

HydroFlow: Medidor de Fluxo de Água com enfoque no Consumo Sustentável

Trabalho de Conclusão do Curso de
Tecnologia em Sistemas para Internet

Yonathan Stein

Orientador: Alex Martins de Oliveira

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS)
Campus Porto Alegre
Av. Cel. Vicente, 281, Porto Alegre – RS – Brasil

yonathan@yonathan.com.br, alex.oliveira@poa.ifrs.edu.br

Resumo. *Os recursos naturais estão cada vez mais escassos, essencialmente a água potável. Uma forma de preservá-la é evitando o seu desperdício, entretanto, carecem de tecnologias para mensurar o seu consumo de forma detalhada e em tempo real afim de evidenciar maus hábitos. Este artigo apresenta o projeto de um dispositivo baseado em Arduino capaz de medir o fluxo de água instantaneamente, a criação de um sistema web para a coleta de dados juntamente com o desenvolvimento de um aplicativo para Android. Estes dados serão apresentados graficamente com o propósito de informar claramente o usuário sobre o seu consumo. Desta forma, através do impacto visual e quantitativo, é visada a conscientização para favorecer a geração de bons hábitos de consumo.*

1. Introdução

A água sempre foi um recurso valioso para todos os seres vivos e indispensável para o desenvolvimento de qualquer sociedade [Sharp 2001]. Tendo em vista esta dependência, não é mera coincidência que desde os primórdios as grandes sociedades se desenvolveram próximas de fontes hídricas, como na antiga Mesopotâmia, que em grego antigo significa: Terra entre Rios [Oppenheim 1964]. Ao mesmo tempo em que a abundância de água doce torna-se sinônimo de prosperidade, a falta da mesma inevitavelmente causa um efeito contrário ocasionando migrações para regiões com novos recursos hídricos [SIWI 2016]. Sabendo disto os antigos romanos foram responsáveis pelas primeiras obras de engenharia capazes de transportar enormes quantidades de água, por distâncias de até 141 quilômetros, chamadas de aquedutos [Gómez 2014]. Esta decisão estratégica foi um dos principais fatores que possibilitaram a expansão e a continuidade daquele império [EGU 2014].

Na sociedade contemporânea o forte crescimento populacional e a concentração urbana, principalmente nas metrópoles, fizeram a necessidade por água potável aumentar proporcionalmente enquanto os recursos naturais permaneceram iguais ou minguaram [UNRIC 2016]. Quando se trata destes recursos o Brasil é um país extremamente afortunado, possuindo cerca de 12% de toda a água doce superficial do planeta [Johnsson 2014]. Este enorme potencial justifica o fato de em 2016 estes recursos serem responsáveis por 61,38% de toda a sua geração de energia [ANEEL 2016].

Entretanto, a sua relativa abundância em boa parte do território brasileiro fez com que a sociedade esqueça de lhe dar o devido valor, sendo desperdiçados 37% de toda a água tratada por causa de tubulações antigas e malconservadas [SNIS 2014]. Anualmente isto gera um prejuízo na casa dos 10 bilhões de reais [CNM 2015]. Quando esta água chega às residências, os maus hábitos de consumo decorrentes da falta de consciência sustentável são responsáveis por novos desperdícios de até 40% [Correio 2015].

As recentes crises de abastecimento de água no Brasil, especialmente na cidade de São Paulo, trouxeram à tona estes problemas [Gerberg 2015]. A crise também foi catalisada pela distribuição geográfica hídrica desigual aliada ao crescimento insustentável de concentração urbana nas áreas menos favorecidas deste recurso [Rodrigues 2004]. Quando este recurso existe, tende a estar fortemente poluído justamente pela urbanização e industrialização [World Bank 2016]. Isto evidencia que uma situação é causa doutra, gerando um ciclo vicioso culminando numa emergente busca por novas fontes de abastecimento e em outras regiões, muitas vezes remotas, causando graves consequências pela extração predatória [EEA 2008].

Desta forma, este trabalho propõe o desenvolvimento de um mecanismo capaz de mensurar o consumo de água de forma inovadora corroborando com a percepção de desperdícios com o objetivo de sensibilizar a sociedade para evitá-los.

Nas próximas seções este artigo irá expor a importância do consumo sustentável de água, transparecer como a conscientização é parte fundamental deste processo, a motivação para a criação de um equipamento capaz de medir o fluxo de água em tempo real, as características do aplicativo e do sistema web para o seu gerenciamento juntamente do processo de desenvolvimento.

2. Importância da Conscientização

A conscientização pode ser entendida como tomar posse da realidade, passando a existir o olhar mais crítico possível [Vieira and Ximenes 2008]. Este olhar, no que tange a sustentabilidade, permeia toda a sociedade como uma consciência coletiva, clarificando suas questões inerentes. Isto permite que a percepção destas, com uma visão criteriosa sobre a influência das atitudes individuais para o coletivo, favoreça o início e a perpetuação do processo de consumo sustentável através da mudança de comportamento [MMA 2016].

Segundo pesquisa realizada pelo [IBOPE 2011], cerca de 95% das pessoas estão familiarizadas com as formas de economizar água. Também indica que 75% acreditam ter um consumo médio ou alto e 58% consideram o seu consumo igual ao dos outros. Apenas 48% têm percepção de que este consumo poderia ser menor. Um total de 67% dos domicílios sofrem com algum tipo de falta de água. Estes dados reforçam o descompasso existente entre a população conhecer os hábitos adequados para o consumo e raramente praticá-los.

