

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR)
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

GABRIEL HENRIQUE LINKE

MEDIDOR DE CONSUMO DE ÁGUA (MCA)

OFICINA DE INTEGRAÇÃO 1 – RELATÓRIO FINAL

CURITIBA

2020

GABRIEL HENRIQUE LINKE

MEDIDOR DE CONSUMO DE ÁGUA (MCA)

Relatório Final da disciplina Oficina de Integração 1, do curso de Engenharia de Computação, apresentado aos professores que ministram a mesma na Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção da aprovação na disciplina.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Benvenutti Borba
Prof. Dr. Ronnier Frates Rohrich

CURITIBA

2020

RESUMO

. MEDIDOR DE CONSUMO DE ÁGUA (MCA). 20 f. Oficina de Integração 1 – Relatório Final – Curso de Engenharia de Computação, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). Curitiba, 2020.

Este documento descreve o Medidor de Consumo de Água (MCA), projeto realizado para a disciplina de Oficina de Integração 1. O projeto segue a premissa de informar ao usuário a quantidade de água que está sendo consumida por dia. Com essa informação, o usuário poderá tomar decisões para melhorar sua saúde, sendo aumentando ou diminuindo seu consumo diário de água.

Para isso, foi criado um bebedouro com um sensor de fluxo de água em seu interior. Esse sensor conecta-se a um microcontrolador Arduino que contabiliza o volume de água que passou por este. Dessa forma, os dados podem ser disponibilizados via bluetooth para uma aplicação Android. Destaca-se que o projeto foi concluído com sucesso, com os requisitos previamente levantados durante a fase de planejamento sendo cumpridos em sua totalidade, sem extrapolar o tempo previsto no cronograma. Por fim, salienta-se que o desenvolvimento em questão permitiu cumprir o objetivo de aprendizado visado.

Palavras-chave: Arduino, água, sensor de fluxo de água, aplicativo Android

ABSTRACT

. WATER CONSUMPTION METER. 20 f. Oficina de Integração 1 – Relatório Final – Curso de Engenharia de Computação, UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ (UTFPR). Curitiba, 2020.

This document describes the Water Consumption Meter (MCA - from the portuguese), project put forward for the Integration Workshop 1 subject. The project follows the premise of informing the user about the amount of water that is being consumed per day. With this information, the user will be able to make decisions to improve their health, increasing or decreasing their daily water consumption.

For this, a water dispenser was created with a water flow sensor inside it. This sensor is connected to an Arduino microcontroller that compute the water volume that has passed through the sensor. Thus, the data can be made available via bluetooth for an Android application. It is noteworthy that the project was successfully completed, with the requirements previously raised during the planning phase being fulfilled in its entirety, without extrapolating the time foreseen in the schedule. Finally, it is emphasized that the development in question made it possible to achieve the intended learning objective.

Keywords: Arduino, water, water flow sensor, Android application

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Modelo geral	10
FIGURA 2	– Diagrama geral do projeto	11
FIGURA 3	– Sensor de fluxo acoplado ao suporte e conectado ao Arduino.	12
FIGURA 4	– Esquemático do Hardware	12
FIGURA 5	– Diagrama de funcionamento do Arduino	14
FIGURA 6	– Diagrama de funcionamento dos botões	15
FIGURA 7	– Cronograma	17
FIGURA 8	– Diagrama de Gantt final	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	– Componentes utilizados e respectivos custos	18
-----------------	--	-----------

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
1.1	MOTIVAÇÃO	8
1.2	OBJETIVOS	8
1.2.1	Objetivo geral	8
1.2.2	Objetivos específicos	8
2	METODOLOGIA	10
2.1	VISÃO GERAL	10
2.2	PROJETO MECÂNICO	11
2.3	PROJETO DE HARDWARE	12
2.4	PROJETO DE SOFTWARE	13
2.4.1	Arduino	13
2.4.2	Aplicativo Android	13
2.5	INTEGRAÇÃO	15
3	EXPERIMENTOS E RESULTADOS	16
4	CRONOGRAMA E CUSTOS DO PROJETO	17
4.1	CRONOGRAMA	17
4.2	CUSTOS	18
5	CONCLUSÕES	19
5.1	CONCLUSÕES	19
5.2	TRABALHOS FUTUROS	19
	REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

Nosso corpo é constituído de cerca de 60% a 70% de água. Nosso sangue, músculos, pulmões e cérebro contém bastante água. Beber bastante líquido é vital para a nossa saúde. Precisamos de água, por exemplo, para digerir alimentos, absorver nutrientes, regular a temperatura do corpo e eliminar toxinas. Consumir com mais frequência tem muitos benefícios, como prevenir doenças e melhorar o desempenho físico e mental. Dessa forma, manter um bom nível de ingestão de água é de suma importância.

