *arduino* com linguagem de programação C., utilizando a comunicação via cabo micro-ubs conectado diretamente no computador. (Figura 1).

**Figura 1. Placa ESP8266 acoplada a uma base NodeMCU v.1.0.**



Fonte: (Autores, 2018).

No mercado desde 2014, o Esp8266 é um micro controlador muito poderoso e otimizado e de baixo custo. O guia de Kolban (2016), é referência na manipulação e desenvolvimento dessa placa, sendo a melhor forma de se programar o ESP8266, suas utilidades, e conceitos de eletrônica, para seu devido funcionamento. Todos os modelos SP-1, ESP-12, Esp Olimex da placa possuem o mesmo processador, mudando apenas a memória disponível, espaçamento entre pinos, saídas e números de pinos (GPIO). Escolheu-se utilizar o ESP-12 com uma base de conexão facilitando a manipulação e por possuir quantidade de entradas e saídas necessárias para o presente projeto.

Tabela 2

**.Tabela 2. Tabela geral de especificações do ESP8266.**

<b>Voltagem</b>	3.3V
<b>Consumo de Corrente</b>	10 $\mu$ A
<b>Memória Flash</b>	16MB max (512k normal)
<b>Processador</b>	Tensilica L106 32 bit
<b>Velocidade do processador</b>	80-160MHz
<b>RAM</b>	32K + 80K
<b>GPIOs</b>	17(multiplexada com outras funções)
<b>Analogico para digital</b>	1 entrada com 1024 de resolução
<b>Suporte 802.11</b>	b/g/n/d/e/i/k/r
<b>Maxima corrente de conexão TCP</b>	5

Fonte: (adaptado Espressif Systems, 2018).

Conexão com o PC foi estabelecida utilizando o cabo micro USB, com uma corrente consumida de 10uA 170mA e RAM de 32K + 80K. O ESP8266 é usado para processar e transferir informações para o servidor da Web ou local onde posteriormente pode ser acessado essas informações [UMV, 2018].

### 2.3. Base de Dados

Segundo Rob e Coronel (2011), um banco de dados é uma estrutura computacional compartilhada e integrada que armazena um conjunto de dados do usuário final, meta dados, ou dados sobre dados, por meio dos quais os dados do usuário final são integrados e gerenciados. Porém para Korth (2013), banco de dados é uma coleção de dados inter-relacionados, representando informações sobre um domínio específico.

O MySQL surgiu com a necessidade da própria empresa que criou o SGBD (sistema de gerenciamento de banco de dados) afim de permitir conexão entre tabelas na linguagem SQL. Atualmente é o banco de dados de código aberto mais famoso do mundo, mantido pela Oracle possui facilidade de uso, alto desempenho e confiabilidade de dados, é uma das opções mais procuradas por aplicações com base na web.

Esse bando de dados (MySQL) é um banco de dados gratuito, relacional e multiplataforma, compatível com Windows, Linux entre outros sistemas operacionais, seu paradigma é específico para acesso a banco de dados com linguem interpretada, possui como características principais: portabilidade, funciona em diversas plataformas e suporta vários usuários conectados em tempo real, flexibilidade para aceitar vários tipos de campos, *float*, *double*, *char*, *varchar*, *text*, *date*, *time*, *datetime*, *timestamp*, *set* e *enum*, possui comandos e funções pré-definidas com privilégios de segurança baseado em estações de trabalho e escalável para diversos tipos de projetos.

Com a evolução dos sistemas de informações, os bancos de dados tornaram-se o coração de grande maioria dos sistemas, seja na nuvem ou local,

ele ajuda e oferece agilidade nas consultas de dados, armazena e protege, aumentando a segurança das informações.

Segundo Carlos Alberto Heuser (2010, p. 04)

Com o tempo, foram sendo identificadas funcionalidades comuns a muitos programas. Por exemplo, hoje em dia, a grande maioria dos programas comunica-se com os usuários através de interfaces gráficas de janelas. Entretanto, normalmente, os programas não contêm todo código referente à exibição dos dados na interface, mas utilizam gerenciadores de interface de usuário, conjuntos de rotinas que incluem as funcionalidades que um programador vai necessitar frequentemente, ao construir uma interface de usuário. Da mesma forma, para comunicar-se com processos remotos, usam gerenciadores de comunicação. Para manter grandes repositórios compartilhados de dados, ou seja, para manter bancos de dados, são usados sistemas de gerência de banco de dados (SGBD).

