

Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial do Rio Grande do Sul
Faculdade Senac Porto Alegre
Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas

YONATHAN STEIN

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO

HYDROFLOW
medidor de fluxo de água com enfoque no consumo sustentável

Porto Alegre
2017

YONATHAN STEIN

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO

HYDROFLOW

medidor de fluxo de água com enfoque no consumo sustentável

Relatório Final de Projeto apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Faculdade Senac Porto Alegre.

Orientador: Prof. Me. Rafael Jeffman

Porto Alegre
2017

RESUMO

Os recursos naturais estão cada vez mais escassos, especialmente 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 de forma a evidenciar maus hábitos. Este relatório apresenta o projeto de um dispositivo baseado em Arduino capaz de medir o fluxo de água instantaneamente, a criação de um sistema online para a coleta de dados juntamente do desenvolvimento de um aplicativo para Android. Estes dados serão apresentados graficamente com o propósito de informar claramente ao 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.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, Android, Consumo de Água.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de visão geral da solução	16
Figura 2 – Fluxo de processos da Prototipagem Evolutiva	17
Figura 3 – Classe “Main.ino” do programa do NodeMCU	20
Figura 4 – Classe “Water.h” do programa do NodeMCU	21
Figura 5 – Terminal do Servidor Serviços Instalados	22
Figura 6 – Aviso de conexão segura a partir do navegador web	23
Figura 7 – Entradas de DNS no sistema da CloudFlare.	23
Figura 8 – Terminal do Servidor Domínio Reconhecido	24
Figura 9 – Terminal do Servidor Regras do UFW	24
Figura 10 – Diagrama de Caso de Uso	32
Figura 11 – Diagrama de Pacotes do Aplicativo para Android	33
Figura 12 – Diagrama de Pacotes do Aplicativo para Android para conexão à internet.....	34
Figura 13 – Diagrama de Classe do Aplicativo para Android.....	35
Figura 14 – Modelo Entidade Relacionamento	36
Figura 15 – JSON Schema	36
Figura 16 – Painel de Controle do Usuário – Home	43
Figura 17 – Painel de Controle do Usuário – Perfil	44
Figura 18 – Painel de Controle do Administrador – Home	45
Figura 19 – Painel de Controle do Administrador – Perfil.....	46
Figura 20 – Painel de Controle do Administrador – Usuários	46
Figura 21 – Painel de Controle do Administrador – Usuários	47
Figura 22 – Painel de Controle do Administrador – Usuários	47
Figura 23 – Painel de Controle do Administrador – Consumidores.....	48
Figura 24 – Painel de Controle do Administrador – Consumidores.....	48
Figura 25 – Painel de Controle do Administrador – Medidores.....	49
Figura 26 – Painel de Controle do Administrador – Grupos de Consumo.....	49
Figura 27 – Registro, Conexão e Tela Inicial.....	50
Figura 28 – Gráfico de Consumo de 30 a 60 dias	51
Figura 29 – Gráficos de Consumo por Mês.....	52
Figura 30 – Gráficos de Diferença por Mês nos Últimos Dois Anos.....	53
Figura 31 – Gráfico de Consumo em Tempo Real.....	54
Figura 32 – Exemplo de perguntas de acordo com a escala Likert	55
Figura 33 – Tela do framework Selenium para Waterfox	56
Figura 34 – Questionário – Perfil dos Usuários – Sexo	61
Figura 35 – Questionário – Perfil dos Usuários – Idade.....	61
Figura 36 – Questionário – Perfil dos Usuários – Grau de Instrução.....	62
Figura 37 – Questionário – Perfil dos Usuários – Área de Atuação.....	62
Figura 38 – Questionário – Afirmação – 01	63
Figura 39 – Questionário – Afirmação – 02	63
Figura 40 – Questionário – Afirmação – 03	64
Figura 41 – Questionário – Afirmação – 04	64
Figura 42 – Questionário – Afirmação – 05	65
Figura 43 – Questionário – Afirmação – 06	65
Figura 44 – Questionário – Afirmação – 07	66
Figura 45 – Questionário – Afirmação – 08	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela comparativa entre sistemas correlatos e o projeto em questão	10
Tabela 2 – Regras de Negócios	18
Tabela 3 – Product Backlog	18
Tabela 4 – Protótipo 01 Product Backlog	19
Tabela 5 – Protótipo 01 User Stories	20
Tabela 6 – Protótipo 01 Regras de Negócios	20
Tabela 7 – Protótipo 02 Product Backlog	22
Tabela 8 – Protótipo 02 User Stories	22
Tabela 9 – Protótipo 03 Product Backlog	25
Tabela 10 – Protótipo 03 User Stories	25
Tabela 11 – Protótipo 03 Regras de Negócios	25
Tabela 12 – Protótipo 04 Product Backlog	26
Tabela 13 – Protótipo 04 User Stories	26
Tabela 14 – Protótipo 05 Product Backlog	27
Tabela 15 – Protótipo 05 User Stories	27
Tabela 16 – Protótipo 05 Regras de Negócios	27
Tabela 17 – Protótipo 06 Product Backlog	28
Tabela 18 – Protótipo 06 User Stories	28
Tabela 19 – Protótipo 06 Regras de Negócios	28
Tabela 20 – Protótipo 07 Product Backlog	29
Tabela 21 – Protótipo 07 User Stories	29
Tabela 22 – Protótipo 08 Product Backlog	30
Tabela 23 – Protótipo 08 User Stories	30
Tabela 24 – Protótipo 09 Product Backlog	31
Tabela 25 – Protótipo 09 User Stories	31
Tabela 26 – Protótipo 09 Regras de Negócios	31
Tabela 27 – Teste Negativo: Alteração do Parâmetro de Aviso	56
Tabela 28 – Teste Positivo: Alteração do Parâmetro de Aviso	57
Tabela 29 – Teste Negativo: Alteração de Dados do Perfil	57
Tabela 30 – Teste Positivo: Alteração de Dados do Perfil	57
Tabela 31 – Teste Negativo: Buscar um Consumidor	58
Tabela 32 – Teste Positivo: Buscar um Consumidor	58
Tabela 33 – Teste Negativo: Alteração de Dados de um Consumidor	59
Tabela 34 – Teste Positivo: Alteração de Dados de um Consumidor	59
Tabela 35 – Resultado do teste automatizado do Sistema Web	60
Tabela 36 – Validação do Aplicativo	67

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO GERAL DO PROJETO.....	8
2	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	9
2.1	ANÁLISE DE PROJETOS CORRELATOS	9
3	OBJETIVOS	11
3.1	OBJETIVO GERAL	11
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4	ANÁLISE DE TECNOLOGIAS/FERRAMENTAS.....	12
4.1	HARDWARE.....	12
4.2	INFRAESTRUTURA	12
4.3	APLICATIVO & SISTEMA WEB.....	13
5	DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO	15
6	ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO.....	17
7	ARQUITETURA DO SISTEMA.....	18
7.1	MODELAGEM DE NEGÓCIO	18
7.2	PRODUCT BACKLOG	18
7.3	PROTÓTIPOS.....	19
7.3.1	Protótipo 01.....	19
7.3.2	Protótipo 02.....	22
7.3.3	Protótipo 03.....	25
7.3.4	Protótipo 04.....	26
7.3.5	Protótipo 05.....	27
7.3.6	Protótipo 06.....	28
7.3.7	Protótipo 07.....	29
7.3.8	Protótipo 08.....	30
7.3.9	Protótipo 09.....	31
7.4	DIAGRAMA DE CASO DE USO	32
7.5	DIAGRAMA DE ESTRUTURA DE PACOTES	33
7.6	DIAGRAMA DE CLASSE.....	35
7.7	MODELAGEM DE DADOS	36
7.7.1	MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO	36
7.7.2	MODELO JSON SCHEMA.....	36
8	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	42
8.1	SISTEMA WEB	42

8.1.1	PERFIL USUÁRIO.....	43
8.1.2	PERFIL ADMINISTRADOR.....	45
8.2	APLICATIVO ANDROID	50
8.2.1	REGISTRO, CONEXÃO E TELA INICIAL.....	50
8.2.2	GRÁFICOS DE CONSUMO	51
8.2.3	CONSUMO EM TEMPO REAL.....	54
9	VALIDAÇÃO	55
9.1	ESTRATÉGIA	55
9.2	VERIFICAÇÃO	55
9.2.1	SISTEMA WEB	56
9.2.2	APLICATIVO	60
9.3	VALIDAÇÃO	60
9.3.1	VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO.....	61
9.3.2	VALIDAÇÃO DO APLICATIVO.....	67
10	CONSIDERAÇÕES FINAIS	68
10.1	TRABALHOS FUTUROS.....	69
11	COMPONENTES REUTILIZADOS.....	70
	REFERÊNCIAS	71

1 APRESENTAÇÃO GERAL DO PROJETO

A água sempre foi um recurso valioso para todos os seres vivos e indispensável para o desenvolvimento de qualquer sociedade (SHARP, 2011). 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 se torna sinônimo de prosperidade, a falta da mesma inevitavelmente causa um efeito contrário ocasionando migrações para regiões com novos recursos hídricos (SIWI, 2017). 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, 2017). 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).

Entretanto, a sua relativa abundância em boa parte do território brasileiro, fez com que a sociedade em geral negligencie o seu 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 noutras regiões, muitas vezes remotas, causando graves consequências pela extração predatória (EEA, 2008).

Desta forma, este trabalho relata o desenvolvimento de um mecanismo capaz de mensurar o consumo de água de forma inovadora, corroborando com a percepção de desperdícios afim de sensibilizar a sociedade para evitá-los. Ao mesmo tempo, este mecanismo é validado através de testes reais com os usuários com o objetivo de transparecer a qualidade final do produto desenvolvido.

2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

A conscientização pode ser entendida como tomar posse da realidade, passando a existir o olhar mais crítico possível (VIEIRA, 2008). Este olhar, no que tange a sustentabilidade, permeia toda a sociedade como uma consciência coletiva, clarificando suas questões inerentes permitindo 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, 2017).

Com o intuito de sensibilizar o mundo e trazer mais debates sobre a importância do desenvolvimento inteligente dos recursos de água, a (ONU, 2012) declarou que 2013 seria o "Ano Internacional da Água Potável". Já o World Water Council, que possui dentre seus membros diversas entidades brasileiras, organiza o próximo *8th World Water Forum* que será sediado em Brasília em 2018 (WWC, 2017). 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, 2017).

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% tem consciência de que este consumo poderia ser menor. Um total de 67% dos domicílios sofre 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.

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 (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.

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 afim de 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.

2.1 ANÁLISE DE PROJETOS CORRELATOS

A primeira solução é em forma de tutorial e consta no site Laboratório de Garagem. 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 do mesmo, tendo o seu custo estimado em R\$ 125,00 (LABORATÓRIO DE GARAGEM, 2014).

Outra solução encontrada, também na forma de tutorial, consta no site Spectrum, 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 (RASPERRYPI, 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 U\$ 100,00 (SPECTRUM, 2015).

A última solução comparativa consiste em um produto de medição individualizada encontrado no catálogo da empresa porto alegreense Hydrom. Dentre suas características consta: 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 instalação com a central (HYDROM, 2010).

Tabela 1 – Tabela comparativa entre sistemas correlatos e o projeto em questão

Características	Lab. de Garagem	Spectrum	Hydrom	HydroFlow
Mensura Fluxo de Água	X	X	X	X
Exibe Consumo Total		X	X	X
Exibe Consumo Contínuo	X	X	X	X
Múltiplos Medidores			X	X
Grupo de Consumo				X
Wi-Fi / Conectividade		X	X	X
Painel de Administração			X	X
Segurança				X
Web Server		X		X
Web Server Online				X
Desing Responsivo				X
Gráficos				X
Gráfico Tempo Real				X
Banco de Dados			X	X
Aplicativo Android				X
Análise Comparativa				X
Open-Source	X	X		X

Fonte: construída pelo autor do projeto.

Conforme pode ser visualizado na Tabela 1, o HydroFlow abrange todas as funcionalidades das soluções anteriores, ao mesmo tempo, apresenta grande evolução através da implementação de características únicas. Estas novas funcionalidades, mediante o estudo do problema, são consideradas ideais afim de catalisar a solução.

3 OBJETIVOS

Nesta seção apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos no que tange o projeto proposto.

3.1 OBJETIVO GERAL

Este projeto almeja como objetivo geral o desenvolvimento de um dispositivo, contemplando tanto *hardware* quanto *software*, para aproximar o usuário dos seus reais hábitos de consumo de água. Com isto, espera-se que o usuário 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.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Armazenar todas as informações de consumo de água afim de permitir uma análise sobre as mesmas.
- b) Oferecer uma forma gráfica de visualização destas informações.
- c) Indicar ao usuário se houve melhoria nos seus hábitos de consumo.
- d) Favorecer a aceitação do sistema através de um aplicativo com interface amigável.

4 ANÁLISE DE TECNOLOGIAS/FERRAMENTAS

Nesta seção constam todas as tecnologias e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento deste projeto. A primeira subseção corresponde ao que abrange o *hardware* local, ou seja; a única parte não virtual deste sistema. A próxima está relacionada a hospedagem do sistema e a sua respectiva infraestrutura em servidor em *data center*. A última subseção contempla o ambiente bem como as linguagens de programação para desenvolvimento do aplicativo e do o sistema *web* acessível via navegador. Todo o projeto é permeado por tecnologias livres ou *open-source*, acentuando o seu potencial colaborativo devido ao seu caráter de código aberto (OPENSOURCE, 2017). Este fator favorece a replicação e a difusão deste trabalho.

4.1 HARDWARE

- a) ARDUINO NODEMCU: após pesquisa afim de encontrar uma solução de hardware de baixo custo, foi escolhida como a melhor alternativa o NodeMCU devido ao seu tamanho reduzido e Wi-Fi integrado (NODEMCU, 2017). Este é um kit de desenvolvimento que auxilia na prototipagem de produtos voltados a internet das coisas, sendo uma placa Arduino baseada no chipset ESP8266.
- b) ARDUINO IDE: afim de facilitar o desenvolvimento do código para o *hardware*, este será através do *software* oficial de desenvolvimento do Arduino em linguagem C (ARDUINO, 2017).
- c) C: linguagem de programação tradicional para o *hardware* de prototipagem Arduino. Possui bastante documentação e preenche todos os requisitos necessários para a integração com as demais partes do projeto.
- d) MEDIDOR DE FLUXO: para a leitura do fluxo de água basta um medidor de pulso que possua um pino para dados.

4.2 INFRAESTRUTURA

- a) DOMÍNIO: para que o sistema seja acessível via *web* através de um domínio é necessário o seu registro, sendo a escolha da entidade de registro apenas uma questão de valor.
- b) CDN: o domínio necessita da configuração de suas entradas de DNS, para isto optou-se por utilizar uma *Content Delivery Network* no plano oferecido gratuitamente pela empresa Cloudflare. Este apresenta melhor segurança, incluindo o protocolo TLS 1.2. Além disto, proporciona menor latência, dinamismo e uma serie de configurações que facilitam o desenvolvimento deste projeto (CLOUDFLARE, 2017).
- c) LINUX UBUNTU: escolhida por ser uma distribuição de Linux mundialmente conhecida e extremamente utilizada pela comunidade brasileira, favorecendo a continuidade deste projeto. Desta forma, será efetuada a instalação do sistema operacional Ubuntu 16.04 LTS x64 no servidor (UBUNTU, 2017).

- d) APACHE: *Web Server* responsável pelas requisições HTTP na porta 80 e HTTPS na porta 443. A sua escolha se dá pela facilidade de instalação, segurança e fácil integração (APACHE, 2017).
- e) MYSQL: para a persistência de dados de forma relacional, foi escolhido o MySQL devido a sua compatibilidade com *softwares* de terceiros (MYSQL, 2017).
- f) PHPMYADMIN: visando o gerenciamento do banco de dados MySQL via *web*, se fará a instalação deste sistema (PHPMYADMIN, 2017).
- g) UFW: afim de facilitar as configurações de segurança para o *firewall* do sistema operacional Ubuntu, evitando-se assim acessos indesejáveis, o *uncomplicated firewall* apresenta uma alternativa ágil e prática em relação ao tradicional iptables. Assim, o acesso é autorizado somente nas portas permitidas (UBUNTU WIKI, 2017).

4.3 APLICATIVO & SISTEMA WEB

- a) ANDROID STUDIO: é a IDE, *Integrated development environment*, oficial da Google para o desenvolvimento de aplicativos para o sistema operacional Android. Escolhida pelo seu dinamismo, boa documentação, excelente integração, ao mesmo tempo em que instala e atualiza todos os componentes necessários (ANDROID STUDIO, 2017).
- b) JAVA: linguagem de programação compilada, extremamente difundida, criada em 1995, atualmente pertencente a empresa Oracle (Oracle, 2017). Selecionada pela Google para ser a linguagem padrão do sistema operacional Android, o que a torna imprescindível para o desenvolvimento de um aplicativo de forma nativa (JAVA, 2017)
- c) FIREBASE: sistema de banco de dados não relacional, na linguagem JSON, oferecido pela Google de forma gratuita. Seu principal objetivo é auxiliar na criação de integração com aplicativos Android e, por esta razão, o mesmo possui bastante documentação com grandes facilidades para a minimização de código. Isto evita a necessidade de criação de uma API própria. (FIREBASE, 2017).
- d) JSON: é a abreviação de *JavaScript Object Notation*. É um formato leve de intercâmbio de dados, fácil para os seres humanos lerem e escreverem. Prático para máquinas analisarem e gerarem. Baseado em um subconjunto da linguagem de programação JavaScript, o JSON é um formato de texto que é completamente independente da linguagem, mas usa convenções que são familiares aos programadores da família C. Java, Perl, Python e muitos outros. Essas propriedades fazem do JSON uma linguagem de intercâmbio de dados muito robusta (JSON, 2017).
- e) JAVASCRIPT: ou simplesmente JS, é uma linguagem de programação interpretada para páginas web. Permite interações em tempo real diretamente via navegador, sem necessidade de interpretações pelo lado do servidor, sendo extremamente leve e difundida, oferecendo alta compatibilidade. Estas razões a tornam essencial para o seguimento deste projeto (MOZILLA, 2017).

- f) PHP: linguagem de programação interpretada pelo lado do servidor. Largamente difundida, oferece robusta integração com diversos tipos de bancos de dados. Também permite interações em tempo real, propiciando a criação de páginas *web* dinâmicas. Selecionada a versão 7 para este projeto devido ao seu caráter de maior desempenho em relação a geração anterior (PHP, 2017).
- g) PNG: ou *Portable Network Graphics* é um formato de dados utilizado para imagens que permite comprimi-las sem perda de qualidade, reduzir o seu tamanho em bytes e retirar o seu fundo através do canal alpha. Estas características o tornam o formato mais utilizado na internet (W3C, 2003).
- h) BOOTSTRAP: é um *framework* de desenvolvimento em CSS (*Cascading Style Sheets*), que oferece responsividade imediata através da simplificação e reutilização de código para organizar o modo como os elementos em uma página HTML devem ser exibidos (GETBOOTSTRAP, 2017).
- i) NOTEPAD++: editor de texto de código aberto, escrito em C++, com suporte a inúmeras linguagens de programação. Oferece leveza, instalação de plugins e interface extremamente amigável, facilitando a análise do código. Torna-se ferramenta indispensável no que tange a praticidade ao editar um arquivo em qualquer linguagem de programação, dispensando a necessidade de abri-lo noutro software específico e menos ágil. (NOTEPAD++, 2017).
- j) GIT: é um sistema de versionamento de forma distribuída. Desta forma, é possível analisar as diferenças de uma versão para outra, comparar cada arquivo, sendo ferramenta indispensável para o desenvolvimento contemporâneo, especialmente em equipes numerosas. O Git tem por características a sua leveza e praticidade (GIT, 2017).
- k) GITHUB: funciona como um repositório online para um sistema Git, permitindo acesso às versões do código através de qualquer navegador *web*, o que traz enorme facilidade no gerenciamento do código do sistema (GITHUB, 2017).
- l) GITKRAKEN: software *desktop* com interface gráfica amigável e integração com o sistema do GitHub, facilitando a criação de novas versões do código, organização e visualização do repositório como um todo. Isto corrobora na agilidade de desenvolvimento e evidencia erros que poderiam ser suprimidos pela utilização tradicional do sistema Git por linha de comando (GITKRAKEN, 2017).
- m) ASTAH: uma ferramenta de *design* para ágil modelagem de artefatos UML (*Unified Modeling Language*), *ER Diagram*, *Flowchart*, *Mindmap*, e muitos outros. Desta forma, é possível criar diagramas de inúmeros tipos e finalidades, sendo interessante para auxiliar neste projeto, na medida do necessário, quanto a modelagem referente as histórias de usuário. (ASTAH, 2017).
- n) SELENIUM: é um *framework* para verificar a qualidade do sistema *web* através de testes automatizados. Para facilitar a sua utilização é possível instalar uma extensão para o navegador. (SELENIUM, 2017).