1.1 MOTIVAÇÃO

Embora muitas pessoas saibam da grande importância da água para o funcionamento do corpo humano, frequentemente elas podem ter a falsa sensação de que já estão ingerindo água o suficiente, podendo assim, prejudicar seu corpo por conta dessa sensação enganosa. Além disso, também há pessoas que gostariam de ter seu consumo diário de água registrado, ou que precisam desse dado para repassar para um médico, por exemplo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal é a criação de um sistema em que todo o volume de água que passa por um bebedouro é mensurado. Posteriormente, o volume que foi contabilizado durante o dia é repassado para o usuário, que poderá ter esses dados salvos em seu *smartphone*.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Criar um suporte para galão de água com um sensor de fluxo acoplado em seu interior. Conectar o sensor a um microcontrolador Arduino Uno que calculará o volume de água que transpassar o sensor durante o dia.

- Através de uma conexão bluetooth, possibilitar a transferência dos dados do Arduino ao *smartphone* do usuário.
- Criar um aplicativo que disponibilizará ao usuário o seu consumo atual e também possibilitará o acesso ao seu histórico de consumo.

2 METODOLOGIA

2.1 VISÃO GERAL

Em seu desenvolvimento, o projeto foi dividido em três partes principais: a parte mecânica, a elaboração do hardware e o desenvolvimento do software. No geral, o MCA tem a forma da Figura 1, onde há um suporte para galão de água com um sensor de fluxo em seu interior. Esse, está conectado a um Arduino Uno, que conecta-se a um módulo bluetooth. Quanto ao funcionamento do MCA, é possível observá-lo na Figura 2 e também no vídeo criado pelos autores(??). Quando a água passa pelo sensor, ele envia pulsos ao Arduino, que realiza cálculos para descobrir qual foi a quantidade de água que passou. O usuário, por sua vez, pode utilizar o aplicativo do MCA para solicitar esse dado via bluetooth. Após a solicitação, através do mesmo aplicativo ele pode ver seu consumo atual, além de poder visualizar o seu histórico de consumo.