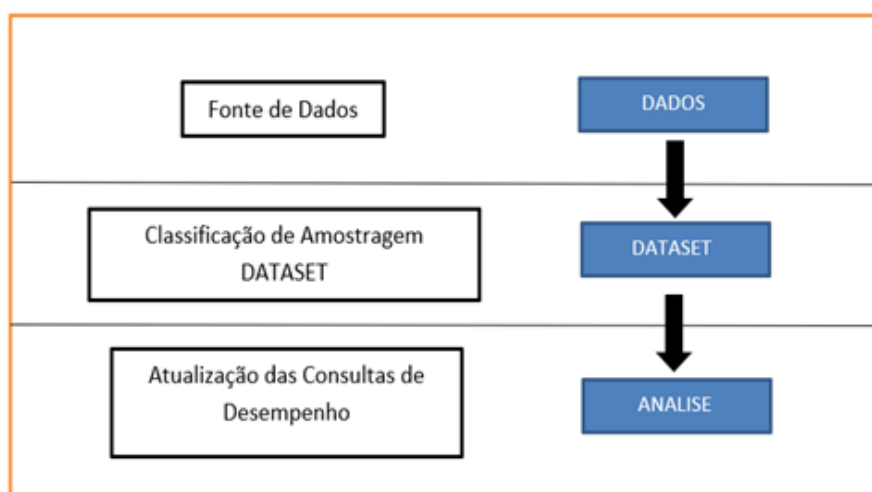
Para esse trabalho foi utilizando o *MySQL*, trata-se de um banco de dados de código aberto *Open Source* [ORACLE, 2018]. Possui uma Linguagem de consulta estruturada ou chamado pela abreviação SQL, conhecida comercialmente como uma linguagem de consulta, padrão utilizado para manipular bases de dados relacionais. Todas tabelas foram relacionadas entre si, baseando-se em toda regra de negócio do projeto proposto, facilitando a interação no sistema e garantir uma ótima utilização do usuário final, consequentemente protegendo todas informações pessoais dos usuários.

Como critérios adicionais de análise foram analisados os *datasets*: cujas sua estrutura pode ser feita algum tipo de melhoria para que possamos apresentar melhorias significativas no desempenho de consultas a esses dados. Na Figura 2, é possível visualizar o fluxo de análise e coleta de dados do sistema proposto. Partindo do objetivo de gerar testes de desempenho confiáveis, para um sistema rápido e confiável.

Primeiramente foram documentadas as configurações da máquina utilizada e especificados conforme as características a seguir: Memória 8GB, HD 1TB, processador AMD A10, S.O Windows 10. Com essa configuração o servidor de aplicação rodou o sistema coletando os dados vindos diretamente dos sensores e armazenado no banco de dados.



**Figura 2- Fluxo de análise e coleta de dados**



Fonte: (Autores, 2018).

Foi utilizado o *ENGINE INNODB* nas tabelas como padrão do banco, pois permite trabalhar usando *TRANSACTION*, que serve basicamente, para fazer as alterações, inclusões e exclusões, e aí sim, confirmar essa transação utilizando *COMMIT*, ou não confirmar usando o tão famoso *ROLLBACK*. É interessante utilizar *ENGINE INNODB* nas inserções em várias tabelas em que o relacionamento delas existe.

Foram setadas como *InnoDB* as tabelas de maior acesso e transição. Após as correções realizou-se a otimização com o comando "*OPTIMIZE TABLE*". Para testar as alterações realizadas, foi realizada uma busca de todos dos dados captados pelos sensores que já estavam inseridos na base de dados por um determinado mês, para fins de testes a tabela base possuía 100.000 mil registros.

```

Select data,hora ,casa from resevatorio
inner join residencias on cod = cod_r
inner join bloco on cod = cod_b
group by data;
  
```

Com o comando acima foi recebida a resposta presente na Tabela 3. E posteriormente a mesma consulta sendo executada em tempo real na *dashboard* do *software workbench*, mostrando o comportamento, tempo de leitura e escrita.