5 DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO

Esta seção exemplifica os principais diferenciais do produto desenvolvido neste projeto, chamado HydroFlow, sendo este um dispositivo baseado em Arduino integrado a um medidor de fluxo de água comum, com seu investimento aproximado de R\$ 60,00, o tornando bastante acessível.

O Arduino é um projeto de *hardware* e *software* livres, sem fins lucrativos, com objetivo de facilitar e baratear kits de desenvolvimento. Se utilizou uma das diversas variáveis disponíveis no mercado, conhecida como NodeMCU, por possuir valor inferior à média de outros Arduinos, tamanho reduzido e módulo Wi-Fi integrados.

Uma vez definida a solução de *hardware* se focou no sistema *web* que visa oferecer um ambiente administrativo, dando destaque a características como alteração de dados e gráficos objetivos. Ao mesmo tempo, é projetado para absorver um número ilimitado de medidores de forma independente, permitindo que uma mesma residência possua este dispositivo instalado em diferentes pontos. Desta forma, é possível analisar o hábito de consumo em cada ponto de instalação do produto.

Pensando em oferecer um gerenciamento para condomínios, ou até mesmo para imobiliárias que administram diversos condomínios, foi planejada a criação de Grupos de Consumo. Esta característica é contemplada com o intuito de estimular uma ampla adoção do produto. Assim, é possível a visualização dos dados de consumo de outros usuários e de forma agrupada, criando uma situação análoga a de um síndico que administra o seu condomínio.

Com a intenção de 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.

Afim de facilitar o acesso do usuário e tornar a sua experiência mais interessante, se desenvolveu um aplicativo para Android a partir da versão 4.2 *Jelly Bean* com o foco em telas a partir de 4.5 polegadas. Este aplicativo permite o cadastro de usuários e análise de todos os seus hábitos de consumo. Importante mencionar que uma vez conectado não é necessário efetuar *login* novamente, tornando a experiência mais agradável.

Para evidenciar de forma visual estes hábitos de consumo, foi planejada a geração de gráficos interativos com o objetivo de transparecer os momentos de maior consumo, podendo indicar supostos vazamentos mediante a análise do usuário.

O “Gráfico de Tempo Real” se refere a vazão mensurada naquele momento, logo; ao ligar uma torneira e possuindo o produto instalado neste ambiente, será possível visualizar claramente o quanto foi consumido em mililitros com um *delay* aproximado de 1 segundo.

Já o “Gráfico de 0 a 30 e 31 a 60 dias”, no formato de linhas, indica as comparações dos últimos 30 e 60 dias, sendo a de cor azul para o período mais recente e a de cor roxa para o mais longo. Isto transparece os dias de maior consumo nos últimos dois meses, auxiliando na reflexão do usuário mediante este período.

No “Gráfico de Meses” 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 mesmos dados de consumo, porém; em percentual mensal em relação ao total do ano, pretendendo oferecer outra forma comparativa ao usuário.

O “Gráfico de diferença por mês nos últimos dois anos”, no formato de barras, é bastante interessante pois já faz a matemática para o usuário, transparecendo a diferença de

consumo durante este intervalo de tempo. O mês em que o usuário consumiu mais no último ano será exibido com uma barra em vermelho, indicando em metros cúbicos o aumento. Já no mesmo mês em que houve redução de consumo será exibido em verde, proporcional ao valor economizado.

Interessante frisar que é possível ampliar cada um destes gráficos e salvá-los como imagens no formato PNG diretamente pelo aplicativo. Todas as instruções e legendas para as interações do usuário estão explícitas.

Desta forma, através de diversos gráficos exibindo informações que antes não eram evidentes, espera-se conscientizar o usuário com objetivo de que este aprimore seus hábitos de consumo. Para melhor compreensão do sistema a Figura 1 apresenta uma visão geral desta solução.

Figura 1 – Exemplo de visão geral da solução



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Também é possível se observar a sequência lógica de funcionamento do sistema mediante a Figura 1: inicia com a passagem de água pelo medidor de fluxo, este funciona integrado ao *hardware* de prototipagem Arduino NodeMCU que recebe os dados de consumo através de um pino específico para este fim, ao mesmo tempo, o NodeMCU está conectado a uma rede Wi-Fi predefinida para que seja possível enviar as informações coletadas através da internet para um servidor na nuvem, que por sua vez é acessado via aplicativo ou sistema web para assim serem exibidas as informações graficamente para o usuário.

6 ABORDAGEM DE DESENVOLVIMENTO

Por se tratar de um projeto que permite, no primeiro momento, o desenvolvimento de suas partes de forma isolada, se optou pela prototipagem evolutiva como forma de acelerar os processos de criação e minimizar seus riscos inerentes.

Os Protótipos são desenvolvidos de maneira rápida, permitindo a implementação de certos aspectos bem como funcionalidades. Estes Protótipos são criados nas fases iniciais do projeto e refinados ao longo do desenvolvimento, podendo ser chamados de *releases* (liberações). De forma incremental são incorporadas funcionalidades ao Protótipo, tendo sua fidelidade paulatinamente aumentada. Uma das vantagens deste processo é a redução dos riscos relacionados às mudanças de requisitos (SOARES, 2016).

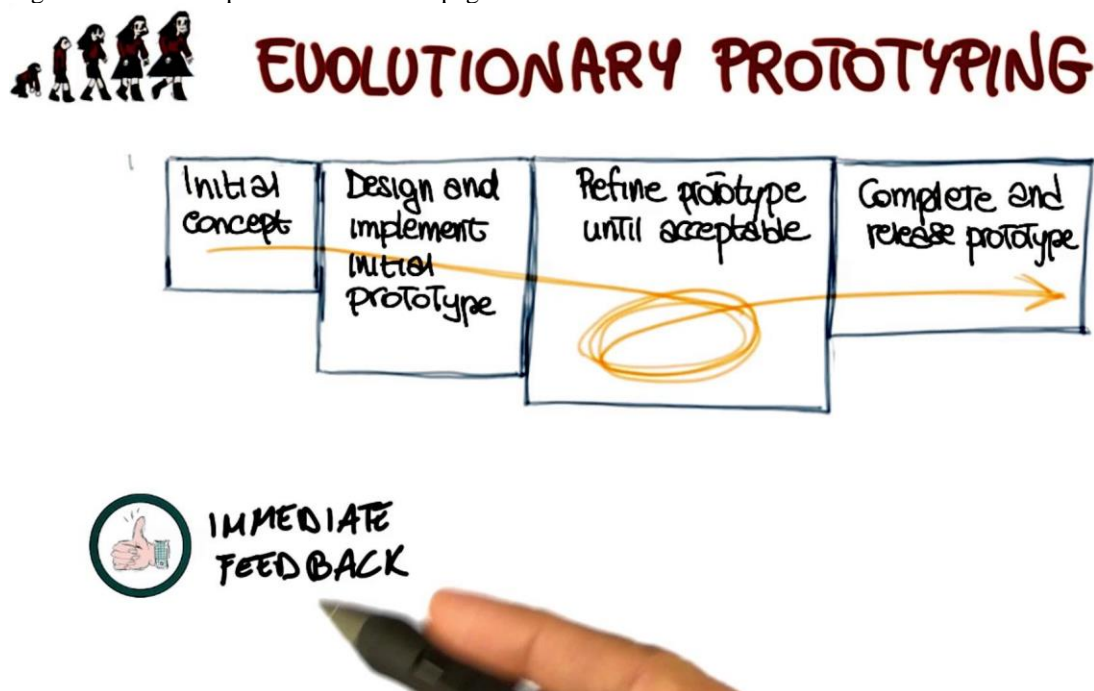
Na prototipagem evolutiva se ressalta o desenvolvimento das partes mais transparentes do projeto, ou seja; aquelas que ficaram mais claras desde o início, ao invés de focar em todo o sistema final almejado, permitindo postergar partes pouco nítidas devido à falta de maturação do produto desenvolvido (UDACITY, 2017).

Possui quatro ciclos bem definidos, iniciando com uma abstração do produto proposto, a fase de conceito, e seguindo com a parte de *design* e implementação do Protótipo baseada no conceito inicial. Este é avaliado pelo cliente, sendo refiado até se tornar aceitável, podendo ser aprimorado ou estendido. Quando o Protótipo é considerado bom o suficiente é libertado como um produto final deste ciclo.

No projeto desenvolvido neste relatório o professor orientador fará o papel de cliente com o intuito de fornecer o *feedback* quanto à qualidade e a evolução referente aos objetivos propostos.

Pode ser melhor compreendido o fluxo de processos desta metodologia na Figura 2.

Figura 2 – Fluxo de processos da Prototipagem Evolutiva



Fonte: Udacity, 2017

7 ARQUITETURA DO SISTEMA

O sistema irá conter uma camada gráfica destinada a interface do aplicativo e outra destinada ao sistema *web*. Para a camada de persistência será utilizado o banco de dados. Também conta com uma camada DAO (*Data Access Object*) abstraindo e encapsulando todos os acessos, como login e registro, realizando a comunicação com o banco de dados para a persistência (RLSYSTEM, 2015). A camada de controle é permeada durante esta comunicação, sendo abstraídas as regras de negócio e validação dos campos antes de ser realizada qualquer ação.

7.1 MODELAGEM DE NEGÓCIO

As regras de negócio são as seguintes:

Tabela 2 – Regras de Negócios

Item	Descrição
RN01	O medidor terá o usuário e a senha da rede Wi-Fi predefinidos no seu código
RN02	O medidor manterá os dados salvos localmente na memória do Arduino e os enviará sempre que for realizada a conexão com a internet
RN03	O Usuário precisa estar conectado ao sistema para visualizar o seu consumo
RN04	O Usuário somente irá visualizar o seu consumo caso possua um medidor associado à sua conta
RN05	O Administrador somente poderá criar um Grupo de Consumo caso existam dois ou mais usuários com medidores
RN06	O aplicativo precisa de conexão com a internet para o seu devido funcionamento
RN07	O Usuário do Aplicativo deve visualizar o seu “e-mail”, “nome” e “CPF” na tela principal após se conectar
RN08	O Usuário do Aplicativo precisa pressionar “voltar” duas vezes para fechar o aplicativo
RN09	O Usuário do Aplicativo precisa liberar “permissão” para que seja possível salvar o gráfico como imagem PNG

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

7.2 PRODUCT BACKLOG

O *Product Backlog* transparece de forma objetiva todas as funcionalidades bem como as necessidades a serem cumpridas para o desenvolvimento do projeto. Os itens muitas vezes utilizando *User Stories*, definidos de forma prioritária através de uma escala de 1 a 10, sendo 10 o valor de maior prioridade. (GREEN, 2012).

Tabela 3 – Product Backlog

Item	Descrição	Prioridade
PBL01	Medidor de consumo de água do Usuário	10
PBL02	Acesso do sistema web via navegador	10
PBL03	Interface do Usuário do sistema web	9

PBL04	Sessão do Usuário do sistema web	9
PBL05	Perfil do Usuário do sistema web	8
PBL06	Parâmetro do Usuário do sistema web	8
PBL07	Gráfico do Usuário do sistema web	8
PBL08	Avisos do Usuário do sistema web	8
PBL09	Interface adaptada para o Administrador do sistema web	7
PBL10	Gráfico do Administrador do sistema web	7
PBL11	Usuários do Administrador do sistema web	6
PBL12	Consumidores do Administrador do sistema web	6
PBL13	Medidores do Administrador do sistema web	6
PBL14	Gráfico do Grupo de Consumo do Administrador	5
PBL15	Grupos de Consumo do Administrador do sistema web	5
PBL16	Interface do Aplicativo	4
PBL17	Registro via aplicativo	3
PBL18	Login via aplicativo	3
PBL19	Gráfico de 30 e 60 dias	2
PBL20	Gráfico de 12 meses	2
PBL21	Gráfico de 12 meses em %	2
PBL22	Gráfico de dos últimos 2 anos	2
PBL23	Gráfico de tempo real	1
PBL24	Informações extras ao clicar no gráfico	1
PBL25	Interface <i>landscape</i> do Aplicativo	1
PBL26	Salvar gráfico como imagem PNG	1

Fonte: criado pelo autor do projeto.

7.3 PROTÓTIPOS

Nesta sessão constam todos os Protótipos desenvolvidos bem como os processos realizados em cada um afim de cumprir os objetivos previsto na *Product Backlog*.

7.3.1 Protótipo 01

Este Protótipo tratou do desenvolvimento do seguinte item do *Product Backlog*:

Tabela 4 – Protótipo 01 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL01	Medidor de consumo de água do Usuário	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foi criada a seguinte *User Storie*:

Tabela 5 – Protótipo 01 | User Stories

Item	Descrição
US01	Como Usuário desejo instalar o produto para que este meça o meu consumo de água

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste Protótipo foram atendidas as seguintes Regras de Negócio:

Tabela 6 – Protótipo 01 | Regras de Negócios

Item	Descrição
RN01	O medidor terá o usuário e a senha da rede Wi-Fi predefinidos no seu código
RN02	O medidor manterá os dados salvos localmente na memória do Arduino e os enviará sempre que for realizada a conexão com a internet

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Foi adquirido o equipamento de hardware necessário, sendo este o medidor de fluxo com um pino para dados juntamente do Arduino NodeMCU.

Houve a preparação do ambiente de desenvolvimento para esta etapa com a instalação da IDE do Arduino para Windows. A codificação ocorreu em linguagem C, organizando o programa com uma classe principal, onde foram inclusas as demais classes: “Constants.h”, “Water.h”, “Wi-Fi.h” e “Firebase.h” respectivamente. Estas classes foram criadas pelo desenvolvedor com o objetivo de organizar o código mediante a sua função no programa, facilitando a sua manutenção e compreensão. A Figura 3 representa a classe principal deste programa na IDE disponibilizada para *download* no *site* do projeto Arduino.

Figura 3 – Classe “Main.ino” do programa do NodeMCU

```

NodeMCU_v1.7 | Arduino 1.8.1
File Edit Sketch Tools Help

NodeMCU_v1.7 $ Constants.h Firebase.h Water.h Wi-Fi.h

1 #include "Constants.h"
2 #include "Water.h"
3 #include "Wi-Fi.h"
4 #include "Firebase.h"
5
6 void setup() {
7   Serial.begin(115200); // Velocidade para a saída serial
8   pinMode(led, OUTPUT); // Adiciona o LED default
9   waterInterruptAdd (); // Adiciona o pino D4 como interrupção
10  wifiStartConn (); // Inicia a conexão com a rede Wi-Fi
11  firebaseConn(); // Inicia a conexão com o Firebase
12 }
13
14 void loop () {
15  waterDataClean (); // Zera os dados para nova leitura
16  waterInterruptON (); // Habilita a interrupção
17  digitalWrite(led, HIGH); // LED indicando que interrupção foi ativada
18  delay(1000); // Precisa de delay entre habilitar e desabilitar interrupção
19  digitalWrite(led, LOW); // LED indicando que interrupção foi desativada
20  waterInterruptOFF (); // Desabilita interrupção após 1 segundo (os dados foram coletados neste intervalo)
21  waterDataFake(); // Utiliza dados fakes para testes
22  waterData (); // Chama as variáveis para armazenar os dados coletados
23  waterDataPrint (); // Imprime na serial os dados coletados
24  wifiServerConn (); // Conecta na porta 80 do Servidor para enviar os dados para a página PHP
25  firebaseDataSend(); // Envia os dados de leitura de consumo para o Firebase
26  firebaseDataTotal(); // Envia os dados de leitura de consumo total para o Firebase
27 }

```

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

A Figura 4 transcreve a classe “Water.h”, na qual consta o algoritmo que abrange o tempo decorrido, a vazão, a criação de interrupção para contagem de pulsos e finalmente a conversão destes valores para litros. O cálculo foi manualmente aferido, com mais de 90% de precisão, pois cada medidor de fluxo pode apresentar variação.

Figura 4 – Classe “Water.h” do programa do NodeMCU

```

/*
    Classe que faz a leitura de consumo e converte em Litros
    A base de cálculo é a cada x Segundos mediante o delay total criado na "Main"
    Durante este intervalo são registrados e enviados os dados para o Servidor
    O envio é feito pela Classe "Wifi.h"
*/

int tempo;           // Contagem de segundos
double vazao;        // Armazenar o valor em L/mins
double total;        // Total de Litros consumidos
double consumo;      // Média a cada x segundo
volatile int pulso;  // Volátil para garantir que irá atualizar durante o processo
de interrupção

void addPulso () {
    pulso++; // Incrementa a variável de contagem dos pulsos
}

void waterInterruptAdd () {
    attachInterrupt(D4, addPulso, FALLING); // Configura o pino D4 para interrupção
}

void waterInterruptON () {
    interrupts(); // Habilita interrupção
}

void waterInterruptOFF () {
    noInterrupts(); // Desabilita interrupção
}

void waterDataClean () {
    pulso = 0; // Zera a variável de pulsos para realização de nova contagem
}

void waterData () {
    vazao = pulso / 5.5; // Converte para L/min
    consumo = vazao / 40; // Converte Litros
    tempo = tempo + segundo; // Adiciona x segundo
    total = total + consumo; // Soma o consumo atual ao total
}

void waterDataPrint () {
    Serial.print("Vazao de: " + String(vazao) + " L/min | ");
    Serial.print("Consumidos: " + String(consumo) + " Litros | ");
    Serial.print("Tempo: " + String(tempo) + "s | ");
    Serial.print("Total: " + String(total) + " Litros \n");
}

```

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

7.3.2 Protótipo 02

Este Protótipo tratou do desenvolvimento do seguinte item do *Product Backlog*:

Tabela 7 – Protótipo 02 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL02	Acesso do sistema web via navegador	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foi criada a seguinte *User Storie*:

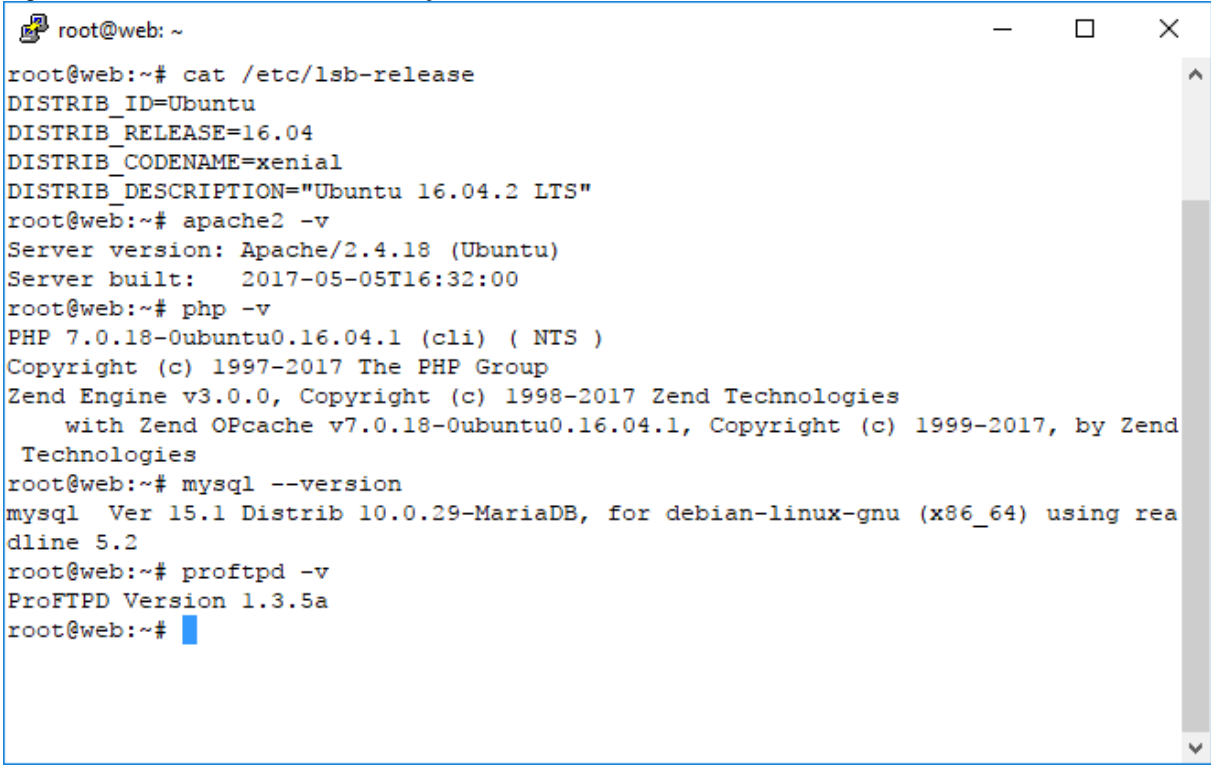
Tabela 8 – Protótipo 02 | User Stories

Item	Descrição
US02	Como Usuário desejo me conectar ao sistema via navegador para ter acesso de qualquer local com conexão à internet

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Para prover o acesso via navegador do Painel de Administração, se realizou primeiramente a instalação de um Servidor Liux Ubuntu 16.04 LTS x64. Neste, foi respectivamente instalada a *web server* Apache, o banco de dados MySQL e o PHP 7. Estas instalações podem ser verificadas através da Figura 5.