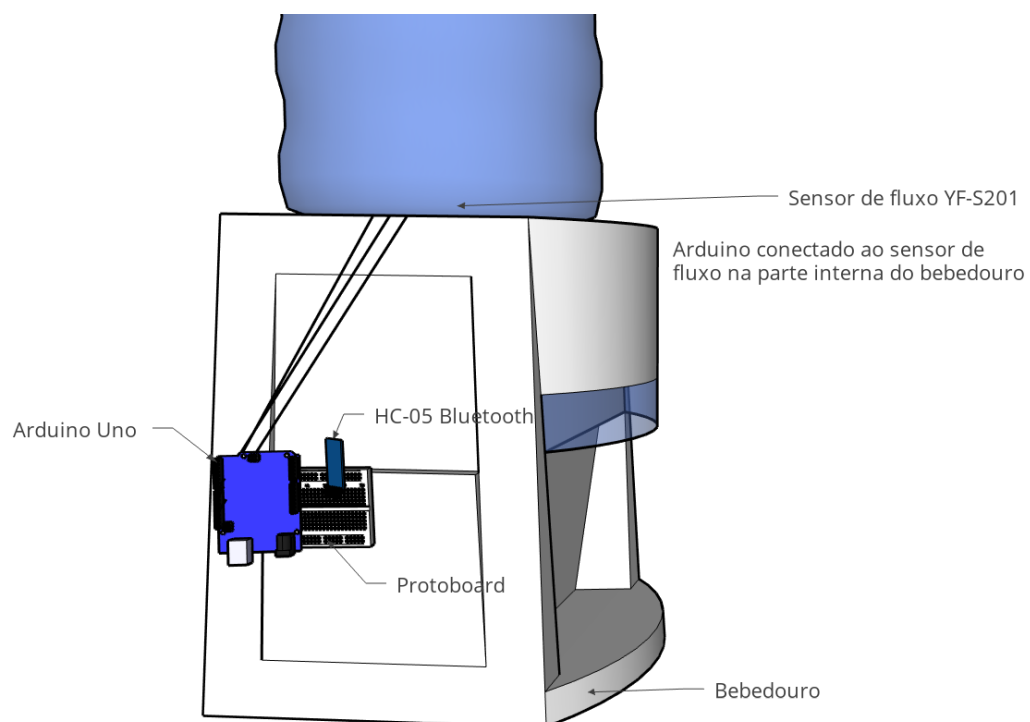


Figura 1: Modelo geral

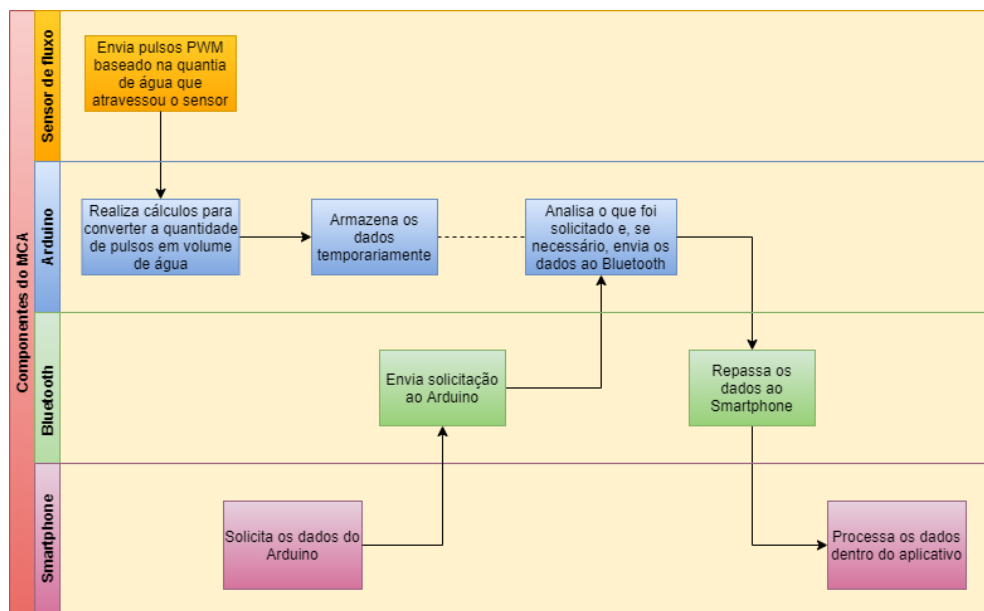


Figura 2: Diagrama geral do projeto

2.2 PROJETO MECÂNICO

Como o objetivo principal do MCA é contabilizar a quantidade de água consumida pelo usuário, a primeira etapa do projeto era garantir que o sensor de fluxo de água estivesse funcionando, pois ele seria o responsável por possibilitar os cálculos que resultariam no volume de água que passou por ele.

Com isso em mente, foi necessário conectar o sensor ao cano localizado na parte interna do suporte para galão, garantindo que toda a água que passasse pela torneira também passasse obrigatoriamente pelo sensor. Além do mais, também foi preciso conectar o sensor ao Arduino, para que assim, os cálculos pudessem ser realizados. Essas conexões podem ser visualizadas na Figura 3.

Além disso, também foi importante a confecção de uma *case*, responsável pelo encapsulamento do circuito. Esse encapsulamento contribui para a estética do projeto e também é essencial para a proteção dos circuitos, que poderiam ser facilmente molhados com o frequente manuseio de água em suas proximidades.



Figura 3: Sensor de fluxo acoplado ao suporte e conectado ao Arduino.

2.3 PROJETO DE HARDWARE

O *hardware* do projeto é principalmente constituído por três componentes: um microcontrolador Arduino Uno(AG, 2005), um módulo bluetooth HC-05(STUDIO, 2010) e um sensor de fluxo de água YF-S201(SEA, 2020). O Arduino é energizado via cabo USB, enquanto o restante do circuito é energizado através dos pinos de alimentação do Arduino com o auxílio de uma protoboard e de conectores macho-macho. Além disso, também foi necessário fazer uma conexão diferenciada para o módulo bluetooth, que exige um divisor de tensão para a porta de recepção, já que os sinais de saída do Arduino Uno ficam na faixa de 5V e a entrada deste pino no módulo bluetooth é limitada a 3,3V. O esquemático do *hardware* pode ser visualizado na Figura 4.