Com o intuito de sensibilizar o mundo e trazer mais debates sobre a importância do desenvolvimento inteligente dos recursos de água, a [UN 2012] declarou que 2013 seria o "Ano Internacional da Água Potável". Já o *World Water Council*, que possui dentre seus membros diversas entidades brasileiras como: [ANA 2016], [BB 2016], [CNI 2016], [CAIXA 2016], [SABESP 2016], [PETROBRAS 2016], organiza o próximo *8th World Water Forum* que será sediado em Brasília em 2018 [WWC 2016]. Este Fórum Mundial

da Água é o maior evento global sobre este tema, reúne interessados, organizações de todo o mundo e visa promover a conscientização com base na sustentabilidade ambiental para o benefício de todos na terra [8th World Water Forum 2016].

3. Sustentabilidade

Na atualidade, o termo sustentabilidade está muito latente. Isto ocorre pela preocupação em relação ao uso indiscriminado de recursos finitos enquanto a sua demanda cresce de forma alarmante [Bell 2012]. Porém, não basta a palavra existir, é preciso compreender o seu significado para que seja possível praticá-lo e disseminá-lo. Segundo [Aulete 2016], sustentabilidade pode ser entendida como um modelo de desenvolvimento que busca conciliar as necessidades econômicas, sociais e ambientais de forma em que uma não seja responsável pela destruição da outra, permitindo que este modelo seja perpetuado indefinidamente, promovendo inclusão social, bem-estar econômico ao mesmo tempo em que visa a preservação dos recursos naturais.

Na impossibilidade de mensurar o consumo específico quando existe o hidrômetro coletivo, o impacto gerado individualmente não é transparente. Isto favorece para que o processo de conscientização fique suprimido. Para [de Freitas Carvalho 2010], o uso de hidrômetros individuais ocasiona uma redução de até 25% no consumo. Pode-se entender que esta melhora significativa de hábitos foi ocasionada pelo impacto financeiro do valor que antes era rateado entre todos os condôminos.

No Brasil, em 2011, surgiu um projeto de lei interessante com enfoque no término do uso coletivo de hidrômetro [Valadares 2011]. Esta proposta, após ser revisada, foi sancionada pela presidência da república tornando-se a Lei nº 13.312, de 12 de Julho de 2016 [Temer et al. 2016]. Esta lei torna obrigatório para edificações condominiais, sejam estas comerciais ou residenciais, a adotarem padrões de sustentabilidade ambiental, esperados pela obrigatoriedade da medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária. No entanto, a lei só entrará em vigor no prazo de 5 (cinco) anos e não obriga os condomínios que possuem hidrômetro coletivo a se atualizarem.

Estas informações evidenciam a importância da água e como esta determina imensamente a qualidade e as possibilidades de desenvolvimento da sociedade contemporânea, sendo imprescindível o seu consumo sustentável para minimizar o impacto nos finitos recursos hídricos [UNDESA 2006]. Ao mesmo tempo, percebeu-se que para existir o consumo sustentável é necessário um processo de conscientização catalisado pela aproximação do indivíduo com o seu real hábito de consumo. Tendo isto em vista, fica nítida a importância do desenvolvimento de um sistema capaz de auxiliar neste processo.

4. Soluções Existentes

Esta seção irá detalhar as principais soluções encontradas para fins comparativos, sendo estas: Laboratório de Garagem, Spectrum e Hydrom.

A primeira solução é em forma de tutorial e consta no *site* [Laboratório de Garagem 2016]. Este ensina como mensurar o fluxo de água em tempo real com uma placa Arduino Uno e um medidor de fluxo, exibindo os dados somente na saída serial da IDE de programação do mesmo, tendo o seu custo estimado em R\$ 125,00.

Outra solução encontrada, também na forma de tutorial, consta no *site* [Spectrum 2015], onde o leitor é instruído em como criar um medidor de água e transmitir os dados por rede *Wi-Fi*. Estes dados são acessados via navegador web apenas na rede local. Interessante mencionar que para realizar a conexão sem fio e disponibilizar uma *web server* foi utilizado como *hardware* o [RaspberryPi 2016], sendo este um computador numa placa única de tamanho aproximado de um cartão de crédito. Para a aquisição de todo o equipamento nos Estados Unidos estima-se US\$ 100,00.

A última solução comparativa consiste em um produto de medição individualizada encontrado no catálogo da empresa porto alegreense [Hydrom 2010]. Dentre suas características constam: múltiplos medidores por unidade medidora, armazenamento dos dados, envio de relatório à administração por *e-mail*, atualizações remotas. Além do medidor é necessária a instalação conjunta de um receptor e de uma central. Para a medição através de *software* é preciso de um *laptop* dedicado ao invés da central, sendo imprescindível a conexão com a internet para certas funcionalidades. Valor estimado de R\$ 1.699,00 de equipamento para a instalação com a central.

A Tabela 1 apresenta comparação entre a solução proposta neste artigo, o HydroFlow, com as soluções existentes.

	Laboratório de Garagem	Spectrum	Hydrom	HydroFlow
Fluxo de Água	✓	✓	✓	✓
Consumo Total	✓	✓	✓	✓
Wi-Fi / Conectividade		✓	✓	✓
Open-Source	✓	✓		✓
Múltiplos Medidores			✓	✓
Análise Comparativa			✓	✓
Persistência de Dados			✓	✓
Painel de Controle				✓
Grupo de Consumo				✓
Segurança				✓
Gráficos				✓
Gráficos Tempo Real				✓
Interatividade				✓
Aplicativo				✓
Web Server Online				✓

Tabela 1: Comparação do HydroFlow com as soluções existentes

Conforme pode ser visualizado na Tabela 1, o HydroFlow abrange todas as funcionalidades das soluções anteriores, ao mesmo tempo, apresenta grande evolução mediante a implementação de características únicas.