**Tabela 3 - Resultado do teste comparando com a tabela não otimizada**

	TIPO DE RETORNO	TEMPO DE RESPOSTA SEGUNDOS	LINHAS PERCORRIDAS
TABELA OTIMIZADA	<b>Index</b>	0,0016	2182
TABELA PADRÃO	<b>All</b>	0,0082	100.000

Fonte: Arquivo pessoal.

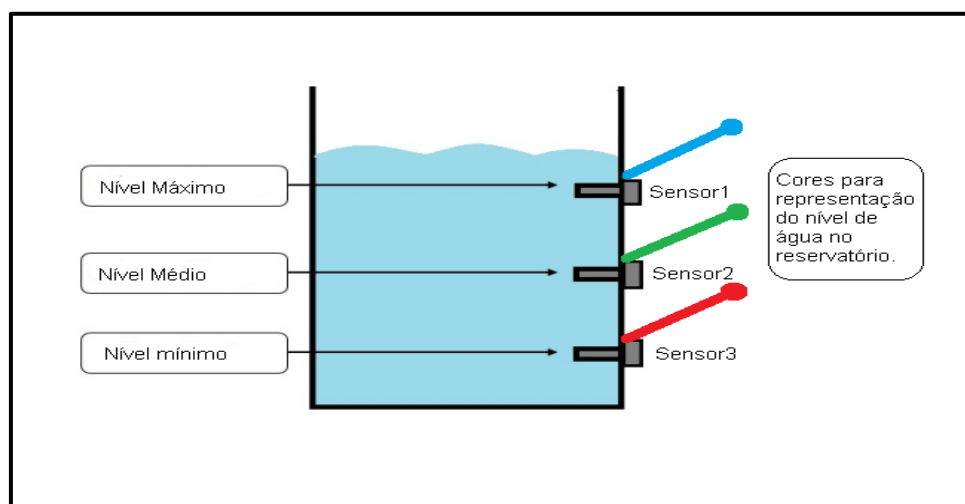
Foram abordadas técnicas de *tuning*, que é um processo evolutivo de análise e otimização que pode ser realizado nos SGBDs, os resultados foram satisfatórios, foi melhorado o desempenho de algumas consultas de acordo com a aplicação que ela estava sendo requisitada ou utilizada. Enfatizou-se a configuração de alguns dos parâmetros do MySQL, que na própria documentação permite utilizar de 70 a 80% de memória para *buffer-pool* (LASTORI, 2018).

#### 2.4. Protótipo da Aplicação

A aplicação conta com uma solução de protótipo que é capaz de identificar através dos sensores de nível a quantidade de água presente da caixa d'água. Diferentes cores são utilizadas para sinalizar diferentes resultados. Figura 3.

É instalado na base do reservatório 3 sensores de nível de água, com demarcação de nível mínimo médio e máximo, cada nível possui um led indicando uma cor que se encontra o nível atual de água no reservatório, essa informação é enviada para o sistema de controle, processada e disponível como diversos relatório para o operador do sistema.

**Figura 3. Representação dos sensores de nível com cor diferenciadas informando o nível de água no reservatório. A cor azul, indica que o nível máximo do reservatório foi atingido. A cor verde, indica que o reservatório está no nível médio. E a cor vermelho indica que o reservatório apresenta nível mínimo.**



Fonte: (Adaptado Souza, 2013).

Sensor de nível tipo boia Figura 4, são projetadas para o controle de nível de líquidos em tanques ou reservatórios que requerem posição de instalação horizontal (lateral) ou vertical (topo). Possui Pressão de até 25Kgf/cm<sup>2</sup> e Densidade mín. 0,7 Kg/dm<sup>3</sup>.

**Figura 4. Sensor de nível tipo boia utilizado no projeto**



Fonte: (View Tech Engenharia de Automação Ltda, 2018).

Todos os dados captados pelos sensores foram enviados para uma base de dados MySQL onde foi realizada uma manipulação e análise. Assim, podendo serem gerados gráficos de consumo de água, identificando os moradores que mais consomem água. Figura 5.