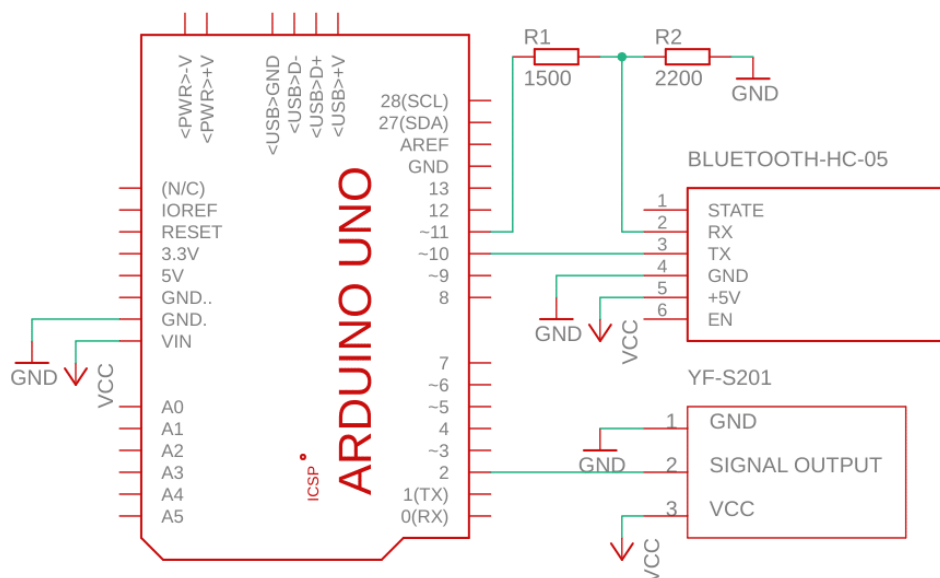


Figura 4: Esquemático do Hardware

2.4 PROJETO DE SOFTWARE

O *software* do projeto pode ser dividido em duas partes distintas: uma delas é a parte que fica no Arduino Uno e a outra é o aplicativo Android que deve ficar no *smartphone* do usuário.

2.4.1 ARDUINO

O principal objetivo do *software* que fica no Arduino é realizar o cálculo do volume de água que transpassou o sensor de fluxo de água. Para isso, o programa verifica por um segundo quantos pulsos são recebidos pelo sensor. Após isso, utilizando uma constante encontrada no *datasheet* do sensor, o valor em pulsos é convertido em vazão e posteriormente em volume.

Como medida de segurança, também foi implementada uma função que salva o volume de água na EEPROM do Arduino, pois caso em algum momento a energização do circuito seja interrompida, esses dados podem ser recuperados quando ela for restabelecida. Como a EEPROM tem um limite de ciclos de leitura e escrita, é necessário que ela seja utilizada apenas quando necessário. Dessa forma, quando o programa detecta que houve alguma vazão, uma variável do programa é definida como verdadeira, o que significa que o volume precisa ser salvo na memória. Quando não há mais vazão, o programa verifica se essa variável é verdadeira: se for, os dados são salvos na memória e a variável é definida como falsa. Se não for, o programa continua normalmente.

A última função do programa é a de receber e enviar dados para o módulo bluetooth. Desse modo, existem duas *strings* que podem ser recebidos e que devem ser tratadas dentro do programa: a primeira delas é a de “solicitarDados” e, caso o Arduino receba-a, significa que os dados foram solicitados via bluetooth, e então, o programa envia o volume para o módulo bluetooth. A segunda *string* que pode ser recebida é a de “zerar”. Caso seja esse o comando recebido, o programa salva o volume como zero. O fluxograma que descreve os processos supracitados pode ser visualizado na Figura 5

2.4.2 APLICATIVO ANDROID

O aplicativo Android, desenvolvido no Android Studio(GOOGLE, 2019), tem cinco botões principais, cada um com uma função distinta. Assim, utilizando as suas funções em conjunto, eles fazem com que a função principal seja cumprida: a de visualizar o consumo diário de água.

