

ÁGUA NA MEDIDA CERTA: Dosador Automático para Bebedouros

Maria Isabel Barbosa da Silva, Pedro Lucas Neves, Rebeca Braz

Edwiges

Edson Anício Duarte (Orientador), João Alexandre Bortolotti

(Coorientador)

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Resumo

Este trabalho apresenta a automação de bebedouros de uso comum nos quais serão adaptados dosadores para volumes predefinidos. A presença de bebedouros é obrigatória e regulamentada para os ambientes de trabalho, sendo que sua maioria possuem acionamento manual. Em geral, o principal problema com este tipo de produto é causado pelo mau uso e higienização. O toque com mãos não higienizadas ou qualquer outro contato com as saídas de água pode levar a contaminação dos aparelhos, assim possibilitando a propagação de microrganismos como vírus e bactérias. Em um ano pandêmico, esse assunto se torna imprescindível por se tratar da saúde coletiva, visto que, a higienização é a principal via de prevenção do COVID-19. Este projeto é a proposta de integração de um dispositivo de dosagem automatizada a estes bebedouros. O dispositivo é composto por uma célula de carga e um microcontrolador que, agregados, irão realizar a dosagem automática de água para o usuário. O sistema ainda possui uma estrutura de sonorização e indicação visual para sinalizar o início e fim do enchimento dos recipientes. Por fim, o funcionamento se dá em malha fechada, realizando o enchimento de utensílios escolhidos por seu usuário através de 3 níveis de água: 100mL, 300mL e 500mL.

Palavras-chave: Automação. Malha fechada. Higienização.

1. Introdução

Para toda forma de vida, a água é de suma importância. Segundo SEMACE (2010), nosso planeta é coberto por 70% de água [...], mas nem toda essa água é consumível. De todas as águas encontradas no planeta, 97% estão nos mares e apenas 3% é água doce. Dos 3% mais da metade (1,75%) está localizada nos polos como água congelada e 1,243% está situada em áreas subterrâneas, conseqüentemente, demanda muito capital para ser aproveitada. Segundo Branco (20??) resta apenas uma parcela de água de 0,007% destinada ao consumo humano e é este o percentual que vem sofrendo uma diminuição nos últimos anos.

Segundo a ONU (2018), a qualidade da água está cada vez mais ameaçada pelo crescimento populacional humano que necessita de uma maior produtividade agrícola e industrial, trazendo alterações ao ciclo hidrológico global devido às mudanças climáticas. Um grande fator para a economia é a água, que alimenta e garante sobrevivência às comunidades, ecossistemas e organismos vivos.

Então, deve-se atentar para a contaminação da água que ingere-se, tal que, é um elemento indispensável para a manutenção da vida. Sobre os bebedouros, a higienização dos tais como referência no Brasil é definida por normas da portaria 1469 de 29/12/2000 (2/01/2001) – Ministério da Saúde, capítulo IV: Padrão de potabilidade. Estas definem que água para consumo humano deve ser livre de *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes com ausência em 100ml ou positividade de até 5% para coliformes totais. Ainda há uma norma através portaria MS nº 2.914/2011 para as bactérias heterotróficas cujo valor máximo aceitável é 500 UFC/mL. Os coliformes totais e *Escherichia coli* são sugeridos para uso como indicadores padrão de contaminação microbiana (SCHRAFT; WATTERWORTH, 2005 apud DANTAS et al., 2010, p. 2).