Figura 5 – Terminal do Servidor | Serviços Instalados



```

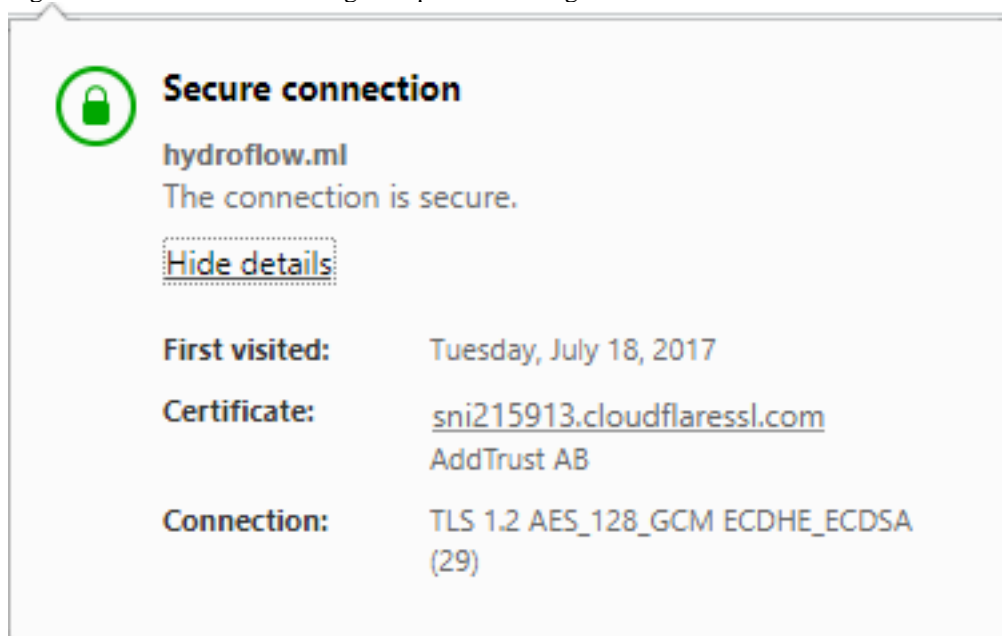
root@web: ~
root@web:~# cat /etc/lsb-release
DISTRIB_ID=Ubuntu
DISTRIB_RELEASE=16.04
DISTRIB_CODENAME=xenial
DISTRIB_DESCRIPTION="Ubuntu 16.04.2 LTS"
root@web:~# apache2 -v
Server version: Apache/2.4.18 (Ubuntu)
Server built:   2017-05-05T16:32:00
root@web:~# php -v
PHP 7.0.18-0ubuntu0.16.04.1 (cli) ( NTS )
Copyright (c) 1997-2017 The PHP Group
Zend Engine v3.0.0, Copyright (c) 1998-2017 Zend Technologies
    with Zend OPcache v7.0.18-0ubuntu0.16.04.1, Copyright (c) 1999-2017, by Zend Technologies
root@web:~# mysql --version
mysql Ver 15.1 Distrib 10.0.29-MariaDB, for debian-linux-gnu (x86_64) using readline 5.2
root@web:~# proftpd -v
ProFTPD Version 1.3.5a
root@web:~#

```

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Dando prosseguimento, para que seja possível o acesso via navegador sem a necessidade de digitar um IP específico se realizou o registro do domínio “hydroflow.ml”. Este domínio foi vinculado a CDN da CloudFlare, pensando em permitir uma conexão segura conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Aviso de conexão segura a partir do navegador web.



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

O fato de se utilizar esta CDN também implicou numa forma de substituir a instalação de um servidor de DNS próprio para o gerenciamento do domínio, permitindo a sua alteração de forma prática através de uma interface *web* acessível, indicada pela Figura 7.

Figura 7 – Entradas de DNS no sistema da CloudFlare.

Type	Name	Value	TTL	Status
AAAA	hydroflow.ml	points to 2001:19f0:300:2b01::64	Automatic	
A	ftp	points to 108.61.66.232	Automatic	
A	hydroflow.ml	points to 108.61.66.232	Automatic	
CNAME	mail	is an alias of ghs.googlehosted.com	Automatic	
CNAME	www	is an alias of hydroflow.ml	Automatic	
MX	hydroflow.ml	mail handled by alt1.aspmx.l.google.com (5)	Automatic	
MX	hydroflow.ml	mail handled by alt2.aspmx.l.google.com (5)	Automatic	
MX	hydroflow.ml	mail handled by aspmx2.googlemail.com (10)	Automatic	
MX	hydroflow.ml	mail handled by aspmx3.googlemail.com (10)	Automatic	
MX	hydroflow.ml	mail handled by aspmx.l.google.com (1)	Automatic	
TXT	hydroflow.ml	google-site-verification=L0WQHbZk52bj7MX...	Automatic	

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

A Figura 8 demonstra que esta etapa de integração foi realizada com sucesso, sendo reconhecido o IP do Servidor como o destino para o domínio em questão.

Figura 8 – Terminal do Servidor | Domínio Reconhecido

```

root@web: ~
root@web:~# dig hydroflow.ml

; <<>> DiG 9.10.3-P4-Ubuntu <<>> hydroflow.ml
;; global options: +cmd
;; Got answer:
;; ->>HEADER<<- opcode: QUERY, status: NOERROR, id: 46558
;; flags: qr rd ra; QUERY: 1, ANSWER: 2, AUTHORITY: 0, ADDITIONAL: 1

;; OPT PSEUDOSECTION:
; EDNS: version: 0, flags:; udp: 4096
;; QUESTION SECTION:
;hydroflow.ml.                IN      A

;; ANSWER SECTION:
hydroflow.ml.                300     IN      A      104.18.35.11
hydroflow.ml.                300     IN      A      104.18.34.11

;; Query time: 98 msec
;; SERVER: 108.61.10.10#53(108.61.10.10)
;; WHEN: Wed Aug 09 18:03:59 BRT 2017
;; MSG SIZE rcvd: 73

root@web:~#

```

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Por último, foram configuradas as regras do *firewall* através do UFW. A lista de todas as regras pode ser verificada na Figura 9.

Figura 9 – Terminal do Servidor | Regras do UFW

```

root@web: ~
root@web:~# ufw status numbered
Status: active

      To Action From
      --
[ 1] 1133/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 2] 1122/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 3] 80/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 4] 10000/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 5] 1194/udp ALLOW IN Anywhere
[ 6] 443/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 7] 55100:55200/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 8] 20000/tcp ALLOW IN Anywhere
[ 9] 1133/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[10] 1122/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[11] 80/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[12] 10000/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[13] 1194/udp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[14] 443/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[15] 55100:55200/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)
[16] 20000/tcp (v6) ALLOW IN Anywhere (v6)

root@web:~#

```

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

7.3.3 Protótipo 03

Este Protótipo tratou do desenvolvimento dos seguintes itens do *Product Backlog*:

Tabela 9 – Protótipo 03 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL03	Interface do Usuário do sistema web	Concluído
PBL04	Sessão do Usuário do sistema web	Concluído
PBL05	Perfil do Usuário do sistema web	Concluído
PBL06	Parâmetro do Usuário do sistema web	Concluído
PBL07	Gráfico do Usuário do sistema web	Concluído
PBL08	Avisos do Usuário do sistema web	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foram criadas as seguintes *User Stories*:

Tabela 10 – Protótipo 03 | User Stories

Item	Descrição
US03	Como Usuário desejo que o sistema web possua uma interface amigável para oferecer uma navegação fluída
US04	Como Usuário registrado desejo me conectar no sistema via navegador para acessar os meus dados de consumo
US05	Como Usuário conectado desejo me desconectar do sistema web para que a minha sessão seja encerrada
US06	Como Usuário conectado desejo editar o meu perfil via sistema web para que os meus dados sejam atualizados
US07	Como Usuário conectado desejo editar o meu parâmetro de aviso via sistema web para que este dado seja atualizado
US08	Como Usuário conectado desejo visualizar em gráfico o consumo dos últimos meses para entender melhor os meus hábitos
US09	Como Usuário conectado desejo visualizar o consumo total dos últimos 30 dias para entender melhor os meus hábitos
US10	Como Usuário conectado desejo visualizar o consumo do dia atual para entender melhor os meus hábitos
US11	Como Usuário conectado desejo visualizar a variação de consumo dos últimos dois meses para entender melhor os meus hábitos
US12	Como Usuário conectado desejo visualizar o dia de menor consumo em forma de recorde para entender melhor os meus hábitos

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste Protótipo foram atendidas as seguintes Regras de Negócio:

Tabela 11 – Protótipo 03 | Regras de Negócios

Item	Descrição
RN03	O Usuário precisa estar conectado ao sistema para visualizar o seu consumo
RN04	O Usuário somente irá visualizar o seu consumo caso possua um medidor associado à sua conta

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste Protótipo foi decidido pelo uso do *template* de Painele de Administração Gentelella, sendo efetuadas alterações no arquivo CSS do leiaute para se adequar a estilização almejada para a interface. As principais dificuldades encontradas foram a compreensão de sua hierarquia de arquivos e a forma adequada de integração com o PHP.

Com a interface organizada e os arquivos enviados para o Servidor, se começou a codificação na linguagem PHP. Parte fundamental foi a criação de uma classe para conexão com o banco de dados MySQL, que será sempre utilizada para qualquer troca de dados pelo sistema *web*.

A conexão do Usuário, através de sessão, foi realizada mediante uma tela tradicional de login. O perfil do Usuário e o parâmetro de consumo foram condensados numa única página indicada como Perfil, utilizando o recurso de *Form Validation* para o preenchimento e alteração de dados. O gráfico de consumo bem como os avisos também foram criados utilizando como base os recursos integrados do Gentelella, sendo todos exibidos na página de entrada ou *Home*. A interface final oferece pelo menu principal o acesso a estas duas páginas.

7.3.4 Protótipo 04

Este Protótipo tratou do desenvolvimento dos seguintes itens do *Product Backlog*:

Tabela 12 – Protótipo 04 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL09	Interface adaptada para o Administrador do sistema web	Concluído
PBL10	Gráficos do Administrador do sistema web	Concluído
PBL11	Usuários do Administrador do sistema web	Concluído
PBL12	Consumidores do Administrador do sistema web	Concluído
PBL13	Medidores do Administrador do sistema web	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foram criadas as seguintes *User Stories*:

Tabela 13 – Protótipo 04 | User Stories

Item	Descrição
US13	Como Administrador registrado desejo me conectar no sistema via navegador para acessar os meus dados de consumo
US14	Como Administrador conectado desejo visualizar o consumo por mês em forma de gráfico via sistema web para entender melhor os hábitos dos consumidores
US15	Como Administrador conectado desejo adicionar um Usuário via sistema web para administrá-lo
US16	Como Administrador conectado desejo editar um Usuário via sistema web para administrá-lo
US17	Como Administrador conectado desejo visualizar os Usuário via sistema web para administrá-los
US18	Como Administrador conectado desejo adicionar um Consumidor via sistema web para administrá-lo
US19	Como Administrador conectado desejo editar um Consumidor via sistema web para administrá-lo
US20	Como Administrador conectado desejo visualizar os Consumidores via sistema web para administrá-los
US21	Como Administrador conectado desejo adicionar um Medidor via sistema web para atualizar os medidores
US22	Como Administrador conectado desejo editar um Medidor via sistema web para atualizar os medidores

US23	Como Administrador conectado desejo visualizar os Medidores via sistema web para administrá-los
------	--

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Para a criação da interface do Administrador se manteve as mesmas páginas da interface do Usuário, havendo apenas uma adaptação destas e a inclusão de novas páginas acessíveis pelo menu principal como: Usuários, Consumidores e Medidores.

Estas novas páginas necessitaram da utilização do recurso “Table Dynamic”, que exibe os dados de forma organizada em tabelas ao mesmo tempo em que permite a busca de elementos e a sua exibição enquanto o usuário digita. Também foram adicionados os recursos que permitem a adição e a alteração dos dados exibidos.

7.3.5 Protótipo 05

Este Protótipo tratou do desenvolvimento dos seguintes itens do *Product Backlog*:

Tabela 14 – Protótipo 05 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL14	Gráfico do Grupo de Consumo do Administrador	Concluído
PBL15	Grupos de Consumo do Administrador do sistema web	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foram criadas as seguintes *User Stories*:

Tabela 15 – Protótipo 05 | User Stories

Item	Descrição
US24	Como Administrador conectado desejo visualizar o consumo de um Grupo de Consumo em forma de Gráfico via sistema web para saber o seu consumo total
US25	Como Administrador conectado desejo criar um Grupo de Consumo via sistema web para organizar consumidores em grupos
US26	Como Administrador conectado desejo editar um Grupo de Consumo via sistema web para organizar consumidores em grupos
US27	Como Administrador conectado desejo visualizar os Grupos de Consumo via sistema web para administrá-los

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste Protótipo foi atendida a seguinte Regra de Negócio:

Tabela 16 – Protótipo 05 | Regras de Negócios

Item	Descrição
RN05	O Administrador somente poderá criar um Grupo de Consumo caso existam dois ou mais usuários com medidores

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Foi adicionado ao menu principal o acesso a uma página de Grupo de Consumo. Esta, assim como as outras páginas específicas do Administrador, é baseada no recurso de tabelas dinâmicas. Porém, foi necessário integrar estes dados com a página inicial no momento em que estes são exibidos em forma de gráficos. Para a geração destes gráficos se recorreu ao recurso “Chart JS2” disponibilizado pelo *template*.

No momento em que o Painel de Controle contava com as funcionalidades completas do Usuário tanto quanto do Administrador, ocorreu o processo de integração entre o *hardware* e o Servidor que hospeda o sistema *web*. Para isto, se criou uma página de leitura em PHP que envia os dados para o MySQL. O Arduino NodeMCU acessa esta página PHP através de uma

requisição GET adicionando os dados de consumo. Desta forma, foi possível medir o fluxo de água e persistir todos os dados coletados diretamente no banco de dados do Servidor.

A maior dificuldade desta etapa se deu na integração entre os consumidores afim de organiza-los em grupos, transformando os dados em informações através de gráficos circulares divididos por setores.

7.3.6 Protótipo 06

Este Protótipo tratou do desenvolvimento dos seguintes itens do *Product Backlog*:

Tabela 17 – Protótipo 06 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL16	Interface do Aplicativo	Concluído
PBL17	Registro via aplicativo	Concluído
PBL18	Login via aplicativo	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foram criadas as seguintes *User Stories*:

Tabela 18 – Protótipo 06 | User Stories

Item	Descrição
US28	Como Usuário Android desejo acessar o meu consumo de água através de um aplicativo com interface amigável
US29	Como Usuário Android não registrado desejo me registrar no sistema via aplicativo para que seja possível visualizar o meu consumo de água
US30	Como Usuário Android registrado desejo me conectar no sistema via aplicativo para visualizar os gráficos referentes ao meu consumo de água
US31	Como Usuário Android registrado desejo me desconectar do aplicativo para que a minha sessão seja encerrada
US32	Como Usuário Android conectado não desejo precisar conectar toda vez que for abrir o aplicativo para facilitar a utilização

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste Protótipo foram atendidas as seguintes Regras de Negócio:

Tabela 19 – Protótipo 06 | Regras de Negócios

Item	Descrição
RN06	O aplicativo precisa de conexão com a internet para o seu devido funcionamento
RN07	O Usuário do Aplicativo deve visualizar o seu “e-mail”, “nome” e “CPF” na tela principal após conectar
RN08	O Usuário do Aplicativo precisa pressionar “voltar” duas vezes para fechar o aplicativo

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Primeiramente se fez a preparação do ambiente de desenvolvimento para o Android de forma nativa, com a instalação do Android Studio para Windows. Depois foi criada a conta no sistema da GitHub com o intuito de permitir a total organização e manutenção do código em Java. Por último, para agilizar o processo de versionamento do código se instalou o programa GitKraken, que oferece uma interface gráfica amigável e integrada com o sistema GitHub.

Foi escolhida a biblioteca Volley como forma de facilitar o desenvolvimento das funcionalidades de *login* e de registro via aplicativo, integrando com o banco de dados do

Servidor através de requisições HTTP. Estas requisições foram convertidas em objetos JSON a partir das classes “LoginActivity.java” e “RegisterActivity.java”, e configuradas para acessar duas páginas em PHP definidas como constantes, sendo uma responsável pelo registro e a outra autenticação. Nelas ocorre a conversão dos dados em JSON para SQL, uma vez em que o banco de dados utilizado neste momento é o MySQL. Após de envio de dados, ocorre o processo inverso, havendo a conversão pelas mesmas páginas da linguagem SQL para a JSON, que será recebida pelo aplicativo e exibindo a resposta como “Toast” para o usuário.

Ao mesmo tempo, foi criado um pacote SQL com classes para persistir os dados internamente no Android, evitando que o usuário precise conectar toda vez que for abrir o aplicativo.

Para que os campos de “EditText” do Android, no momento do registro, possam exibir uma etiqueta flutuante do texto de sugestão quando o campo estiver sendo preenchido, se adicionou ao arquivo “build.gradle” a dependência “com.android.support.design:25.3.1”.

O processo inicial de desenvolvimento da interface decorreu sem grandes dificuldades, pois já havia previa experiência do desenvolvedor e pelo fato de existir bastante documentação da Google para auxiliar.

A maior dificuldade neste Protótipo se deu na integração do banco de dados com a Volley, permeadas pelo script nas páginas em PHP, por não haverem conhecimentos prévios deste processo e pela necessidade de persistir os dados no aplicativo.

7.3.7 Protótipo 07

Este Protótipo tratou do desenvolvimento dos seguintes itens do *Product Backlog*:

Tabela 20 – Protótipo 07 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL19	Gráfico de 30 e 60 dias	Concluído
PBL20	Gráfico de 12 meses	Concluído
PBL21	Gráfico de 12 meses em %	Concluído
PBL22	Gráfico de dos últimos 2 anos	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foram criadas as seguintes *User Stories*:

Tabela 21 – Protótipo 07 | User Stories

Item	Descrição
US33	Como Usuário Android conectado desejo visualizar o meu consumo de água de 30 a 60 dias através de gráfico no aplicativo.
US34	Como Usuário Android conectado desejo visualizar o meu consumo de água dos últimos 12 meses através de gráfico no aplicativo.
US35	Como Usuário Android conectado desejo visualizar o meu consumo de água dos últimos 12 meses em % através de gráfico no aplicativo.
US36	Como Usuário Android conectado desejo visualizar o meu consumo de água dos últimos 2 anos através de gráfico no aplicativo.

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Houve extensa pesquisa afim de encontrar a melhor alternativa para geração e gráficos interativos para o Android, com a análise de diversas soluções até se chegar a escolha considerada ideal para este projeto: a biblioteca MPAndroidChart.

Com a escolha da ferramenta adequada, houve verificação de suas principais características e de quais funcionalidades deveriam ser contempladas afim de cumprir a meta de oferecer a variedade almejada de gráficos.

Começou-se criando um objetivo da classe “LineChart” para o gráfico de linhas, afim de gerar a comparação com a inserção de dois dados sobressalentes, últimos 30 e 60 dias, através de um objeto “LineDataSet”.

Para o gráfico de 12 meses se usou dois objetos diferentes, o primeiro da classe “BarChart” e o segundo da classe “PieChart”, a diferença é que o gráfico em formato de barras cumpre o objetivo de exibir o consumo em metros cúbicos enquanto o gráfico de pizza, ou circular, é utilizado para mostrar estas informações em forma de porcentagem em relação ao total anual.

Faltando ainda o gráfico que informe o consumo no período de dois anos, se pensou em oferecer esta informação de uma forma em que indique não só os dados, mas também se houve uma melhora na redução de desperdício de água. Sendo assim, se fez uso do recurso de gerar um gráfico “positivo / negativo” com a classe “BarChart”.

A definição do leiaute destes gráficos ocorreu de forma suave, sendo a maior dificuldade encontrada no entendimento e na configuração inicial de cada um, mediante características específicas de cada formato de gráfico, por não haver experiência previa na utilização desta biblioteca por parte do desenvolvedor.

Ao término da etapa, os gráficos ficaram contidos na classe “ChartActivity.java”, se valendo sempre de recursos oferecidos pela biblioteca MPAndroidChart e dos já oferecidos pelo próprio sistema Android.