**Figura 5. Tabela referente ao banco de dados onde são armazenados todos os dados capturados dos sensores.**

id	data	hora	casa1da	casa1mes	casa2da	casa2mes	casa3da	casa3mes	casa4da	casa4mes	casa5da	casa5mes	casa6da	casa6mes
58	15/11/2018	16:21:12	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
59	15/11/2018	16:21:12	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
60	15/11/2018	16:21:14	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
61	15/11/2018	16:21:14	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
62	15/11/2018	16:21:14	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
63	15/11/2018	16:21:14	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
64	15/11/2018	16:21:15	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
65	15/11/2018	16:21:15	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
66	15/11/2018	16:21:15	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
67	15/11/2018	16:32:12	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
3	15/11/2018	14:40:29	28.3	71.7	33.6	43.1	44.1	81.3	35.7	38.2	34.6	65.3	28.1	81.2
4	15/11/2018	14:05:04	28.3	71.7	33.6	43.1	44.1	81.3	35.7	38.2	34.6	65.3	28.1	81.2
68	15/11/2018	16:47:19	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
69	15/11/2018	16:47:44	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
70	15/11/2018	16:47:45	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
71	15/11/2018	14:49:38	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
72	15/11/2018	14:52:36	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
73	15/11/2018	18:51:34	24.3	81.1	23.0	82.1	24.1	78.2	25.7	81.1	24.6	75.1	22.4	83.2
74	15/11/2018	14:40:29	28.3	71.7	33.6	43.1	44.1	81.3	35.7	38.2	34.6	65.3	28.1	81.2
75	15/11/2018	14:05:04	28.3	71.7	33.6	43.1	44.1	81.3	35.7	38.2	34.6	65.3	28.1	81.2
76	15/11/2018	22:40:29	20.3	609	33.6	1.008	44.1	1.323	12.6	378	65.3	1.959	81.2	2.436
77	16/11/2018	10:40:29	20.3	609	33.6	1.008	44.1	1.323	12.6	378	65.3	1.959	81.2	2.436

Fonte: (Autores, 2018).

Toda interface gráfica do sistema foi construída com *PHP*, *CSS*, *JAVASCRIPT* e *HTML*, em pouco tempo foi desenvolvido a telas de interação com os usuários finais aplicando conceitos de MVC que consiste em um formato de linguagem de programação que o sistema é dividido em camadas, nesse caso teremos 3 camadas *model*, *view* e *controller*.

Modelo que é a camada lógica da aplicação, ela é responsável por tudo que a minha aplicação vai executar a partir dos vários comandos da camada de controle, respondendo os estados da execução as suas condições e instruções que poderão alterar seu estado aquele momento da requisição. O modelo de uma aplicação é a simulação ou implementação de software específico do domínio estrutura central da aplicação. Isso pode ser tão simples quanto um inteiro (como o modelo de um contador) ou *string* (como o modelo de um editor de texto), ou pode ser um objeto complexo que é uma instância de uma subclasse de alguma coleção ou outra classe composta

Visualização é a camada de apresentação não se dedica em saber como o conhecimento foi retirado ou de onde ela foi obtida, apenas mostra a referência. Nesta metáfora, as visões lidam com tudo o que é gráfico; eles solicitam dados de seu modelo e exibir os dados. Eles contêm não apenas os componentes necessários para a exibição, mas também contém sub visualizações que fornece capacidade de executar transformações gráficas, mensagens de exibição geralmente são passadas da visualização de nível superior a exibição de sistema padrão de janela do aplicativo.

Controle é responsável por interpretar as ações de entrada através do mouse e teclado realizados pelo usuário. Os controladores contêm a interface entre seus modelos e visualizações associados e os dispositivos de entrada (teclado, dispositivo apontador, hora). Os controladores também lidam com interações de agendamento com outros pares *view-controller*, eles rastreiam o movimento do mouse entre as visualizações do aplicativo e implementam mensagens para atividade do botão do mouse e entrada do sensor de entrada. Embora os mesmos possam ser pensados como pares de controladores de visualização, eles são mais tipicamente considerados dispositivos de entrada.