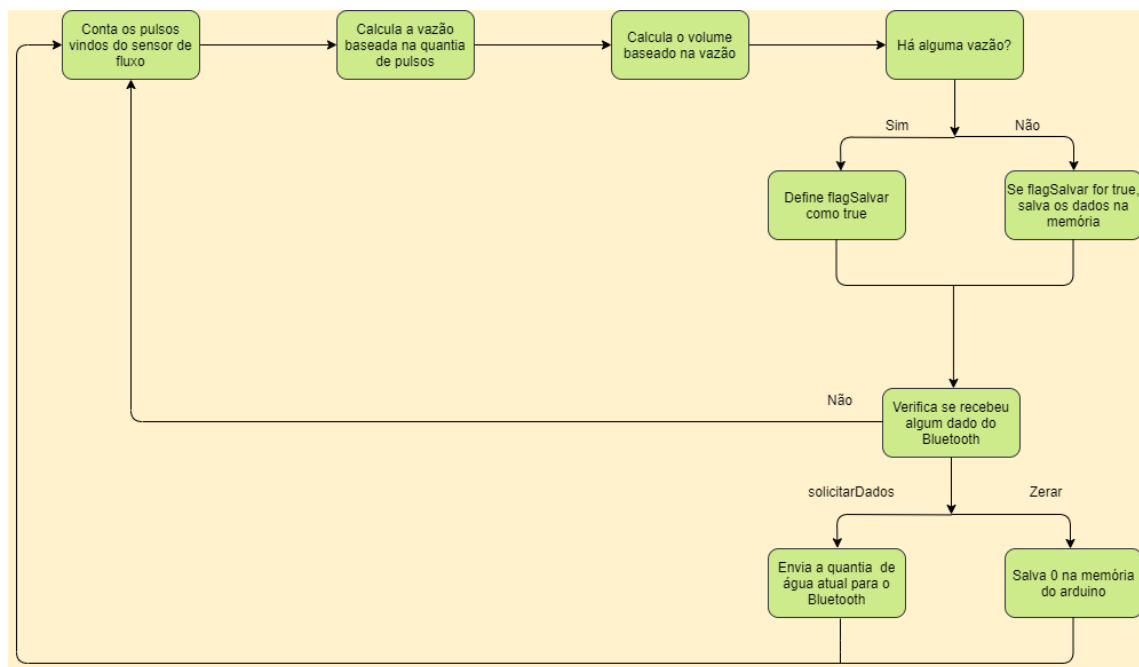


Figura 5: Diagrama de funcionamento do Arduino

Quando pressionado, o botão “Conectar” tem a função de verificar se o bluetooth do dispositivo está ativado. Se não estiver, ele abre uma janela dando ao usuário a opção de ativá-lo. Por outro lado, se o bluetooth já estiver ativado, o usuário é direcionado a uma janela que mostra a lista de dispositivos pareados, e assim, ele pode conectar-se ao módulo bluetooth para conseguir acessar os dados do Arduino.

O botão “Atualizar consumo atual” deve ser utilizado quando o usuário desejar atualizar o seu consumo atual. Dessa forma, quando o botão é pressionado, o programa verifica se há uma conexão com o módulo bluetooth. Se houver essa conexão, a *string* “solicitarDados” é enviada, e uma *string* com o volume contabilizado no Arduino é recebida como resposta. Após verificar se os dados não estão corrompidos, eles são salvos na memória do dispositivo.

Com o consumo atual atualizado, é hora de utilizar o botão “Consultar consumo atual”. Ao pressionar esse botão, o usuário é redirecionado à uma nova tela, onde consta o seu consumo atual em litros.

Também há o botão de “Finalizar dia”. O usuário deve utilizar esse botão diariamente ao final do dia. A função desse botão é de atualizar o consumo atual, após isso, consultar a data atual no dispositivo e salvar o consumo e a data em um banco de dados. Logo após, ele zera o consumo atual e também envia a *string* “zerar” para o bluetooth, o que significa que a memória do Arduino também será zerada.

Por último, há o botão “Histórico de consumo” que, ao ser pressionado, redireciona

o usuário para uma nova tela. Nessa tela, é criada uma lista com os dados salvos no banco de dados. Assim, o usuário pode verificar qual foi o seu consumo nos dias que já se passaram. Para ilustrar esses processos, pode-se visualizar o fluxograma da Figura 6.