Pode-se afirmar que “o termo microrganismos indicadores refere-se a um tipo de microrganismo cuja presença na água é evidência de que ela está poluída com material fecal de origem humana ou de outros animais de sangue quente” (PELCZAR, 1996 apud DANTAS et al., 2010, p. 2)

Segundo Okazaki et al (2014, p. 1) os coliformes totais e *Escherichia coli* são, geralmente, utilizados como indicadores em amostras de água e as bactérias heterotróficas em amostras de bicos de bebedouros. Além do que, bebedouros são objetos de contato, isto é, aqueles que forem manuseá-los correm o risco de tocá-los

de forma incorreta possibilitando a proliferação de vírus e bactérias causadores de doenças. Os bebedouros que contam com o mecanismo de captação de água diretamente a boca do indivíduo possuem um grau maior de transmissão de microrganismos indesejáveis, visto que, segundo Candido (2016) a saliva humana pode ser um propagador de afecções como mononucleose, caxumba, herpes, gripe entre outras.

Reafirma-se que a superfície do bebedouro é a principal fonte de contaminação e segundo Reis et al. (2012, p. 13) a situação mais propícia para o desenvolvimento de colônias de fungos se dá em temperaturas ambientes (28° C) “e ainda pelo local possuir alto teor de umidade” (GOMES, et al., 2005 apud REIS, et al., 2012, p. 13).

Segundo a contaminação da superfície e saídas de água dos bebedouros, pode-se afirmar que:

A temperatura, o maior fluxo de pessoas e a higiene inadequada do bebedouro podem ser fatores que contribuíram para este resultado negativo, podendo talvez ser corrigido com uma correta e mais frequente higienização do local, independente da quantidade de pessoas circulantes e condições climáticas. (REIS, et al., 2012, p. 14).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) regulamentada através da NBR 9050 nos diz que “[...] Deve ser prevista a instalação de 50% de bebedouros acessíveis por pavimento, respeitando o mínimo de um, e eles devem estar localizados em rotas acessíveis”. Reafirma-se então, o uso habitual de bebedouros por um determinado grupo de pessoas e para isso, estes instrumentos cotidianos devem ser avaliados e ajustados para melhor atender todos aqueles que os usam de maneira simples e inclusiva.

Do ponto de vista trabalhista, a ENIT (2020) nos diz que, em todo ambiente de trabalho é obrigatório a presença de bebedouros de água, pois o funcionário tem direito a água potável, filtrada e fresca para uma proporção de um bebedouro para um grupo de 25 pessoas, garantindo a todos as condições citadas inicialmente. Os bebedouros exigem uma regular higienização, pois sempre estão sendo utilizados por diferentes pessoas e quando usado por um grupo maior requer uma rotina de cuidados mais recorrentes em relação ao indicado pelas normas regulamentadoras governamentais, já que isso pode proporcionar a propagação de germes e a disseminação de doenças.

Como objetivo visa-se melhorar a praticidade do uso dos bebedouros através do fácil acionamento e da melhor higiene no processo de enchimento das squeezes do usuário. Este projeto é o desenvolvimento de um dispositivo que utiliza um sistema microcontrolado que realizará a dosagem pré selecionada da quantidade de água dispersa pelo bebedouro possibilitando o maior controle de seu nível de água e maior precisão no enchimento das squeezes.

a) Justificativa

A vantagem indispensável que a automatização de um bebedouro pode trazer para nosso cotidiano é o fato dela conseguir controlar o nível de água evitando o desperdício e a melhora em sua higienização.

Partindo do princípio da saúde pública, a água vem se tornando um problema quando adquire a função de veículo de transmissão de microrganismos patogênicos.

Pode-se afirmar que a má higienização do bebedouro resulta na proliferação de contaminações indesejáveis.

Pode-se afirmar através de estudos realizados pelo IBGE (2015) a crescente demanda de abertura de empresas no nosso polo, acarretando um maior número necessário de bebedouros em pavimentos públicos e privados. No último censo divulgado, o nosso país contava com mais de 4,5 milhões de empresas, segundo o CNAE.

Outra área importante no atual cenário brasileiro, a respeito do inserimento do projeto referido é a quantidade de instituições de ensino. Segundo o INEP (2019) , o Brasil possui mais de 180 mil escolas, dentre elas as de ensino básico, fundamental, médio, infantil e pré-escola.