5. Solução Proposta

No desenvolvimento do *software* foram definidos os requisitos não funcionais, sendo estes a criação de um sistema *web* acessível via navegador juntamente de um aplicativo para Android. Dentre aos requisitos funcionais, alguns são permeados por ambas as formas de acesso, como os gráficos de consumo e o processo de *login*. O principal objetivo de disponibilizar duas opções de acesso é de beneficiar o usuário com funcionalidades específicas de cada plataforma. Isto pode ser observado no sistema *web* mediante viés administrativo, com o foco, para o Perfil Usuário, no gerenciamento de avisos e na alteração de dados. No Perfil Administrador é possível cadastrar e alterar os dados de outros Usuários e criar Grupos de Consumo. Já no aplicativo, a geração de gráficos interativos e a informação em

tempo real tornam-se as suas características primordiais. A Figura 1 representa em forma de Caso de Uso as funcionalidades do sistema como um todo. [Machado et al. 2015]

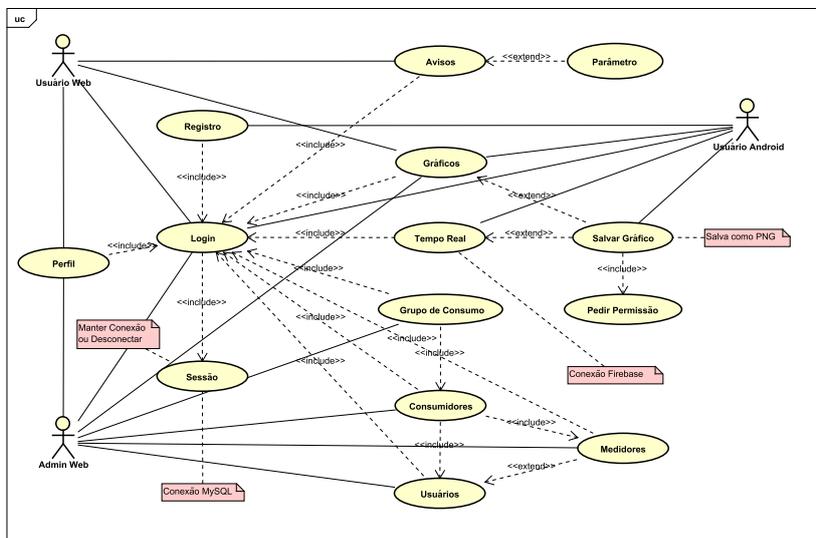


Figura 1: Diagrama de Caso de Uso

Com base no diagrama de Caso de Uso se implementou o Diagrama de Classe, no qual é possível abstrair a implementação das funcionalidades pertinentes ao usuário, tais como: registro, login, gráficos. Esse diagrama é indicado pela Figura 2.

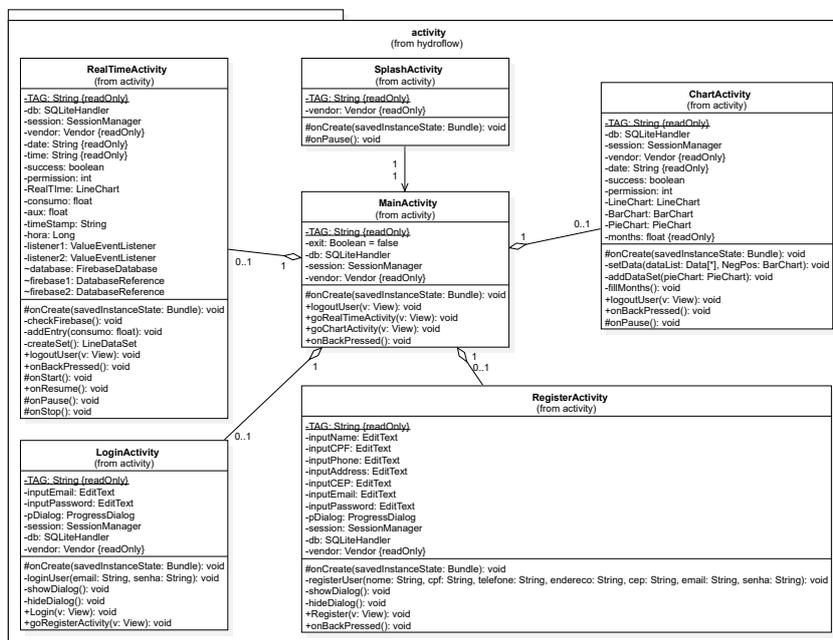


Figura 2: Diagrama de Classe

Todas as tecnologias estão descritas em subseções agrupadas mediante a sua utilização. A primeira subseção corresponde ao que abrange o hardware local, ou seja; a única parte não virtual deste produto. A próxima está relacionada a hospedagem do sistema web e a sua respectiva infraestrutura em servidor em data center. A seguinte

contempla todas as linguagens de programação bem como as ferramentas utilizadas para desenvolvimento deste sistema acessível via navegador. A última subseção se refere ao ambiente e os recursos utilizados durante a codificação do aplicativo. O projeto como um todo é permeado por tecnologias livres ou *open-source*, acentuando o seu potencial colaborativo devido ao seu caráter de código aberto [Opensource.com 2016]. Este fator favorece a replicação e a difusão deste trabalho.

5.1. Hardware

Após pesquisa para encontrar uma solução de *hardware* de baixo custo, foi escolhida como a melhor alternativa o [NodeMCU 2016] devido ao seu tamanho reduzido e *Wi-Fi* integrado. Este é um kit de desenvolvimento que auxilia na prototipagem de produtos voltados a internet das coisas (IoT), sendo uma placa [Arduino 2016] baseada no *chipset* ESP8266. Quanto a leitura do fluxo de água, basta um medidor de pulso que possua um pino para dados. O desenvolvimento do código para este *hardware* se deu através da própria IDE (*Integrated Development Environment*) do Arduino em linguagem C.

5.2. Infraestrutura

Para que o sistema seja acessível via *web*, aquém de um ambiente local, foi necessário o registro de um domínio, sendo a escolha da entidade de registro apenas uma questão de valor. Posteriormente o domínio necessita da configuração de suas entradas de DNS (*Domain Name System*) e para isto optou-se por utilizar uma CDN (*Content Delivery Network*) por apresentar mais segurança, dinamismo e velocidade [CloudFlare 2016].

