



**UNISUL**

**UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA – UNISUL**  
**LEONARDO DE MELO FERNANDES**

**IRRIGATRON – SISTEMA DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE DE  
IRRIGAÇÃO RESIDENCIAL**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Tecnologia em Sistemas para Internet da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Edson Orivaldo Lessa Junior

**Brasília**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

*A minha família e amigos pelo  
suporte incondicional em todos os  
momentos e a Deus, sobre todas as  
coisas.*

*A todo aquele que, por meio do  
compartilhamento de conhecimento, se  
propõe a construir um mundo melhor.*

*"Nós somos aquilo que repetidamente  
fazemos. A excelência, portanto, não é um  
feito, mas um hábito."*

***Aristóteles***

## **RESUMO**

O presente projeto propõe o desenvolvimento de um sistema automático de irrigação para horta doméstica, com aproveitamento da captação da água de condensação de aparelho de ar condicionado e a possibilidade de acompanhamento do sistema pela internet, permitindo conciliar a manutenção de hortas domésticas com os períodos de ausência de seus proprietários e aproveitar de recursos que de outra forma seriam descartados, para promover o aumento da destinação de espaços ociosos para a produção de alimentos.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Sistemas Embarcados. Sistemas de Automação. Comunicação M2M.



## **ABSTRACT**

This project addresses the development of an internet monitored automatic irrigation system for vegetable gardens, making use of the water generated by air-conditioner devices, creating opportunity to conciliate home cultivation maintenance with the periods of absence of its owners and the use of resources that would be discarded, in order to promote the growth of the destination of unused spaces to food production.

Keywords: Internet of Things. Embedded Systems. Automation Systems. M2M Communication.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Recursos Mobilizados.....	19
Tabela 2: Fluxo de atividades.....	26
Tabela 3: Divisão de Tarefas.....	30

## LISTA DE IMAGENS

Figura 1: Gráfico de Gantt.....	28
Figura 2: Gráfico de Gantt.....	29
Figura 3: Gráfico de Gantt.....	29
Figura 4: Raspberry pi e controladores utilizados para os primeiros testes.....	35
Figura 5: Mensagens trafegadas via protocolo MQTT.....	36

# SUMÁRIO

<b>1. IDENTIFICAÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO.....</b>	<b>11</b>
1.1. DEFINIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	11
1.2. CATEGORIA DO PROJETO.....	11
1.3. CONTEXTO DO PROJETO.....	11
1.4. EQUIPE DO PROJETO.....	12
<b>2. DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO.....</b>	<b>13</b>
2.1 DESCRIÇÃO.....	13
2.2. OBJETIVOS.....	13
2.2.1 OBJETIVO GERAL.....	13
2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2.3 JUSTIFICATIVA.....	14
2.4 RESULTADOS ESPERADOS.....	15
2.5 COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS.....	15
<b>3. ANÁLISE DO PROJETO.....</b>	<b>17</b>
3.1 ESTUDO DE NECESSIDADES – PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES.....	17
3.2 ESTUDO DE RECURSOS MOBILIZADOS.....	18
3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE.....	19
3.4 ESTUDO DE RISCOS.....	21
<b>4. PLANEJAMENTO DE PROJETO.....</b>	<b>25</b>
4.1 PLANO DE TRABALHO.....	25
4.1.1 FLUXO E CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	25
4.1.2 DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES.....	26
4.1.3 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES (GRÁFICO DE GANTT).....	28
4.2 EQUIPE DE TRABALHO.....	30
4.2.1 DIVISÃO DE TAREFAS.....	30
4.2.2 DIVISÃO DE RESPONSABILIDADES.....	31