A partir disso, conclui-se que o bebedouro se torna uma ferramenta vital nas instituições. Uma necessidade básica prevista por lei e normas na legislação e que deve garantir um desempenho preciso para que não se cause danos àqueles que usufruem deste aparelho. Dessa forma, o projeto em questão lida com estas questões e usa da higiene como principal agente, visto que, o usuário não contará com o manuseio direto com as saídas de água impedindo a proliferação de agentes patológicos.

2. Materiais e Métodos

Para alcançar o objetivo proposto realizou-se diversas etapas a respeito da organização do grupo. Nesta seção, será visto detalhadamente as etapas mais importantes.

a) Escopo

O escopo apresenta as limitações e o foco de desenvolvimento, auxiliando na determinação de características e requisitos. Segue as principais premissas do projeto:

- 1) Não faz parte a adaptação do dispositivo em bebedouros de galão;
- 2) Serão utilizados 3 volumes pré determinados;
- 3) Alimentação elétrica será feita através de tomadas;
- 4) É possível somente o enchimento de um recipiente por vez;
- 5) Utiliza-se um sensor de massa para o fechamento da malha.

b) Projetos Mecânicos

Foram desenvolvidos dois projetos mecânicos antecedentes aos protótipos desenvolvidos, para que houvesse uma visualização de como cada protótipo funcionaria e o exterior. Ambos foram elaborados utilizando o programa de software TinkerCad.

O primeiro projeto mecânico é um croqui inicial da proposta de criação do projeto (figura 1) que conta com características estruturais do sistema, como:

- 1) Três botões de seleção de dosagem;
- 2) Célula de carga para medir a massa de água;
- 3) Leds de sinalização;
- 4) Display para interface com o usuário.

O segundo projeto mecânico (figura 2) apresenta uma evolução em relação ao primeiro, visto que, o primeiro protótipo já estava em fase de testes. Com isso, algumas características foram acrescentadas ao croqui secundário:

- 1) Chave de seleção entre água gelada e natural;
- 2) Caixa acoplada com botões de seleção;

3) Sinalização em braille.

c) Organograma

O organograma foi utilizado como uma ferramenta de distribuição de responsabilidades para os membros do grupo de acordo com suas respectivas habilidades e conhecimentos. Há ainda uma divisão de responsabilidades entre o líder e os co-líderes, cada um com a sua respectiva imagem de identificação no topo do texto da figura 3.

d) Diagrama de Blocos

Na figura 4 consta a ferramenta de organização elétrica do projeto. Nele pode-se visualizar as principais funções dos componentes a partir da sua associação com os outros constituintes do sistema elétrico.

No centro do diagrama de blocos é possível observar o microcontrolador da plataforma Arduino. Este receberá e irá transferir informações necessárias para todo o sistema com alimentação de uma fonte chaveada de 12V e 5A, junto com as bombas de água de potência 35W. As funções do microcontrolador serão ativadas a partir do acionamento dos botões descritos no diagrama. A célula de carga atua como balança que mede a massa do copo e limita o volume de água através do microcontrolador. Posterior a este processo, haverá o funcionamento dos leds, buzzer, relés e display.

Os três relés em questão podem ser divididos em dois grupos. O primeiro grupo é constituído por apenas um relé com função de acionamento da célula de Peltier que refrigera a água. Os outros dois relés do segundo grupo ficarão com a função de acionar as bombas de água, isto é, cada relé é responsável por uma bomba, visto que há duas bombas (água gelada e natural).

O microcontrolador irá receber as informações do módulo HX711 que processa os sinais da célula de carga. Após executar a lógica programada, as bombas de água serão acionadas conforme o tempo ou massa de água no copo.

e) Programação

Para que o projeto siga as etapas de procedimento estudados necessita-se que o bebedouro, inicialmente, exerça funções de comando. Para isso, este precisará

de dados pré-determinados visto que, o aparelho não realiza as funções de forma independente.

