



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

**SAYMON BEZERRA DE SOUSA MACIEL**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO NA PLATAFORMA ANDROID PARA  
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA NOS SISTEMAS HÍDRICOS**

**POMBAL - PB**

**2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS**

**SAYMON BEZERRA DE SOUSA MACIEL**

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO NA PLATAFORMA ANDROID PARA  
MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA NOS SISTEMAS HÍDRICOS**

Defesa de trabalho final de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Sistemas Agroindustriais (PPGSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) como exigência parcial para a obtenção do título de mestre.

**Orientador:** Prof. DSc. Allan Sarmiento Vieira.

**POMBAL - PB**

**2019**

M152d Maciel, Saymon Bezerra de Sousa.  
Desenvolvimento de um aplicativo na plataforma Android para monitoramento da qualidade da água bruta nos sistemas hídricos / Saymon Bezerra de Sousa Maciel. – Pombal, 2019.  
44 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Prof. Dr. Allan Sarmento Vieira".

Referências.

1. Aplicativo móvel. 2. Acquali. 3. Bacias hidrográficas. 4. Recursos hídricos. I. Vieira, Allan Sarmento. II. Título.

CDU 004(043)



Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar



CAMPUS DE POMBAL

**“DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO NA PLATAFORMA ANDROID PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA NOS SISTEMAS HÍDRICOS”**

Trabalho Final de Mestrado apresentado ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 03/09/2019

COMISSÃO EXAMINADORA

Allan Sarmiento Vieira  
Orientador

Patrício Borges Maracajá  
Examinador Interno

Fábio Gomes de Andrade  
Examinador Externo

POMBAL-PB  
2019

## RESUMO

Dentre os elementos existentes na natureza a água apresenta-se como indispensável à manutenção de todas as formas de vida, estando presente em boa parte das atividades desenvolvidas pelo homem em seu cotidiano. Assim, no intuito de garantir o fornecimento de recursos hídricos de boa qualidade para uso humano, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, especificou parâmetros específicos de potabilidade da água. Verifica-se então a importância de uma preocupação com o monitoramento da qualidade das águas para seu diagnóstico, a fim de definir quais águas estão em situação adequada de acordo com cada tipo de uso. Dessa forma, identificou-se a necessidade, e a lacuna, de mecanismos que coletassem e disponibilizassem esses dados na Paraíba. Nesse sentido, o presente trabalho desenvolveu uma ferramenta a partir de um aplicativo móvel, para a plataforma Android, que recebeu o nome de “Acquali”, tendo como função reunir os dados da potabilidade das águas das bacias hidrográficas da Paraíba, possibilitando um melhor acompanhamento da situação dos recursos hídricos. Como suporte, criou-se um banco de dados online, na nuvem, para armazenamento em tempo real dos dados coletados pelos agentes de campo e inseridos através do aplicativo, além disso desenvolveu-se um site personalizado para dispor as informações na forma de gráficos, para assim fornecer subsídios para gestores de recursos hídricos, comitês de bacias e para o público em geral.

Palavras-chave: Acquali. Gestão. Bacias Hidrográficas. Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

Among natural elements, water is indispensable for all living beings' survival, and is also used in most of the daily activities carried out by man. Therefore, in order to ensure the supply of good quality water resources for human consumption, the National Environment Council (CONAMA), through the Consolidation Ordinance No. 5 of September 28, 2017, has settled specific parameters of water potability. This casts attention on the importance of monitoring water quality, with the aim of defining which water sources are in adequate situation according to each type of use. However, one can observe the need and the lack of mechanisms that collect and make this data available in Paraíba. In this sense, this work has developed a tool for a mobile application, based on Android platform, named "Acquali". The purpose of the tool is to collect the data on the water potability of the watersheds of Paraíba for better monitoring of hydric resources situation. To support it, an online cloud database was created for real-time storage of data collected by field agents and uploaded through the application. Besides, a custom website was created to display graphically the information, so as to provide subsidies to water managers, river basin committees and the general public.

**Keywords:** Acquali. Management. Hydrographic basins. Hydric resources.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Arquitetura do Android .....	26
Figura 2: Sincronização em tempo real com clientes conectados .....	27
Figura 3: Tela do Android Studio .....	31
Figura 4: Tela da Arvore do Aplicativo .....	32
Figura 5: Tela da Arvore dos Registros .....	33
Figura 6: Tela Inicial do Aplicativo .....	34
Figura 7: Listagem das Bacias Hidrográficas .....	34
Figura 8: Listagem das Sub-Bacias .....	35
Figura 9: Listagem dos Açudes .....	36
Figura 10: Tela de Registros .....	37
Figura 11: Website .....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>6</b>
<b>2 TRABALHOS CORRELATOS .....</b>	<b>9</b>
2.1 QualiMindu.....	9
2.2 Plataforma móvel aquática.....	9
2.3 Waterlife.....	10
2.4 H2O Quality.....	10
2.5 Qwater .....	11
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
4.1 Parâmetros de Qualidade de Água .....	15
4.2 Plataforma Android .....	24
4.3 Plataforma Firebase.....	26
<b>5 METODOLOGIA .....</b>	<b>29</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
6.1 Desenvolvimento do Aplicativo .....	31
6.2 Funcionamento do Aplicativo .....	33
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>39</b>
<b>8 TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>APÊNDICE A - Orçamento e Viabilidade Econômica do Trabalho.....</b>	<b>44</b>



## 1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

A tecnologia é atualmente um campo transversal que desdobra seu espectro de atuação para as mais diversas áreas do conhecimento, apresentando importantes contribuições no que se refere à aplicação prática. Assim, ela não se apresenta mais apenas como um diferencial, mas como uma necessidade, pois quem não se atualiza e acompanha as tendências tecnológicas pode sofrer prejuízos e perda de competitividade.

Segundo Luft (2000, p. 632) tecnologia é o “[...] estudo ou aplicação dos processos e métodos utilizados nos diversos ramos da indústria.”. Dessa forma, a tecnologia está cada vez mais presente no cotidiano através de inovações que geram melhorias na qualidade de vida do homem. Um exemplo disso é que o desenvolvimento tecnológico proporciona alterações nos modos de trabalho, tornando-os menos onerosos e aumentando a produtividade.

Nesse contexto surge a necessidade de compreender a noção de Tecnologia da Informação (TI). De acordo com Sauve (2003, p. 4-6), ela refere-se “[...] ao processo de transformar conhecimento em aplicação útil.”. A TI é derivada das funcionalidades da Tecnologia e Telecomunicações, sendo possível através dela criar aplicações, viabilizar a conexão e a comunicação, e integrar recursos de diversas áreas. Assim, ela amplia as perspectivas do disponível e acessível nos segmentos que necessitam de informação e comunicação.

Através da TI é possível ter aplicativos que auxiliam na automatização de processos e na tomada de decisão. A possibilidade de acessar e manipular informações de maneira rápida e eficiente é hoje um diferencial estratégico e competitivo.

Quando a tecnologia se une à ciência surgem soluções apuradas para solucionar os problemas da humanidade. Nesse contexto está a questão do desenvolvimento sustentável. Enquanto uma necessidade social que independente do poder aquisitivo ou desenvolvimento tecnológico, posto que as tecnologias voltadas para esta área não devem apresentar custos elevados, devem ser flexíveis, de fácil manuseio e dispor de acessibilidade.

A água é uma substância indispensável para a manutenção da vida no planeta Terra. Pode-se observar que a distribuição da vegetação no planeta está relacionada com a presença da água, de tal forma que “[...] hoje se sabe que a

disponibilidade de água não só limita o crescimento vegetal, como também a ocupação humana e vegetal na Terra.” (PIMENTEL, 2004).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2012) o Brasil possui 12% da disponibilidade de água doce superficial do mundo. Entretanto, apesar do aspecto quantitativo, o aspecto qualitativo representa um fator limitante para o aproveitamento da água. Os diversos usos da água requerem requisitos de qualidade que podem ou não ser atendidos, o que evidencia a necessidade de conhecer a qualidade da água enquanto um fator primordial para a sua gestão.

A água contém diversos componentes os quais provêm do próprio ambiente natural, podendo ainda alguns serem introduzidos a partir das atividades humanas. Para caracterizar uma reserva de água existem diversos parâmetros determinados, os quais representam as suas características físicas, químicas e microbiológicas. Esses parâmetros estabelecem janelas de valores padrão e indicam a qualidade da água destacando a existência de impurezas ao serem mensurados valores destoantes dos pré-estabelecidos para determinado uso.

O uso de índices de qualidade de água é uma tentativa que todo programa de monitoramento de águas superficiais prevê como forma de acompanhar, através de informações resumidas, a possível deterioração dos recursos hídricos ao longo da bacia hidrográfica e do tempo. Assim, os parâmetros de qualidade das águas fazem-se imprescindíveis, pois utilizam métodos simples e são capazes de fornecer informações objetivas e inteligíveis.

Partindo da compreensão da necessidade de monitoramento da qualidade da água bruta, identificou-se uma lacuna especificamente no estado da Paraíba, pois embora haja relatórios de impacto ambiental, órgãos ambientais e de abastecimento público, as informações coletadas e produzidas não são integradas nem acessíveis aos gestores públicos. Dessa forma, o presente trabalho envolveu a seguinte questão: Como é possível realizar uma coleta de dados sobre a qualidade de água bruta de forma integrada e transparente para monitorar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos sistemas hídricos no Estado da Paraíba?

Nesse sentido, o presente trabalho propõe um aplicativo para celular, com coleta e armazenamento de forma integrada dos dados de qualidade de água bruta, bem como para disponibilizá-los aos gestores públicos permitindo consequentemente um planejamento parcimonioso e confiável. Para tanto, o trabalho envolveu a produção de um aplicativo móvel na plataforma Android, que

teve como suporte um banco de dados online, hospedado na nuvem, além de um site para a disponibilização dos dados.

Dessa forma, o aplicativo móvel tem a função de coletar e enviar os dados de diagnóstico da água, sendo seu uso destinado aos funcionários que já realizam este tipo de serviço através da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) em parceria com a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA) e os Planos Diretores das diferentes bacias Hidrográficas da Paraíba.

Portanto, este trabalho teve como objetivo central desenvolver um aplicativo móvel, para a plataforma Android, com a finalidade de coletar dados para monitorar os parâmetros de qualidade da água bruta nos sistemas hídricos do estado da Paraíba.