<b>5. EXECUÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>32</b>
5.1 RELATÓRIOS PARCIAIS DE EXECUÇÃO.....	32
5.2 VERIFICAÇÃO DE ÍNDICES DE DESEMPENHO.....	33
5.3 AJUSTES/ MODIFICAÇÕES DE PROJETO.....	33
5.4 PROTÓTIPO DO PROJETO.....	33
5.5 PROJETO PILOTO.....	35
<b>6. ENCERRAMENTO DO PROJETO.....</b>	<b>36</b>
6.1 VALIDAÇÃO DO PROJETO.....	36
6.2 ENTREGA / APRESENTAÇÃO FINAL.....	36
6.3 MEDIÇÃO DOS RESULTADOS.....	36
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>37</b>
7.1 LIÇÕES APRENDIDAS.....	37
7.2 NOVAS IDÉIAS E OPORTUNIDADES.....	38
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>39</b>

## **1. IDENTIFICAÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO**

### **1.1. DEFINIÇÃO E APRESENTAÇÃO DO TEMA**

Desenvolvimento de um sistema autônomo de irrigação residencial.

### **1.2. CATEGORIA DO PROJETO**

Desenvolvimento tecnológico

### **1.3. CONTEXTO DO PROJETO**

O projeto ora apresentado busca resolver um problema de caráter pessoal: manter uma horta doméstica, mais especificamente em apartamento, assim como a liberdade necessária para eventuais afastamentos, principalmente em viagens de férias ou em momentos em que as demandas diárias inviabilizem a manutenção do cultivo.

Apesar de ser um projeto pessoal, a necessidade de aproveitamento de espaços ociosos para a produção de alimentos é uma forma de contribuir para um mundo mais sustentável, melhor e mais saudável, e o resultado desse estudo poderá contribuir para que mais pessoas adotem essa prática, diminuindo os impactos ambientais das áreas urbanas.

A prática do cultivo domiciliar apresenta as seguintes vantagens, segundo o SIS – Sistema de Inteligência Setorial (2016) do SEBRAE/SC:

- Ao colher apenas o necessário para o consumo, evita-se o descarte de excedentes.
- Comprar ervas, temperos e hortaliças no supermercado vincula o consumidor às quantidades mínimas definidas pelo estabelecimento, o que pode sair mais caro que o custo-benefício de manter uma horta doméstica.
- As plantas embelezam o ambiente.
- A possibilidade efetuar a colheita no momento do preparo permite consumir alimentos mais frescos

- Plantar os alimentos em casa garante uma alimentação livre de agrotóxicos.

Outra questão, também ligada à sustentabilidade, que se pretende endereçar, é o aproveitamento da água gerada pelo ar-condicionado. A água potável, recurso cada dia mais escasso, é fonte de preocupação para governos e ambientalistas, e as instalações de ar-condicionado da maioria das casas e edifícios simplesmente descartam a água oriunda do processo de condensação que ocorre durante o funcionamento do aparelho.

Embora essa água não seja apropriada para beber, ela pode ser utilizada para lavar pisos e roupas, assim como para alimentar a descarga dos vasos sanitários e regar plantas em hortas e jardins.

#### **1.4. EQUIPE DO PROJETO**

Projeto desenvolvido por Leonardo de Melo Fernandes, aluno do curso de Tecnologia em Sistemas para Internet.

## **2. DESCRIÇÃO DETALHADA DO PROJETO**

### **2.1 DESCRIÇÃO**

Trata-se da prototipação de uma solução de automação de irrigação, com captação da água gerada por aparelhos de ar condicionado, para a manutenção de uma horta doméstica em apartamento.

Cada vaso receberá a instalação de um sensor de umidade microcontrolado para envio de informações a uma bomba d'água, igualmente microcontrolada, por meio de um microprocessador que fará o gerenciamento da fila de mensageria entre eles, efetuando a rega da planta conforme suas necessidades hídricas.

A placa microprocessadora conterà a aplicação do serviço de gerenciamento de mensageria entre os sensores e atuadores e estes serão responsáveis pela interação com o ambiente externo recebendo, tratando e reagindo às medições efetuadas, e enviando informações para uma plataforma na nuvem, de forma a permitir o acompanhamento a distância do funcionamento do sistema.

O sistema deverá permitir o registro de novos sensores e atuadores, permitindo aumentar a quantidade de vasos e pontos de irrigação, no mesmo ou em novos reservatórios.