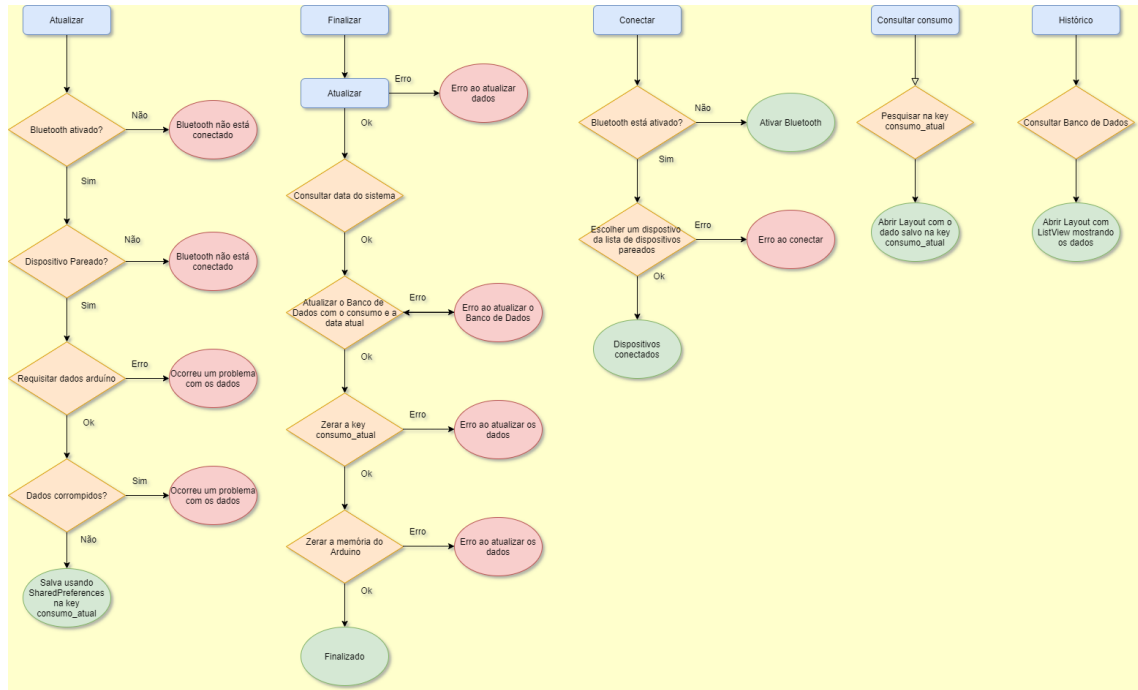


Figura 6: Diagrama de funcionamento dos botões

2.5 INTEGRAÇÃO

Em um primeiro momento, o projeto era composto por duas partes que estavam desconexas: por um lado, tinha-se um bebedouro com um sensor de fluxo de água acoplado em seu interior, conectado a um Arduino Uno, em que apenas poderíamos visualizar algum dado conectando-se o Arduino a um computador. Por outro, tinha-se um aplicativo Android, que até o momento, não tinha nenhuma utilidade.

Dessa forma, o que tornou possível integrar essas duas partes que, até então eram desconexas, foi a introdução do módulo bluetooth. Após a sua adição ao circuito, e com a devida programação no aplicativo, foi possível fazer com que essas partes fossem unificadas e possibilitassem que o objetivo do projeto fosse cumprido.

3 EXPERIMENTOS E RESULTADOS

Em geral, não houveram grandes complicações durante o desenvolvimento do projeto e o resultado obtido foi dentro do esperado. Entretanto, foram encontrados alguns empecilhos.

O primeiro deles foi a utilização do sensor de fluxo de água. Segundo seu *datasheet*, o sensor deve funcionar com um fluxo mínimo de 1L/min e máximo de 30L/min, e nessas condições, ele teria um erro percentual de até 10%. Entretanto, foi percebido que ao trabalhar próximo ao seu limite inferior, com uma vazão aproximada de 1,5L/min, o sensor teve um erro percentual mais próximo de 20%. Dessa forma, foi necessário incluir essa porcentagem nos cálculos que resultam no volume, evitando assim, o alto erro que seria encontrado caso contrário.