Dando seguimento a infraestrutura, foi dimensionado um servidor hospedado em *Data Center* com o sistema operacional Linux Ubuntu Server 16.04 LTS x64, virtualizado com a tecnologia *Cloud Computing*, o que permite alta escalabilidade e disponibilidade de recursos [Harvard 2015]. Neste servidor se instalou o *Web Server* Apache, responsável pelas requisições HTTP na porta 80 e HTTPS na porta 443 [Apache 2016]. Para que seja possível executar páginas na linguagem PHP, devido ao seu considerável ganho de desempenho em relação a geração anterior, se fez a instalação de sua versão 7.0 para servidor [PHP 2016]. Para a persistência de dados, de forma relacional, se optou pelo [MySQL 2016] devido a sua compatibilidade com *softwares* de terceiros. Com a intenção de facilitar o gerenciamento deste banco de dados pelo navegador, foi efetuada a instalação do [phpMyAdmin 2016].

Afim de garantir a segurança final do servidor e de todos os recursos disponibilizados, foi instalado o [UFW 2017]. Este corresponde a uma versão simplificada de *firewall* para a distro Ubuntu, consistindo numa alternativa ágil e prática em relação ao tradicional *iptables*. Assim, o acesso é autorizado somente nas portas permitidas.

5.3. Sistema web

Após a devida configuração de todos os recursos necessários no lado do servidor, se deu a codificação do sistema *web* utilizando a linguagem PHP, haja vista esta preencher todos os requisitos ao mesmo tempo em que apresenta boa capacidade de integração com o banco de dados MySQL, sendo este fator imprescindível para a qualidade do sistema.

Por possuir integração com diversos *frameworks* JavaScript para gráficos, notificações, tabelas, apresentar leiaute moderno e permitir a sua customização, foi es-

colhido o *template* de código aberto Gentelella para auxiliar no processo de desenvolvimento do painel deste sistema [Silkalns 2016]. Importante mencionar que seu leiaute é baseado no [Bootstrap 2016], consagrado *framework* CSS da atualidade, permitindo compatibilidade com qualquer tamanho de tela, inclusive para dispositivos móveis.

5.4. Aplicativo

Para o desenvolvimento do aplicativo a IDE Android Studio foi considerada a alternativa mais apropriada, pois permite a simulação do programa em ambiente próximo ao real bem como a sua codificação de forma nativa. Querendo tornar a experiência do usuário mais agradável ao digitar no momento do registro, se adicionou a biblioteca de formatação de campos InputMask [Redmadrobot 2017].

Com intenção de oferecer uma excelente geração de gráficos e de forma interativa, se inclui outra biblioteca chamada MPAndroidChart. Esta oferece uma vasta gama de gráficos com *design* vistoso, enorme capacidade de customização e a possibilidade de salvar qualquer gráfico como imagem no formato PNG diretamente pelo aplicativo, o que a torna bastante conveniente para o objetivo almejado neste projeto [Jahoda 2017]. É válido frisar que o formato PNG é multiplataforma e extremamente compacto sem perda de qualidade, motivo que o torna o mais utilizado na internet [W3C 2003].

Pensando em agilizar a troca de dados entre a *hardware* e o aplicativo, se decidiu fazer uso do Firebase pertencente a Google para permear este processo. Este é um sistema de banco de dados não relacional em forma de árvore, na linguagem JSON (*JavaScript Object Notation*) que é um formato leve de intercâmbio de dados, sendo que o seu foco é auxiliar na integração de sistemas e em tempo real, especialmente para Android, razão pela qual o mesmo possui bastante documentação e inúmeros recursos. Isto evita a necessidade de criação de uma API própria favorecendo a minimização de código.

Também foi utilizado o sistema de versionamento de código [GitHub 2017], mantendo um registro das alterações e um controle das versões através de um repositório web, permitindo a implementação de modificações de maneira organizada e segura.

Para dar uma ideia melhor ao leitor do resultado da integração de todas as tecnologias, a Figura 3 mostra de uma forma esquemática o sistema desenvolvido.

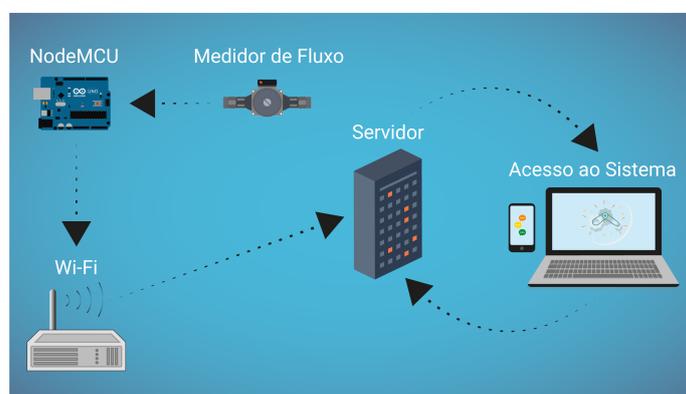


Figura 3: Organização Conceitual do Sistema

6. Medidor de Fluxo de Água voltado ao Consumo Sustentável

Esta seção exemplifica os principais diferenciais do produto desenvolvido neste projeto, o HydroFlow, com investimento de *hardware* aproximado de R\$ 100,00, compostos pelo medidor de fluxo juntamente da placa de prototipação NodeMCU.