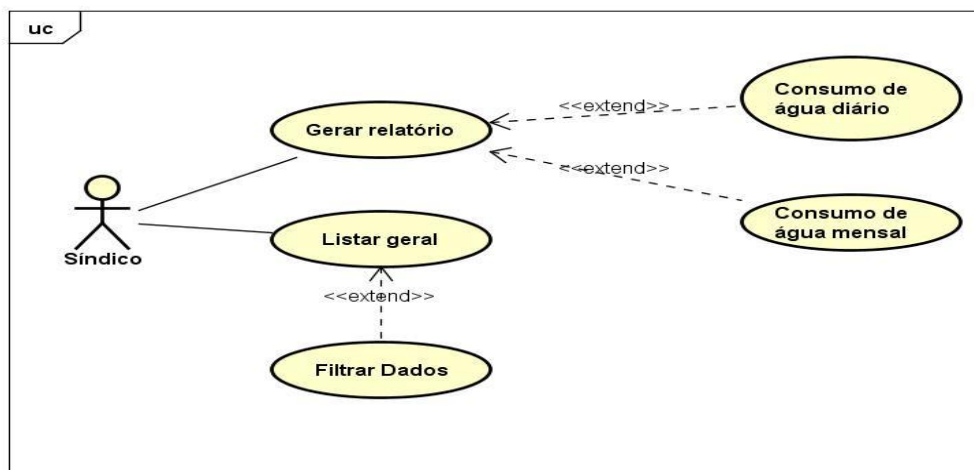
As linguagens web mencionadas nesse trabalho foram implementadas sem dificuldades, com o resultado satisfatório no tempo estimado, um portal com menu superior indicando todas os apartamentos do condômino e uma tabela com as informações processadas de forma visual bem nítida na página inicial. Assim foi possível acompanhar os paramentos de nível da água de forma online. Permitindo vários relatórios mais personalizados mediante a gráficos e médias com intervalos de data e tempo, tendo dados otimizados durante toda as consultas.

## **2.5. Diagrama de caso de uso**

O diagrama de caso de uso demonstra de forma simplificada a interação dos atores com as funcionalidades de um sistema, pois ele procura facilitar a compreensão do comportamento externo, assim, qualquer pessoa com pouco conhecimento de UML tenha entendimento do problema [PIMENTEL, 2015].

Todas as representações do diagrama equivalem as regras de negócio iniciais que constam no sistema, esse documento servi para auxiliar na criação das funcionalidades que os clientes precisão.

**Figura 6. Diagrama de caso de uso do sistema web.**



Fonte: (Autores, 2018).

O síndico ou o responsável por manipular o sistema. Figura 6 pode gerar os relatórios bem definidos ou listar todos os dados que estão sendo processados no sistema de uma forma rápida, também pode filtrar os dados para uma melhor visualização por data ou por residência específica, tendo o consumo de água diário ou mensal. Toda informação gerada é feita um cálculo de acordo com os dados captados pelos sensores dentro do reservatório de cada residência no condomínio, afim de gerar uma informação precisa para a tomada de decisão do síndico ou responsável e alerta para o consumo de água de cada morador afim de sempre evitar e desperdício e cuidar para que exista um consumo de água consciente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente os dados foram simulados na base dados e posteriormente passaram a ser monitorados por sensores integrados a um micro controlador com conexão *WI-FI* para gerenciar todas entradas de dados e enviá-las para a

base de dados. Trata-se de um grande desafio, visto a maioria dos sistemas desta natureza estudados utilizam diversos sensores para uma maior eficiência no processo de captação dos dados.

Foi desenvolvida uma página *web* para melhor interação com o usuário final, onde é possível visualizar o consumo de água diariamente ou mensal de seus apartamentos ou casas Figura 7. De posse dessas informações, pode-se analisa-las e gerar gráficos do comportamento e consumo de água em cada residência, afim de evitar desperdício de água.

Todo sistema pode ser configurado para melhor necessidade de cada condomínio, a informação gerada pode ajudar a fazer uma grande diferença na conta de água final de mês. O intuito é alertar o consumo excessivo de água e ainda ajudar a economizar uma grana no final do mês. Preparar o mundo para as próximas gerações, isso deve virar habito, a tecnologia desenvolvida nesse trabalho ajuda a tomar essas ações realidade.