Na investigação de instrumentos acessíveis para o desenvolvimento da gestão de recursos hídricos estadual e federal, este trabalho propõe a fusão de áreas que possuem interseção, como o sistema de informações de recursos hídricos e a qualidade das águas. Pautado nesta questão percebe-se que a pesquisa apresenta utilidade e relevância científica para as duas áreas. Além disso, vale considerar o ineditismo do projeto, posto que, na região paraibana, não se identificam propostas semelhantes.

## **2 TRABALHOS CORRELATOS**

Após definir os objetivos deste trabalho foi desenvolvida uma pesquisa e seleção de alguns aplicativos que possuem uma proposta similar às que são oferecidas pelo ACQUALI, a fim de analisar suas semelhanças e peculiaridades. Neste capítulo será abordada uma breve discussão sobre eles.

O ACQUALI pode ser diferenciado de outros aplicativos com propósito semelhantes, como será abordado a seguir, pois ele foi idealizado a partir da dificuldade de realizar uma coleta de dados sobre a qualidade de água bruta de forma integrada, transparente e online de variados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos sistemas hídricos, levando em consideração o estado da Paraíba como estudo de caso.

### **2.1 QualiMindu**

O protótipo de aplicativo móvel denominado de “QualiMindu”, com abreviação de “Qualidade” e o nome do Igarapé “Mindu”, foi elaborado pelo mestre Elton Alves (2018) em seu projeto dissertativo e teve como objetivo reunir dados de qualidade das águas do rio Igarapé do Mindu, zona urbana da cidade de Manaus-AM, e fornecer dados qualitativos do estado atual do córrego, para sociedade e gestores de recursos hídricos.

Verificou-se que, no que se referem aos seus objetivos, o aplicativo apresentou bastantes similaridades para com a proposta do presente projeto, abordando quase a mesma quantidade de parâmetros para avaliar a qualidade da água. No entanto, o mesmo teve uma trajetória muito curta por causa da falta de parametrização de novas funcionalidades e provável falta de recursos financeiros para sua inscrição e operacionalização na plataforma “Google Play Store”.

### **2.2 Plataforma móvel aquática**

A elaboração de um protótipo de uma plataforma móvel aquática controlada remotamente teve como objetivo possibilitar a obtenção de parâmetros relevantes na estimativa da qualidade da água de forma remota (MACHADO; SOUZA, 2015). De

forma geral, a solução oferecida pelo protótipo era um veículo autônomo de superfície (ASV) dotado de sensores embarcados em um dispositivo móvel com sistema operacional Android e um sensor para aquisição de dados de um parâmetro de qualidade da água (temperatura), que se comunicava enviando dados e recebendo comandos de uma estação remota controlada por um usuário, através de uma rede 3G (MACHADO; SOUZA, 2015).

O projeto aproxima-se da proposta aqui apresentada no sentido de que também teve por finalidade a aferição da qualidade da água. Em contrapartida, o protótipo apresentou a diferenciação de criar uma plataforma móvel aquática controlada remotamente, tendo como principal limitação, comparativamente, a abordagem de apenas um aspecto dentre os parâmetros que influenciam a qualidade da água, a saber: a temperatura.

### **2.3 Waterlife**

O Waterlife consiste num dispositivo para monitorar a qualidade da água utilizando as plataformas Android e Arduino, construído com sensores que podem medir os fatores físico-químicos da água, ajudando na prevenção de danos que podem ser causados caso ela não seja encontrada dentro dos valores padrões de potabilidade (MESA; RIUS; VILHANUEVA, 2015).

O dispositivo foi criado utilizando sensores prontos de pH e temperatura, além de desenvolver outros para mais medições como de condutividade e turbidez. Todos estes sensores foram utilizados e desenvolvidos para Arduino (MESA; RIUS; VILHANUEVA, 2015).

O projeto apresenta a similaridade do desenvolvimento de um aplicativo utilizando as plataformas Android e Arduino, abordando, contudo, menos parâmetros de qualidade da água em relação ao presente projeto. Além disso, notou-se que, apesar do direcionamento da proposta ser a população local, não há apontamentos sobre como a transparência destas informações foi concretizada.

### **2.4 H2O Quality**

O H2O Quality é um aplicativo gratuito que foi criado pela empresa EPAL, considerada pioneira no setor da água a nível mundial. O referido aplicativo funciona

por georreferência, disponibilizando a qualquer cidadão os resultados da qualidade da água relativos ao local onde o mesmo se encontra, com informações atualizadas diariamente, estando disponível em português e em inglês.

De acordo ainda com informações da empresa, através do aplicativo é possível saber informações sobre os principais parâmetros da qualidade da água, visualizando os resultados e valores paramétricos. No entanto, esta aplicação funciona apenas na região da cidade de Lisboa, em Portugal, mas a ideia é bastante inovadora e tem potencial para ser propagada por outras países.

## **2.5 Qwater**

O Aplicativo “QWater” foi desenvolvido pelo mestre Arlan de Medeiros (2018) em seu projeto dissertativo e teve o objetivo de interpretar relatórios de qualidade de água para fins de irrigação. O aplicativo serviu para avaliar os riscos de salinidade, a toxidez de iônica, riscos de obstruções de gotejadores na irrigação localizada e problema com infiltração de água no solo (MEDEIROS, 2018).

Partindo desse cenário, este aplicativo foi capaz de ajudar os agentes de Assistência Técnica e Extensão Rural, agricultores, irrigantes e outros usuários na tomada de decisões sobre as melhores práticas de manejo de irrigação quando se utiliza água salina como, por exemplo, as estratégias de aplicação e a indicação de plantas tolerantes de acordo com o nível de salinidade da água (MEDEIROS, 2018).

Segundo o trabalho, o uso deste aplicativo possibilitaria que a informação chegasse mais rápido ao agricultor e ao irrigante, pois só seria necessário um celular para baixar e assim poder monitorar e manejar a sua água de irrigação com mais segurança.

Embora também aborde a qualidade da água, percebe-se que o objetivo da proposta do QWater é bem diferente da do presente projeto, posto que ele apresenta um enfoque em águas salinas com direcionamento para irrigação. Percebemos, contudo, que a ideia de praticidade para o usuário e transparência das informações são comuns aos dois projetos.

### 3 JUSTIFICATIVA

A água limpa está cada vez mais rara no mundo e a água de beber cada vez mais cara. De acordo com Vieira (2011), essa situação resulta do mau uso da água, sendo seu desperdício entre 50% e 70% nas cidades, além da falta de cuidados com a manutenção de sua qualidade. Assim, parte da água no Brasil já perdeu a característica de recurso natural renovável, em razão de processos de urbanização, que são incentivados, mas pouco estruturados em termos de preservação ambiental e da água.

Conforme Richter (2009), hoje a água encontrada na natureza é em geral inapropriada para o consumo humano, devido a presença de uma série de contaminadores que podem ser prejudiciais à saúde. Sendo que, na maior parte das vezes, esses contaminadores são resultantes de atividades do próprio homem (que contamina a água com esgotos, lixos, pesticidas agrícolas, fertilizantes, entre outros). Nesse contexto, o homem então criou maneiras de retirar a água dos cursos d'água, tratá-la e posteriormente distribuí-la para o consumo (BRITO, 2013).

Desta maneira, a qualidade das águas tornou-se um dos pontos norteadores de ações e tomada de decisão de órgãos gestores de recursos hídricos, devido à importância de distinguir usos e estabelecer classes de qualidade para os usuários (FILHO, 2018). Essas são ferramentas essenciais para o desenvolvimento das ações na gestão de recursos hídricos, sendo então necessárias para os comitês de bacia, companhias de abastecimento, sociedade civil, secretarias e órgãos públicos de meio ambiente.

Embora esta seja a chamada era da informação, atualmente não existe um Site ou Plataforma através da qual possamos consultar todos os Parâmetros das análises de qualidade de água das Bacias Hidrográficas da Paraíba. Pois embora sejam coletados, essa coleta é realizada de forma manual e seus dados permanecem em papéis, fichas e outros materiais físicos, sendo, portanto, indisponíveis para o público em geral. No site da Agência Nacional das Águas (ANA) são apresentados alguns parâmetros, no entanto os mesmos são desatualizados.

Diante disso, o presente projeto visou cumprir duas importantes funções, pois por um lado buscou considerar e compreender melhor os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água para demonstrar suas necessidades e aplicabilidades. Assim como buscou-se realizar a promoção dessas análises para a

população, por meio do desenvolvimento de um aplicativo, para a plataforma Android, através do qual os agentes de campo poderão alimentar um banco de dados online com todas essas informações integradas para possíveis pesquisas da população.

Segundo os autores Machado e Souza (2015), a ideia da utilização de uma plataforma móvel de baixo custo ajuda a superar diversas dificuldades, pois todo o processo de coleta de dados é automatizado. Ela possibilita medições de alguns parâmetros em tempo real de uma forma remota. Além disso, esse tipo de plataforma apresenta possibilidades de expandir suas funcionalidades, acrescentando outros tipos de tecnologias para atender às demandas que possam surgir, como o monitoramento e mapeamento de regiões.

Com base neste contexto, o presente projeto justifica-se pelo fato de a água ser um recurso natural estratégico para sociedade, gerando a necessidade de monitoramento da qualidade dos sistemas hídricos através de tecnologias, que atualmente são bastantes escassas e não muito precisas.



## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Tratando-se das características da água, é importante considerar que o meio líquido apresenta duas características diferenciais que condicionam a conformação de sua qualidade: a capacidade de redução e a capacidade de transporte.

A água, além de ser composta pelos elementos hidrogênio e oxigênio na quantidade de 2/1, pode também dissolver uma enorme diversidade de elementos. Dessa forma, esses elementos alteram a sua composição, moldando suas definições específicas. Além disso, as substâncias diluídas e as partículas situadas na massa líquida são levadas pelos percursos pluviais, mudando completamente de posição e formando um cunho eficiente para a distinção da água.

Segundo Von Sperling (2007), a qualidade de uma água é determinada por fenômenos naturais e antrópicos que influenciam a bacia hidrográfica, pois a água, sendo um solvente universal, transporta gases, elementos, substâncias e compostos orgânicos dissolvidos.

A união das atribuições de dissipação e de transporte permite compreender a questão da pureza da água, pois essa é resultante dos processos que acontecem na massa líquida e na bacia de fluxo do corpo hídrico.