Este projeto almeja como objetivo geral aproximar o usuário dos seus reais hábitos de consumo de água. Com isto, espera-se que este perceba de forma clara o seu impacto neste finito recurso, compreendendo que é possível reduzir o seu consumo através de melhores hábitos, dando início ao processo de conscientização, fundamental para posteriormente se alcançar um consumo sustentável. Sendo assim, para que se alcance o objetivo proposto o HydroFlow implementa as seguintes funcionalidades:

6.1. Aplicativo Android

Para facilitar o acesso do usuário aos seus dados de consumo e tornar a sua experiência mais agradável, é oferecido um aplicativo para Android a partir da versão 4.2 Jelly Bean. Este foi desenvolvido de forma nativa, ou seja; especialmente para esta plataforma e tirando proveito de todos os recursos do dispositivo [Madureira 2017]. Também é compatível com a língua inglesa, alterando automaticamente o idioma mediante a configuração do Android.

6.1.1. Registro, Conexão e Tela Inicial

O aplicativo permite o registro de usuário e análise de todos os seus respectivos dados coletados. Interessante mencionar que uma vez conectado ao sistema não é necessário repetir este processo, tornando a experiência mais suave. A Figura 4 exibe o processo de registro, de conexão e a tela inicial após a validação do usuário no sistema.

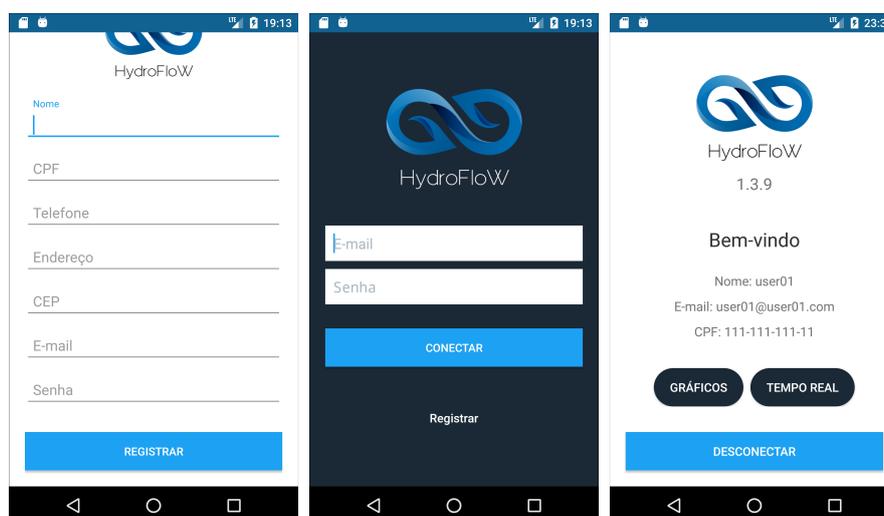


Figura 4: Registro, Conexão e Tela Inicial

6.1.2. Gráficos de Consumo

Para evidenciar de forma impactante os hábitos de consumo, foi pensada na geração de gráficos interativos. O primeiro gráfico no formato de linhas indica as comparações dos últimos 30 e 60 dias, sendo a linha de cor azul para o período mais recente e a de cor roxa para o mais longo. Isto transparece os dias de maior consumo auxiliando na reflexão do usuário sobre cada momento. Destaque que todos os gráficos possuem é a funcionalidade de serem salvos em arquivo de imagem no formato PNG, ao mesmo tempo em que oferecem diversas informações a medida em que o usuário clica e interage com eles. As informações extras exibidas pelo clique sobre os gráficos podem ser melhor compreendidas na Figura 5.

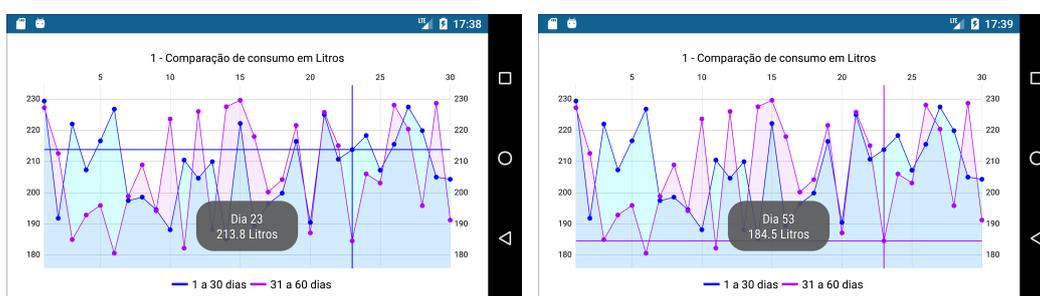


Figura 5: Gráfico de Consumo de 30 a 60 dias

Já o próximo gráfico, no formato de barras, será exibindo em metros cúbicos o consumo referente a cada mês do ano, evidenciando visualmente o mês de maior e menor pico. Noutro gráfico, em formato circular e dividido por setores, constam os percentuais do total consumido por mês em relação ao ano, pretendendo oferecer outra forma comparativa ao usuário. Estes dois métodos constam na Figura 6.

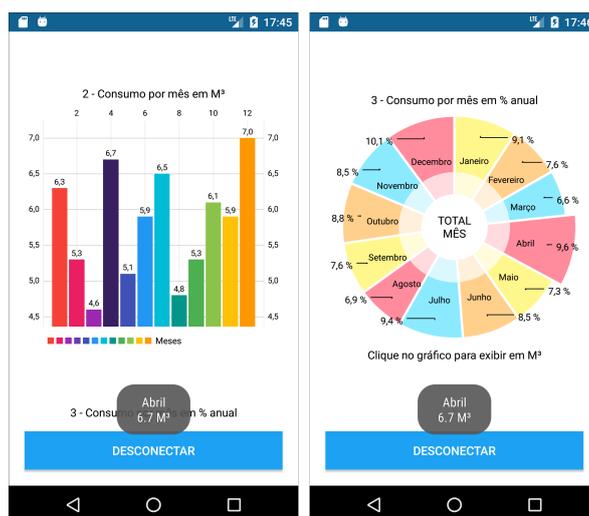


Figura 6: Gráficos de Consumo por Mês

Outro gráfico bastante interessante, fazendo a matemática para o usuário, exibe a diferença de consumo por mês nos últimos dois anos. O mês em que o usuário consumiu mais em relação ao mesmo período do ano anterior será exibido em vermelho, quando

houve redução de consumo será exibido em verde, ambos indicam a diferença de valor, sendo o tamanho da barra proporcional a este número. Este princípio de exibição de informações, tanto de cor quanto de valor, visa corroborar para que floresça a consciência de quais períodos merecem mais atenção. A Figura 7 transpõe este formato.