**Figura 7 – Tela home do sistema com dados de consumo de água de seis apartamentos.**

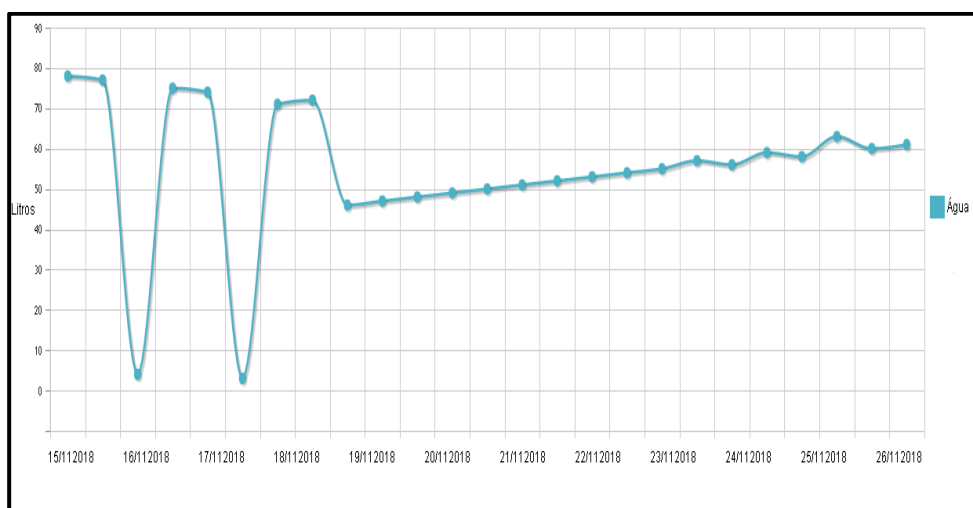
ID	DATA	HORA	AP 1 LITROS / DIA	AP 1 LITROS / MÊS	AP 2 LITROS / DIA	AP 2 LITROS / MÊS	AP 3 LITROS / DIA	AP 3 LITROS / MÊS	AP 4 LITROS / DIA	AP 4 LITROS / MÊS	AP 5 LITROS / DIA	AP 5 LITROS / MÊS	AP 6 LITROS / DIA	AP 6 LITROS / MÊS
79	17/11/2018	10:55:29	20.3	609	33.6	1.008	44.1	1.323	12.6	378	65.3	1.959	81.2	2.436
9	18/11/2018	11:28:39	40.6	1218	66.2	1986	88.2	2.646	24.5	735	130.4	3.912	95.7	2.871
8	17/11/2018	11:28:39	40.6	1218	66.2	1986	88.2	2.646	24.5	735	130.4	3.912	95.7	2.871
7	17/11/2018	11:28:39	40.6	1218	66.2	1986	88.2	2.646	24.5	735	130.4	3.912	95.7	2.871
6	17/11/2018	11:28:14	20.3	609	33.6	1.008	44.1	1.323	12.6	378	65.3	1.959	81.2	2.436
5	17/11/2018	11:25:01	40.6	1218	66.2	1986	88.2	2.646	24.5	735	130.4	3.912	95.7	2.871
4	17/11/2018	11:25:00	20.3	609	33.6	1.008	44.1	1.323	12.6	378	65.3	1.959	81.2	2.436
3	17/11/2018	11:23:23	40.6	1218	66.2	1986	88.2	2.646	24.5	735	130.4	3.912	95.7	2.871
2	17/11/2018	11:23:20	20.3	609	33.6	1.008	44.1	1.323	12.6	378	65.3	1.959	81.2	2.436
1	17/11/2018	11:11:04	40.6	1218	66.2	1986	88.2	2.646	24.5	735	130.4	3.912	95.7	2.871

Fonte: (Autor, 2018).

A aplicação *web* do sistema recebe constantemente dados coletados pelo sensor e são tratados na base dados para gerar relatórios bem definidos e

disponibiliza-los de forma automática para uma tomada de decisão assertiva em relação onde se gasta mais água no condômino por período, o intuito foi evitar de forma eficiente o desperdício de água.

**Figura 8 – Consumo individual mensal de uma residência.**



Fonte: (Autor, 2018).

De acordo com a Figura 8, é possível observar o gráfico proveniente da simulação do consumo individual de uma residência com alguns pontos de controle do consumo de água. Entretanto para que o abastecimento do reservatório não alcance o nível mínimo, pode-se gerar um alerta para o usuário, logo, evitando uma possível escassez de água.