Desta maneira, o sistema aquático não se resume a rios e lagos, mas também inclui as bacias hidrográficas naturais e de abastecimento feitas pelo homem, sendo nelas onde sucedem os fenômenos, naturais ou não, que serão determinantes para as características de pureza e qualidade da água.

Outro aspecto consideravelmente relevante refere-se às espécies de micro-organismos que também vivem no espaço aquático. Alguns organismos podem provocar alterações físicas e/ou químicas na água, enquanto outros padecem pelos efeitos destas tais mudanças.

Segundo Costa (2007), a qualidade da água está diretamente relacionada com a sua utilização, de forma que há padrões mínimos exigidos para cada tipo de uso, por exemplo: uso doméstico, industrial, consumo humano. Os usos múltiplos dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas também acarretam grandes variações das características físicas, químicas e microbacteriológicas ao longo de seu percurso.

A qualidade exigida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) traduz-se nas concentrações máximas autorizadas para certas substâncias presentes de forma detalhada na Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que apresenta a classificação e orientações ambientais para o enquadramento das águas de subsolo e de superfícies, indicando ainda as condições e padrões de lançamento de efluentes. Os fundamentais indicadores da qualidade da água são divididos entre os aspectos microbiológicos, físicos e químicos.

As impurezas físicas que podem ser vistas na água apresentam-se na forma sólida ou na forma gasosa, sendo que as concretas se subdividem em suspensas, coloidais e diluídas. Assim, os parâmetros físicos referem-se à cor, à turbidez, à temperatura, ao sabor, ao odor, entre outros.

As impurezas químicas podem ser identificadas como inorgânicas ou orgânicas, sendo os metais pesados um bom exemplo do primeiro grupo e os pesticidas do último. Isso faz com que os parâmetros químicos tenham de lidar com questões como a salinidade, a dureza, a alcalinidade, a corrosividade, a participação de íons de ferro e manganês, participação de impurezas orgânicas e inorgânicas, aparecimento de nitrogênio ou fósforo, aparecimento de agrotóxicos, entre outros.

No que concerne às impurezas microbiológicas, elas consistem em microrganismos, a saber: bactérias, vírus e protozoários. Já os parâmetros microbiológicos lidam com microrganismos patogênicos, coliformes fecais, algas e bactérias decompositoras, entre outros.

Estas características ou parâmetros, quando avaliados em conjunto, possibilitam verificar os níveis de poluição de um determinado manancial, promovendo a definição da qualidade da água e seu enquadramento dentro de classes pré-definidas (CARVALHO, 2005).

#### **4.1 Parâmetros de Qualidade de Água**

Como debatido anteriormente, o critério de qualidade da água depende da finalidade para a qual ela será usada, de forma que não se pode comparar águas que serão usadas para fins diferentes. Por exemplo, a água destinada para o banho ou para saciar a sede não pode ser equiparada à água destinada ao vaso sanitário.

Existe uma vasta diversidade de critérios consideráveis que podem ser usados para calcular a qualidade da água que usamos. Não obstante, não há um indicador único capaz de sintetizar todas as diversificáveis características da água. Assim, os indicadores normalmente são usados de acordo com os usos específicos, como o fornecimento doméstico, a conservação da vida aquática e a recreação de contato primário.

Em suma, a avaliação da qualidade da água em sua integridade inclui a análise de parâmetros físicos (turbidez, temperatura, resíduo total, condutividade elétrica), químicos (oxigênio dissolvido, pH, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade total), biológicos (coliformes tolerantes, clorofila, fitoplâncton) e nutricionais (fósforo total, nitrogênio total). Essas análises requerem expedições de corpo técnico dotados de sondas e a mostradores que coletam amostras e as avaliam em laboratório (ANA, 2013).

- **Precipitação**

Entende-se por precipitação a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre sob qualquer forma, seja chuva, granizo, neblina, neve, orvalho ou geada. Ela representa a ligação entre os demais fenômenos hidrológicos e o fenômeno do escoamento superficial.

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para os estudos climáticos das diversas regiões do Brasil. Tal importância deve-se às consequências que ela pode ocasionar, pois seu excesso ou deficiência influi diretamente para os setores produtivos da sociedade, tanto do ponto de vista econômico, quanto social, através de fatores como agricultura, irrigação, transporte, hidrologia, etc. Posto que a quantidade de chuvas é responsável por secas, enchentes, inundações, assoreamento dos rios, quedas de barreiras, etc (CALBETE; *et al.*, 2003).

Segundo Botelho & Moraes (1999), o conhecimento do comportamento das precipitações pode fornecer subsídios para gerenciar os períodos críticos predominantes em uma região, a fim de reduzir as consequências de eventos extremos, sejam eles chuvas intensas ou secas prolongadas.

- **Vazão**

O termo vazão refere-se ao volume de água que passa em uma determinada seção de um rio durante uma unidade de tempo, sendo determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m<sup>3</sup>/s. A descarga (vazão) aumenta desde a montante (região mais alta do rio) para a jusante (áreas rio abaixo), até sua foz.

Não obstante, podem ser observadas, por meio das medições de vazão, áreas em que o ponto medido na jusante apresenta valores inferiores de vazão em relação à montante. Este fato pode ser entendido devido à dinâmica de transferência de energia canal – planície, explicado pela transferência de água para dentro da planície fluvial, formando áreas alagadas e lagos próximos ao canal, porém mais a frente na jusante o rio estabelece seu equilíbrio usual (CARVALHO, 2007).

O molinete hidrométrico, conhecido também por Correntômetro de hélice, é um equipamento de medição de vazão indireto, uma vez que a velocidade de escoamento é medida para determinação da vazão. O dispositivo apresenta uma hélice que rotaciona em torno de seu eixo proporcionalmente à velocidade do fluido (CARVALHO, 2008).

- **Sabor e Odor**

A definição quanto ao sabor e ao odor perpassa por diversos tipos de gostos (azedo, salgado, amargo, doce). É interessante notar que é utilizada como uma categoria conjunta conhecida popularmente como sabor e odor. A origem disso está associada à influência de substâncias químicas ou gases envolvidos, e também à atuação de micro-organismos, normalmente algas.

Podem-se obter odores um tanto quanto mais prazerosos como o odor de flores, terra molhada, etc, ou também aqueles classificados como rejeitáveis, como o cheiro forte de enxofre, por exemplo. Para consumo da população é necessário que a água seja totalmente sem cheiro.

A maioria dos descartes industriais possuem fenol, substância que, mesmo em pouca quantidade, cria um odor muito próprio. Também é importante destacar que algumas substâncias extremamente destrutivas aos organismos aquáticos não concedem sabor algum à água, tais como os organossintéticos e metais pesados.

- **Cor**

A cor da água é analisada através do reflexo da luz em pequenas partículas de tamanhos menores a um – denominada coloides – dispersas de origem orgânica ou mineral. Água de cores escuras naturalmente são encontradas em locais onde a vegetação é rica, devido à sua produção de ácidos. Um grande exemplo disso é o Rio Negro, situado na Amazônia. Como o nome já diz, a sua cor escura é isso é causado pelos elementos de decomposição da vegetação ou por pigmentos bacterianos.

A intensidade da cor da água é definida assemelhando-se a amostra com um cobalto platina. O resultado então é disponibilizado através de unidades de cor, também conhecidos como uH ou unidades *Hazen*. Águas naturais comumente apresentam unidades de cor que variam entre 0 e 200 unidades. Valores abaixo de dez unidades são raramente verificados.

A cloração de águas com várias cores pode proporcionar alguns problemas, pois, se forem utilizadas para abastecimentos domésticos, podem gerar produtos extremamente cancerígenos a partir da união do cloro com a matéria orgânica em solução.

Assim, para caracterizar a água para fornecimento, identifica-se inicialmente a cor visível nas quais se consideram as partículas nulas, isto é, de forma incolor. Por conseguinte, é efetuada a centrifugação da amostra. Para estar de acordo com todos os padrões de potabilidade, a água deve ter na aparência uma intensidade de cor abaixo de cinco unidades.

- **Turbidez**

A turbidez pode ser considerada como uma proporção do grau de interferência à transição de luz pela água. A mudança à penetração de luz no líquido decorre da suspensão de partículas, sendo avaliadas por meio de unidades de turbidez (também conhecidas como unidade Jackson).

A turbidez da água é relativamente maior em áreas com solo erosivo, visto que a precipitação pluviométrica pode revirar partículas de areia, silte, argila, e até mesmo óxido metálicos do solo e resíduos de rocha. Boa parte das águas que banham os rios brasileiros são naturalmente turvas, devido às características geológicas das bacias de escoamento, ao elevado índice pluviométrico e também às

práticas agrícolas da região, muitas vezes inconvenientes. Além das causas naturais, a turbidez da água também pode ser causada por lançamento de esgotos tanto industriais como domésticos.

Ao contrário da cor, que é o resultado de substâncias dissolvidas, a turbidez é ocasionada por partículas em suspensão. Em locais onde a aceleração de saída da água é menor (represas e lagos) a turbidez costuma ser baixa.

A turbidez natural do líquido está normalmente compreendida na faixa entre 3 e 500 unidades fins de potabilidade; a turbidez deve ser menos que 1 unidade. Esta restrição é baseada na influência da turbidez nos processos de desinfecção, preservando, assim, os microrganismos.

- **Sólidos**

A participação de sólidos no líquido é aqui alocada nos parâmetros físicos. Todavia é importante considerar que também os sólidos podem apresentar características biológicas ou químicas. Os sólidos podem apresentar-se das seguintes maneiras: sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis.

Sólidos em suspensão também podem ser considerados como as partículas conservadas nos processos de filtração. A transição de sólido na água pode ser ocasionada de forma natural ou até mesmo antropogênica. Apesar dos parâmetros de turbidez estarem inteiramente ligados, eles não são inteiramente iguais.

O real padrão de potabilidade refere-se unicamente aos sólidos totais dissolvidos.

- **Condutividade Elétrica**

Condutividade elétrica é basicamente a capacidade de repassar energia. Ela se dá devido à participação de substâncias diluídas que se dissociam em cátions e ânions. Quanto maior for a quantidade iônica da solução, maior será a chance de reação eletrônica e, dessa forma, muito maior será a condutividade de sólidos totais dissolvidos. Analisar as águas de origem natural não é tão simples. Dessa forma, esta correlação só se torna possível em águas de algumas regiões onde há maior predominância de um único íon em solução.