O software utilizado para desenvolver o programa é o Arduino IDE que foi programado utilizando a linguagem C. Foi utilizada a placa microcontroladora Arduino Nano devido ao seu tamanho compacto em relação aos outros modelos. Esta placa selecionada facilita no acoplamento direto do bebedouro e apresenta uma estética mais agradável.

As bibliotecas são responsáveis pelo armazenamento de códigos e dados, para isso foram utilizadas três bibliotecas listadas a seguir:

- 1) HX711.h;
- 2) Wire.h;
- 3) LiquidCrystal_I2C.h.

As bibliotecas foram empregadas para realizar ações como as leituras, respectivamente, do conversor da célula de carga (HX) e do display.

O programa desenvolvido será responsável por exercer tais funções como:

- 1) Enviar informações para o display;
- 2) Acionar as bombas;
- 3) Realizar a leitura dos botões;
- 4) Processar a leitura das células de carga.

f) Reforma do Bebedouro

Durante o desenvolvimento do projeto o grupo adquiriu um bebedouro usado, modelo Electrolux PE11B na cor branca. É válido destacar que o bebedouro contava com problemas relatados pelos antigos donos, isto é, não funcionava e por isso não estava em uso.

O bebedouro contava com características como:

- 1) Dimensão: 33 x 25 x 28,4 cm;
- 2) Capacidade de 0,8L no reservatório de água gelada;
- 3) Vela filtrante (danificada);
- 4) Célula de Peltier (danificada);
- 5) Ventoinha;
- 6) Cabo conector.

Considerando que o equipamento não funcionava, foi investigado a causa do problema tendo como informação do fornecedor que a água não atingia a temperatura necessária de refrigeração. A partir disso, averiguou-se primeiramente a célula de Peltier que apresentou irregularidades e, em seguida, foi trocada a sua fonte por uma de 12V sanando qualquer sinal indesejado.

Observou-se também que cada bomba possui um reservatório distinto. Foi necessário então, um transformador de 127V/220V, visto que as bombas operam com tensão 220V e a tensão disponível na instituição de ensino e residência é, normalmente, de 127V.

g) Protótipos

O primeiro protótipo do projeto era constituído pela célula de carga e o microcontrolador indicado na figura 5. A célula de carga foi inserida em um protótipo de balança, que nada mais era do que a própria célula de carga acoplada a uma placa de MDF. Este protótipo já indicou melhores adequações na programação e o funcionamento futuro da balança.

O segundo protótipo é a junção do primeiro protótipo ao bebedouro. Para melhor adequação foi trocado o Arduino Uno pelo Nano, construído e acoplado uma caixa de controle volumétrico, instalado a chave de seleção de água natural e gelada e inserido buzzer, leds e display para indicação sonora, visual e comunicação com o usuário, respectivamente (figura 6).

3. Resultados e Discussão

O protótipo utilizado para coletar os resultados possui tais características:

- 1) Dimensão: 32,5 x 30,0 x 45,5 cm (apenas bebedouro);
- 2) Caixa superior acoplada de comandos volumétricos;
- 3) Capacidade de 0,8L no reservatório de água gelada;
- 4) Água refrigerada;
- 5) Microcontrolador embarcado;
- 6) Abastecimento de água com medição de 3 níveis de volume;

A partir da conclusão das etapas propostas, analisou-se a partir de gráficos a eficácia do projeto quando se trata do valor obtido em mL de água através dos botões de seleção. Foram feitas 10 medidas de cada botão de seleção em combinação com água gelada (fria) e água natural (ambiente) para que se calculasse a média e o desvio padrão (figura 7 e figura 8). Ressaltando que, desvio padrão é uma medida de dispersão, ou seja, é uma medida que indica o quanto o conjunto de dados é uniforme. Quando o desvio é baixo quer dizer que os dados do conjunto estão mais próximos da média.