#### 4. RECURSOS

Os recursos físicos necessários para realização da implementação e dos testes foram importados da china. Foi utilizado o Laboratório de hardware da faculdade Fametro em Manaus o qual possui bancadas ante estáticas, além disso. Os recursos financeiros necessários foram divididos entre os autores para realização do trabalho. Todos os gastos estão listados as seguir: sensor de nível tipo boia 21,00, ESP8266 54,00, Insumos elétricos 100,00 TOTAL (R\$) 175,00.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muitas coisas a serem exploradas, e no ramo da tecnologia não é diferente, onde cada vez mais as pessoas, empresas, requerem custos/benefícios em grande escala. Pesquisas são realizadas diariamente afim de proporcionar ao meio ambiente, que muito tem sofrido com o consumo desenfreado de seus recursos naturais, como por exemplo os corpos d'água, minimizações dos impactos negativos diante as ações antrópicas.

Sabe-se da importância de preservar a água, uma vez que esse recurso não é renovável e em escassez em alguns países, então, é desejável no cenário mundial desenvolver tecnologias voltadas a minimizar a sua utilização de forma exagerada, inadequada, entre outros.

E a Internet das “coisas” tem se tornado, cada vez mais, visada no mercado consumidor, essa tecnologia pode contribuir, dentre outras coisas, para a mudanças de hábitos e conscientização referentes ao desperdício de água. Uma vez que pode ser desenvolvida para o monitoramento da água de um local, de forma a evitar desperdícios.

Outras tecnologias também podem ser desenvolvidas, de forma a colaborar para uma sociedade consciente do consumo adequado desse recurso, de forma a evitar impactos hídricos graves.

Um das dificuldades encontradas na elaboração deste trabalho foi a pouca disponibilidade dos moradores e a não autorização do condomínio para os testes e implementação do sistema no local. Optou-se pela criação de um protótipo real do sistema para realização dos procedimentos de controle de fluxo e consumo de água, durante esses testes que foram realizados na própria faculdade dentro de uns potes de 5 litros, alguns sensores estavam imprecisos, até pela quantidade mínima de água, fazendo sim a alteração do projeto para um tanque do tamanho real 1000 Litros, aproximando-se da realidade diária das pessoas.

Uma boa forma de exercitar o consumo de água consistente é a utilização de sistemas inteligentes como o proposto neste trabalho, ajuda a controlar e gera informações precisas do consumo e disponibilidade atual da água em seu condomínio, podendo se aplicar em escala para residências comuns. Todavia

esse sistema é adaptado para vários meios de coletas como cisternas ou mini cisternas para capitar a água até mesmo da chuva, conseqüentemente ter um controle. As aplicabilidades deste sistema são inúmeras, uma delas que apenas modificando os sensores, utilizando o de (pH) por exemplo, que mede o potencial hidrogênio da água, gerando outras informações ainda mais relevantes como: acidez, neutralidade ou até mesmo a alcalinidade da água.

Como sugestão para trabalhos futuros, além da central de monitoramento que apenas o síndico possui acesso ou até mesmo utilização de outros sensores como citado, é indispensável desenvolver uma aplicação *mobile* onde os moradores do condômino poderiam receber notificação via celular/*tablet* em tempo real de toda ou eventual ação do sistema. A aplicação informaria uma previsão da conta no mês em relação ao consumo de água, e também poderia estabelecer metas. E caso houve-se o consumo inesperado ou exagerado de água, a aplicação realizaria alertas indicando o ocorrido de forma a conscientizar os moradores.

## REFERÊNCIAS

- BUREK, P. et al. **Futuros da Água e Solução - Fast Track Initiative (Relatório Final)**. Laxenburg, Áustria, 2016. Disponível em: <http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13008/1/WP-16-006.pdf>. Acesso em: 13 de novembro. 2018.
- UNDESA, Nações Unidas, Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais, Divisão de População. **Perspectivas da População Mundial**. Nova York, 2017. Disponível em: [https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017\\_keyfindings.pdf](https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf). Acesso em: 13 de novembro. 2018.
- WADA, Y. et al: **Modelagem global uso de água para o século 21: Iniciativa de Futuros e Soluções de Água (WfaS) e suas abordagens**. Holanda, 2016. Disponível em: <https://www.geosci-model-dev.net/9/175/2016/gmd-9-175-2016.pdf>. Acesso em: 13 de novembro. 2018.
- ECYCLE. **Guia de economia de água em condomínios**. 2018. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/> Acessado em: 13 de novembro. 2018.
- M.S.C. **Manual de sustentabilidade Condominial**. 2015. Disponível em: <http://www.sonhodoprimeiroimovel.com.br/wp-content/uploads/2015/08/manual-de-sustentabilidade-condominial-economia-de-agua.pdf> Acessado em: 13 de novembro. 2018.