A condutividade da água é expressa em unidades de resistência da seguinte forma: mho ou S. Até algum tempo atrás a unidade mais usual era a sigla mho, mas

no momento é a unidade S. A unidade de comprimento apresenta-se normalmente em centímetro ou metro. Enquanto as águas naturais demonstram teores de condutividade por volta de 10 a 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em locais poluídos por esgotos industriais ou domésticos os valores podem chegar a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição das águas, especialmente na sua concentração mineral. Entretanto, ela não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Além disso, altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2014).

- **Ferro Total (FT)**

Os sais ferrosos, bastante solúveis em água, são facilmente oxidados e formam hidróxidos férricos que tendem a flocular e depositar. Dessa forma, em águas com ferro na forma ferrosa, que são formas solúveis, quando não removidos, formam óxidos amarronzados, alterando assim as características organolépticas da água.

O ferro é um nutriente essencial à vida em doses baixas. No entanto, a exposição em longo prazo em doses concentradas pode ser bastante prejudicial. A presença excessiva deste elemento em águas para abastecimento humano, por exemplo, pode resultar em implicações operacionais (depósitos, incrustações, aparecimento de bactérias ferruginosas nocivas nas redes de distribuição), estéticas (aparecimento de gosto, odor e coloração na água, como também manchas em roupas e aparelhos sanitários) e até danosas à saúde do homem (insuficiência cardíaca, diabetes, cirrose e tumores hepáticos) (CHATURVEDI; DAVE, 2012) (YUCE; ALPTEKIN, 2013).

- **Potencial Hidrogênio (PH)**

O potencial hidrogênio (pH) refere-se à intensidade das condições alcalinas ou ácidas do meio líquido. Sinalizando uma faixa de 0 a 14, na qual os valores inferiores a 7 indicam condições ácidas, os valores excedentes a 7 indicam condições alcalinas e o valor igual a 7 indica neutralidade (ANA, 2014).

O valor do potencial hidrogênio influencia na distribuição das formas livres e ionizadas de diversos compostos químicos. Além disso, o valor ainda colabora para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e para a redefinição da capacidade de toxicidade de vários elementos.

As transformações de pH podem ser naturais, tais como fotossíntese, rompimento de rochas, entre outros. Todavia, também podem ser antropogênicas, por meio de despejos domésticos e industriais. Em caso de água para fornecimento, o baixo valor de potencial hidrogênio pode cooperar para a corrosividade. Por outro lado, altos valores podem expandir a possibilidade de incrustações.

Para uma manutenção adequada da vida aquática, o pH deve estar na faixa entre 6 e 9. Porém, existem diversas exceções a esta indicação decorrentes de causas naturais, como é o caso de rios com cores intensas, provocadas pela participação de ácidos húmicos decorrentes da decomposição da vegetação do local. Nestes casos, o pH da água é sempre ácido, como pode ser percebido em alguns dos cursos d'água na planície amazônica. Ainda podem haver locais aquáticos alcalinos por natureza própria, devido à composição química de suas algas.

Fora isso, a acidificação da água também pode ser resultado de contaminação atmosférica, através de gases poluentes que se infiltram nas nuvens e caem através das precipitações.

Alterações nos valores de pH também podem aumentar o efeito de substâncias químicas que são tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados.

- **Oxigênio Dissolvido (OD)**

Trata-se de um dos parâmetros mais significativos para demonstrar a qualidade de um meio aquático. É sabido que a dissolução de gases na água sofre a influência de distintos fatores ambientais, como temperatura, pressão e salinidade.

As variações nos teores de oxigênio dissolvido estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem nos corpos d'água. Para a manutenção da vida aquática aeróbica são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido de 2 mg/L a 5 mg/L, de acordo com a exigência de cada organismo.



A concentração de oxigênio disponível mínima necessária para sobrevivência das espécies piscícolas é de 4 mg/L, para a maioria dos peixes, e de 5 mg/L, para trutas.

Em condições de anaerobiose (ausência de oxigênio dissolvido) os compostos químicos são encontrados na sua forma reduzida (isto é, não oxidada), a qual é geralmente solúvel no meio líquido, disponibilizando, portanto, as substâncias para assimilação pelos organismos que sobrevivem no ambiente.

A medida em que cresce a concentração de oxigênio dissolvido os compostos vão se precipitando, ficando armazenados no fundo dos corpos d'água.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A demanda bioquímica de oxigênio (DBO) corresponde à quantidade de oxigênio consumida por microrganismos presentes em uma certa amostra de efluente (como o esgoto doméstico e o industrial). Como esses microrganismos realizam a decomposição da matéria orgânica no meio aquático, saber a quantidade desse gás é uma forma efetiva de analisar o nível de poluição existente nesse meio.

Assim a demanda bioquímica de oxigênio é utilizada para determinar o nível de poluição das águas. Consideram-se poluídas as águas que apresentam uma baixa concentração de oxigênio dissolvido, portanto com alta DBO, já que essa substância é utilizada na decomposição de compostos orgânicos. As águas não poluídas ou limpas, por sua vez, têm elevadas concentrações de oxigênio dissolvido e baixa DBO, beirando o ponto de saturação (DIAS, 2019).

Além da DBO, a demanda química de oxigênio (DQO) também determina a quantidade de oxigênio necessária para a degradação da matéria orgânica. No entanto, ela é feita por meio da oxidação química, capaz de oxidar tanto a matéria orgânica biodegradável quanto a não biodegradável. A DBO e a DQO são quantificadas a partir do oxigênio consumido na decomposição da matéria orgânica. (LAZZEREIS, 2013).

- **Coliformes Termotolerantes (CF)**

Os Coliformes Termotolerantes (CF), também conhecidos como Coliformes Fecais, toleram temperaturas acima de 40°C e reproduzem-se sob essa temperatura em menos de 24 horas.

Para a determinação de coliformes realiza-se a diferenciação entre os de origem fecal e não-fecal. Os coliformes não-fecais, como a *Serratia* e *Aeromonas*, são encontrados no solo e vegetais, possuindo a capacidade de multiplicarem-se na água com relativa facilidade. Já os coliformes de origem fecal não se multiplicam facilmente no ambiente externo e são capazes de sobreviver de modo semelhante às bactérias patogênicas (ZULPO et al., 2006, p.108).

De acordo com Pinheiro (2008), as bactérias do grupo coliforme encaixam-se dentro dos parâmetros bacteriológicos e são um importante indicador de contaminação fecal para a qualidade das águas.

- **Clorofila A (CLA)**

O termo clorofila refere-se a um grupo de pigmentos produzidos nos cloroplastos das folhas e em outros tecidos vegetais e microbianos fotossintéticos. Esses pigmentos, responsáveis pela cor verde das plantas, funcionam como fotorreceptores da luz visível utilizada no processo de fotossíntese. As diferenças aparentes nas cores dos vegetais são devidas à presença de outros pigmentos associados, como carotenoides, os quais sempre acompanham as clorofilas. As concentrações de Clorofila A são utilizadas para expressar a biomassa fitoplanctônica.

Desta forma, o estudo do fitoplâncton e da biomassa fitoplanctônica, associado aos parâmetros físicos e químicos, é capaz de detectar possíveis alterações na qualidade da água, bem como avaliar tendências sazonais que se refletem em modificações do habitat ou no comportamento de organismos aquáticos. A concentração de Clorofila A na água está ainda diretamente associada à quantidade de algas presentes.

- **Fósforo Total (FT)**

O fósforo tem como característica surgir em águas naturais devido, especialmente, às descargas de esgotos sanitários, matéria orgânica fecal e os detergentes em pó. Alguns efluentes industriais, como fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas.

O fósforo caracteriza-se pela sua grande ausência em locais de clima mais tropical. Ele é eficiente para o desenvolvimento de formas vegetais aquáticas, sendo o principal responsável pelo processo de eutrofização, que é quando esse crescimento acaba interferindo negativamente nos usos da água. No âmbito aquático, o fósforo pode ser encontrado sob tais formas:

- a) Orgânico: solúvel ou particulado;
- b) Inorgânico: solúvel ou particulado.

A porção mais notável sobre o fósforo é a inorgânica solúvel, a qual pode ser assimilada para o desenvolvimento de algas e macrófitas. A influência de fósforo no ambiente aquático pode estar relacionada a processos naturais ou antropogênicos. Em locais que possuem águas naturais as concentrações de fósforo encontram-se na faixa de 0,01 mg/L a 0,05 mg/L.

- **Nitrogênio Total (NT)**

Segundo Pinheiro (2008), o nitrogênio é um nutriente limitante e quando presente em altas concentrações nos corpos d'água leva ao processo denominado eutrofização, explicado anteriormente.

De acordo com Von Sperling (2014), em um corpo d'água a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer informações sobre o estágio da poluição. Se a poluição for recente estará relacionada ao nitrogênio da forma orgânica ou de amônia. Em contrapartida, se a poluição for mais remota estará relacionada ao nitrogênio na forma de nitrato.

## **4.2 Plataforma Android**

Como o presente projeto envolveu o desenvolvimento de um aplicativo na plataforma Android, faz-se necessário neste momento abordar seu conceito e características principais.

O Android é uma plataforma de software que permite criar aplicativos para dispositivos móveis, como smartphones e tablets. Ele foi desenvolvido pela Google™, e posteriormente pela OHA (Open Handset Alliance), uma organização que une várias empresas com o objetivo de criar padrões abertos para dispositivos móveis.