### **2.2. OBJETIVOS**

#### **2.2.1 OBJETIVO GERAL**

- Criar um sistema de controle de irrigação para hortas domésticas que aproveite a água captada da evaporadora do ar-condicionado.

#### **2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Permitir a manutenção de plantas por meio da rega adequada, mesmo na ausência dos moradores da casa.
- Facilitar a manutenção do cultivo urbano de hortaliças e outras plantas por pessoas com restrição de mobilidade.
- Reduzir o custo de manutenção da horta através da utilização da água gerada pela utilização do aparelho de ar condicionado.

### **2.3 JUSTIFICATIVA**

A manutenção de um jardim ou de uma horta doméstica demanda cuidados diários de seus proprietários. Assim, quando estes precisam se ausentar por um período prolongado, se deparam com o desafio de encontrar alguém de confiança, normalmente um parente ou amigo próximo, que se disponha a deslocar-se até sua casa para suprir minimamente essa tarefa. Todavia, seja por falta de conhecimento ou por outros motivos, é comum que o trabalho de manutenção feito até aquele momento se perca e a horta tenha que ser reiniciada.

Em um outro cenário, pessoas mais idosas ou com alguma restrição de mobilidade, quando moram sozinhas, por vezes abdicam da possibilidade de ter uma alimentação mais saudável por meio do cultivo doméstico por não terem uma condição adequada de dar a manutenção necessária a uma horta.

Dentre as tarefas que mais demandam atenção a irrigação é a mais importante, pois é capaz de matar as plantas em pouco tempo, tanto pela falta quanto pelo excesso de água. As demais atividades, tais como adubação e eventuais trocas de terra ou de vasos, por serem menos recorrentes e críticas, podem ser programadas para serem realizadas aos poucos, ou em momentos em que haja disponibilidade de tempo dos mantenedores.

Em ambos os cenários, o presente projeto visa facilitar a rotina de manutenção da horta doméstica, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida nas cidades, através da automação da sua demanda mais crítica: a de irrigação. Ademais, com a possibilidade de monitorar o sistema pela internet, o proprietário pode acompanhar o seu funcionamento e diminuir a dependência de outras

peças, que seriam acionadas apenas para atuar em relação ao sistema em si, caso este apresentasse problemas.

Além dos benefícios do cultivo orgânico das próprias hortaliças, o projeto pretende dar utilidade para a água resultante da utilização do aparelho de ar condicionado, que em quase todas as casas ainda é descartada. O aproveitamento dessa água evita a utilização da água encanada e incrementa sustentabilidade ao projeto, além de gerar economia e otimizar o orçamento doméstico.

## **2.4 RESULTADOS ESPERADOS**

- A criação de um sistema de irrigação monitorado pela internet que permita utilizar a água dispensada pelo aparelho de ar condicionado para efetuar a rega de plantas conforme a necessidade por meio do controle da umidade individual do substrato presente nos vasos.
- Espera-se, do ponto de vista prático, que o sistema aumente a liberdade de locomoção do usuário, permitindo-lhe afastar-se de casa sem perder o trabalho realizado na manutenção da horta e mitigando o risco de desperdício dos alimentos cultivados.
- Do ponto de vista técnico, o sistema deverá permitir controle individual por vaso e o acréscimo de novos pontos de irrigação.

## **2.5 COLETA E INTERPRETAÇÃO DE DADOS**

O apreço pela gastronomia e a dificuldade de encontrar com a frequência pretendida as especiarias necessárias para a utilização cotidiana foram o gatilho para o início, há aproximadamente dez anos, de um pequeno cultivo doméstico em um apartamento do Rio de Janeiro, composto inicialmente por alecrim, tomilho, manjerição e orégano.

Por se tratar de um lugar muito quente, qualquer negligência na manutenção tinha impactos visíveis ao fim ou início do dia, quando eram efetuadas as regas.

Embora o gosto pela culinária e todas as outras vantagens dessa prática conduzissem ao ato de cultivar o próprio alimento, a vontade de viajar e ter outras

vivências resultou no seguinte conflito: os afastamentos sempre implicavam em deslocar alguém que se dispusesse a substituir o titular na tarefa de atender as necessidades hídricas dos cultivares. Para não perder a oportunidade do trocadilho, tal empreendimento nunca rendeu bons frutos e, mesmo de volta a Brasília depois de dois anos de meio, os afastamentos implicavam na perda de trabalho até então realizado.