Além disso, outro empecilho encontrado foi a utilização da linguagem Java para a programação do aplicativo na IDE do Android Studio[ref AS]. Entretanto, como a linguagem não difere tanto do C++, com algumas leituras e com bastante prática foi possível adaptar-se a nova linguagem.

Ademais, também houve um problema ao salvar os dados na memória do Arduino. No início, tentou-se salvar os dados em apenas um slot de memória, entretanto, ao tentar salvar um número maior que 255, esse número não era salvo. Após pensar muito, percebeu-se que era um problema muito simples: cada slot só tinha capacidade de armazenar um byte. Dessa forma, foi necessário utilizar dois slots de memória para salvar esses dados, e assim, o problema foi resolvido.

Outrossim, houve um problema na aquisição do primeiro módulo bluetooth: após ler diversas vezes o *datasheet*, pesquisar em fóruns e assistir tutoriais, foi constatado que o módulo não funcionava.

Por último, durante a programação do aplicativo houve uma grande dificuldade na implementação da parte referente ao bluetooth. Entretanto, após muito estudo e tempo dedicado à programação, foi possível superar esse problema.

4 CRONOGRAMA E CUSTOS DO PROJETO

4.1 CRONOGRAMA

O projeto foi dividido em três grandes etapas que se referem aos seus objetivos principais, chamados de marcos. Na Figura 7 é possível observar os objetivos semanais com suas respectivas datas de execução. Além disso, na Figura 8 pode-se observar o Diagrama de Gantt do projeto, que facilita a visualização da distribuição das tarefas no tempo. A única mudança em relação ao cronograma original do projeto foi a adição de mais sete dias para o estudo do módulo bluetooth.

TASK	START	END
Fazer o planejamento	3/2/20	3/23/20
Comprar os componentes	3/2/20	3/23/20
Ler Datasheet do sensor de fluxo	3/23/20	3/30/20
Calibrar sensor de fluxo	3/30/20	4/6/20
Escrever programa para o cálculo do volume	3/30/20	4/6/20
Salvar dados na memória ROM do arduino	4/6/20	4/13/20
Integrar sensor de fluxo ao bebedouro	4/13/20	4/27/20
Isolar os fios do sensor	4/27/20	5/4/20
Conectar o sensor ao arduino	4/27/20	5/4/20
Iniciar a programação básica do aplicativo	5/4/20	5/18/20
Estudar funcionamento do módulo bluetooth	5/11/20	5/25/20
Estudar uma forma de salvar dados na memória do celular	5/18/20	5/25/20
Integrar módulo bluetooth ao arduino	5/18/20	6/1/20
Permitir a transferência de dados através do bluetooth quando o usuário clicar em "Atualizar consumo atual"	5/25/20	6/1/20
Abrir tela que mostra o consumo atual em Litros, com 3 casas decimais quando o usuário clicar em "Consultar consumo atual"	5/25/20	6/1/20
Salvar dados atuais quando o usuário clicar em "Finalizar dia" e reiniciar a contagem do consumo atual	5/25/20	6/1/20
Através dos dados salvos, mostrar o consumo dos últimos dias quando o usuário clicar em "Histórico de consumo"	6/1/20	6/15/20
Decidir onde colocar o circuito em relação ao bebedouro	6/1/20	6/15/20
Melhorar a estética do circuito	6/1/20	6/15/20
Finalizar o relatório	6/15/20	6/29/20
Elaborar apresentação	6/15/20	6/29/20