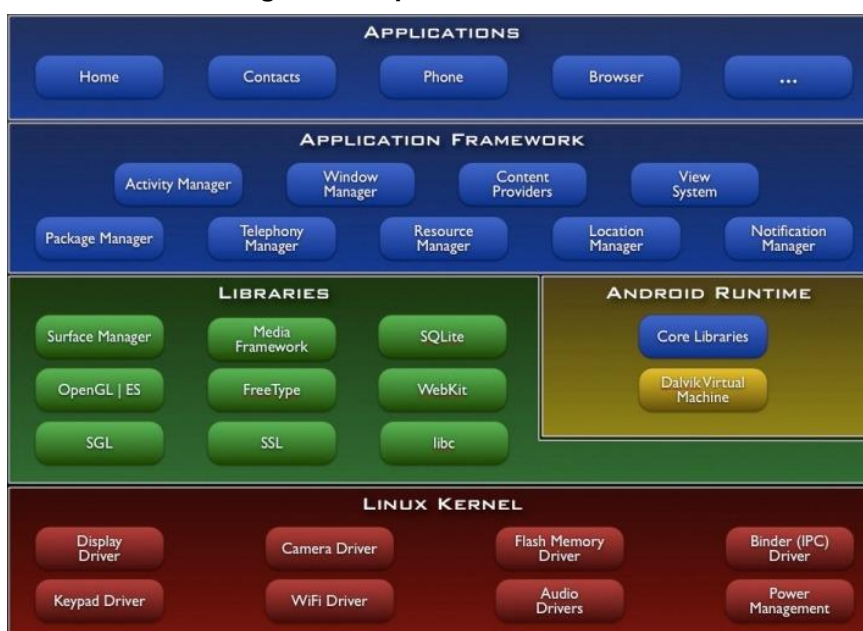
O sistema operacional Android é um software *open source* desenvolvido visando um vasto conjunto de dispositivos com características diferentes. Por ser *open source*, seu objetivo principal é oferecer uma plataforma na qual desenvolvedores, operadoras e fabricantes possam inserir suas ideias e inovações, resultando em um produto que realmente aprimora a experiência do usuário (GOOGLE, 2016).

Ferramentas e APIs (Application Programming Interfaces) para o desenvolvimento de aplicativos Android são fornecidas na versão Beta do Android SDK, por meio da linguagem de programação Java. Esta API oferece os seguintes recursos (SILVA, 2012):

- Framework de desenvolvimento de aplicação: possibilita a reutilização e a substituição de componentes, além de facilitar o acesso a recursos exclusivos e manutenção;
- Dalvik: máquina virtual criada e otimizada para a utilização em dispositivos móveis e suas restrições;
- Navegador web integrado: é integrado e baseado no WebKit engine, sendo seu código aberto;
- Biblioteca de gráficos: disponibiliza, por meio de biblioteca, gráficos otimizados e personalizados para dispositivos móveis. Estes gráficos podem ser de duas e três dimensões, com a opção de aceleração de hardware;
- SQLite: armazenamento de dados estruturados;
- Suporte para mídia: disponibiliza a execução de áudio, vídeo e imagem estática em diversos formatos, como: MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG e PNG;
- Telefonia com tecnologia GSM: permite a manipulação de operações telefônicas, dependendo do acesso por parte do fabricante;
- Bluetooth, EDGE, 3G e WiFi: disponibiliza tecnologias de transmissão de dados sem fio, mas dependem da concessão do fabricante;
- Câmera, GPS e bússola: fornece interação com redes sociais, contudo depende da permissão do fabricante;
- Ambiente de desenvolvimento com plugin para a IDE Eclipse: oferece dispositivo emulador, ferramentas de depuração, supervisão de memória e desempenho.

A arquitetura do Android é composta por quatro camadas. A primeira camada é o Linux Kernel, onde estão todas as conexões do software com o hardware, ou seja, a interligação dos componentes com o sistema. Na segunda camada encontram-se as bibliotecas que trabalham com gráficos e banco de dados e o Android Runtime, que é responsável por traduzir o bytecode em linguagem de máquina. A terceira camada é composta pelos frameworks e é o ponto de conexão entre aplicações e as bibliotecas. Finalmente, a quarta e última camada é a de aplicações, contendo todos os aplicativos acessados pelos usuários, como e-mail, envio de SMS, calendários, navegador de internet, contatos, etc. (PRADO, 2011).

**Figura 1: Arquitetura do Android**



Fonte: PRADO, 2011.

### 4.3 Plataforma Firebase

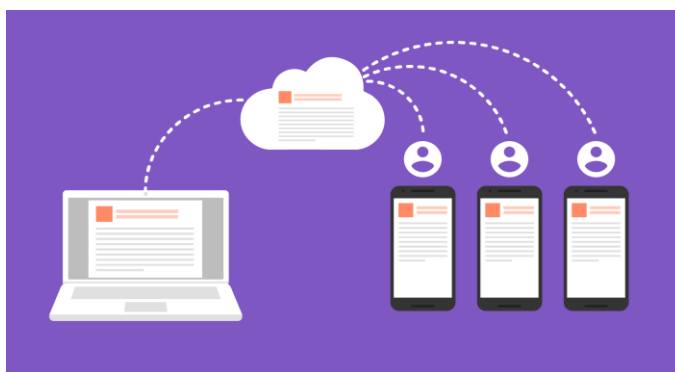
O Firebase é uma plataforma para o desenvolvimento de aplicativos mobile e web, através de ferramentas que visam ajudar os desenvolvedores a construir aplicativos de qualidade (FIREBASE DATABASE, 2016). Nela são agrupados diversos serviços importantes, tais como o sistema de análise (*Firebase Analytics*), sistema de autenticação de usuário (*Firebase Auth*), armazenamento (*Firebase Storage*), banco de dados (*Firebase Realtime Database*), hospedagem (*Firebase Hosting*), entre outros.

Para este trabalho foi utilizado apenas o serviço de banco de dados não relacional, o *Firebase Realtime Database*. Esse banco de dados consiste em uma

árvore JSON gigante na qual todos os dados estão armazenados nos nodos, o que facilita uma modelagem simples dos dados.

O maior benefício do Firebase Realtime Database é que ele já possui um sistema de sincronização instantânea implementado, fazendo com que, caso ocorra alguma modificação no banco de dados, todos os aplicativos que tenham a referência daquele item o atualizem automaticamente, ao invés de trabalhar com requisição e resposta como é normalmente utilizado em outros bancos.

**Figura 2: Sincronização em tempo real com clientes**



Fonte: FIREBASE, 2016.

Em conjunto com o Firebase Realtime Database também foi utilizado uma biblioteca FirebaseUI fornecida pela própria Firebase, que possibilita uma integração rápida e fácil entre elementos UI e APIs do Firebase como Firebase Database ou Firebase Authentication (FirebaseUI for Android — UI Bindings for Firebase), abstraindo algumas funções do lado do usuário e automatizando o processo de sincronização entre o banco e a Aplicação.

O Firebase possui ainda diversos recursos, dos quais destacamos os seguintes:

- **Authentication:** permite implementar um sistema de autenticação segura e de melhor experiência de login para os usuários finais. Oferece uma solução de identidade completa, compatível com contas de e-mail e senha como login do Google, Twitter, Facebook e GitHub.
- **Realtime Database:** banco de dados NoSQL hospedado na nuvem. A partir dele os dados armazenados são sincronizados entre os usuários em tempo real. Os dados são armazenados em uma espécie de árvore JSON.

- Cloud Messaging: recurso que oferece uma conexão confiável entre servidor e dispositivos para enviar e receber mensagens e notificações no Android, iOS e Web, com baixo consumo de bateria. As notificações podem ser enviadas instantaneamente ou em horários pré-definidos.
- Monitoramento e Desempenho: mecanismo que fornece insights sobre o desempenho do app, como tempo de inicialização e latência da rede à qual o usuário está conectado.
- Crash Reporting: recurso que ajuda a diagnosticar e corrigir problemas no app, onde os erros são agrupados por categorias, as versões do aplicativo com falhas e modelo de dispositivo afetado são detalhados.
- AdMob: plataforma de publicidade móvel que pode ser usada para gerar receita com sua aplicação. Os anúncios podem ser exibidos como banners, anúncios intersticiais ou em vídeo (FIREBASE, 2016).

## 5 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida não só pretendeu mensurar uma variável de performance, como também desenvolver um aplicativo móvel, na plataforma Android, para informar os parâmetros da qualidade da água bruta nos sistemas hídricos no estado da Paraíba. Desta forma, tem-se uma abordagem que não é estritamente qualitativa nem quantitativa, mas apresenta características dos dois tipos de pesquisa.

Afirmar, portanto, que se quer trabalhar sobre a quantidade, que se quer desenvolver o aspecto “corpóreo” do real, não significa que se pretenda esquecer a “qualidade”, mas, ao contrário, que se deseja colocar o problema qualitativo da maneira mais concreta e realista, isto é, deseja-se desenvolver a qualidade pelo único modo no qual tal desenvolvimento é controlável e mensurável. (GRAMSCI, 1995, p. 50).

Gramsci entende que a qualidade e a quantidade são aspectos indissociáveis para o desenvolvimento de uma pesquisa. Assim, representar uma realidade qualitativa de forma quantitativa, como tem-se no presente trabalho, consiste em abordagem quantitativa e qualitativa.

A relação entre quantitativo e qualitativo, entre objetividade e subjetividade não se reduz a um *continuum*, ela não pode ser pensada como oposição contraditória. [...] Assim, o estudo quantitativo pode gerar questões para serem aprofundadas qualitativamente, e vice-versa. (MINAYO; SANCHES, 1993, p. 247, grifo nosso).

Dessa forma, as esferas qualitativa e quantitativa podem ser entendidas como complementares para a metodologia de pesquisa. Nesse contexto, os dados inicialmente trabalhados nesta pesquisa, referentes aos parâmetros da qualidade da água bruta, apresentam-se como essencialmente qualitativos. Ao mesmo tempo, foram utilizados procedimentos de linguagem de programação, que têm na sua essência algoritmos matemáticos, que permitirão uma coleta de dados quantitativos, envolvendo ainda a conversão de sua forma bruta em gráficos, para uma melhor compreensão.

Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico de livros, revistas, publicações avulsas e imprensas, no campo de estudo dos parâmetros de qualidade



de água, a fim de obter-se uma melhor visão acerca de todo o contexto da problemática. Quanto aos objetivos, sua classificação é descritiva, pois foram realizadas observações, análises e registros a respeito do desenvolvimento do aplicativo.

Dessa forma, a pesquisa foi desenvolvida em três etapas. Na primeira, foi realizada uma apreciação dos principais parâmetros de qualidade da água bruta. Na segunda etapa constituiu-se o desenvolvimento do aplicativo móvel, na plataforma Android, que tem como finalidade coletar os índices dos principais parâmetros de qualidade de água bruta estudados na primeira etapa e repassar para um banco de dados online.