7.3.8 Protótipo 08

Este Protótipo tratou do desenvolvimento do seguinte item do *Product Backlog*:

Tabela 22 – Protótipo 08 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL23	Gráfico de tempo real	Concluído

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foi criada a seguinte *User Stories*:

Tabela 23 – Protótipo 08 | User Stories

Item	Descrição
US37	Como Usuário Android conectado desejo visualizar o meu consumo de água dos últimos em tempo real através de gráfico no aplicativo.

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste momento foi imprescindível criar a integração entre o aplicativo, o *hardware* e o sistema de banco de dados não relacional Firebase. Para que isto acontecesse, se criou um projeto no sistema do Firebase, se incluiu a biblioteca “FirebaseArduino.h” no sistema desenvolvido para o Arduino NodeMCU e se adicionou no projeto do aplicativo a dependência “com.google.firebase:firebase-database:11.2.2”.

Utilizando como base o gráfico desenvolvido no formato de linhas, se adaptou o leiaute e se incluiu um método padrão do Firebase que informa automaticamente sempre que houvesse uma alteração base de dados JSON hospedada na infraestrutura da Google.

Desta forma, as maiores dificuldades encontradas foram referentes a curva aprendizado quanto aos recursos oferecidos pelo Firebase, seus métodos disponibilizados por padrão para Android e em como realizar a integração com a biblioteca MPAndroidChart.

7.3.9 Protótipo 09

Este Protótipo tratou do desenvolvimento dos seguintes itens do *Product Backlog*:

Tabela 24 – Protótipo 09 | Product Backlog

Item	Descrição	Status
PBL24	Informações extras ao clicar no gráfico	Concluído
PBL25	Interface <i>landscape</i> do Aplicativo	Concluído
PBL26	Salvar gráfico como imagem PNG	Concluído

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Para o desenvolvimento deste Protótipo foram criadas as seguintes *User Stories*:

Tabela 25 – Protótipo 09 | User Stories

Item	Descrição
US38	Como Usuário Android conectado desejo que sejam exibidos detalhes ao clicar em qualquer gráfico para oferecer mais informações
US39	Como Usuário Android conectado desejo que os gráficos possam ser exibidos no formato <i>landscape</i> para oferecer mais conforto
US40	Como Usuário Android conectado desejo salvar em arquivo PNG o gráfico escolhido via aplicativo para guardar este dado como imagem

Fonte: criado pelo autor do projeto.

Neste Protótipo foi atendida a seguinte Regra de Negócio:

Tabela 26 – Protótipo 09 | Regras de Negócios

Item	Descrição
RN09	O Usuário do Aplicativo precisa liberar a “permissão” para que seja possível salvar o gráfico como imagem PNG

Fonte: criado pelo autor do projeto.

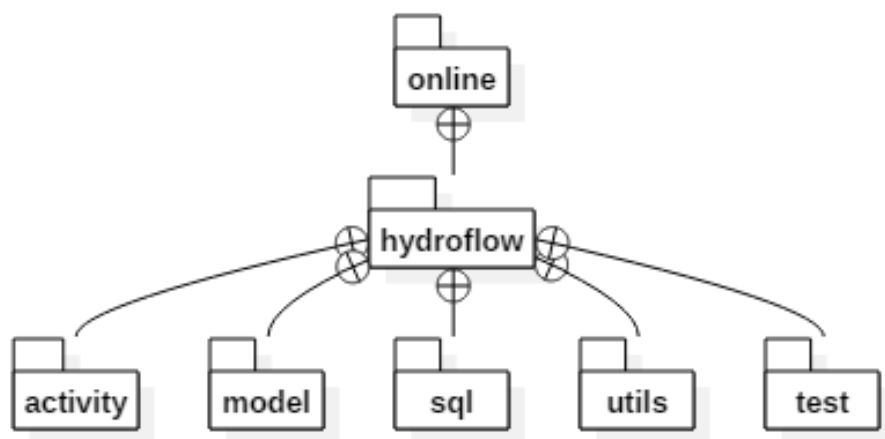
Se utilizou um recurso oferecido pela própria biblioteca MPAndroidChart para salvar os gráficos no formato PNG, mesmo assim, ainda é necessário que o usuário aceite a permissão para salvar na memória interna, sendo esta uma requisição padrão do Android. Por isto, se criou o método “addPermissions” que verifica se a permissão de gravar dados foi ou já está liberada, retornando 1 para negada ou 0 para liberada. Quando se possui permissão o método “addFolder” entra em ação, criando uma pasta chamada “HydroFlow” dentro do diretório “DCIM”, exibindo um “Toast” para informar visualmente ao usuário se houve sucesso ou não ao salvar o arquivo. Para isto se utilizou uma variável booleana “success”.

A mesma biblioteca também oferece a possibilidade de exibir mais informações ao clicar, bastando que fossem definidas quais informações deveriam ser exibidas, havendo diferenças de configuração e especificidades para cada padrão de gráfico.

7.5 DIAGRAMA DE ESTRUTURA DE PACOTES

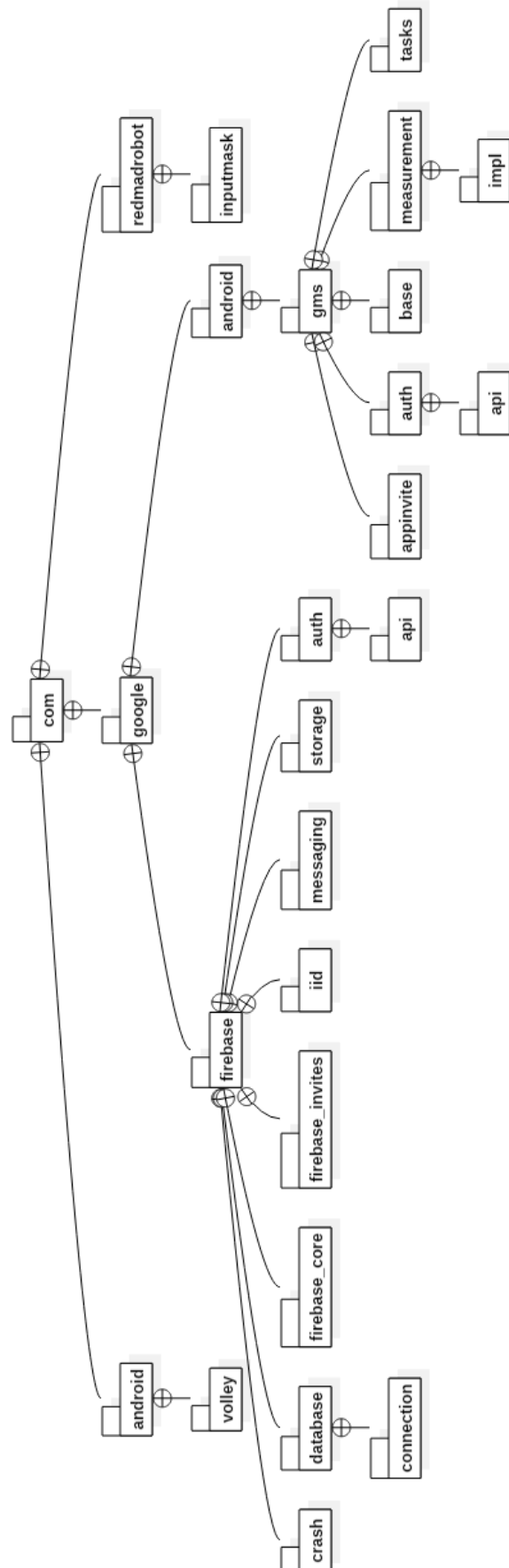
A Figura 11 apresenta a estrutura de pacotes do sistema enquanto a Figura 12 se refere a estrutura relacionada a conexão com a internet.

Figura 11 – Diagrama de Pacotes do Aplicativo para Android



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Figura 12 – Diagrama de Pacotes do Aplicativo para Android para conexão à internet

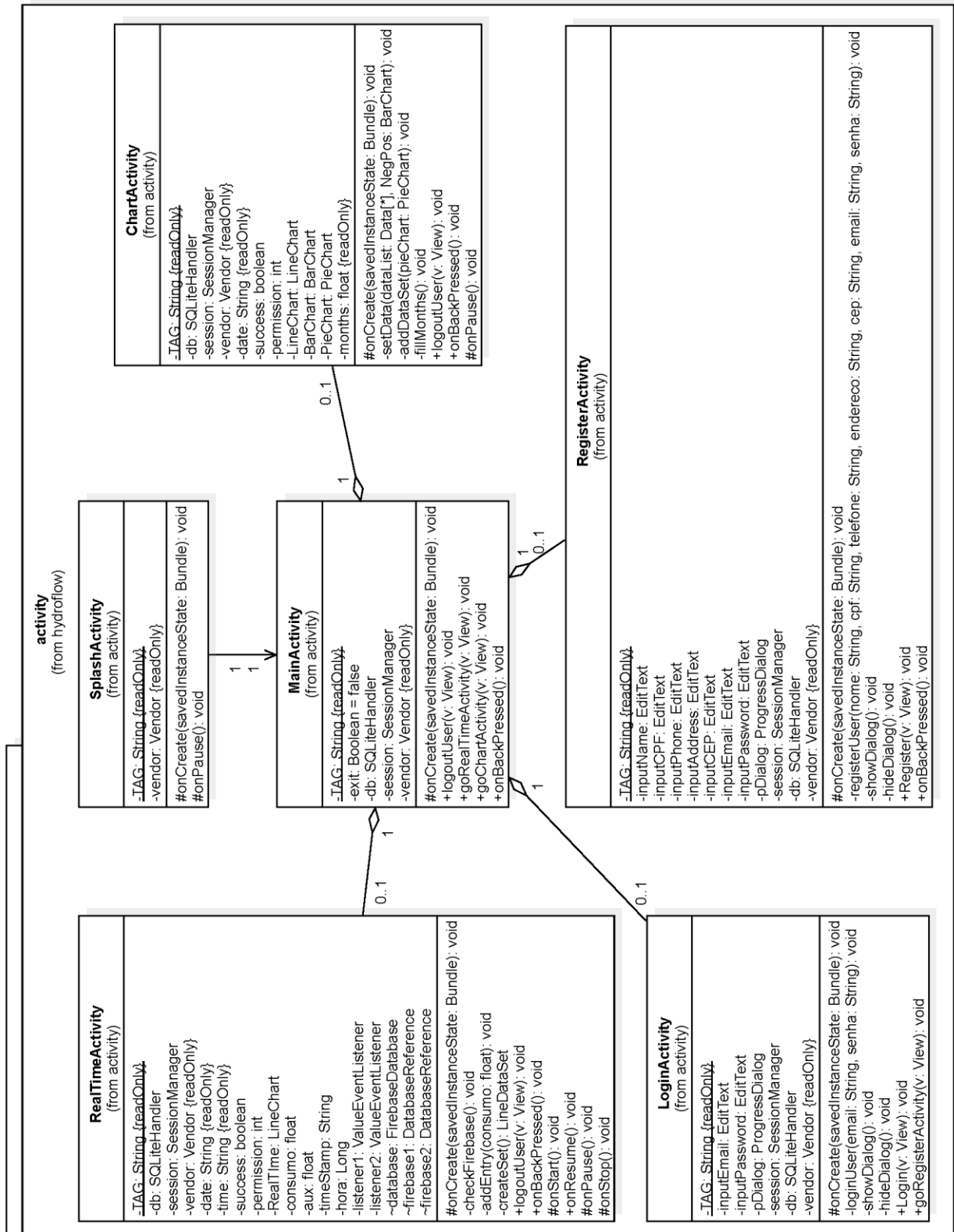


Fonte: Criada pelo autor do projeto.

7.6 DIAGRAMA DE CLASSE

A Figura 13 representa o Diagrama de Classes do pacote *Activity* referente ao aplicativo para Android.

Figura 13 – Diagrama de Classe do Aplicativo para Android



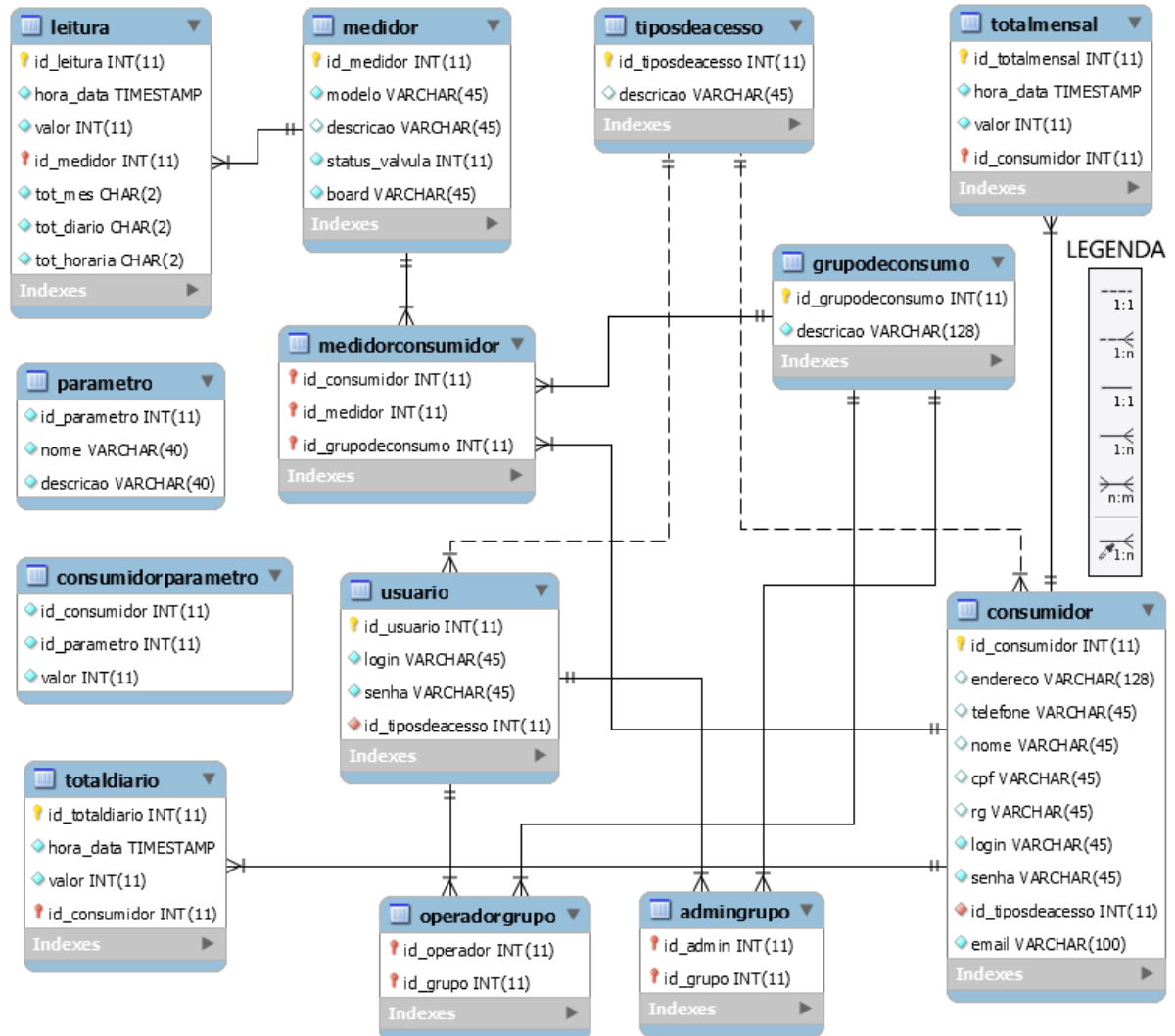
Fonte: Criada pelo autor do projeto.

7.7 MODELAGEM DE DADOS

Apresentada através do Modelo Entidade Relacionamento (MER) na Figura 14 e por JSON Schema na Figura 15.

7.7.1 MODELO ENTIDADE RELACIONAMENTO

Figura 14 – Modelo Entidade Relacionamento



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

7.7.2 MODELO JSON SCHEMA

Figura 15 – JSON Schema

```
{
  "$schema": "http://json-schema.org/draft-04/schema#",
  "description": "Smart Water Management",
  "title": "HydroFlow",
  "type": "object",
  "properties": {
    "user": {
```

```

    "type": "object",
    "properties": {
      "id": {
        "type": "object",
        "properties": {
          "email": {
            "type": "string"
          },
          "nome": {
            "type": "string"
          },
          "cpf": {
            "type": "string"
          }
        },
        "required": [
          "email",
          "nome",
          "cpf"
        ]
      },
      "required": [
        "id"
      ]
    },
    "hydrometer": {
      "type": "object",
      "properties": {
        "id": {
          "type": "object",
          "properties": {
            "year": {
              "description": "Year format YYYY",
              "type": "object",
              "properties": {
                "january": {
                  "type": "number"
                },
                "february": {
                  "type": "number"
                },
                "march": {
                  "type": "number"
                },
                "april": {
                  "type": "number"
                },
                "may": {
                  "type": "number"
                },
                "june": {
                  "type": "number"
                },
                "july": {
                  "type": "number"
                }
              }
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}

```

```

        "august": {
            "type": "number"
        },
        "september": {
            "type": "number"
        },
        "october": {
            "type": "number"
        },
        "november": {
            "type": "number"
        },
        "december": {
            "type": "number"
        }
    },
    "day": {
        "description": "1 to 30 and 31 to 60",
        "type": "object",
        "properties": {
            "01": {
                "type": "number"
            },
            "02": {
                "type": "number"
            },
            "03": {
                "type": "number"
            },
            "04": {
                "type": "number"
            },
            "05": {
                "type": "number"
            },
            "06": {
                "type": "number"
            },
            "07": {
                "type": "number"
            },
            "08": {
                "type": "number"
            },
            "09": {
                "type": "number"
            },
            "10": {
                "type": "number"
            },
            "11": {
                "type": "number"
            },
            "12": {
                "type": "number"
            }
        }
    },

```

```
"13": {  
  "type": "number"  
},  
"14": {  
  "type": "number"  
},  
"15": {  
  "type": "number"  
},  
"16": {  
  "type": "number"  
},  
"17": {  
  "type": "number"  
},  
"18": {  
  "type": "number"  
},  
"19": {  
  "type": "number"  
},  
"20": {  
  "type": "number"  
},  
"21": {  
  "type": "number"  
},  
"22": {  
  "type": "number"  
},  
"23": {  
  "type": "number"  
},  
"24": {  
  "type": "number"  
},  
"25": {  
  "type": "number"  
},  
"26": {  
  "type": "number"  
},  
"27": {  
  "type": "number"  
},  
"28": {  
  "type": "number"  
},  
"29": {  
  "type": "number"  
},  
"30": {  
  "type": "number"  
},  
"31": {  
  "type": "number"  
},  
}
```

```
"32": {  
  "type": "number"  
},  
"33": {  
  "type": "number"  
},  
"34": {  
  "type": "number"  
},  
"35": {  
  "type": "number"  
},  
"36": {  
  "type": "number"  
},  
"37": {  
  "type": "number"  
},  
"38": {  
  "type": "number"  
},  
"39": {  
  "type": "number"  
},  
"40": {  
  "type": "number"  
},  
"41": {  
  "type": "number"  
},  
"42": {  
  "type": "number"  
},  
"43": {  
  "type": "number"  
},  
"44": {  
  "type": "number"  
},  
"45": {  
  "type": "number"  
},  
"46": {  
  "type": "number"  
},  
"47": {  
  "type": "number"  
},  
"48": {  
  "type": "number"  
},  
"49": {  
  "type": "number"  
},  
"50": {  
  "type": "number"  
},  
}
```



```

        "51": {
            "type": "number"
        },
        "52": {
            "type": "number"
        },
        "53": {
            "type": "number"
        },
        "54": {
            "type": "number"
        },
        "55": {
            "type": "number"
        },
        "56": {
            "type": "number"
        },
        "57": {
            "type": "number"
        },
        "58": {
            "type": "number"
        },
        "59": {
            "type": "number"
        },
        "60": {
            "type": "number"
        }
    },
    "required": ["01"]
},
"real-time": {
    "type": "number"
},
"timestamp": {
    "type": "time",
    "description": "Firebase timeStamp"
}
},
"required": [
    "year",
    "day"
]
},
"required": [
    "id"
]
}
}
}
}

```

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

8 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

Esta seção exemplifica as principais características do produto desenvolvido neste projeto, o HydroFlow, com investimento de *hardware* aproximado de R\$ 60,00, 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:

8.1 SISTEMA WEB

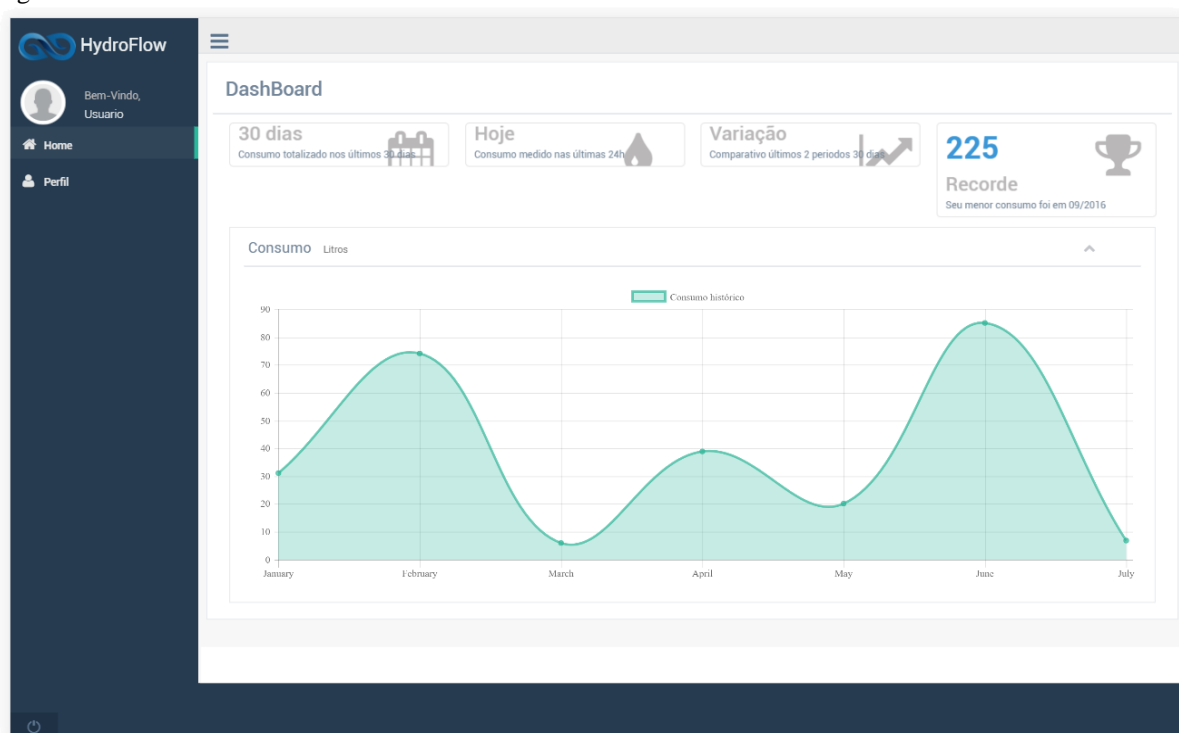
O foco deste sistema é oferecer um ambiente de gerenciamento tanto para o perfil de usuário, que possui um medidor instalado, quanto para o perfil de administrador, que pode possuir indeterminadas unidades conectadas a sua conta.