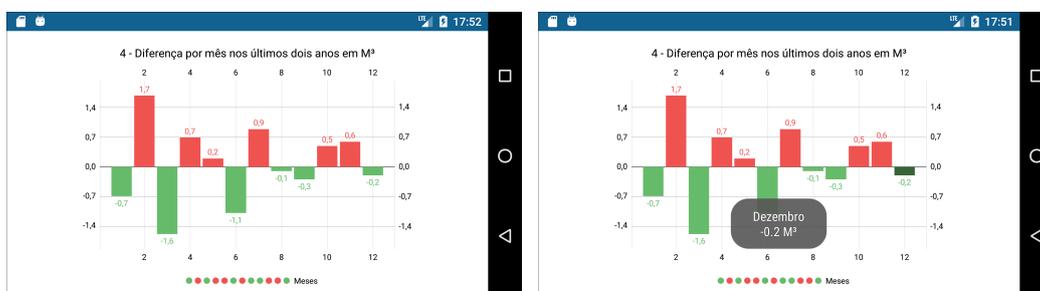


Figura 7: Gráfico de Diferença por Mês nos Últimos Dois Anos

É fundamental mencionar que para significar cada informação todos os gráficos apresentam legendas sucintas e, ao mesmo tempo, todas as instruções para o usuário interagir estão explícitas no topo desta mesma tela, ao ser aberta na orientação vertical.

6.1.3. Consumo em Tempo Real

Este gráfico é especialmente destinado a oferecer um controle em tempo real, logo; ao ligar uma torneira e possuindo o produto instalado neste ambiente, será possível visualizar claramente o quanto em mililitros foi consumido. Uma demonstração deste funcionamento é apresentada na Figura 8.



Figura 8: Gráfico de Consumo em Tempo Real

6.2. Sistema Web

O foco deste sistema é oferecer um ambiente de gerenciamento tanto para o Perfil Usuário, que possui um medidor instalado, quanto para o Perfil Administrador, que pode possuir indeterminadas unidades conectadas a sua conta.

Pensando em garantir a qualidade na geração destas informações o sistema *web* possui *design* responsivo, ou seja; os elementos que o compõem se adaptam automaticamente ao tamanho de tela do dispositivo no qual ele está sendo visualizado. Na prática, isto significa que o sistema pode ser acessado com fluidez por qualquer dispositivo móvel.

6.2.1. Perfil Usuário

O sistema dá destaque para funcionalidades de alteração de dados e visualização de gráficos de consumo. Estes frisam as últimas 24 horas, últimos 30 e 60 dias e os meses do ano corrente. Possui a funcionalidade de definir um parâmetro de aviso em litros, assim o consumo será mostrado em verde caso não exceda, ou em vermelho caso o valor seja ultrapassado. Com a intenção de estimular ainda mais o consumo sustentável, o painel também informa o valor e a data de menor consumo diário em forma de recorde. A tela principal do Perfil Usuário pode ser visualizada na Figura 9.

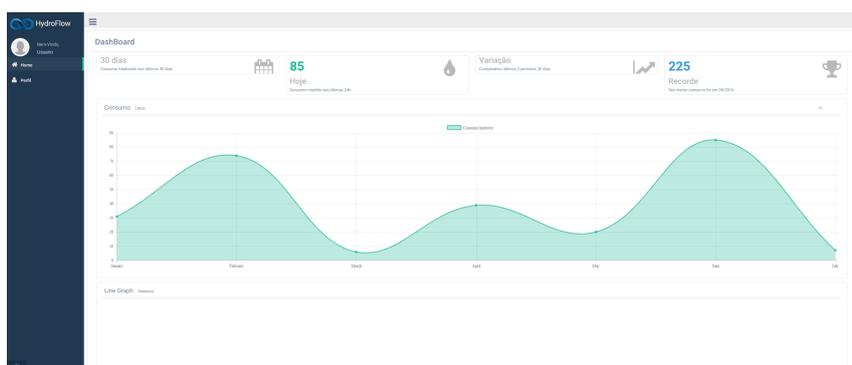


Figura 9: Painel de Controle do Perfil Usuário

6.2.2. Perfil Administrador

Com a intenção de oferecer um gerenciamento para condomínios ou imobiliárias que administram diversos condomínios, foi planejada a criação de Grupos de Consumo. Desta forma, é possível visualizar os dados de consumo de diversos Consumidores e de forma agrupada, criando uma situação análoga a de um síndico que administra o seu condomínio. Esta característica é contemplada com o intuito de estimular uma ampla adoção do produto. A Figura 10 demonstra como esta característica é exibida na tela principal do Perfil Administrador. Neste mesmo painel de controle, através do *menu*, também é possível visualizar todos os Usuários, Medidores e os Consumidores cadastrados no sistema, permitindo a alteração de dados.