Partindo desse contexto, e do hábito de questionar e buscar melhorar as formas de fazer desenvolvido ao longo da vida, surgiu, ainda no Rio de Janeiro, o primeiro protótipo de automação do processo de irrigação: Algumas garrafas de refrigerante acopladas a mangueiras de soro hospitalar seriam responsáveis por realizar uma rega por gotejamento que permitisse uma viagem de fim de semana ou facilitasse a vida do parente ou amigo que se propusesse a ajudar enquanto não houvesse ninguém em casa por um período mais longo. Todavia tal processo não funcionou como o esperado e as plantas morriam ora por falta, ora por excesso de água.

Em momento posterior, a dificuldade encontrada por parentes mais idosos ao cuidar de seus próprios jardins e hortas reafirmou a relevância de um projeto que até então era fruto de uma dor apenas pessoal. Tal solução poderia beneficiar mais pessoas.

O retorno do Rio para Brasília trouxe uma nova experiência profissional que se mostrou fundamental para esse momento: o contato com a área de Tecnologia da Informação iniciado na ocasião agregou novas ferramentas para resolução de problemas e formas de pensar e estruturar ações começaram a se delinear e a vontade de aprofundar o conhecimento abriu o caminho para o momento que se apresenta.

Toda essa jornada conta que os dados foram coletados de uma dor pessoal, da observação do mundo e de uma postura crítica diante dos empecilhos encontrados ao longo do caminho.

### 3. ANÁLISE DO PROJETO

#### 3.1 ESTUDO DE NECESSIDADES – PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES

- **Especificações**
  - **Hardware**
    - Raspberry pi 4 – 2GB RAM
    - ESP32
    - ESP8266
  - **Sensores e atuadores**
    - Sensor de umidade de solo capacitivo (v2.0)
    - Módulo relé
    - Bomba peristáltica
  - **Componentes eletrônicos**
    - *Jumpers*
    - *Protoboard*
    - Fonte de alimentação
  - **Sistemas operacionais e de desenvolvimento**
    - RaspbianOS
    - Arduino IDE
  - **Conectividade**
    - Wi-Fi
  - **Protocolos e linguagens de programação**
    - HTTP – *Hyper Text Markup Language*
    - MQTT – *Message Queueing Telemetry Transport*
    - Linguagem C
  - **Nuvem e servidor**
    - Mosquitto – *Broker MQTT*
    - ThingSpeak – Plataforma online de internet das coisas
- **Montagem física e ambiente de desenvolvimento**
  - **Raspberry pi**
    - Instalação do sistema operacional
    - Instalação do broker MQTT

- **Sensores e Atuadores**
  - Ligação do sensor de umidade do solo ao ESP32
  - Ligação do relé à bomba peristáltica e ao ESP8266
- **Ambiente de desenvolvimento**
  - Instalação da IDE do Arduino (notebook)
  - Instalação do Cliente MQTT (celular e notebook)
- **Programação**
  - Programação do ESP32 para medição da umidade
  - Programação do ESP8266 para acionamento da bomba peristáltica de acordo com a leitura de umidade efetuada no ESP32 e envio das informações para a nuvem.

### 3.2 ESTUDO DE RECURSOS MOBILIZADOS

Para o desenvolvimento deste projeto foram destinados recursos para a aquisição dos sensores atuadores e controladores, além de livros e um curso.

Todas as aplicações utilizadas são de código aberto, eliminando a necessidade de gastos com licenças. Também não houve gasto para a aquisição do Raspberry pi utilizado no projeto.

Com exceção do Raspberry pi, todos os demais componentes eletrônicos foram comprados pela internet na loja Robocore.