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.

8.1.1 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, sendo a escolha do valor uma decisão arbitrária do usuário. Assim, o consumo será mostrado em verde caso não exceda ou em vermelho caso o valor definido 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 deste perfil *web* pode ser visualizada na Figura 16.

Figura 16 – Painel de Controle do Usuário – Home



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

No menu Perfil o usuário pode alterar todos os seus dados e configurar o valor do parâmetro de aviso como indicada na Figura 17.

Figura 17 – Painel de Controle do Usuário – Perfil

The screenshot displays the 'Perfil' (Profile) page of the HydroFlow application. On the left is a dark blue sidebar with the HydroFlow logo and the text 'Bem-Vindo, Usuario'. It contains two menu items: 'Home' and 'Perfil', with 'Perfil' being the active selection. The main content area is titled 'Perfil' and contains two sections. The first section is a form for updating personal data, with fields for 'Nome' (containing 'Usuario'), 'Email', 'Endereço' (containing 'Rua do Arvoredo, 31a'), 'Senha' (masked with '****'), 'Telefone' (containing '51 98009754'), 'CPF' (containing '97544817092'), and 'RG' (containing '1076584414'). Below these fields are 'Cancelar' and 'Enviar' buttons. The second section is a table with two columns: 'Parametro' and 'Valor'. It contains one row: 'Aviso Consumo Diario' with the value '250'. Below the table is a section titled 'Parametros' with a dropdown menu for 'Regra' (set to 'Aviso Consumo Diario') and a text input for 'Valor'. At the bottom of this section are 'Cancelar' and 'Salvar' buttons.

Parametro	Valor
Aviso Consumo Diario	250

Parametros

Regra *

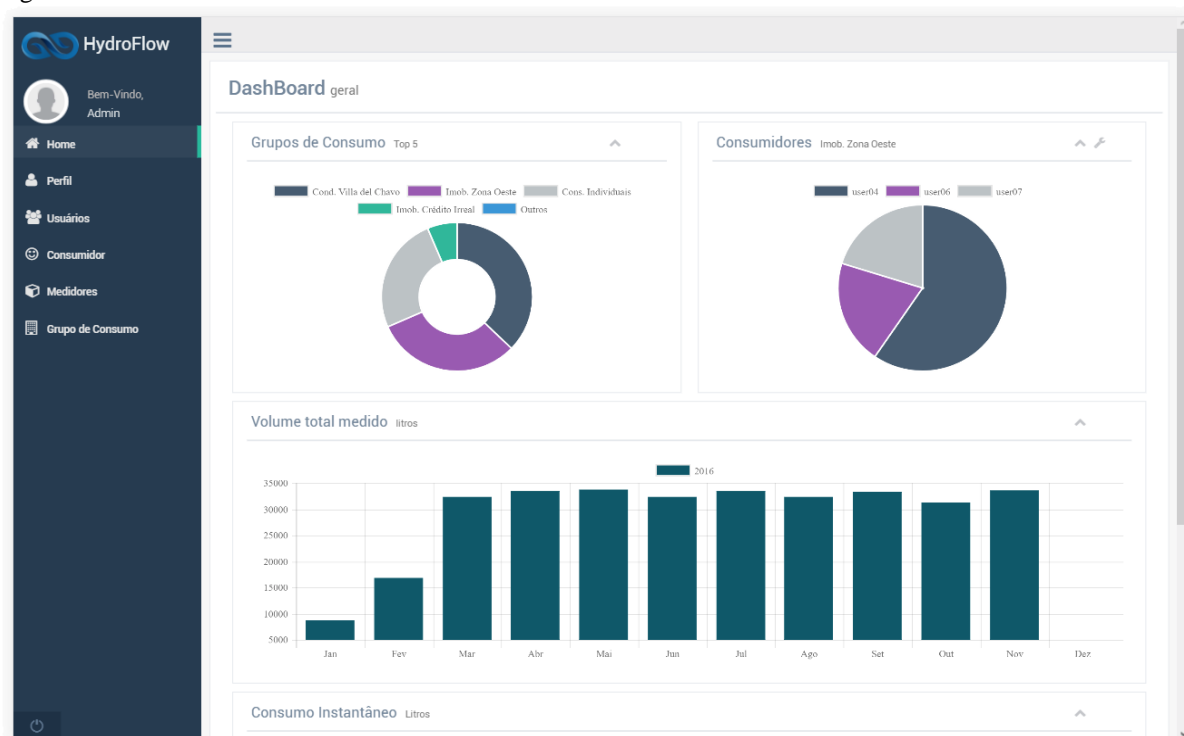
Valor *

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

8.1.2 PERFIL ADMINISTRADOR

Com a intenção de oferecer um gerenciamento para condomínios, ou até mesmo para imobiliárias que administram diversos condomínios, foi planejada a criação de Grupos de Consumo. Esta característica é contemplada com o intuito de estimular uma ampla adoção do produto. Desta forma, é possível visualizar os dados de consumo de diversos usuários e de forma agrupada, criando uma situação análoga a de um síndico que administra o seu condomínio. A Figura 18 demonstra como esta característica é exibida na tela principal.

Figura 18 – Painel de Controle do Administrador – Home



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Na opção Perfil se permite a alteração de dados diversos como indicado na Figura 19.

Figura 19 – Painel de Controle do Administrador – Perfil

HydroFlow

Bem-Vindo, Admin

Home

Perfil

Usuários

Consumidor

Medidores

Grupo de Consumo

Perfil

Nome * Admin

Email * user@domain.com

Endereço * Rua dos Adms

Senha * *****

Telefone * 51 3344 8909

CPF * 00000000000

RG * 00000000000

Cancelar Enviar

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Na opção Usuários é possível alterar os dados dos usuários, buscar e adicionar novos, como ilustrado na Figura 20.

Figura 20 – Painel de Controle do Administrador – Usuários

HydroFlow

Bem-Vindo, Admin

Home

Perfil

Usuários

Consumidor

Medidores

Grupo de Consumo

Usuarios

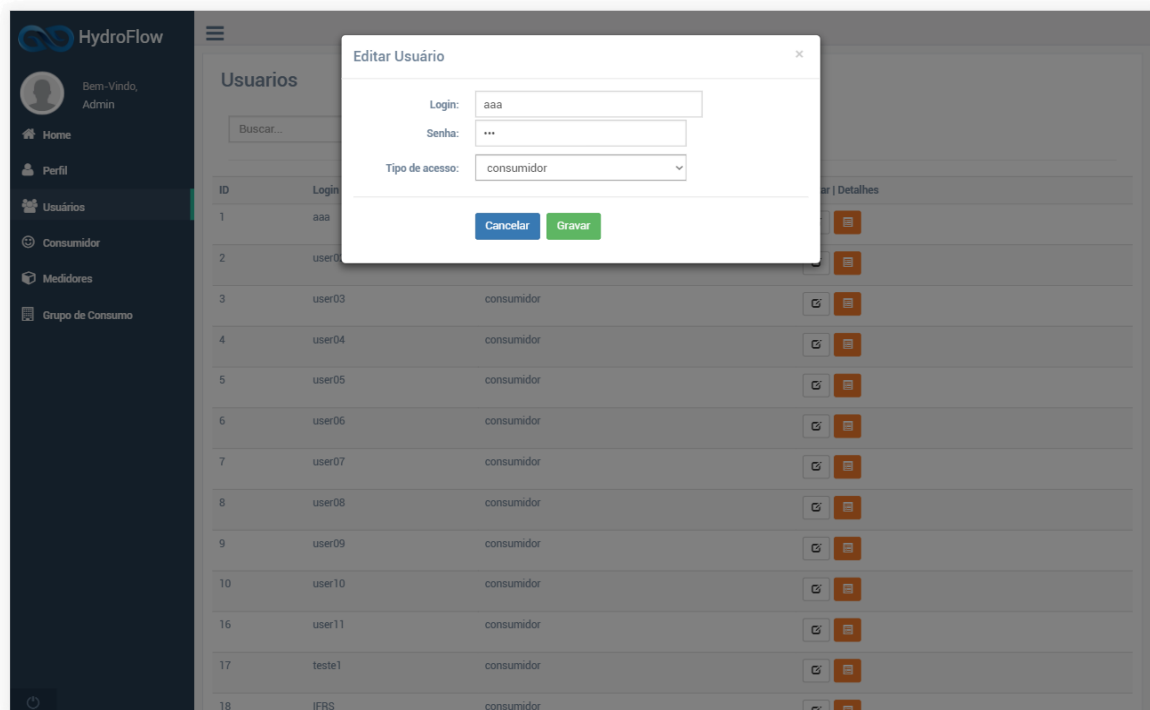
Buscar... + Novo

ID	Login	Tipo de Acesso	Editar Detalhes
1	user01	consumidor	
2	user02	consumidor	
3	user03	consumidor	
4	user04	consumidor	
5	user05	consumidor	
6	user06	consumidor	
7	user07	consumidor	
8	user08	consumidor	
9	user09	consumidor	
10	user10	consumidor	
16	user11	consumidor	
17	teste1	consumidor	
18	IFRS	consumidor	

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Um exemplo de adição de usuário consta na Figura 21, onde são definidos o *login*, a senha bem como o tipo de acesso ao sistema antes de gravar os dados.

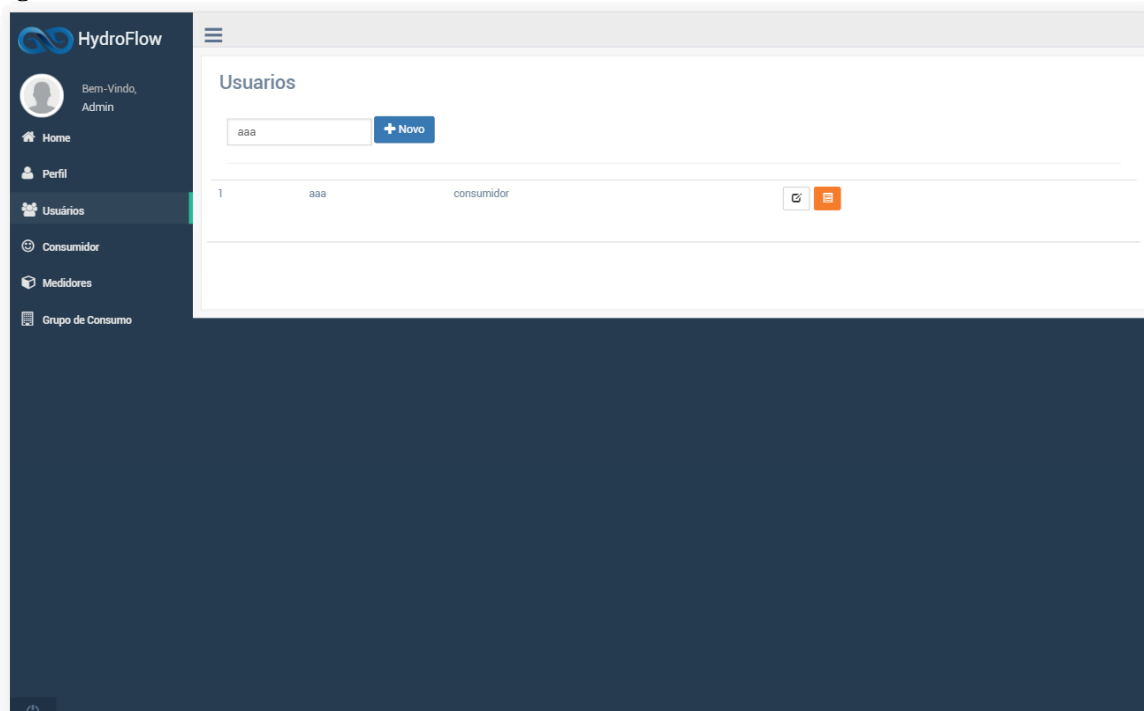
Figura 21 – Painel de Controle do Administrador – Usuários



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

A Figura 22 demonstra uma simulação de busca por usuário mediante o seu *login*. Esta mesma funcionalidade está disponível para todas as opções do menu principal com exceção do Perfil.

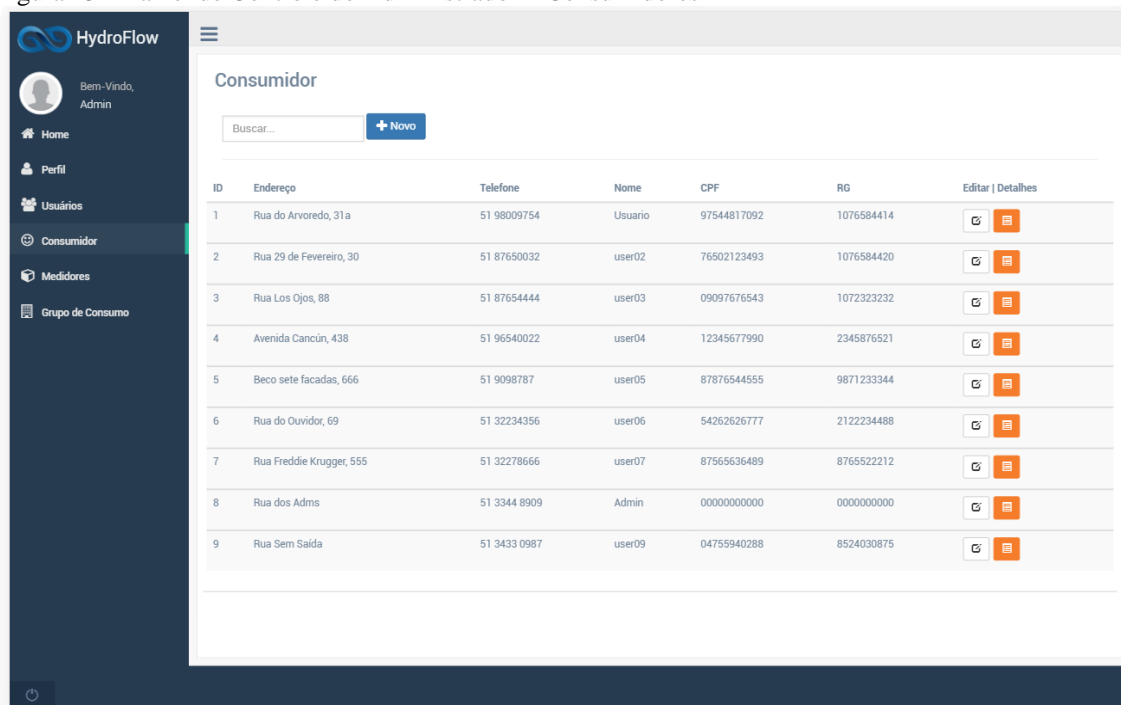
Figura 22 – Painel de Controle do Administrador – Usuários



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Na opção Consumidor o Administrador pode buscar por consumidores, adicionar novos e editar os seus dados. A Figura 23 transparece a tela principal desta seção.

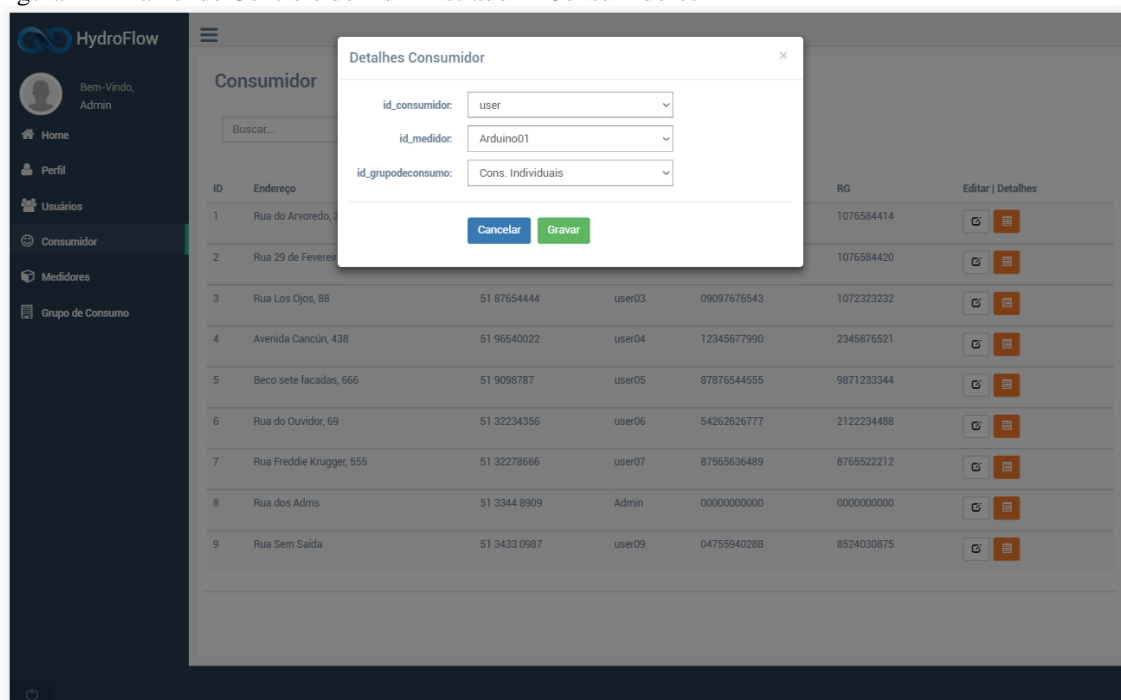
Figura 23 – Painel de Controle do Administrador – Consumidores



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

A Figura 24 indica o procedimento para se atribuir um consumidor a um determinado Grupo de Consumo, no qual através de identificadores únicos se define o consumidor, o medidor e o grupo desejado para posteriormente gravar os dados no sistema.

Figura 24 – Painel de Controle do Administrador – Consumidores



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Em Medidores se pode buscar, adicionar e alterar os dados conforme a Figura 25.

Figura 25 – Painel de Controle do Administrador – Medidores

ID	Modelo	Descrição	Status Valvula	Editar Detalhes
1	Arduino01	Medidor Baseado em arduino Uno r3	1	
2	NodeMcu01	Medidor Baseado em nodeMcu	1	
3	Arduino01	Medidor Baseado em arduino Uno R3	1	
4	NodeMcu01	Medidor Baseado em nodeMcu	1	
5	Arduino01	Medidor Baseado em arduino Uno r3	1	
6	NodeMcu01	Medidor Baseado em nodeMcu	1	
7	NodeMcu01	Medidor Baseado em nodeMcu	1	
8	NodeMcu01	Medidor Baseado em nodeMcu	1	
9	NodeMcu01	Medidor Baseado em nodeMcu	1	

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Na funcionalidade Grupo de Consumo seguem também as opções de buscar, adicionar e alterar dados dos grupos como indicado na Figura 26.