Figura 7: Cronograma

DIAGRAMA DE GANTT DO MCA

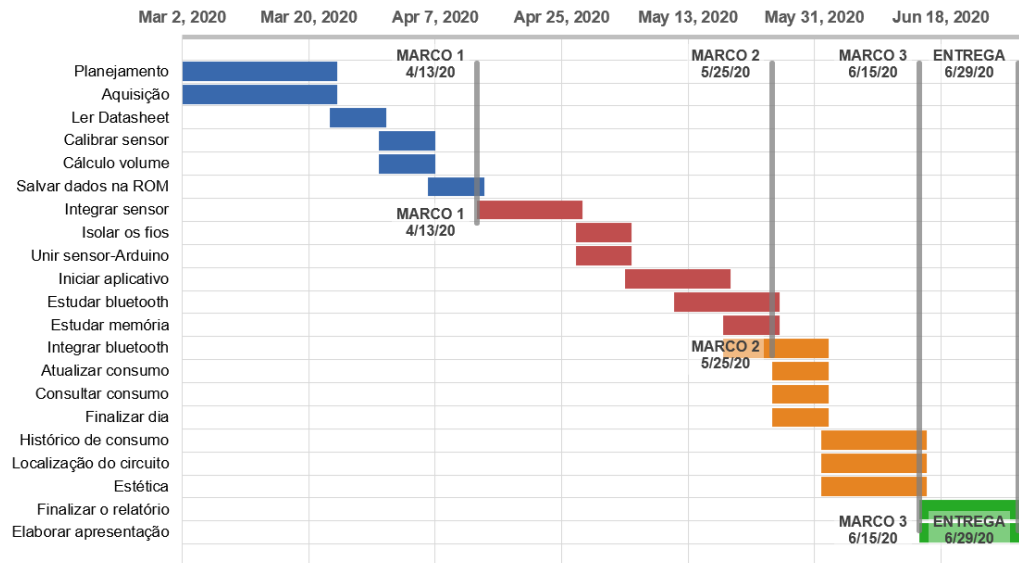


Figura 8: Diagrama de Gantt final

4.2 CUSTOS

No geral, os componentes utilizados foram os mesmos que estavam previstos na proposta de projeto, e podem ser observados na Tabela 1, juntamente com seus preços. Como o primeiro módulo bluetooth adquirido era defeituoso, foi possível obter um reembolso, então, o custo que consta na Tabela 1 é referente ao segundo módulo adquirido. Além disso, o preço do suporte para galão e do galão não foram incluídos, pois eles não precisaram ser comprados. Ademais, o custo do cabo para alimentação está incluído no custo do Arduino Uno, pois ambos faziam parte de um pacote.

Tabela 1: Componentes utilizados e respectivos custos

Componente	Quantidade	Preço médio
Suporte para galão	1	-
Galão de água	1	-
Cabo para alimentação	1	-
Sensor de fluxo de água	1	R\$39,00
Arduino Uno	1	R\$45,00
Módulo bluetooth HC-05	1	R\$57,00
Conectores macho-macho	alguns	R\$5,00
Resistores	2	R\$1,00
Protoboard	1	R\$13,00
Caixa para o circuito	1	R\$13,00
Total		R\$173,00

5 CONCLUSÕES

5.1 CONCLUSÕES

Destaca-se que o projeto foi concluído com sucesso, com os requisitos previamente levantados durante a fase de planejamento sendo cumpridos em sua totalidade, sem extrapolar o tempo previsto no cronograma. Ademais, salienta-se que o desenvolvimento em questão permitiu cumprir o objetivo de aprendizado visado

Entretanto, algumas melhorias ainda poderiam ser feitas, como uma melhor conexão entre o sensor de fluxo de água e o suporte para galão, além da aquisição de um sensor mais preciso. Entretanto, esta última não estava no escopo do projeto, devido ao seu alto custo.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

A leitura dos livros *The Practical Guide to Project Management* (PETERSEN, 2013) e *The Mythical Man-Month* (BROOKS, 1995) foram de grande ajuda para o desenvolvimento deste projeto. Com eles, foi possível aprender muito sobre gestão de projetos e a sua importância e, com o desenvolvimento do MCA, pode-se observar isso na prática. Com certeza, a gestão de projetos será utilizada de forma intensiva em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

AG, A. **Arduino UNO REV3**. 2005. Data de acesso: 26 de maio de 2020. Disponível em: <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>.

BROOKS, F. P. **The Mythical Man-Month (Anniversary Ed.)**. USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1995. ISBN 0201835959.

GOOGLE. **Android Studio**. 2019. Data de acesso: 26 de maio de 2020. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio?hl=es>>.

PETERSEN, C. **The Practical Guide to Project Management**. 2013. Data de acesso: 26 de maio de 2020. Disponível em: <<https://blog.ganttpro.com/en/7-free-project-management-books-for-your-christmas-holidays/>>.

SEA. **Datasheet sensor de fluxo YF-S201**. 2020. Data de acesso: 26 de maio de 2020. Disponível em: <http://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/YF-S201_SEA.pdf>.

STUDIO, I. **Datasheet módulo bluetooth HC-05**. 2010. Data de acesso: 26 de maio de 2020. Disponível em: <<https://www.electronicaestudio.com/docs/istd016A.pdf>>.