<b>RECURSOS MOBILIZADOS</b>		
Previsão Orçamentária no primeiro ano: <b>R\$ 466,91</b>		
Previsão Orçamentária (ANUAL): <b>R\$ 466,91</b>		
<b>Humanos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo mensal</b>
Tecnólogo em sistemas para internet	1	0,00
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo</b>
Adaptador para ESP8266	1	14,90
Fonte de alimentação	1	15,00
Bomba peristáltica	1	59,90
Cursos	1	139,00
Componentes eletrônicos	12	0,00
ESP32	1	67,50

<b>RECURSOS MOBILIZADOS</b>		
ESP8266 (modelo 01)	1	19,90
Livros	2	82,91
Módulo relé	1	12,90
Placa FTDI	1	35,00
Raspberry pi	1	0,00
Sensor de umidade de solo capacitivo	1	19,90

**Tabela 1: Recursos Mobilizados**

### **3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE**

#### ***BENEFÍCIOS***

##### **Quais são as vantagens mensuráveis que o projeto trará?**

Redução dos custos decorrentes da perda de plantas em função de ausências prolongadas. Embora o custo das hortaliças comuns não seja elevado, algumas plantas podem ser difíceis de encontrar, principalmente quando se fala de plantas comestíveis não convencionais – PANCs (ora-pro-nobis, por exemplo). Ademais, até que se alcance o ponto de colheita dos legumes e hortaliças, o tempo que pode variar de 25-30 dias, no caso da rúcula, a 150-180 dias no caso do alho, o suprimento dos moradores será interrompido, gerando a necessidade de aquisição desses alimentos nos supermercados até que se restabeleça a capacidade produtiva do sistema caseiro.

##### **Quais são os valores comparativos?**

Redução do tempo diário gasto com a rega das plantas. Em experiências anteriores, considerando um sistema com aproximadamente 10 vasos, gastava-se aproximadamente 15 minutos pela manhã e outros 15 à noite com a rega das plantas, principalmente nos períodos de seca pelos quais Brasília é conhecida e nos de calor que também caracterizam o Rio de Janeiro. Após a implementação do sistema a manutenção será apenas referente à manutenção do nível de água do reservatório, caso o sistema de plantio supere a capacidade de geração dos aparelhos de ar condicionado, o que pode acontecer nos períodos mais frios do ano, quando a utilização dos aparelhos é menos frequente.

Redução do uso de água encanada para a manutenção do sistema de plantio. A depender da temperatura e do tempo de utilização no dia, um aparelho de 12mil BTU em Brasília pode gerar mais de 2 litros de água condensada por dia. A depender da quantidade e tamanho dos vasos utilizados, esse sistema pode se manter por semanas, talvez meses, sem a necessidade de utilização da água encanada.

### **Como se poderá verificar os benefícios?**

Melhoria na qualidade da alimentação da família proprietária da horta.

Além da melhor qualidade alimentar, o projeto permitirá que os proprietários do cultivo doméstico tenham mais liberdade, uma vez que os cuidados diários exigidos para a manutenção desse cultivo ficará a cargo do sistema a ser implementado

## ***RECURSOS***

### **Recursos materiais necessários para o projeto**

Os recursos necessários ao projeto estão descritos na Tabela 1. Parte dos recursos já estava disponível e o restante foi adquirido com recursos próprios.

### **Recursos humanos necessários para o projeto**

Por se tratar de um projeto pessoal, não houve necessidade de recrutamento de pessoal

## ***CUSTOS***

### **Dinheiro Necessário para o Desenvolvimento do Projeto**

Os custos do projeto foram realizados com recursos próprios nos valores descritos na Tabela 1.

## ***PRAZO***

O projeto possui prazo estimado de 6 meses para a conclusão.

### **Conclusões quanto à viabilidade do projeto**

O projeto é viável tanto do ponto de vista dos recursos disponíveis quanto do ponto de vista técnico.

## **3.4 ESTUDO DE RISCOS**

### ***RISCOS QUANTO AOS BENEFÍCIOS***

**O cliente tem uma ideia exata do resultado a ser obtido? Ou tem uma ideia aproximada?**

Por se tratar de um projeto pessoal, em que o cliente e o executor do projeto são a mesma pessoa, pode-se afirmar que o cliente tem uma ideia exata do resultado esperado.