- KOLBAN,N. **Kolban's Book on ESP8266. 2016.** Escócia, 2016. Disponível em: [https://leanpub.com/ESP8266\\_ESP32](https://leanpub.com/ESP8266_ESP32). Acesso em: 13 de novembro. 2018.
- CAGNON, A. J. et al: **Supervision System for Water Control and Measurement in Buildings.** 12º congresso latino-americano sobre geração e transmissão de energia elétrica. clagtee, 2017. Disponível em: <http://www3.fi.mdp.edu.ar/clagtee/2017/articles/23-025.pdf>. Acesso em: 15 de novembro. 2018.
- ONU. **Brasil gasta mais água do o recomendado pela ONU.** Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <https://www.revistaencontro.com.br/canal/atualidades/2018/03/brasileiro-gasta-mais-agua-do-que-o-recomendado-pela-onu.html>. Acessado em: 17 de novembro. 2018.
- MANAUS AMBIENTAL. **Tabela de Tarifas - Ligações Hidrometradas.** Manaus 2018. Disponível em: <http://www.manausambiental.com.br/tabela-de-tarifas>. Acessado em: 17 de novembro 2018.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184p.
- APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- SULLIVAN, F. **O que é a Internet das Coisas?** Editor-chefe da cloudwards, ansterdã. Disponível em: <https://www.cloudwards.net/what-is-the-internet-of-things/>. Acesso em: 15 novembro. 2018.
- MORGAN, J. **Uma explicação simples da "Internet das Coisas"** Colaborador da revista Forbes, EUA. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/jacobmorgan/2014/05/13/simple-explanation-internet-things-that-anyone-can-understand/#75a4e1d71d09>. Acesso em: 15 de novembro. 2018.
- U.M.V. **Manual ESP8266 NodeMCU V1.2, P,22.** Disponível em: [http://www.handsontec.com/pdf\\_learn/esp8266-V10.pdf](http://www.handsontec.com/pdf_learn/esp8266-V10.pdf). Acesso em: 15 de novembro. 2018.
- HEUSER C, A. **Projeto de banco de dados.** 2010. Disponível em: [https://books.google.com.br/books/about/Projeto\\_de\\_banco\\_de\\_dados\\_Volume\\_4\\_da\\_S.ht ml?id=pv0cPwAACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Projeto_de_banco_de_dados_Volume_4_da_S.ht ml?id=pv0cPwAACAAJ&redir_esc=y). Acesso em: 15 de novembro. 2018.
- ORACLE. **Visão geral do oracle MySQL, O Bando de dados de código aberto mais conhecido no mundo.** Disponível em: <https://www.oracle.com/br/mysql>. Acesso em: 15 de novembro. 2018.
- ROB, P, CORONEL, C, M. **Sistemas de Banco de Dados – Projeto, Implementação e Administração.** Cengage. São Paulo. p 744, 2011.

REZENDE, R. **Conceitos Fundamentais de Banco de Dados**. Disponível em: <http://www.devmedia.com.br/conceitos-fundamentais-de-banco-de-dados/1649>. Acesso em: 15 de novembro. 2018.

PIMENTEL, A, R. **Projeto de software usando a UML. Paraná** 2015. Disponível em: <http://www.inf.ufpr.br/andrey/ci167/apostilaUml.pdf>. Acessado em: 17 de novembro. 2018.

LASTORI, A. **MySQL Performance Tuning: Sempre configure o InnoDB Buffer Pool**. São Paulo, SP, 2018. Disponível em <https://imasters.com.br/data/mysql-performance-tuning-sempre-configurar-o-innodb-buffer-pool>. Acesso em: 20 de maio 2019.