O banco de dados online, por sua vez, recebe os dados de forma centralizada, integrando as análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, a fim de auxiliar sua gestão pelos órgãos competentes. Por fim, foi desenvolvido um website para dispor estas informações por meio de gráficos, tanto para os usuários de recursos hídricos como também para fins de gestão pública.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo foram descritos os passos que foram tomados durante o processo de desenvolvimento do aplicativo deste trabalho. Aplicativo esse que foi nomeado de “ACQUALI”, sendo uma junção entre os termos “ACQUA”, água em italiano, e “QUALI”, a abreviação de qualidade.

O aplicativo foi idealizado para coletar e dispor os dados de qualidade das águas dos açudes das Bacias Hidrográficas da Paraíba, com o objetivo de fornecer dados qualitativos do estado atual desses açudes para a sociedade e gestores de recursos hídricos.

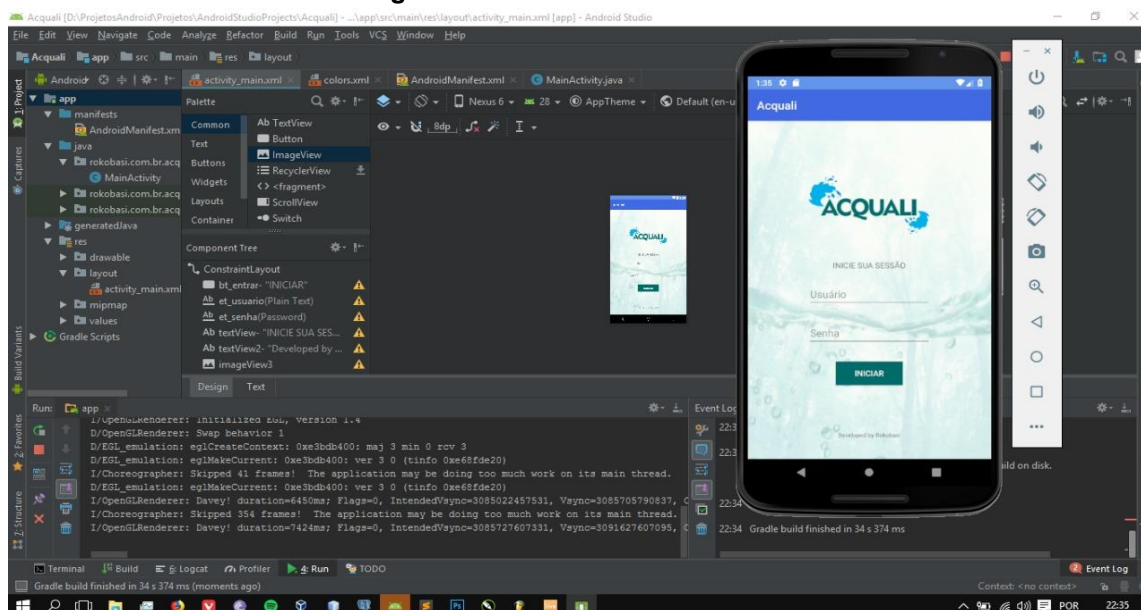
O processo de desenvolvimento foi feito sob a premissa de que o uso do aplicativo será direcionado para os agentes de campo. Assim, os mesmos irão inserir os dados das análises dos parâmetros de qualidade da água que coletarem.

### 6.1 Desenvolvimento do Aplicativo

Neste tópico abordou-se como foi o desenvolvimento do aplicativo, bem como o uso do Firebase Realtime Database.

Para o desenvolvimento desse trabalho foi utilizado o Android Studio, uma IDE que fornece as ferramentas necessárias para a construção de aplicativos para todos tipos de aparelhos Android (ANDROID STUDIO, 2016). Ele foi desenvolvido pela Google, tendo como base a IDE IntelliJ IDEA da JetBrains.

**Figura 3: Tela do Android Studio**



Fonte: Autoria própria, 2019.

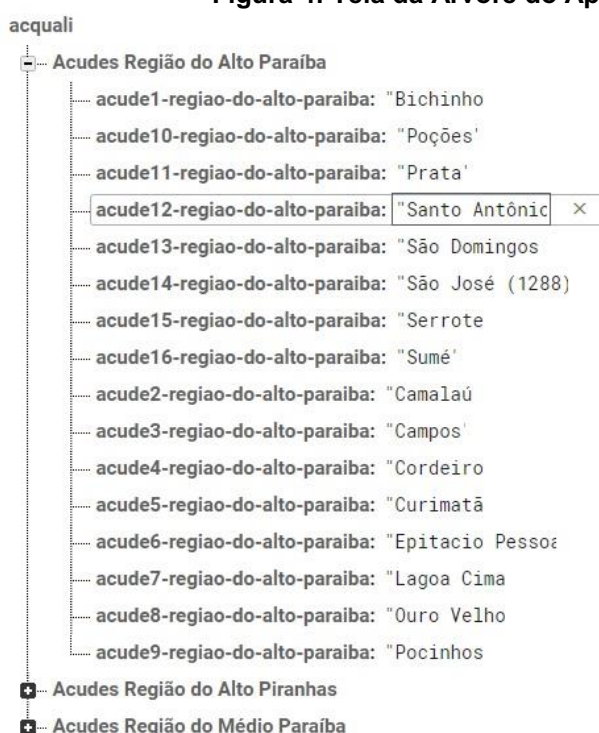
Quando o aplicativo for iniciado no smartphone, irá aparecer uma tela solicitando o login e senha, ambas informações serão cadastradas previamente no Firebase Authentication, após efetuado o Login, será carregado do banco de dados a lista das bacias hidrográficas da Paraíba, através da conexão com o servidor.

Como já foi mencionado em capítulos anteriores, o Firebase possibilita o desenvolvimento em diversas plataformas, sendo escalável, tem suporte gratuito e de fácil implementação. Por conta dessas características o Firebase foi escolhido para ser usado no desenvolvimento deste trabalho.

A modelagem dos dados neste trabalho foi feita com base nos objetos usados na interface, tomando cuidado para evitar sobrecarga no sistema. A aplicação possui somente três objetos, que estão relacionados: Bacias Hidrográficas, Sub-Bacias e Açudes. Deste modo, cada Bacia possui uma Sub-Bacia, e cada Sub-Bacia possui um nó que é o açude, contendo o uid (identificador único universal). Esse identificador uid será responsável por localizar e gravar os dados utilizando o recurso Realtime Database do Firebase nos respectivos açudes.

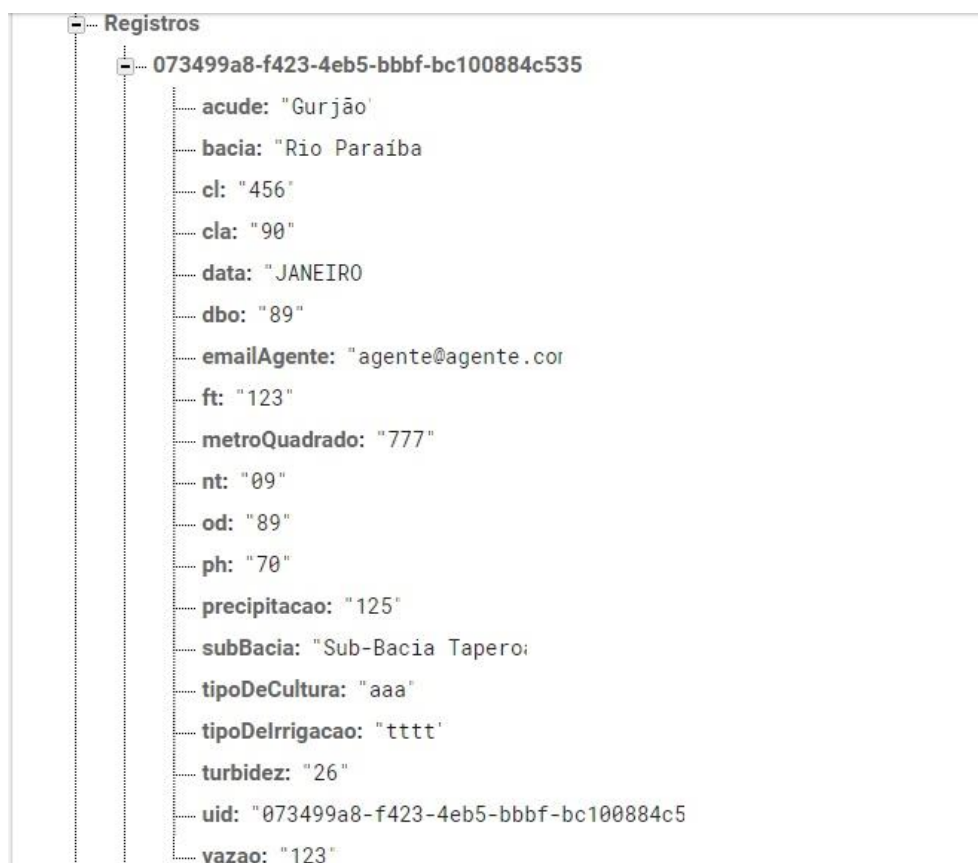
Conforme FIREBASE (2016), todos os dados do Firebase Realtime Database são armazenados como objetos JSON. Pode-se considerar o banco de dados como uma árvore JSON hospedada na nuvem. Ao contrário de um banco de dados SQL, não há tabelas nem registros. Quando se adicionam dados à árvore JSON, eles se tornam um nó na estrutura JSON com uma chave associada.

**Figura 4: Tela da Árvore do Aplicativo**



Ao ser inserida uma nova informação na subárvore dos registros, essa informação é gerada a partir do *uid* do açude em evidência, onde esta subárvore foi cadastrada na árvore açude. A figura 5 mostra como é estruturada a árvore de “Registros”, onde foi feita a inserção dos parâmetros de qualidade da água.