**É possível medir os benefícios?**

Os benefícios poderão ser medidos a qualquer tempo, pela verificação direta das plantas, se estarão ou não adequadamente regadas. Os benefícios também serão percebidos quando, ao retornar de eventuais afastamentos (viagens, por exemplo) o cliente encontrar as plantas viçosas.

**Qual a probabilidade desse tipo de riscos?**

Na fase de maturação do sistema podem ser descobertos fatos novos que impliquem na necessidade de adequação do projeto, tais como uma necessidade de configuração não pensada de funcionamento do sistema que implique na necessidade de adequação do projeto.

A probabilidade de ocorrência é média, pois é esperado que a utilização do sistema crie novas necessidades e indique novos caminhos.

**Qual o seu impacto?**

O impacto é pequeno pois o início do período de utilização pode ser programado para quando não haja expectativa de afastamento que comprometa a qualidade das plantas durante a fase de testes.

### ***RISCOS QUANTO AOS RECURSOS:***

#### **Há equipamentos de reserva?**

O orçamento não contempla equipamentos de reserva. Eventuais dificuldades poderão aumentar o custo do projeto. Todavia, os dispositivos utilizados são de baixo custo, o que diminui o impacto financeiro.

#### **Há pessoal de reserva?**

Pela própria natureza do projeto, não há pessoal de reserva.

### ***RISCOS QUANTO AOS RECURSOS:***

#### **A tecnologia empregada é inteiramente dominada?**

A parte da tecnologia que ainda não é dominada possui bastante conteúdo gratuito e pago disponível.

#### **Qual a probabilidade desse tipo de riscos?**

O tempo de aprendizado ou a falta de disponibilidade das peças para aquisição apresenta uma pequena probabilidade de provocar atraso na conclusão do projeto.

#### **Qual o seu impacto?**

Caso esse risco se materialize, o impacto será de médio nível.

### ***RISCOS QUANTO AOS CUSTOS:***

#### **O financiamento de todo o projeto está garantido?**

O projeto será financiado com recursos próprios, os quais já estão disponíveis e contemplam uma margem de reserva.

#### **Há um montante de reserva?**

O projeto possui montante de reserva.

#### **Qual a probabilidade desse tipo de riscos?**

Equipamentos eletrônicos com frequência possuem seus preços atrelados

ao dólar, o que pode gerar oscilações consideráveis nos preços em função de flutuações cambiais.

Considerando o cenário atual ainda abalado pelos efeitos da pandemia de COVID-19 e pelos cenários políticos interno e externo tanto do Brasil quanto do exterior, a probabilidade desse tipo de risco é alta, mas o impacto é pequeno, uma vez que os recursos já estão disponíveis e possuem reserva.

### ***RISCOS QUANTO AO PRAZO:***

**Há fatores internos ou externos, não considerados, que podem afetar o prazo do projeto?**

Algum erro de definição nas fases iniciais do projeto podem levar à necessidade de revisão do projeto, ou conduzi-lo por um caminho que não seja o ótimo.

**A equipe de projeto é experiente?**

Embora não possua experiência de mercado na área, o nível de dificuldade do projeto é adequado ao prazo disponível e aos conhecimentos existentes.

**Qual a probabilidade desse tipo de riscos?**

A probabilidade de materialização desse risco é média.

**Qual o seu impacto?**

Caso se materialize tal evento é de médio impacto.

**Lista dos 10 riscos mais importantes:**

- Erro na definição dos componentes de hardware
- Erro na definição dos protocolos de comunicação
- Falha na comunicação entre o sistema local e a plataforma na nuvem
- Alteração na política de preços da plataforma na nuvem durante o desenvolvimento do projeto

- Nível de segurança de dados inadequada
- Aumento no preço dos componentes por oscilação cambial desfavorável
- Atraso na conclusão do desenvolvimento
- Indisponibilidade ou atraso na entrega dos componentes eletrônicos
- Dificuldade para encontrar informações para necessidades específicas do projeto
- Durabilidade dos componentes do sistema

### **Podemos conviver com eles?**

Os riscos identificados podem impactar os custos e o prazo de conclusão do projeto, todavia não são suficientes para inviabilizá-lo.