Após tais testes, considerou-se que muitas medidas não correspondiam com a medida selecionada e deviam ser corrigidas. A partir disso, houve o restringimento através de placas de MDF de 0,7mm, 0,3mm e 0,5mm, principalmente na tubulação de água gelada, onde apresentou maior volume de água extrapolando o limite de volume selecionado. A solução para a vazão de água ambiente que apresentou uma baixa relativa do volume selecionado, foi redimensionar o tempo da programação.

Após a correção foram feitas novas coletas de testes repetindo todo o processo descrito inicialmente e gerados novos gráficos indicados nas figuras 9 e 10. Com isso, observa-se que o desvio padrão cai em relação aos gráficos anteriores à correção e que a média fica mais próxima do volume indicado pelos botões, alcançando parcialmente os objetivos estipulados.

4. Considerações Finais

Concluiu-se a partir dos resultados obtidos que o projeto ainda não está em seu funcionamento pleno, visto que, ainda que o desvio padrão seja menor em relação aos primeiros testes, ainda sim, é considerado inviável para um funcionamento diário em uma residência ou instituição.

Com isso, visa-se os próximos passos para aprimorar o desempenho do projeto. Através da conclusão da etapa de aprimoramento o projeto, novamente, passará pelo processo de coleta de dados para avaliação e, se coletados dados satisfatórios, o projeto deve ter seu desempenho avaliado a partir da implementação do mesmo em uma instituição ou residência.

A principal causa de interferências no funcionamento elétrico que culminou nos resultados não satisfatórios são da balança, visto que essa apresenta uma lentidão na leitura e algumas falhas. A robustez do projeto a respeito de locomoção e a capacidade interna dos reservatórios também são requisitos a serem encontradas alternativas, assim como materiais em MDF usados no protótipo, visto que, o MDF não é adequado para usabilidade em locais com tendência à umidade.

Os próximos passos nomeados em itens são:

- 1) Aprimoramento da leitura da balança;
- 2) Alcançar maior robustez no projeto;
- 3) Aumentar a capacidade do projeto;
- 4) Troca de todos os materiais em MDF para acrílico

5. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050:**

Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. São Paulo: ABNT, 2004. Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/nbr_%2009050_acessibilidade%20-%202004%20-%20acessibilidade_a_edificacoes_mobiliario_1259175853.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020

BRANCO, Pércio de Moraes. **Coisas que Você Deve Saber sobre a Água**. Brasil, 20???. Disponível em:

<<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html>>. Acesso em: 10 maio 2020

CÂNDIDO, Marcos. **6 doenças transmitidas pela saliva**. Superinteressante, [S.l.], fev, 2016. Disponível em:

<<https://super.abril.com.br/sociedade/6-doencas-transmitidas-pela-saliva/>>. Acesso em: 01 jun. 2020

DANTAS, Amanda Katielle Dias et al. **“Qualidade microbiológica da água de bebedouros destinada ao consumo humano.”**. Revista Biociência, Diamantina, v. 16, n. 2, p. 1-7, ago. 2010. Disponível em:

<<http://periodicos.unitau.br/ojs/index.php/biociencias/article/view/1166/816>>.

Acesso em 04 jun. 2020

ENIT. **NR 18 - CONDIÇÕES DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**. Escola Nacional da Inspeção do Trabalho. Brasília, 2020. Disponível em:

<https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-18-atualizada-2020.pdf> Acesso em: 11 maio 2020

FUNASA. **Portaria nº 1469: Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e seu Padrão de Potabilidade.** Fundação Nacional de Saúde. Brasília, 2001. Disponível em:

<http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_1469.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2020

IBGE. **Demografia das Empresas.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil, 2015. Disponível em:

<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/comercio/9068-demografia-das-empresas.html?=&t=destaques>>. Acesso em 25 maio 2020

INEP. **Censo Escolar.** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas. Brasília, 2019. Disponível em:

<http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/download/2019/infografico_censo_2019.pdf>. Acesso em 25 maio 2020

ONU. **A ONU e a água.** Nações Unidas. 2018. Disponível em:

<<https://nacoesunidas.org/acao/agua/>>. Acesso em: 27 abr. 2020 Okazaki, Margarete Midori; Delvechio, Rafaela; Cardozo, Gina Maria Bueno Quirino; Silva, Gabriela Cristina Moita da; Imazaki, Fabiana Taminato; Morelli, Silvia Andréia; "Qualidade Microbiológica de Águas e Superfícies de Bebedouros de Parques Públicos da Região de Campinas, Sp", p. 609-610 . In: **Proceedings of the XII Latin American Congress on Food Microbiology and Hygiene [=Blucher Food Science Proceedings, v.1, n.1]**. São Paulo: Blucher, 2014.

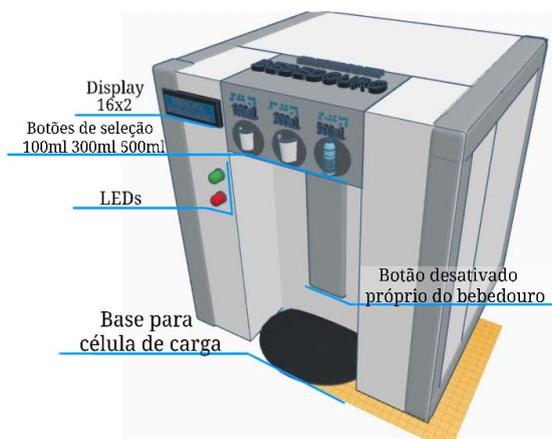
ISSN 2359-201X, DOI 10.5151/foodsci-microal-025. Acesso em: 28 maio 2020

REIS, Francini et al. AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE ÁGUAS E SUPERFÍCIES DE BEBEDOUROS DE PARQUES DE CURITIBA – PR. **Visão Acadêmica**, [S.l.], v. 13, n. 1, nov. 2012. ISSN 1518-8361. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/academica/article/view/27400/19404>>. Acesso em: 04 jun. 2020

SEMACE. **Que o nosso planeta está coberto por 70% de água.** Superintendência Estadual do Meio Ambiente. Fortaleza, 2010. Disponível em:
<<https://www.semace.ce.gov.br/2010/11/12/que-o-nosso-planeta-esta-coberto-por-70-de-agua/>>. Acesso em: 27 abr. 2020

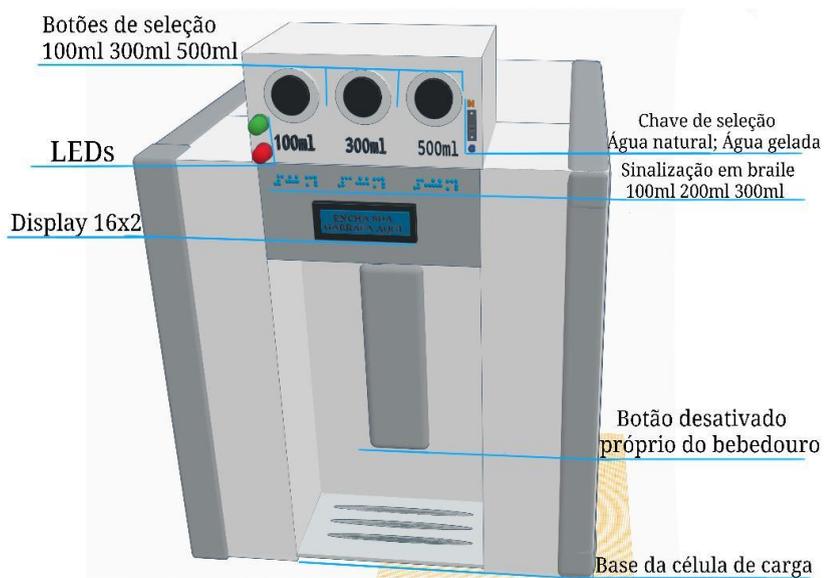
6. ANEXOS

Figura 1 – Primeiro projeto mecânico



Fonte: os autores (2020).