Figura 26 – Painel de Controle do Administrador – Grupos de Consumo

ID	Descrição	Editar Detalhes
1	Cons. Individuais	
2	Imob. Zona Oeste	
3	Imob. Mercenária	
4	Imob. Guaruda	
5	Imob. Crédito Irreal	
6	Cond. Santa Gallo	
7	Cond. Villa del Chavo	
8	Cond. Hell's Kitchen	
9	Cond. Cachorro Sentado	
10	teste22	
11	aaa	

Fonte: Criada pelo autor do projeto.

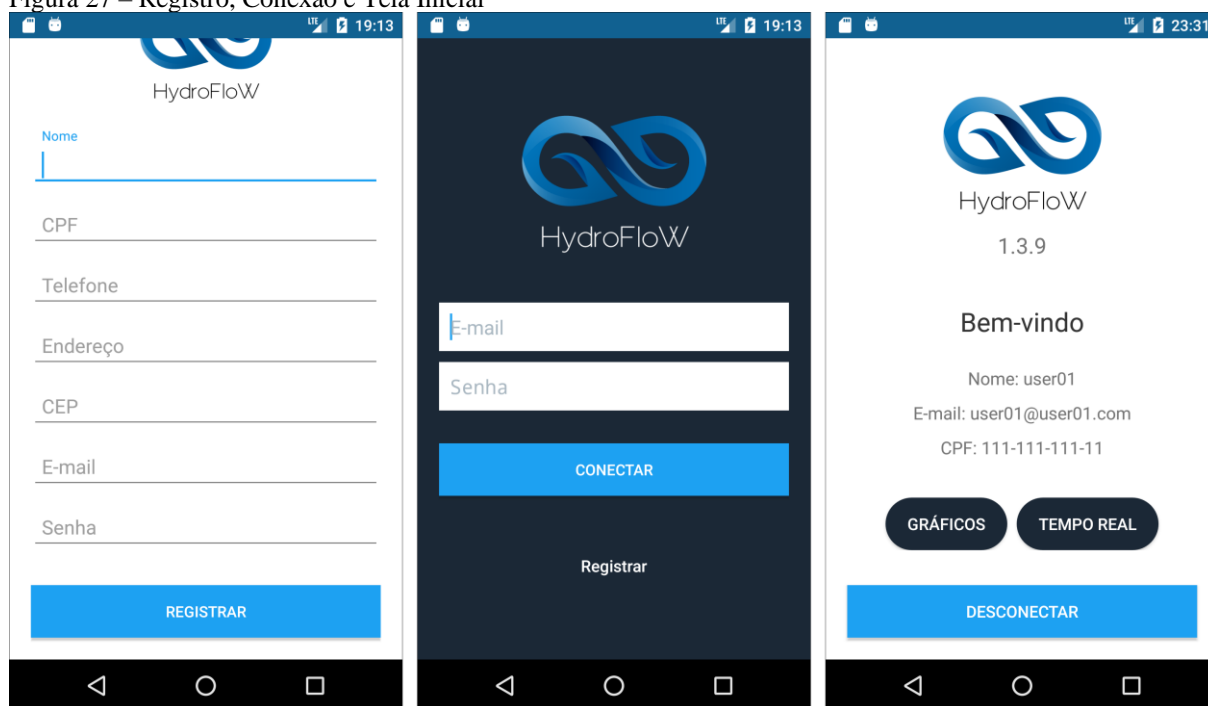
8.2 APLICATIVO ANDROID

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 podendo tirar 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.

8.2.1 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 27 exibe (da esquerda para a direita) o processo de registro, de conexão / *login* e a tela inicial após a validação do usuário no sistema.

Figura 27 – Registro, Conexão e Tela Inicial

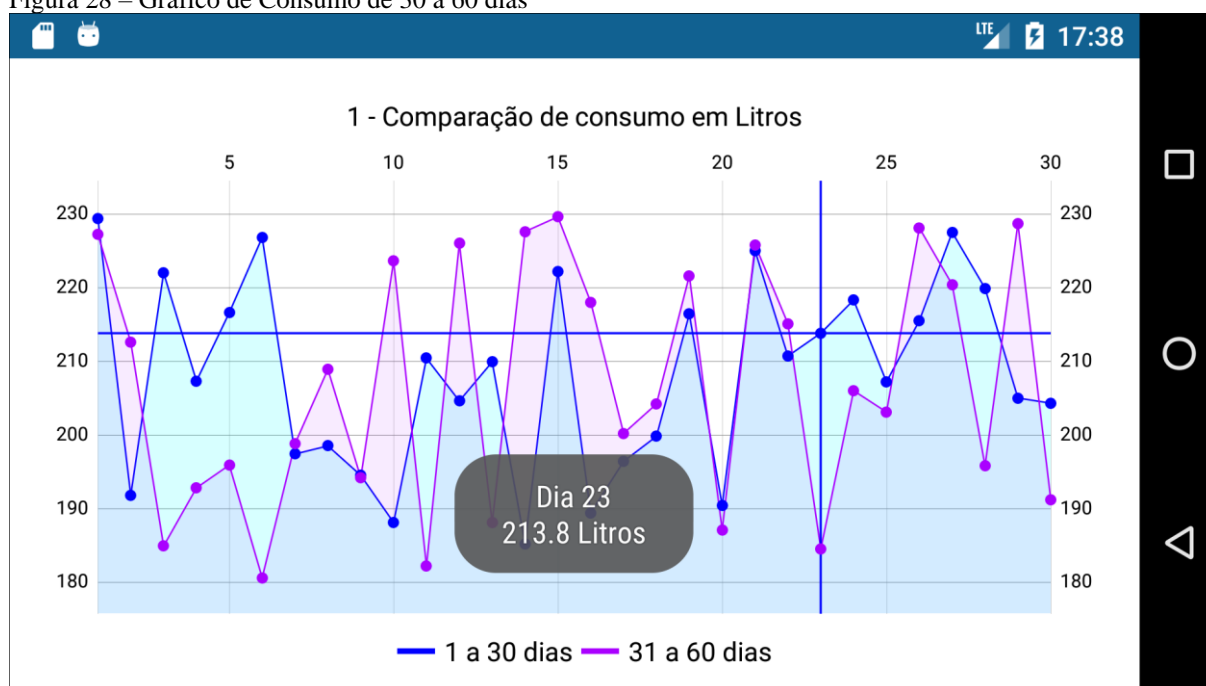


Fonte: Criada pelo autor do projeto.

8.2.2 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 à 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 28.

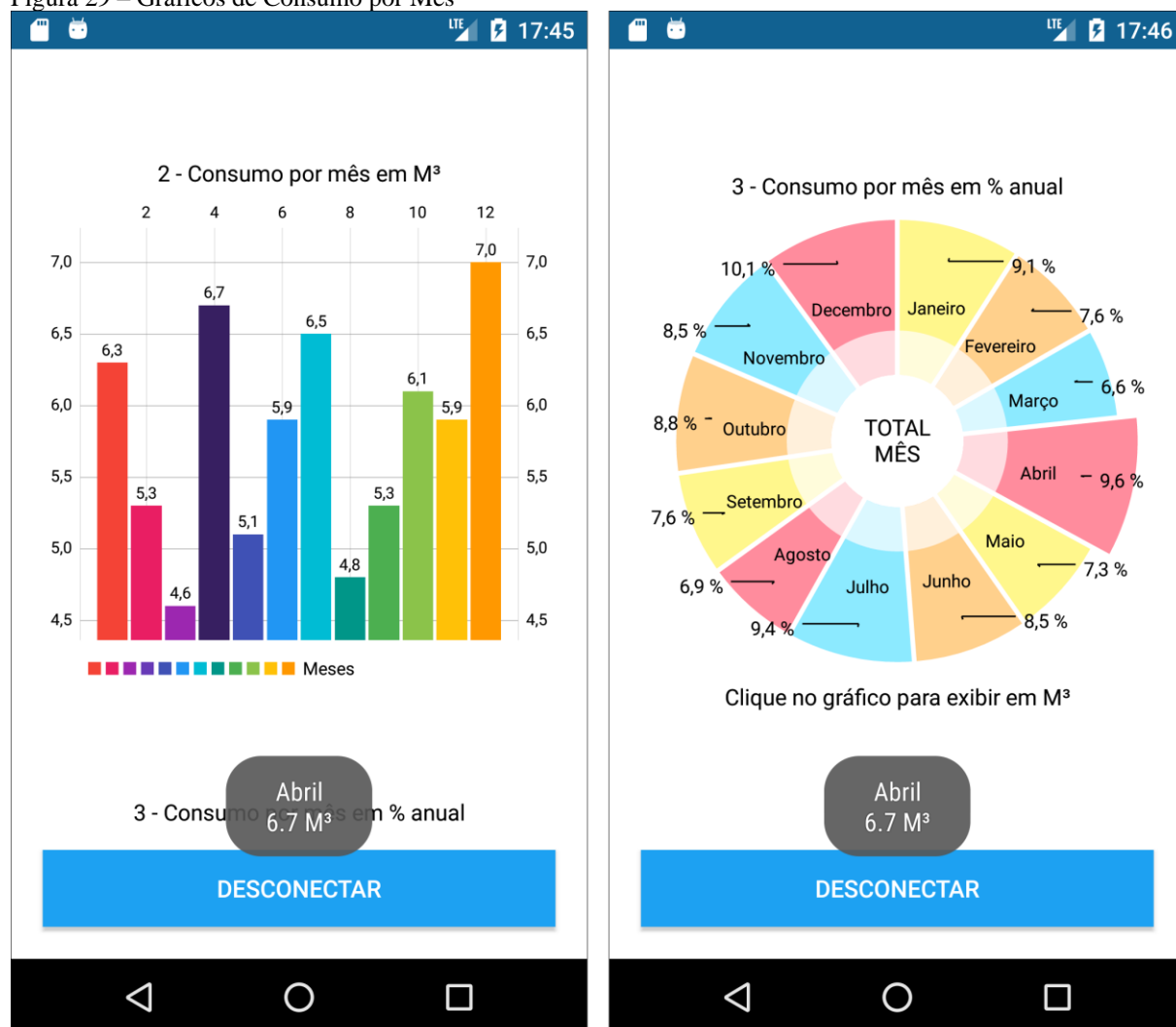
Figura 28 – Gráfico de Consumo de 30 a 60 dias



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

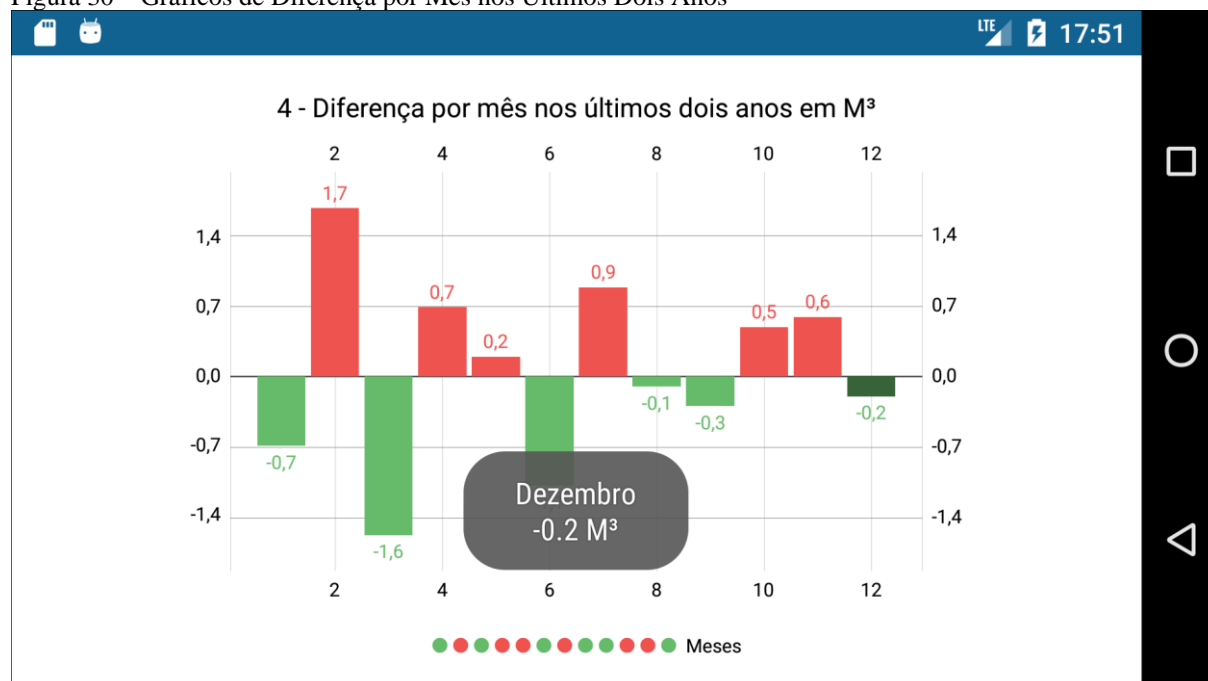
Já o próximo gráfico, no formato de barras, será exibindo em metros cúbicos o consumo referente a cada mês do ano, favorecendo a evidenciar visualmente o mês de maior e menor pico. Noutro gráfico, em formato circular e dividido por setores, constam os percentuais do total consumido por mês em relação ao ano, pretendendo oferecer outra forma comparativa ao usuário. Estes dois métodos constam na Figura 29, sendo à esquerda o gráfico por mês enquanto a direita consta o percentual destes meses.

Figura 29 – 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 30 transparece este formato.

Figura 30 – Gráficos de Diferença por Mês nos Últimos Dois Anos



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

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.

8.2.3 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 31.

Figura 31 – Gráfico de Consumo em Tempo Real



Fonte: Criada pelo autor do projeto.

Desta forma, através de dados em tempo real juntamente com diversos gráficos interativos para exibir informações que antes não eram evidentes, espera-se conscientizar o usuário com objetivo de que este aprimore os seus hábitos de consumo.

9 VALIDAÇÃO

Nesta seção será abordada a estratégia de validação e verificação das funcionalidades desenvolvidas neste projeto. Esta avaliação é fundamental para garantir a qualidade final do sistema.

9.1 ESTRATÉGIA

Ao término de cada etapa será efetuada uma checagem de todas as funcionalidades desenvolvidas através do teste de caixa preta, também conhecido como teste funcional, que segundo (COSTA, 2013) consiste numa situação em que o analista não tem acesso ao código fonte e desconhece a estrutura interna do sistema, tendo seu foco nos requisitos funcionais da aplicação, ou seja, nas ações que ela deve desempenhar.

Aquém disto, o aplicativo bem como o sistema *web* serão expostos a uma análise por pessoas de perfis diferentes, afim de agregar confiabilidade quanto ao resultado.

Com o objetivo de aumentar a coesão, entre o desenvolvedor e os avaliadores, este grupo de pessoas receberá um questionário baseado na escala Likert (VÁZQUEZ, 2017). Esta escala é muito utilizada em pesquisas de opinião, na qual os perguntados especificam seu nível de concordância com uma afirmação. Esta metodologia de avaliação é interessante para projeto em questão, pois independe de o testador possuir conhecimentos prévios sobre o assunto (DUARTE, 2016).

Deste modo, será possível compreender melhor o nível de qualidade do sistema em cada etapa avaliada, ao mesmo tempo, propicia uma revisão de forma eficiente sobre todos aspectos que tangem a interação do usuário para com este produto. A Figura 32 apresenta um exemplo referente a escala Likert.

Figura 32 – Exemplo de perguntas de acordo com a escala Likert



Fonte: criado pelo autor do projeto.

9.2 VERIFICAÇÃO

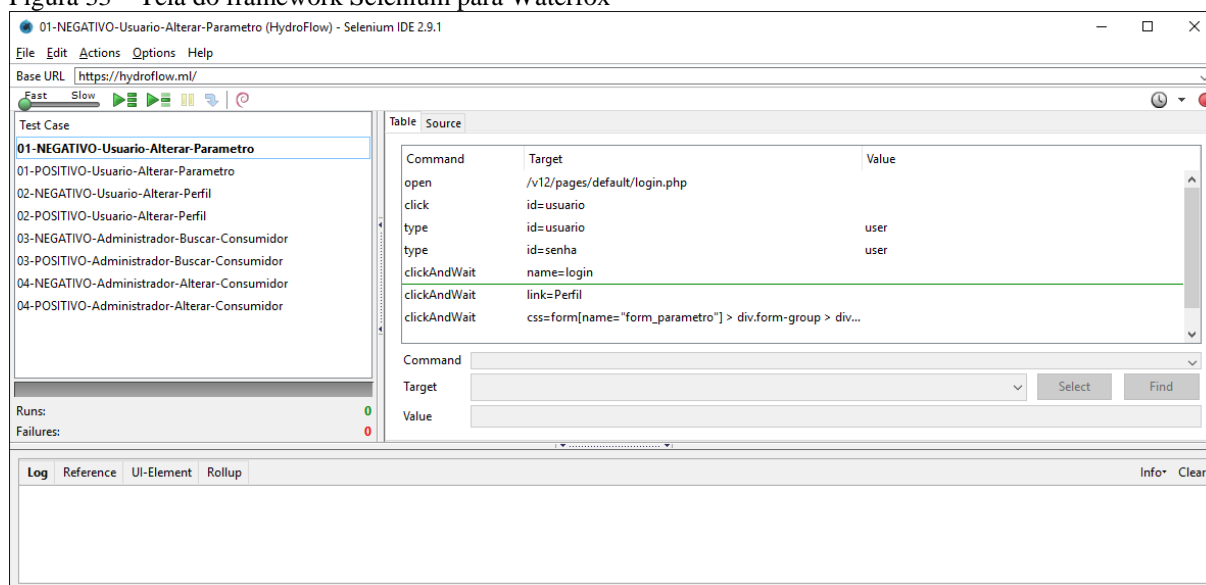
Esta etapa pretende verificar através de testes de caixa preta a qualidade final do sistema *web* e, especialmente do aplicativo, revelando quais funcionalidades não estão apresentando o comportamento almejado. Após o termino desta etapa e com as alterações necessárias, o produto será submetido para a validação, que ocorre diretamente com o usuário.

9.2.1 SISTEMA WEB

Nesta seção constam os casos de teste tanto para o cenário positivo quanto para o negativo, ou seja; a simulação com a entrada de dados correta e a entrada proposital de dados incorreta, sendo um exemplo a tentativa de *login* com o usuário correto e outra com um usuário inexistente.

Para isto se utilizou o *framework* Selenium com o objetivo de automatizar estes testes através do navegador. A Figura 33 transpõe a tela de testes no *browser* Waterfox.

Figura 33 – Tela do framework Selenium para Waterfox



Fonte: criada pelo autor do projeto.

1. Alteração do Parâmetro de Aviso

Inicialmente se realizou o teste “negativo”, ou seja; se entrou com dados incorretos propositalmente com objetivo de que o sistema não aceite validar estes valores. O resultado obtido no teste de Alteração do Parâmetro de Aviso foi o esperado. O procedimento seguindo consta na Tabela 27.

Tabela 27 – Teste Negativo: Alteração do Parâmetro de Aviso

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Perfil	A Página de Perfil é exibida para o usuário
	2	Preencher com letras ao invés de um valor numérico	O sistema não altera o valor e exibe uma mensagem de erro

Fonte: construída pelo autor do relatório.

Para o próximo teste se realizou o procedimento no formato “positivo”, com a entrada de valores corretos se almejando que o sistema os validasse. Neste também se obteve o resultado aguardado. O procedimento efetuado está na Tabela 28.

Tabela 28 – Teste Positivo: Alteração do Parâmetro de Aviso

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Perfil	A Página de Perfil é exibida para o usuário
	2	Preencher com o novo valor de parâmetro de aviso	O sistema altera o valor no banco de dados e exibe a página atualizada

Fonte: construída pelo autor do relatório.

2. Alteração de Dados do Perfil

O resultado do teste negativo para a Alteração de Dados de Perfil ocorreu como esperado. O procedimento seguindo consta na Tabela 29.

Tabela 29 – Teste Negativo: Alteração de Dados do Perfil

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Perfil	O consumo não é atualizado
	2	Salvar com o campo e-mail vazio	O sistema não altera o valor e exibe uma mensagem de erro

Fonte: construída pelo autor do relatório.

Para o teste de Alteração de Dados de Perfil no formato positivo também se obteve o resultado almejado. O procedimento efetuado está na Tabela 30.

Tabela 30 – Teste Positivo: Alteração de Dados do Perfil

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Perfil	O consumo em litros é atualizado e exibido ao usuário
	2	Salvar com o novo e-mail	O sistema altera o e-mail no banco de dados e exibe a página atualizada

Fonte: construída pelo autor do relatório.