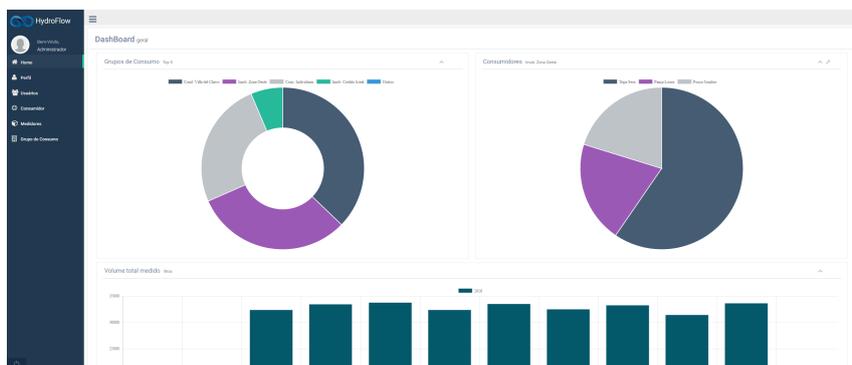


Figura 10: Painel de Controle do Perfil Administrador

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), são necessários entre 50 e 100 litros de água por pessoa diariamente para assegurar que as necessidades mais básicas sejam atendidas e os problemas referentes a saúde sejam minimizados. Este valor inclui: água para o consumo, saneamento, lavagem de roupa, preparação de alimentos, higiene pessoal. [UNDESA 2014]

Segundo a [Folha 2015], o estado do Rio de Janeiro possuiu a maior média de consumo diário de água do Brasil com 253 litros por pessoa, no outro extremo o Alagoas com apenas 100 litros e o Rio Grande do Sul com a média de 152 litros.

Desta forma, ao mensurar individualmente o consumo de água, exibindo dados em tempo real, transparecendo informações de forma detalhada, que antes não eram evidentes, através de diversos gráficos interativos, espera-se conscientizar o usuário com objetivo de que este aprimore os seus hábitos de consumo.

7. Considerações Finais

Existem melhorias que podem ser adicionadas, tanto no sistema *web* quanto no aplicativo, tais como: comparação de consumo direcionada para membros de uma mesma residência, competição de economia de consumo com ranking público, inteligência artificial para aprender os hábitos do usuário e assim orientá-lo em como melhorar, permitir o controle de abertura ou fechamento da corrente de água remotamente, criação de agendamentos para receber notificação caso haja algum consumo inesperado, oferecer uma linha do tempo detalhada da evolução na melhoria dos hábitos, integrar com redes sociais para que o usuário compartilhe a sua evolução e fique estimulado a continuar. Também é possível aprimorar o sistema de registro através de autenticação direta via Google ou Facebook, favorecendo a aceitação do produto.

O processo de conscientização é paulatino, podendo ser acelerado por ideias inovadoras. Com o desenvolvimento deste projeto espera-se estimular estas ideias e impulsionar a criação de sistemas capazes de aprimorar este processo, ao mesmo tempo, se almeja germinar na população o hábito do consumo sustentável ao transparecer a realidade individual do consumo de água.

Para que a melhoria dos hábitos de consumo de água provoque um impacto significativo é necessário que exista uma grande gama de usuários adeptos deste sistema ou similar com objetivo convergente, pois o consumo sustentável somente atingirá o seu ideal caso a população como um todo participe ativamente.

É interessante frisar que através da criatividade este sistema pode ser adaptado para a criação de um novo produto como: mensurar o consumo elétrico, consumo de gás, aplicação para automação residencial ou até mesmo a união de todos estes num projeto mais avançado. Sendo especialmente promissor para alavancar a prototipagem de um produto focado no universo da internet das coisas.

Referências

- 8th World Water Forum (2016). World Water Council. <http://bit.ly/2s5c0qY>. Acessado em: 25/09/2016.
- ANA (2016). Agência Nacional de Águas. <http://www.ana.gov.br/>. Membro do WWC.
- ANEEL (2016). Agência Nacional de Energia Elétrica. Matriz de Energia. <http://bit.ly/2pq52d4>. Acessado em: 25/09/2016.
- Apache (2016). Web Server. <https://www.apache.org/>. Acessado em: 25/09/2016.
- Arduino (2016). An open-source electronics platform based on easy-to-use hardware and software. <https://www.arduino.cc/>. Acessado em: 25/09/2016.
- Aulete (2016). Sustentabilidade. Dicionário de Língua Portuguesa. <http://www.aulete.com.br/sustentabilidade>. Acessado em: 25/09/2016.
- BB (2016). Banco do Brasil. <http://www.bb.com.br/>. Membro do WWC.
- Bell, J. E. (2012). Natural Resource Scarcity in the Supply Chain. The University of Tennessee. <http://bit.ly/2ujLLhf>. Acessado em: 25/09/2016.
- Bootstrap (2016). Bootstrap is the most popular HTML, CSS, and JS framework for developing responsive. <http://getbootstrap.com/>. Acessado em: 25/09/2016.
- CAIXA (2016). Caixa Econômica Federal. <http://www.caixa.gov.br/>. Membro do WWC.
- CloudFlare (2016). Fast, Global Content Delivery Network. <https://www.cloudflare.com/lp/overview/>. Acessado em: 25/09/2016.
- CNI (2016). Confederação Nacional da Indústria. <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>. Membro do WWC.
- CNM (2015). Desperdício de água no Brasil causa prejuízo bilionário. Confederação Nacional de Municípios.
- Correio (2015). Maus hábitos oneram a conta de água em até 40%: veja como reduzir. <https://glo.bo/2oZNqkI>. Acessado em: 25/09/2016.
- de Freitas Carvalho, W. (2010). UFMG - Medição Individualizada De Água Em Apartamentos. page 18. Curso De Especialização Em Construção Civil.
- EEA (2008). European Environment Agency. Impacts due to over-abstraction. <http://bit.ly/2tJzcZ9>. Acessado em: 25/09/2016.
- EGU (2014). European Geosciences Union. <http://bit.ly/2u3BYHP>. Acessado em: 25/09/2016.
- Folha (2015). Água no Brasil. <http://bit.ly/2tckvjE>. Acessado em: 21/06/2017.
- Gerberg, J. (2015). A Megacity Without Water: São Paulo's Drought. <http://time.com/4054262/drought-brazil-video/>. Acessado em: 25/09/2016.
- GitHub (2017). The world's leading software development platform. <https://github.com>. Acessado em: 22/04/2017.
- Gómez, L. A. (2014). Aquedutos. ECV 5644. Universidade Federal de Santa Catarina. <http://www.labeee.ufsc.br/luis/ecv5644/aqu.pdf>. Acessado em: 25/09/2016.