**Figura 5: Tela da Arvore dos Registros**

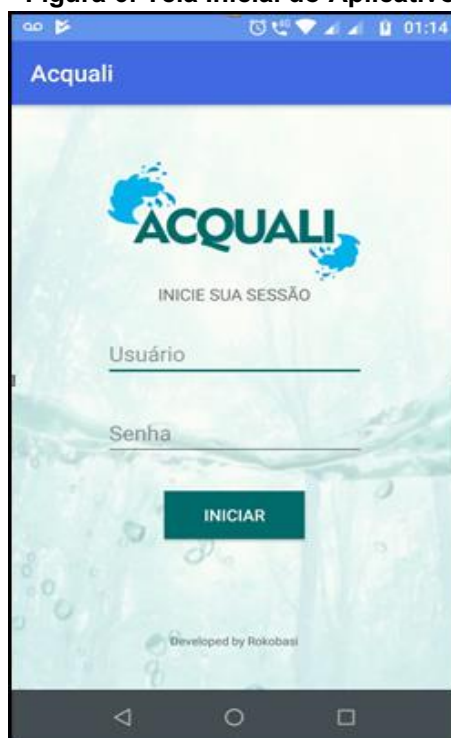


Fonte: Autoria própria, 2019.

## 6.2 Funcionamento do Aplicativo

Neste tópico apresentam-se as telas do aplicativo juntamente com uma breve explicação de seu funcionamento.

**a) Tela inicial:** Para a Tela inicial do aplicativo foi criada uma interface gráfica, como mostra a Figura 6, com dois campos: e-mail e senha. Foi utilizado o serviço Authentication da API do Firebase, mais especificamente o método de autenticação de e-mail e senha, essa autenticação usa um e-mail de qualquer provedor, que será o usuário de Login e a senha será usada para completar a autenticação do acesso.

**Figura 6: Tela Inicial do Aplicativo**

Fonte: Autoria própria, 2019.

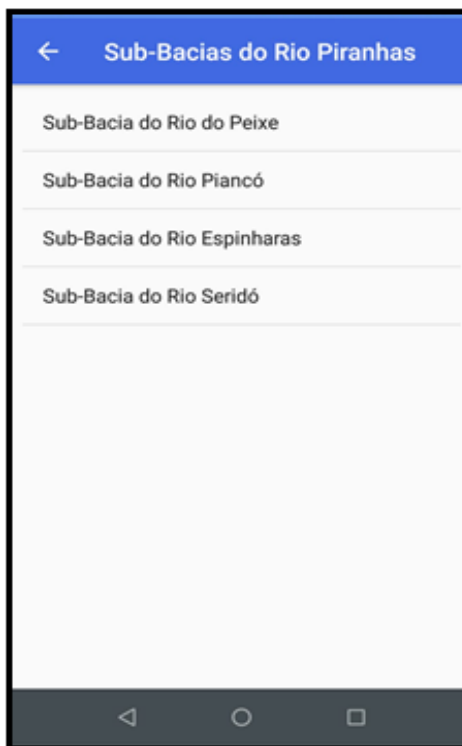
**b) Listagem das Bacias Hidrográficas:** Após efetuar o Logon, será carregada do Firebase Realtime Database a lista contendo todas as bacias hidrográficas (Figura 7), permitindo assim ao agente selecionar qualquer uma das opções.

**Figura 7: Listagem das Bacias Hidrográficas**

Fonte: Autoria própria, 2019.

**c) Listagem das Sub-Bacias:** Após a escolha da respectiva Bacia hidrográfica na tela anterior, será carregada do Firebase Realtime Database a lista contendo as Sub-Bacias que a mesma possui como pode ser visto na Figura 8 abaixo, caso não haja irá aparecer a lista dos Açudes:

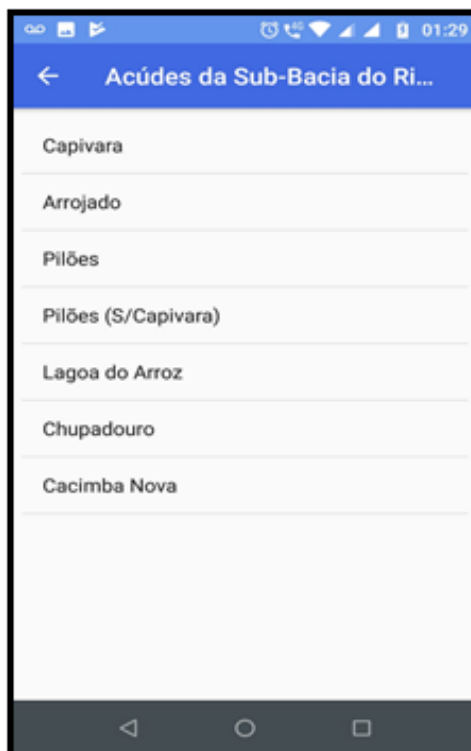
**Figura 8: Listagem das Sub-Bacias**



Fonte: Autoria própria, 2019.

**d) Listagem dos Açudes:** Após a escolha da Bacia e da Sub-Bacia, deverá ser escolhido o Açude em questão, será então carregada do Firebase Realtime Database a lista contendo os Açudes da Sub-Bacia, como podemos ver na Figura 9.

Figura 9: Listagem dos Açudes



Fonte: A autoria própria, 2019.

**e) Registros:** Escolhido o Açude, deverão então ser informados os dados das análises dos parâmetros da qualidade da água. Para tanto serão apresentados os seguintes campos: PRECIPITAÇÃO, DBO, NT, CLA, PH, VAZÃO, FT, CL, OD e TURBIDEZ. Conforme demonstra a Figura 10.

No item de Perímetro Irrigado, o agente terá a opção de informar se naquela localidade onde se encontra o açude existe algum perímetro irrigado, se existir o mesmo poderá informar também qual tipo de Cultura, bem como qual tipo de Irrigação e o tamanho desse perímetro em metros quadrados. Após inserido os dados, os mesmos serão salvos no Firebase Realtime Database, onde poderão ser feitas diversas consultas a esses registros.

Figura 10: Tela de Registros

The screenshot shows a mobile application interface for entering records. The title bar is blue with a back arrow and the text 'Inserir Registro'. The main content area has a light blue background with a water splash pattern. It contains the following fields:

PRECIPITAÇÃO		VAZÃO	
mm		m <sup>3</sup> /s	
DBO		FT	
mg/L de O <sub>2</sub>		mg/L de P	
NT		CL	
mg/L de N		(UFC/mL)	
CLA		OD	
ug/L		(UFC/mL)	
PH		TURBIDEZ	
0-14		ut	

Below this grid is a section titled 'PERÍMETRO IRRIGADO' with two columns:

TIPO DE CULTURA	TIPO DE IRRIGAÇÃO

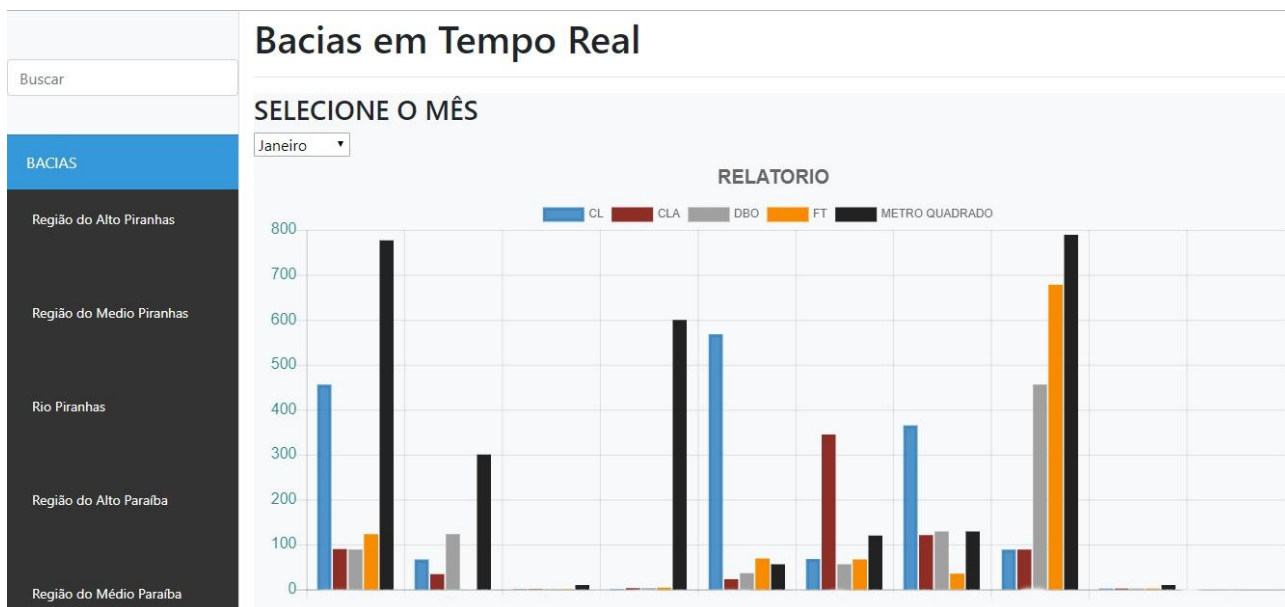
At the bottom left, there is a field for 'METRO QUADRADO' with the unit 'm<sup>2</sup>'. A green 'SALVAR' button is located at the bottom right. The Android navigation bar is visible at the very bottom.

Fonte: Autoria própria, 2019.

f) **Website:** No Website: [www.acquali.com.br](http://www.acquali.com.br) (Figura 11), serão dispostas as informações dos resultados das análises da qualidade das águas. Os resultados no site serão dispostos de forma gráfica, buscando o entendimento e a compreensão da população em geral. Uma das maiores preocupações nesta fase foi a de desenvolver um site simples e objetivo, a fim de disponibilizar as informações sobre cada parâmetro analisado e a sua importância para a qualidade das águas de forma acessível ao público.



Figura 11: Website



Fonte: Autoria própria, 2019.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do estudo realizado nesse trabalho, pode-se concluir que a análise da qualidade de água para distribuição humana é de extrema importância para evitar os danos que a utilização de água de má qualidade pode trazer para a saúde e o bem-estar da população. A avaliação da qualidade da água assegura, dessa forma, que a população tenha acesso à água dentro de parâmetros adequados para o seu consumo.

Partindo desse cenário é que podemos evidenciar a importância do desenvolvimento de um aplicativo na plataforma Android com o intuito de reunir e projetar os dados da potabilidade das águas das bacias hidrográficas da Paraíba.

Foi produzida uma nova ferramenta, possibilitando assim um melhor acompanhamento dos recursos hídricos. O aplicativo encontra-se em fase de testes de usabilidade, suas funcionalidades, telas e botões apresentam um simples manuseio, consistindo num aplicativo de manuseio intuitivo e rápido em suas operações.