3. Buscar um Consumidor

O teste negativo para Buscar um Consumidor obteve sucesso. O procedimento seguindo consta na Tabela 31.

Tabela 31 – Teste Negativo: Buscar um Consumidor

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Consumidores	A Página de Consumidores é exibida para o usuário
Existir pelo menos um Consumidor	2	Digitar o texto no campo de busca	O sistema não exibe nenhum Consumidor correspondente

Fonte: construída pelo autor do relatório.

Para o teste no formato positivo de Buscar um Consumidor o resultado também foi o esperado. O procedimento efetuado está na Tabela 32.

Tabela 32 – Teste Positivo: Buscar um Consumidor

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Consumidores	A Página de Consumidores é exibida para o usuário
Existir pelo menos um Consumidor	2	Digitar o texto no campo de busca	Na medida em que o usuário digita o sistema exibe os Consumidores correspondentes

Fonte: construída pelo autor do relatório.

4. Alteração de Dados de um Consumidor

O resultado do teste negativo para a Alteração de Dados de um Consumidor apresentou falha. O procedimento seguindo consta na Tabela 33.

Tabela 33 – Teste Negativo: Alteração de Dados de um Consumidor

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Consumidores	A Página de Consumidores é exibida para o usuário
	2	Clicar no ícone de editar Consumidor	O sistema exibe uma janela em cima da tela
Existir pelo menos um Consumidor	3	Alterar os dados do Consumidor	Os dados exibidos para alteração correspondem ao Consumidor selecionado
	4	Cancelar	A Página de Consumidores é exibida com os dados antigos, os dados não foram salvos

Fonte: construída pelo autor do relatório.

Quanto ao teste de Alteração de Dados de um Consumidor no formato positivo, este foi realizado com sucesso. O procedimento efetuado está na Tabela 34.

Tabela 34 – Teste Positivo: Alteração de Dados de um Consumidor

REQUISITOS	ETAPA	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO
Estar conectado no sistema	1	Clicar no menu Consumidores	A Página de Consumidores é exibida para o usuário
	2	Clicar no ícone de editar Consumidor	O sistema exibe uma janela em cima da tela
Existir pelo menos um Consumidor	3	Alterar os dados do Consumidor	Os dados exibidos para alteração correspondem ao Consumidor selecionado
	4	Salvar	A Página de Consumidores é exibida com os novos dados

Fonte: construída pelo autor do relatório.

Com os resultados obtidos a partir dos testes automatizados se criou a Tabela 35.

Tabela 35 – Resultado do teste automatizado do Sistema Web

#	FUNCIONALIDADE TESTADA		Resultado Obtido
1.0	Alteração do Parâmetro de Aviso	NEGATIVO	Passou
1.1		POSITIVO	Passou
2.0	Alteração de Dados do Perfil	NEGATIVO	Passou
2.1		POSITIVO	Passou
3.0	Buscar um Consumidor	NEGATIVO	Passou
3.1		POSITIVO	Passou
4.0	Alteração de Dados de um Consumidor	NEGATIVO	Falhou
4.1		POSITIVO	Passou

Fonte: construída pelo autor do relatório.

Foram efetuadas correções no sistema mediante o resultado do teste 4.0. Novo teste foi realizado obtendo-se êxito.

9.2.2 APLICATIVO

Foi executado um teste exploratório no aplicativo através do emulador do Android Studio. As seguintes funcionalidades foram testadas:

- a) Login
- b) Registro
- c) Pressionar duas vezes voltar para fechar
- d) Permitir interação a partir de gestos com os gráficos
- e) Exibir informações ao clicar rapidamente no gráfico
- f) Salvar cada gráfico ao clicar longamente
- g) Informar o usuário e caso necessário pedir permissão para salvar
- h) Exibir o consumo em tempo real

Durante os testes todas as funcionalidades, tanto no formato de simulações positivas quanto negativas, apresentaram o comportamento esperado. Desta forma não houve qualquer necessidade de revisão do código.

9.3 VALIDAÇÃO

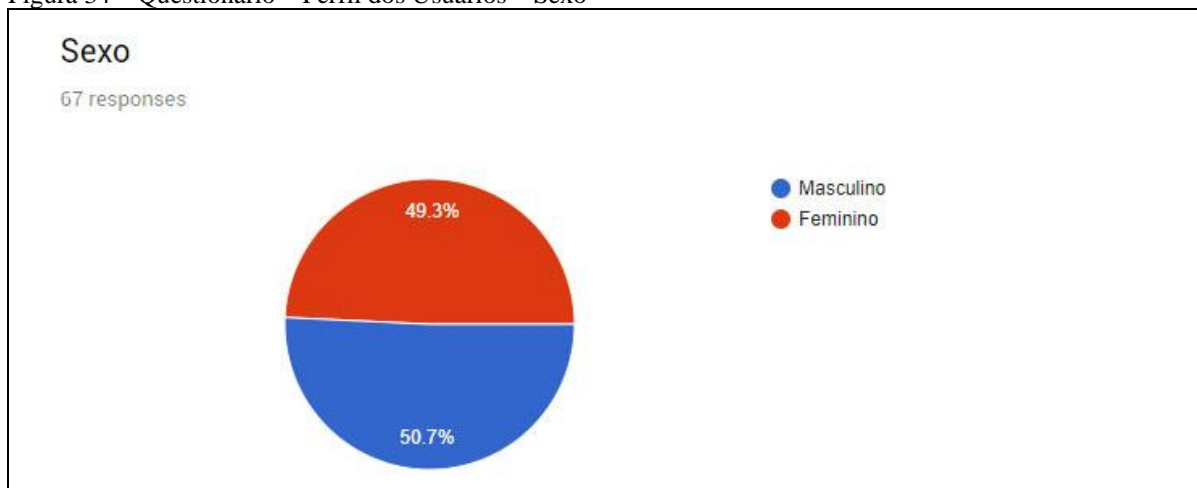
A validação ocorreu em duas etapas, iniciando com a ideia de solução proposta neste relatório, com questões inerentes ao assunto, e continuando com uma validação específica direcionada para o aplicativo desenvolvido.

9.3.1 VALIDAÇÃO DA SOLUÇÃO

Para a etapa de validação da solução se criou um questionário utilizando o Google Forms. Este inicia com perguntas para o preenchimento do perfil, sendo que a formulação do campo relacionado a área de atuação foi composta com base na Tabela de Áreas do Conhecimento, fornecida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (CNPQ, 2017).

Ao todo foram 67 participantes, sendo 34 do sexo masculino e 33 do sexo feminino, conforme consta no gráfico da Figura 34.

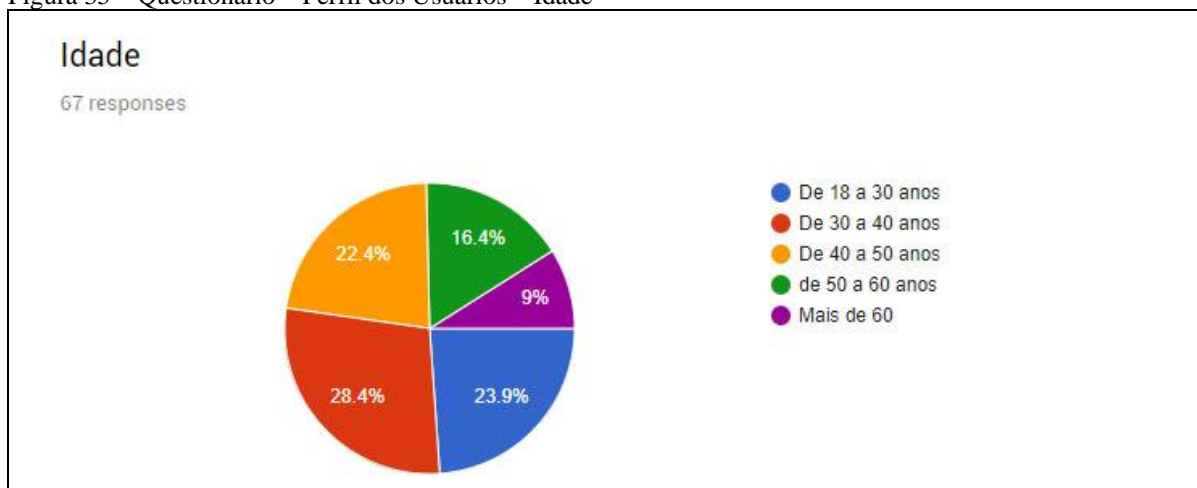
Figura 34 – Questionário – Perfil dos Usuários – Sexo



Fonte: criado pelo Google Forms.

Destas 16 pessoas estão na faixa etária entre 18 a 30 anos, 19 entre 30 a 40 anos, 15 entre 40 a 50 anos, 11 entre 50 a 60 anos e um total de 6 com mais de 60 anos de acordo com a Figura 35.

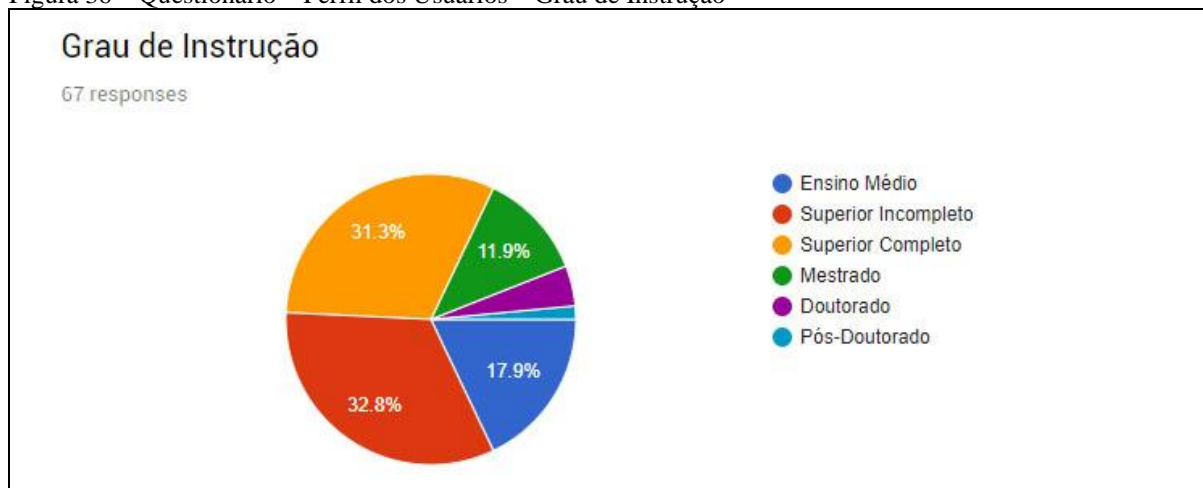
Figura 35 – Questionário – Perfil dos Usuários – Idade



Fonte: criado pelo Google Forms.

O mesmo tempo, o questionário foi contemplado com participantes de diversos graus de instrução: 12 possuem Ensino Médio, 22 Superior Incompleto, 21 Superior Completo, 8 Mestrado, 3 Doutorado e 1 com Pós-Doutorado. O gráfico consta na Figura 36.

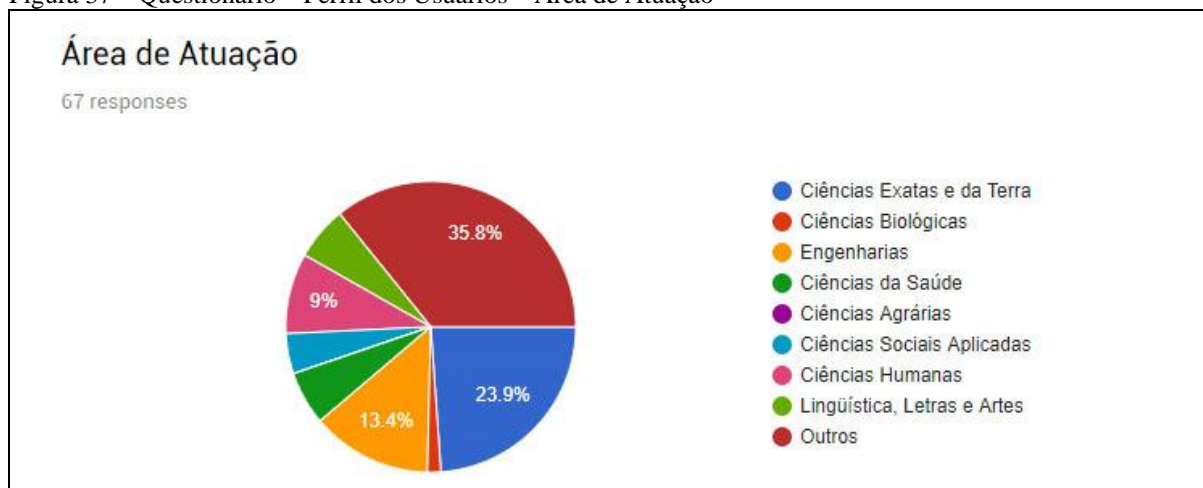
Figura 36 – Questionário – Perfil dos Usuários – Grau de Instrução



Fonte: criado pelo Google Forms.

A última pergunta de perfil corresponde a área de atuação, cujo resultado foi: 16 pessoas atuam na área de Ciências Exatas e da Terra, 1 nas Ciências Biológicas, 9 nas Engenharias, 4 nas Ciências da Saúde, 0 nas Ciências Agrárias, 3 nas Ciências Sociais Aplicadas, 6 nas Ciências Humanas, 4 nas Linguística, Letras e Artes e um total de 24 em Outros. A proporção em relação ao total está indicada na Figura 37.

Figura 37 – Questionário – Perfil dos Usuários – Área de Atuação

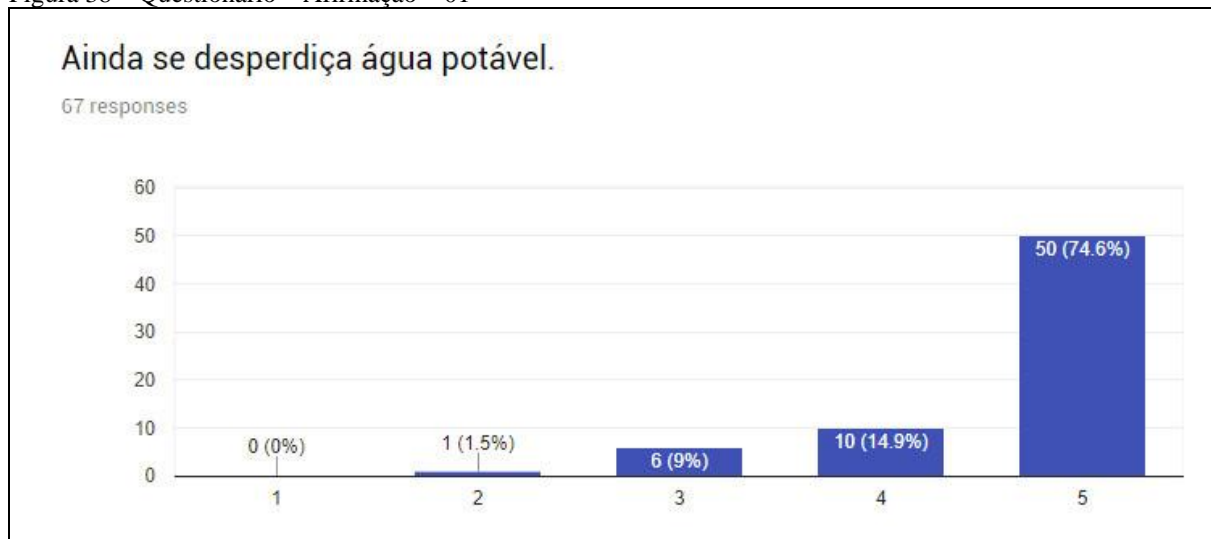


Fonte: criado pelo Google Forms.

Uma vez concluída a etapa do perfil, seguem as afirmações baseadas na escala Likert com foco nas questões inerentes a água potável em nossa sociedade e que possuem relação direta com a proposta desenvolvida neste projeto.

A primeira afirmação sobre o fato de ainda haver desperdício de água, indicada pela Figura 38, se obteve um montante de: 1 participante que discorda parcialmente, 6 que não discordam nem concordam, 10 que concordam parcialmente e 50 que concordam totalmente. Pode-se concluir como um resultado favorável, uma vez que a maioria demonstrou consciência sobre a existência da permanência de desperdícios de água potável.

Figura 38 – Questionário – Afirmação – 01



Fonte: criado pelo Google Forms.

Quanto a afirmação da importância de se economizar água com o objetivo de preservá-la, exibida pelo gráfico na Figura 39, também se obteve um resultado positivo, com apenas 2 participantes que não concordam nem discordam, 4 que concordam parcialmente e a extrema maioria de 58 que concordam totalmente. Entretanto 3 participantes com idades entre 40 a 60 anos discordaram totalmente, o que demonstra uma visão extremamente dispare da média mais jovem.

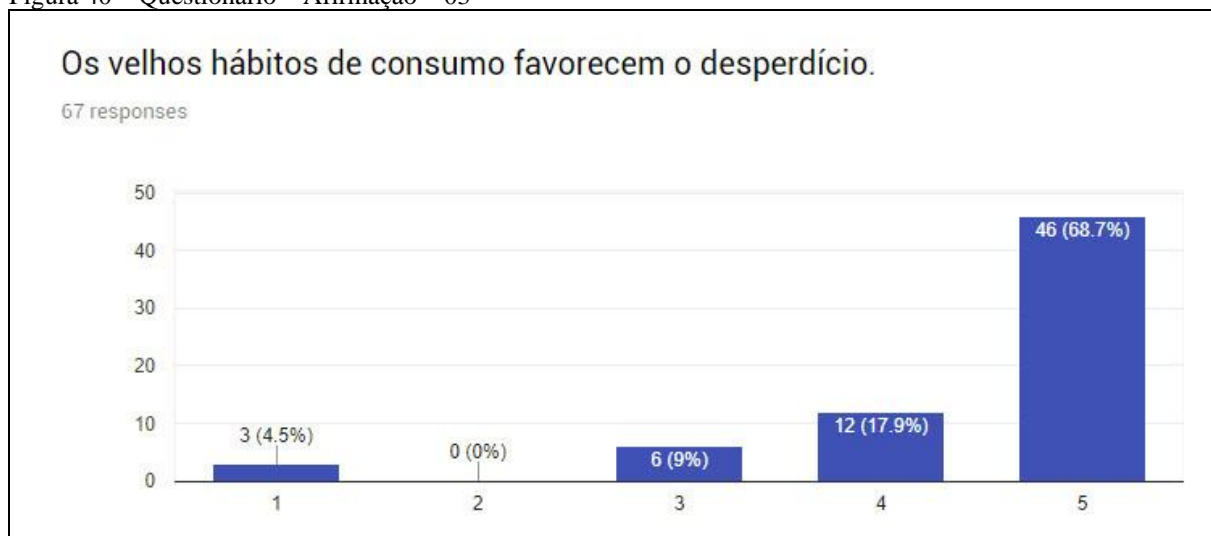
Figura 39 – Questionário – Afirmação – 02



Fonte: criado pelo Google Forms.

Sobre a relação dos antigos hábitos de consumo com o desperdício de água, se obteve 46 pessoas concordando totalmente, 12 concordando parcialmente e 6 não concordando nem discordando, conforme indicado na Figura 40. O resultado também mostrou que 3 pessoas discordam totalmente desta relação, sendo 1 entre 18 a 30 anos e outras 2 entre 40 e 60.

Figura 40 – Questionário – Afirmação – 03



Fonte: criado pelo Google Forms.

Para a questão da dificuldade de se mensurar o consumo individualizado impactar no desperdício, contemplada pelo gráfico da Figura 41, se obteve 1 participante que discorda totalmente, 1 que discorda parcialmente, 12 que não concordam nem discordam, 19 que concordam parcialmente e 34 concordam totalmente. Este é um sinal positivo, pois demonstra que a maioria acredita que a antiga forma de consumo coletivo é prejudicial para se economizar água.