- Harvard (2015). CLOUD COMPUTING COMES OF AGE. Harvard Business School Publishing. <https://go.oracle.com/LP=36220>. Acessado em: 25/09/2016.
- Hydrom (2010). Empresa que presta serviços e oferta produtos de medição de água e gás. <http://www.hidrometro.com.br/4-5.pdf>. Acessado em: 25/09/2016.
- IBOPE (2011). Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. PROJETO ÁGUA. <http://bit.ly/2gz5z5E>. Acessado em: 25/09/2016.
- Jahoda, P. (2017). MPAndroidChart. A powerful Android chart view / graph view library. <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>. Acessado em: 22/04/2017.
- Johnsson, R. M. F. (2014). Water Resources Management in Brazil: Challenges and New Perspectives. <http://bit.ly/2qrLeob>. Acessado em: 25/09/2016.
- Laboratório de Garagem (2016). Tutorial: Como utilizar o Sensor de Fluxo de Água - G 3/4 com Arduino. <http://bit.ly/2oRTBMH>. Acessado em: 25/09/2016.
- Machado, R. P., Franco, M. H. I., and de Castro Bertagnolli, S. (2015). *Desenvolvimento de Software III*. Bookman, 1ª edition.
- Madureira, D. (2017). Aplicativo nativo, web App ou aplicativo híbrido? <http://usemobile.com.br/aplicativo-nativo-web-hibrido/>. Acessado em: 22/04/2017.
- MMA (2016). Ministério do Meio Ambiente. Consumo Sustentável. <http://bit.ly/2qy5PXf>. Acessado em: 25/09/2016.
- MySQL (2016). The world's most popular open source database. <https://www.mysql.com/>. Acessado em: 25/09/2016.
- NodeMCU (2016). An open-source firmware based on esp8266 wifi-soc. <https://www.nodemcu.com/>. Acessado em: 25/09/2016.
- Opensource.com (2016). What is Open Source? <https://opensource.com/resources/what-open-source>. Acessado em: 25/09/2016.
- Oppenheim, A. L. (1964). *Ancient Mesopotamia: portrait of a dead civilization*. University of Chicago Press.
- PETROBRAS (2016). Petróleo Brasileiro S.A. <http://www.petrobras.com.br/>. Membro do WWC.
- PHP (2016). PHP is a popular general-purpose scripting language that is especially suited to web development. <http://php.net/>. Acessado em: 25/09/2016.
- phpMyAdmin (2016). Bringing MySQL to the web. <https://www.phpmyadmin.net/>. Acessado em: 25/09/2016.
- RaspberryPi (2016). Is a tiny and affordable computer that you can use to learn programming. <https://www.raspberrypi.org/>. Acessado em: 25/09/2016.
- Redmadrobot (2017). InputMask. The library allows to format user input on the fly. <https://github.com/RedMadRobot/input-mask-android>. Acessado em: 22/04/2017.
- Rodrigues, G. S. (2004). Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. page 1. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

- SABESP (2016). Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. <http://www.sabesp.com.br/>. Membro do WWC.
- Sharp, K. A. (2001). Water: Structure and properties. University of Pennsylvania.
- Silkalns, A. (2016). Free Bootstrap 3 Admin Template. <https://github.com/puikinsh/gentelella>. Acessado em: 25/09/2016.
- SIWI (2016). Stockholm International Water Institute. Water, migration and how they are interlinked. <http://bit.ly/2ppPCFK>. Acessado em: 25/09/2016.
- SNIS (2014). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento. <http://bit.ly/2t5Co3c>. Acessado em: 25/09/2016.
- Spectrum (2015). Build a Wireless Water Meter for Your Home. <http://bit.ly/2pRsZeU>. Acessado em: 25/09/2016.
- Temer, M., Filho, J. S., and Osório, F. M. (2016). Presidência da República. LEI Nº 13.312. <http://bit.ly/2sRnieN>. vacância de 5 anos.
- UFW (2017). UncomplicatedFirewall. <https://wiki.ubuntu.com/UncomplicatedFirewall>. Acessado em: 22/04/2017.
- UN (2012). 2013 United Nations International Year of Water Cooperation. <http://www.unwater.org/downloads/216005e.pdf>. Acessado em: 25/09/2016.
- UNDESA (2006). United Nations Department of Economics and Social Affairs. Water Scarcity. <http://bit.ly/2s96W4H>. Acessado em: 25/09/2016.
- UNDESA (2014). United Nations Department of Economics and Social Affairs. The human right to water and sanitation. <http://bit.ly/2rTk4Hj>. Acessado em: 21/06/2007.
- UNRIC (2016). United Nations Regional Information Centre for Western Europe. <http://www.unric.org/pt/actualidade/22742>. Acessado em: 25/09/2016.
- Valadares, A. C. (2011). PROJETO DE LEI DO SENADO nº 444. Social - Meio ambiente. <http://bit.ly/2ueZNzO>. Acessado em: 25/09/2016.
- Vieira, E. M. and Ximenes, V. M. (2008). Conscientização: Em que interessa este conceito à psicologia.
- W3C (2003). Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition). <https://www.w3.org/TR/PNG>. Acessado em: 22/04/2017.
- World Bank (2016). Brazil may be the Owner of 20% of the World's Water Supply but it is still Very Thirsty. <http://bit.ly/2pR92Vl>. Acessado em: 25/09/2016.
- WWC (2016). World Water Council. <http://bit.ly/2pq2njE>. Acessado em: 25/09/2016.