Figura 2 – Segundo projeto mecânico



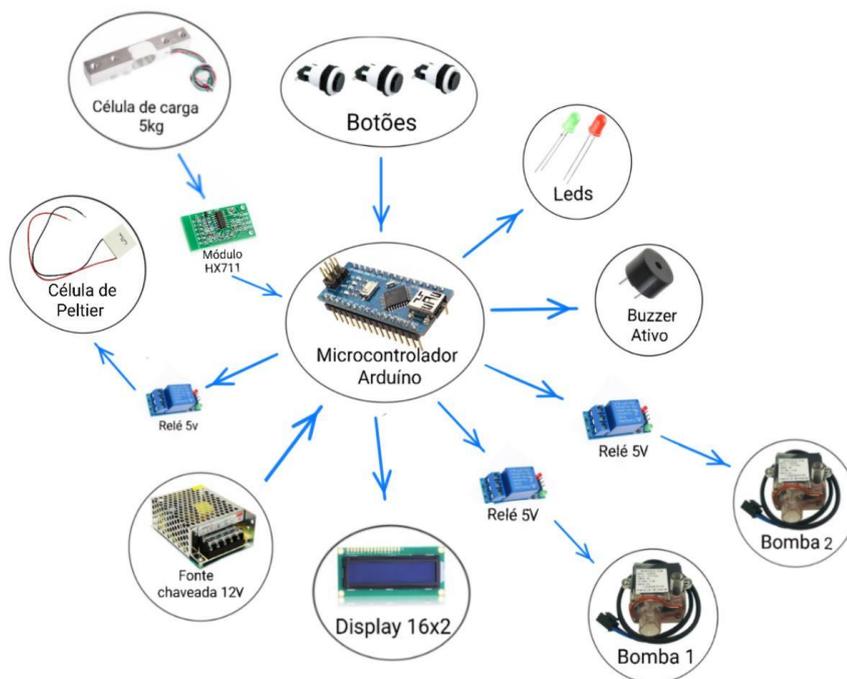
Fonte: os autores (2020).

Figura 3 – Organograma



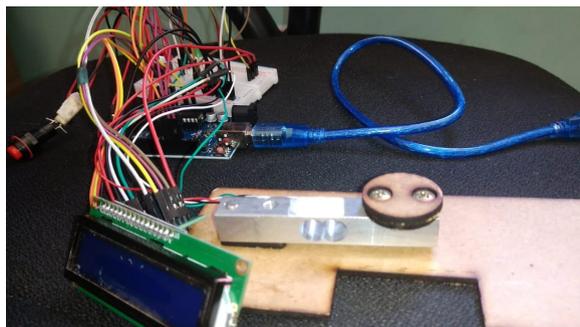
Fonte: os autores (2020).

Figura 4 - Diagrama de blocos



Fonte: os autores (2020).

Figura 5 - Primeiro protótipo



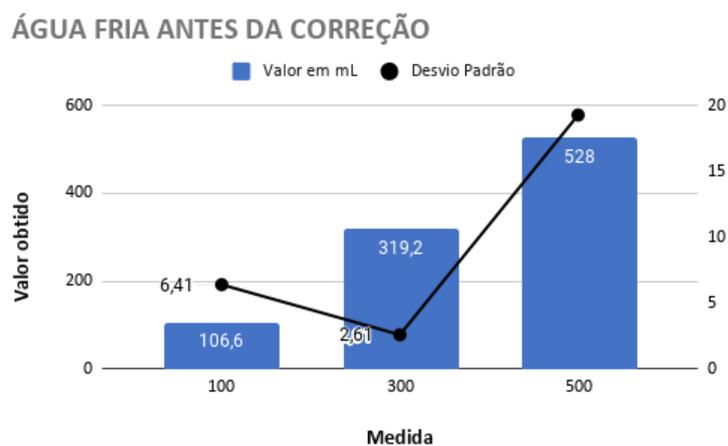
Fonte: os autores (2020).