Os relatórios têm sido desenvolvidos por meio de gráficos sobre os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, sendo disponibilizados no website “[www.acquali.com.br](http://www.acquali.com.br)” de forma acessível para gestores e público em geral. Assim, esta nova ferramenta permite obter dados periódicos da qualidade das águas – com atualizações em tempo real – das bacias hidrográficas da Paraíba, seja para monitoramento e comparação dos dados, ou ainda para o acompanhamento de tendências e desenvolvimento de políticas públicas nas sub-bacias.

Quanto à viabilidade econômica o trabalho mostrou-se praticável, posto que, como apresentado na tabela no Apêndice A, o investimento anual ficou por volta de R\$ 130,00, valor que se demonstra meramente simbólico diante dos importantes resultados que o projeto proporciona.

O tema proposto nesse trabalho encontra sua relevância na urgente necessidade de facilitar a disseminação dos dados que se referem aos parâmetros de qualidade das águas paraibanas. Para que seu fácil acesso ao público em geral permita uma melhor gestão dos recursos hídricos, bem como diversos outros usos como a realização de estudos e pesquisas.

## 8 TRABALHOS FUTUROS

A partir do trabalho atual verificou-se a possibilidade de alguns caminhos de pesquisa para a sua evolução, dos quais se destacam:

1. Implementar o registro do volume dos Reservatórios: Com o objetivo de monitorar o volume de água em tempo real dos reservatórios das bacias hidrográficas da Paraíba.
2. Aprofundar o estudo nas análises realizadas utilizando métodos estatísticos para detectar possíveis alterações no que se refere à qualidade da água, com o intuito de prevenir as prováveis causas de doenças, como diarreia e infecções.
3. Desenvolver um Protótipo de Hardware embarcado de código aberto, com o intuito de realizar as principais análises dos parâmetros de qualidade da água no próprio local de coleta. O seu objetivo seria melhorar o processo das análises da qualidade de água bruta das bacias hidrográficas da Paraíba.

## REFERÊNCIAS

- ANDROID STUDIO. Disponível em:  
<https://developer.android.com/studio/intro/index.html>. Acesso em: 15 fevereiro. 2019
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais do Brasil: 2012**. Disponível em:  
[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama\\_Qualidade\\_Aguas\\_Superficiais\\_BR\\_2012.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/Panorama_Qualidade_Aguas_Superficiais_BR_2012.pdf). Acesso em: 02 de janeiro de 2019.
- ANA. Agência Nacional de Águas. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2013**. Disponível em:  
[http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite\\_relatorioConjuntura/pr ojeto/index.html](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/pr ojeto/index.html). Acesso em: 27 de dezembro de 2018.
- BOTELHO, Valéria Andrade Villela Amarante; MORAES, Augusto Ramalho de. **Estimativas dos Parâmetros da Distribuição Gama de Dados Pluviométricos do Município De Lavras, Estado de Minas Gerais**. Extrato da Dissertação de mestrado (do primeiro autor) – Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria de consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**: Brasília - DF, 28 set. 2017. Disponível em:  
[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005\\_03\\_10\\_2017.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html). Acesso em: 20 de maio de 2019.
- BRITO, Priscila Nazaré de Freitas. **Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do baixo rio Amazonas, Macapá, 2013**. Disponível em: [http://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/01/TRABALHO-DE-CONCLUS%C3%83O-DE-CURSO\\_PRISCILA-BRITO.pdf](http://www2.unifap.br/cambientais/files/2014/01/TRABALHO-DE-CONCLUS%C3%83O-DE-CURSO_PRISCILA-BRITO.pdf). Acesso em: 29 de dezembro de 2018.
- CALBETE, N. O; CALBETE, S. R; ROZANTE, J. R; LEMOS, C. F. **Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil**. 1996. Disponível em:  
<http://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 29 abr. 2019.
- CARVALHO, Rinaldo C. **Análise matemática de investimentos em processos de despoluição de bacias hidrográficas**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambientais). Universidade Federal do Paraná. 2005.
- CARVALHO, T. M. de. Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 01, n. 01, p. 73–85, Mai/Aug 2008.
- CARVALHO, T.M. Quantificação de sedimentos em suspensão e de fundo no médio rio Araguaia. **Revista Geografia Acadêmica**, 1:55-64, 2007. Disponível em:  
[https://www.academia.edu/10714540/QUANTIFICA%C3%87%C3%83O\\_DOS\\_SEDI](https://www.academia.edu/10714540/QUANTIFICA%C3%87%C3%83O_DOS_SEDI)

MENTOS\_EM\_SUSPENS%C3%83O\_E\_DE\_FUNDO\_NO\_M%C3%89DIO\_RIO\_AR AGUAIA\_SUSPENSION\_AND\_BED\_LOAD\_SEDIMENTS\_QUANTIFICATION\_IN\_MIDDLE\_ARAGUAIA\_RIVER. Acesso em: 12 de fevereiro de 2019.

CHATURVEDI, S.; DAVE, P. N. Removal of iron for safe drinking water. **Desalination**, 2012, v. 303, p.1-11.

COSTA, R. H. P. G. Qualidade da água. In: Reuso da água, conceitos, teorias e práticas. **Fundação de apoio a tecnologia**: São Paulo, 1ª ed. Edgard Blucher, p. 25-33. 2007.

DIAS, Diogo Lopes. **Demanda Bioquímica de Oxigênio**. Brasil Escola. Disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/demanda-bioquimica-oxigenio.htm>. Acesso em: 2 de maio de 2019.

FILHO, Elton Alves de Souza. **Diagnóstico da Qualidade das Águas do Igarapé do Mindu e Criação de Protótipo de Aplicativo para Disponibilização de Dados em Manaus-AM**. 2018. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2018. Disponível em: <http://www.pos.uea.edu.br/data/area/dissertacao/download/35-4.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2019.

FIREBASE DATABASE. **Firestore por plataforma**. Disponível em: <https://firebase.google.com/docs/>. Acesso em: 11 de janeiro de 2019.

GOOGLE Developers. **Android Developers**. Disponível em: <https://developer.android.com/guide/index.html>. Acesso em: 12 de janeiro de 2018.

GRAMSCI, A. **Concepção dialética da história**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

LAZZEREIS, S. A. F. Avaliação e monitoramento da qualidade do rio Alegria. **Medianeira**, 35 p., 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios): Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

LUFT, Celso Pedro. **Minidicionário Luft**. 20 ed. São Paulo, Ática. 2000.

MACHADO, Felipe Duarte; SOUZA, Lucas Hélio Santana de. **Protótipo de uma plataforma móvel baseada em Android para monitoramento de parâmetros de qualidade da água do lago Paranoá**. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia Eletrônica) - Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2015. Disponível em: [https://fga.unb.br/articles/0001/0250/TCC2\\_Lucas\\_Helion\\_Felipe\\_Duarte\\_Relatorio.pdf](https://fga.unb.br/articles/0001/0250/TCC2_Lucas_Helion_Felipe_Duarte_Relatorio.pdf). Acesso em: 31 mai. 2019.

MEDEIROS, Arlan. **Qwater: aplicativo para suporte às análises físico-químicas de água para irrigação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Sistemas de Informação). Universidade Federal Rural do Semi-Árido. 2018.

MESA, Eder Daniel Ogeda; RIUS, Liz Micaela Fretes; VILHANUEVA, Marcos Pinheiro. Waterlife: Monitor de qualidade da Água utilizando as plataformas Android e Arduino. **Anais do Computer on the Beach**, p. 538-539, 2015.

MINAYO, M. C. S; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-262, jul./sep.1993.

PINHEIRO, M.R.C. **Avaliação de usos preponderantes e qualidade da água como subsídios para os instrumentos aplicada a bacia hidrográfica do rio Macaé**. 2008. 152p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Centro Federal de Educação Tecnológica de Campos, Rio de Janeiro: 2008.

PIMENTEL, C. A relação da planta com a água. **Seropédica**, Rio de Janeiro: Edur, 2004.

PRADO, Sérgio. **Introdução ao funcionamento interno do Android**. Disponível em: <https://sergioprado.org/introducao-ao-funcionamento-interno-do-android/>. Acesso em: 19 de janeiro de 2019.

RICHTER, C. A. **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Blücher, 2009. 340 p.

SAUVE, J. P. **Avaliação do Impacto de Tecnologias da Informação Emergentes nas Empresas**. Qualitymark, 2003. Disponível em: [http://books.google.com.br/books?id=zW\\_H03leHlIC&pg=PA5&dq=defini%C3%A7%C3%A3o+de+ti#PPA4,M1](http://books.google.com.br/books?id=zW_H03leHlIC&pg=PA5&dq=defini%C3%A7%C3%A3o+de+ti#PPA4,M1). Acesso em: 24 de julho de 2018.

SILVA, Fabrício Correia. **Desenvolvimento de Aplicativo em Android para auxílio da polícia militar em blitz**. Palmas, 2012.

SOUZA FILHO, Elton Alves. **Diagnóstico da qualidade das águas do Igarapé do Mindu e criação de protótipo de aplicativo para disponibilização de dados em Manaus-AM**. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos). Universidade do Estado do Amazonas. 2018.

VIEIRA, Allan Sarmiento. **Modelo de Simulação Quali-Quantitativo Multiobjetivo para o Planejamento Integrado dos Sistemas de Recursos Hídricos**. 2011. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. p. 452.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

YUCE, G.; ALPTEKIN, C. In situ and laboratory treatment tests for lowering of excess manganese and iron in drinking water sourced from river-groundwater interaction. **Environmental Earth Sciences**, 2013.

ZULPO, D. L.; PERETTI, J.; ONO, L. M.; GARCIA, J. L. Avaliação microbiológica da água consumida nos bebedouros da Universidade Estadual do Centro-Oeste,

Guarapuava, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.27, n.1, p. 107-110, jan./mar. 2006.

### APÊNDICE A - Orçamento e Viabilidade Econômica do Trabalho

<b>GASTOS ANUAIS</b>	<b>ITEM</b>	<b>QUANTIDADE</b>	<b>UNIDADE DE REFERÊNCIA</b>	<b>ORIGEM DO RECURSO</b>	<b>VALOR UNITÁRIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
	Domínio	1	Und	Próprio	R\$ 40,00	R\$ 40,00
	Hospedagem	1	Und	Próprio	R\$ 90,00	R\$ 90,00
	<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 130,00</b>