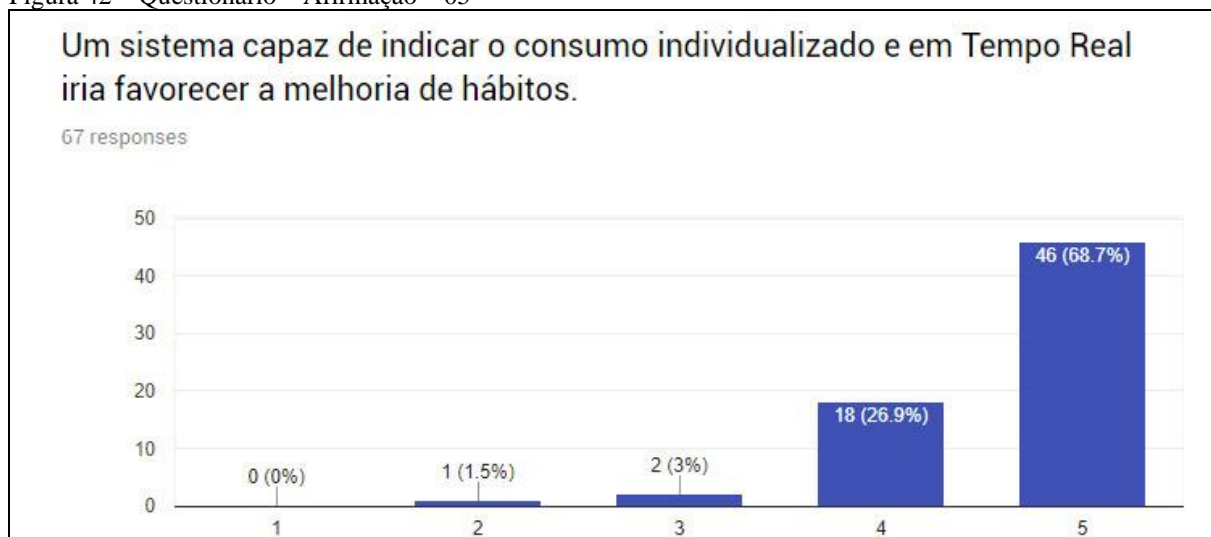
Figura 41 – Questionário – Afirmação – 04



Fonte: criado pelo Google Forms.

Na questão sobre um sistema com características diferenciadas que poderia ajudar a melhorar os hábitos de consumo a média foi de: 1 pessoa discordou parcialmente, 2 não concordaram nem discordaram, 18 concordaram parcialmente e 46 concordaram totalmente. Este é um resultado positivo para o desenvolvimento de sistemas deste nível. O gráfico desta estatística consta na Figura 42.

Figura 42 – Questionário – Afirmação – 05



Fonte: criado pelo Google Forms.

Para a afirmação direta sobre o aplicativo, transparecido pela Figura 43, a média neutra e negativa foi de 1 participante que discorda totalmente e 3 que não concordam nem discordam. Estes possuem idades entre 30 e 60 anos. Dos resultados positivos 14 concordam parcialmente e 39 concordam totalmente. Isto significa que existe interesse neste tipo de tecnologia aliada a economia de água, especialmente na faixa etária abaixo dos 30 anos.

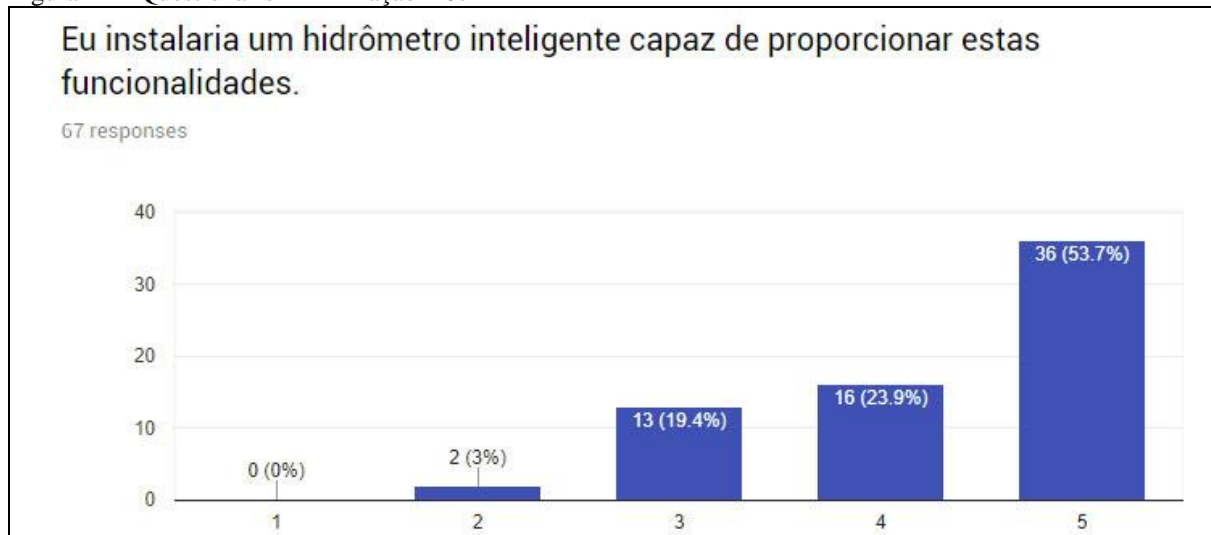
Figura 43 – Questionário – Afirmação – 06



Fonte: criado pelo Google Forms.

Os participantes quando questionados sobre o grau de interesse em instalar um sistema deste porte para substituir o seu hidrômetro atual responderam: 2 discordam parcialmente, 13 não concordam nem discordam, 16 concordam parcialmente e 36 concordam totalmente. Desta forma entende-se que a maioria demonstrou vontade em possuir este tipo de dispositivo. Mais de 50% das respostas neutras e negativas foram de pessoas na faixa de 40 a 60 anos. O resultado geral consta na Figura 44.

Figura 44 – Questionário – Afirmação – 07



Fonte: criado pelo Google Forms.

Na última pergunta sobre como o usuário enxerga sua capacidade de aprimorar os seus hábitos de consumo, o resultado foi: 9 não concordam nem discordam, 17 concordam parcialmente e 41 concordam totalmente. Isto significa um resultado majoritariamente positivo, conforme consta na Figura 45.

Figura 45 – Questionário – Afirmação – 08



Fonte: criado pelo Google Forms.

Com a finalização do questionário, que obteve participação de pessoas com ensino médio até pós-doutorado, se conseguiu concluir que existe sim um problema referente ao desperdício de água, que a maioria considera importante economizá-la e que têm interesse em um hidrômetro capaz de oferecer novos recursos especialmente via aplicativo.

9.3.2 VALIDAÇÃO DO APLICATIVO

Para a etapa de validação do aplicativo, este foi testado por 5 usuários e posteriormente avaliado através das seguintes perguntas:

1. O aplicativo apresenta uma interface amigável?
2. O aplicativo é de fácil utilização?
3. Você considera a forma de exibição das informações de consumo adequada?
4. Os gráficos contemplam todas as informações de consumo necessárias?
5. As informações exibidas no aplicativo te ajudam a saber se houve melhoria de hábitos de consumo?
6. Se existisse este sistema instalado na sua residência você verificaria o consumo através do aplicativo?
7. Este sistema corrobora para que você preste mais atenção nos seus hábitos de consumo?

O resultado obtido consta na Tabela 36.

Tabela 36 – Validação do Aplicativo

Pergunta	Usuário 1	Usuário 2	Usuário 3	Usuário 4	Usuário 5
1	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
2	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
3	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
4	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
5	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
6	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM
7	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO

Fonte: elaborada pelo autor do projeto.

A partir dos resultados obtidos mediante a validação do aplicativo com os usuários, se observou que todos os entrevistados consideraram o aplicativo amigável, de fácil utilização, apresentando devidamente as informações mais relevantes sobre o consumo de água e de uma forma adequada para a sua compreensão.

Também se notou que a maioria aprovou o uso do aplicativo para a averiguação do consumo, logo; concluir-se que o mesmo seria interessante para futuramente tornar-se um produto final podendo vir a substituir a conta convencional no formato impresso. Somente o Usuário 3 afirmou que não verificaria o consumo via aplicativo, o seu motivo é simples, este prefere manter o registro de todas as contas em papel e possui dificuldades quanto as novas tecnologias, apesar de ter gostado e considerar o aplicativo interessante.

Outro aspecto importante foi a constatação de que o sistema de fato auxilia, segundo a visão da maioria dos usuários, na aproximação destes com o seu real hábito de consumo e consequentemente estes passam a prestar mais atenção em seus gastos, o que é considerado o ideal para se atingir o estimado consumo sustentável. Apenas o Usuário 5 disse que este sistema não iria corroborar para que ele preste mais atenção nos seus hábitos, por ele não acreditar que possa haver escassez de água, logo; não pensa ser relevante maiores cuidados de sua parte.

Todas estas informações positivas referentes a validação do aplicativo vão ao encontro das informações obtidas através da validação da solução, transparecendo que o sistema desenvolvido neste relatório foi adequado para o problema em questão.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto iniciou a partir da observação da necessidade de uma mudança de comportamento aliada a evolução da tecnologia com o objetivo de minimizar o impacto nos finitos recursos hídricos. Entretanto, para que isto ocorresse era preciso aproximar o usuário do seu real hábito de consumo de água. Assim, como solução para este problema, surgiu o HydroFlow, sendo este o projeto desenvolvido neste relatório que visou criar tanto um sistema online quanto um aplicativo integrados a um medidor de fluxo de água

O aplicativo foi desenvolvido em Java Android, com auxílio de um banco de dados não relacional JSON em Firebase, linguagens que não são ensinadas no curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Senac-RS. Alguns recursos do sistema *web* dependem de alteração direta no banco de dados SQL para a sua execução adequada, não podendo serem realizados pelo painel de controle, como: alteração de detalhes de um grupo de consumo.

Ao se chegar em um produto final capaz de realizar os objetivos pretendidos no âmbito tecnológico, restou efetuar o seu teste junto a possíveis futuros usuários, dando início a etapa de validação. Inicialmente se realizou a avaliação da solução, coletando-se dados para confirmar se havia de fato uma necessidade de se economizar água, mediante a opinião dos entrevistados, e se a tecnologia desenvolvida neste relatório iria se apresentar como uma solução adequada. O resultado foi bastante positivo, confirmando que o caminho trilhado estava alinhado à demanda pela sociedade.

Posteriormente se avaliou o sistema, com perguntas diretas sobre o aplicativo, com o objetivo de saber a qualidade desta solução para o problema já constatado. Este resultado também foi extremamente positivo, indo ao encontro das informações obtidas através da validação da solução, transparecendo que o sistema desenvolvido neste relatório foi adequado para o problema em questão, atingindo tanto o seu objetivo geral quanto os específicos.

Mesmo com o sucesso obtido no resultado final do projeto, deve-se notar que a melhoria dos hábitos de consumo de água somente provocará um impacto significativo caso exista uma grande gama de usuários adeptos deste sistema ou similar com objetivo convergente, pois o consumo sustentável unicamente atingirá o seu ideal caso a população como um todo participe ativamente.

É importante lembrar que o processo de conscientização é paulatino e ocorre em tempos diferentes para cada um, 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, 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.

10.1 TRABALHOS FUTUROS

Existem melhorias que podem ser adicionadas, 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 e fechamento do registro 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 e login através de autenticação direta via Google ou Facebook, favorecendo a aceitação do produto.

Todas as funcionalidades disponíveis para o gerenciamento através do sistema *web*, especialmente para a o Administrador, se pretende disponibilizar diretamente no aplicativo, criando-se um ambiente completo no qual não será mais necessário dar prosseguimento com atualizações para o sistema *web*. Assim, todos os esforços estarão concentrados no aprimoramento do aplicativo, tornando-se a única forma de controle e monitoramento do sistema. Ao mesmo tempo, se estuda a viabilidade de uma versão para iOS de forma híbrida.

11 COMPONENTES REUTILIZADOS

- a) Gentelella: Template de Painel de Administração.
Disponível em: <https://github.com/puikinsh/gentelella>
- b) Volley: Biblioteca HTTP para Android.
Disponível em: <https://developer.android.com/training/volley/index.html>
- c) MPAndroidChart: Biblioteca de Gráficos para Android.
Disponível em: <https://github.com/PhilJay/MPAndroidChart>
- d) InputMask: Biblioteca de Formatação de Campos para Android.
Disponível em: <https://github.com/RedMadRobot/input-mask-android>
- e) Firebase-Arduino: Projeto de *software* livre para integrar Firebase ao Arduino.
Disponível em: <https://github.com/firebase/firebase-arduino>

REFERÊNCIAS

- 8TH WORLD WATER FORUM. **World Water Council**. 2016. Disponível em: <<http://www.worldwaterforum8.org/main/en>>. Acessado em: 25 set. 2016.
- ANDROID STUDIO. **IDE oficial do Android**. 2017. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/index.html>>. Acessado em: 25 mar. 2017.
- APACHE. **Web Server**. 2017. <<https://www.apache.org/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.
- ARDUINO. **An open-source electronics platform based on easy-to-use hardware and software**. 2017. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.
- ASTAH. **A software design tool which supports UML, ERD, DFD, Flowchart, Mindmap, SysML, GSN and more**. 2017. Disponível em: <<http://astah.net>> Acessado em: 25 mar. 2017.
- CARVALHO, W de Freitas. **UFMG**. 2010. - Medição Individualizada De Água Em Apartamentos. p. 18. Curso De Especialização em Construção Civil.
- CLOUDFLARE. **Fast, Global Content Delivery Network**. 2016. Disponível em: <<https://www.cloudflare.com/lp/overview/>>. Acessado em: 25 set. 2016.
- CNM. Desperdício de água no Brasil causa prejuízo bilionário. **Confederação Nacional de Municípios**. 2016. Disponível em: <<http://www.cnm.org.br/>>. Acessado em: 25 set. 2016.
- CNPQ. Tabela de Áreas do Conhecimento. **MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**. 2017. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/186158/TabeladeAreasdoConhecimento.pdf>>. Acessado em: 16 out. 2017.
- CORREIO. **Maus hábitos oneram a conta de água em até 40%: veja como reduzir**. 2015. Disponível em: <<https://glo.bo/2oZNqkI>>. Acessado em: 25 mar. 2017.
- COSTA, Pedro. Conceitos: testes de caixa branca e caixa preta. **BASE2**. 2013. Disponível em: <<http://www.base2.com.br/2013/07/24/teste-caixa-branca-caixa-preta/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.
- DUARTE, Tomás. Escala Likert – O que é? **Satisfação de Clientes**. 2016. Disponível em: <<http://satisfacaodeclientes.com/escala-likert-o-que-e/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.
- EEA. Impacts due to over-abstraction. **European Environment Agency**. 2008. Disponível em: <<http://bit.ly/2tJzcZ9>>. Acessado em: 25 set. 2016..
- FIREBASE. **The tools and infrastructure you need to build better apps and grow successful businesses**. 2017. Disponível em: <<https://firebase.google.com/>>. Acessado em: 25 mar. 2017
- GERBERG, Jon. A Megacity Without Water: São Paulo's Drought. **Time**. 2015. Disponível em: <<http://time.com/4054262/drought-brazil-video/>>. Acessado em: 25 set. 2016.

GETBOOTSTRAP. Bootstrap is the most popular HTML, CSS, and JS framework for developing responsive, mobile first projects on the web. 2017. Disponível em: <<http://getbootstrap.com/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

Git. Free and open source distributed version control. 2017. Disponível em: <<https://git-scm.com>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

GITHUB. Built for developers. 2017. Disponível em: <<https://github.com>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

GITKRAKEN. The most popular Git GUI for Windows, Mac AND Linux. 2017. Disponível em: <<https://www.gitkraken.com>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

GREEN, Peter. Does every item in the product backlog require a User Story?. Adobe. 2012. Disponível em: <<https://adobe.ly/2y966Io>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

HARVARD. CLOUD COMPUTING COMES OF AGE. Harvard Business School. 2015. Disponível em: <<https://go.oracle.com/LP=36220>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

HYDROM. Empresa que presta serviços e oferta produtos de medição de água e gás. 2010. Disponível em: <<http://www.hidrometro.com.br/4-5.pdf>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

IBOPE. PROJETO ÁGUA. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. 2011. Disponível em: <<http://bit.ly/2gz5z5E>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

JAVA. What is Java technology and why do I need it?. 2017. Disponível em: <https://www.java.com/en/download/faq/whatis_java.xml>. Acessado em: 25 mar. 2017.

JOHNSSON, R. M. F. Water Resources Management in Brazil: Challenges and New Perspectives. 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2qrLeob>>. Acessado em: 25 set. 2016.

JSON. Introducing JSON. 2017. Disponível em: <<http://www.json.org>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

LABORATÓRIO DE GARAGEM. Como utilizar o Sensor de Fluxo de Água - G ¾ com Arduino. 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2oRTBMH>>. Acessado em: 25 set. 2016.

MADUREIRA, Daniel. Aplicativo nativo, web App ou aplicativo híbrido?. 2017. Disponível em: <<http://usemobile.com.br/aplicativo-nativo-web-hibrido/>>. Acessado em: 22/04/2017.

MMA. Consumo Sustentável. Ministério do Meio Ambiente. 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2qy5PXf>>. Acessado em: 25 set. 2016.

MOZILLA. JavaScript. 2017. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

MYSQL. The world's most popular open source database. 2017. Disponível em: <<https://www.mysql.com/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

NODEMCU. **An open-source firmware based on ESP8266 wifi-soc**. 2017. Disponível em: <<https://www.nodemcu.com/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

NOTEPAD++. **A free source code editor and Notepad replacement that supports several languages**. 2017. Disponível em: <<https://notepad-plus-plus.org>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

ONU. **Organização das Nações Unidas**. 2012. 2013 - United Nations International Year of Water Cooperation. Disponível em: <<http://www.unwater.org/water-cooperation-2013/water-cooperation/en/>>. Acessado em: 25 set. 2016.

OPPENHEIM, A. L. 1964. **Ancient Mesopotamia: portrait of a dead civilization**. University of Chicago Press.

OPENSOURCE. **What is Open Source?** 2016. Disponível em: <<https://opensource.com/resources/what-open-source>>. Acessado em: 25 set. 2016.

ORACLE. **The History of Java Technology**. 2017. Disponível em: <<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/overview/javahistory-index-198355.html>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

PHP. **A popular general-purpose scripting language that is especially suited to web development**. 2017. Disponível em: <<http://php.net/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

PHPMYADMIN. **Bringing MySQL to the web**. 2017. Disponível em: <<https://www.phpmyadmin.net/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

RASPBERRYPI. **Is a tiny and affordable computer that you can use to learn programming through fun, practical projects**. 2016. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/>>. Acessado em: 25 set. 2016.

RLSYSTEM. **DAO (Data Access Object) no PHP**. 2015. Disponível em: <<https://www.rlsystem.com.br/php/noticia/dao-php/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

RODRIGUES, G. S. Considerações sobre os Impactos Ambientais da Agricultura Irrigada. p. 1. **EMBRAPA**. 2004. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Mistério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

SELENIUM. **Web Browser Automation**. 2017. Disponível em: <<http://www.seleniumhq.org/>> Acessado em: 29 ago. 2017.

SNIS. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. **Sistema Nacional De Informações Sobre Saneamento**. 2014. Disponível em: <<http://bit.ly/2t5Co3c>>. Acessado em: 25 set. 2016.

SOARES, Bruno Cesarino. **Requisitos para utilização de prototipagem evolutiva nos processos de desenvolvimento de software para Web**. 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2hczjrl>>. Acessado em: 25 mai. 2017.

SPECTRUM. **Build a Wireless Water Meter for Your Home**. 2015. Disponível em: <<http://bit.ly/2pRsZeU>>. Acessado em: 25 set. 2016.

UBUNTU. **Scale out with Ubuntu Server**. 2017. Disponível em: <<https://www.ubuntu.com/server/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

UBUNTU WIKI. **UncomplicatedFirewall**. 2017. Disponível em: <<https://wiki.ubuntu.com/UncomplicatedFirewall>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

UDACITY. **Evolutionary Prototyping Process**. 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2gMWsno>>. Acessado em: 20 mar. 2017.

UNDESA. **United Nations Department of Economics and Social Affairs - Water Scarcity**. 2006. Disponível em: <<http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>>. Acessado em: 25 set. 2016.

UNRIC. **United Nations Regional Information Centre for Western Europe**. 2016. Disponível em: <<http://www.unric.org/pt/actualidade/22742>>. Acessado em: 25 set. 2016.

VÁZQUEZ, Iván. **¿QUE ES LA ESCALA DE LIKERT Y COMO UTILIZARLA? QuestionPro**. 2017. Disponível em: <<http://bit.ly/2y7DvTG>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

VIEIRA, Emanuel Meireles. **Conscientização**: Em que interessa este conceito à psicologia. 2008.

W3C. **Portable Network Graphics (PNG) Specification (Second Edition)**. 2003. Disponível em: <<https://www.w3.org/TR/PNG/>>. Acessado em: 25 mar. 2017.

WORLDBANK. **Brazil may be the Owner of 20% of the World's Water Supply but it is still Very Thirsty. The World Bank**. 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2pR92Vl>>. Acessado em: 25 set. 2016.

WWC. **World Water Council**. 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2pq2njE>>. Acessado em: 25 set. 2016.

YODIZ. **Writing User Stories, Examples and Templates In Agile Methodologies**. 2016. Disponível em: <<http://bit.ly/2yRknXm>> Acessado em: 25 mar. 2017.