Figura 6 - Segundo protótipo



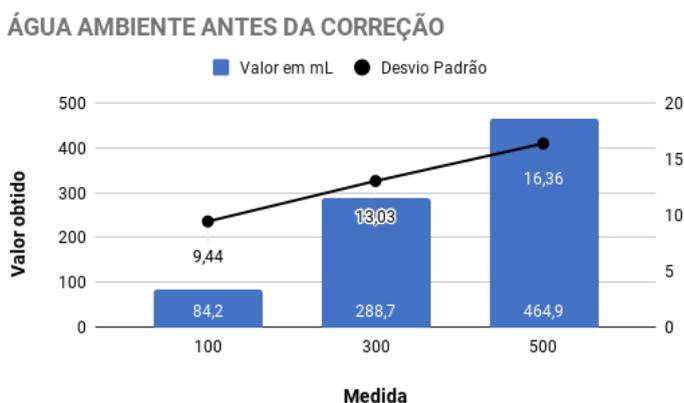
Fonte: os autores (2021).

Figura 7 - Gráfico: “Água fria antes da correção”



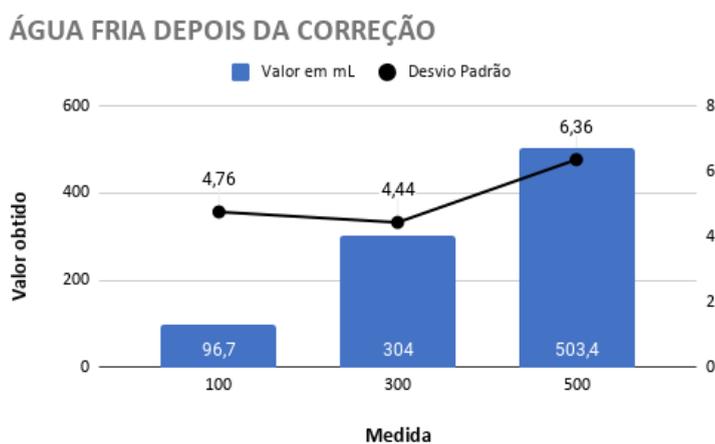
Fonte: os autores (2021).

Figura 8 - Gráfico: “Água ambiente antes da correção”



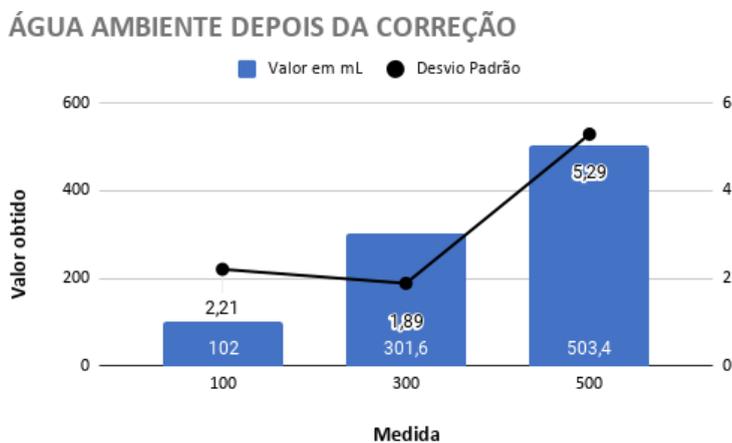
Fonte: os autores (2021).

Figura 9 - Gráfico: “Água fria depois da correção”



Fonte: os autores (2021).

Figura 9 - Gráfico: “Água ambiente depois da correção”



Fonte: os autores (2021).