### **É possível atenuá-los?**

Com planejamento orçamentário adequado para antecipar os pedidos de materiais e fazendo um estudo inicial mais metuculoso é possível atenuar os principais riscos do projeto.

### **É possível evitá-los?**

O tempo investido na fase de definições pode contribuir para evitar a concretização dos riscos relacionados às escolhas iniciais.

### **Conclusões quanto aos riscos do projeto:**

Diante da ausência de riscos de alto impacto com alta probabilidade de materialização, o projeto será considerado de médio risco.

## 4. PLANEJAMENTO DE PROJETO

### 4.1 PLANO DE TRABALHO

Com base na análise de recursos, riscos e viabilidade, desenhou-se o plano de ação apresentado nos itens que seguem.

#### 4.1.1 FLUXO E CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

Atividade	Início	Fim	Prazo
Etapa 1: Especificações	03/08/2021	20/08/2021	14
Hardware	03/08/2021	16/08/2021	10
Definição de controladores	03/08/2021	04/08/2021	2
Definição de sensores	05/08/2021	06/08/2021	2
Definição de atuadores	09/08/2021	10/08/2021	2
Definição de componentes eletrônicos	11/08/2021	12/08/2021	2
Definição de forma de alimentação	13/08/2021	16/08/2021	2
Software	03/08/2021	17/08/2021	11
Definição de sistema operacional	03/08/2021	03/08/2021	1
Definição de conexão com a internet	03/08/2021	03/08/2021	1
Definição de forma de hospedagem	04/08/2021	17/08/2021	10
Definição de servidor web	04/08/2021	17/08/2021	10
Definição de servidor IoT	04/08/2021	17/08/2021	10
Interfaces	18/08/2021	20/08/2021	3
Definição de linguagens de programação	18/08/2021	20/08/2021	3
Protocolos de IoT	18/08/2021	20/08/2021	3
Definição de tipo de protocolo IoT	18/08/2021	20/08/2021	3
Etapa 2: Sistema de Controle	24/08/2021	26/10/2021	46
Montagem de hardware	24/08/2021	30/08/2021	5
Configuração do Raspberry pi	24/08/2021	30/08/2021	5

Leitura dos sensores	31/08/2021	24/09/2021	19
Montagem do sensor de umidade	31/08/2021	15/09/2021	12
Sensores de umidade dos vasos	16/09/2021	24/09/2021	7
Acionamento das bombas d'água	27/09/2021	12/10/2021	12
Montagem das bombas	27/09/2021	01/10/2021	5
Programação do ESP8266	04/10/2021	12/10/2021	7
Armazenamento de informações	13/10/2021	26/10/2021	10
Etapa 3: Interface de monitoração	27/10/2021	29/10/2021	3
Prototipação das interfaces	27/10/2021	29/10/2021	3
Etapa 4: Configuração do ambiente em nuvem	01/11/2021	05/11/2021	5
Adequação do código dos sensores para requisições HTTP	01/11/2021	05/11/2021	5
Etapa 5: Testes e ajustes	08/11/2021	12/11/2021	5

**Tabela 2: Fluxo de atividades**

#### **4.1.2 DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES**

A primeira etapa foi destinada ao levantamento das especificações necessárias ao desenvolvimento do projeto. Essas especificações incluem as definições de *hardware* e *software*, tais como:

- Controladores, sensores e atuadores, em relação aos tipos, durabilidade e funcionalidades oferecidas
- Forma de alimentação do sistema, como a viabilidade, dado o tempo e conhecimento disponíveis, de utilizar energia solar ou a rede elétrica convencional
- Definição do sistema operacional e da forma de conexão dos dispositivos à rede
- Forma de monitoramento do sistema na internet
- Servidores necessários
- Linguagens de programação e protocolos a ser utilizados

Com base nas escolhas realizadas na primeira etapa e após a aquisição do material restante necessário à realização do projeto, a segunda etapa cuidou de

aspectos como a montagem dos componentes eletrônicos do sistema de controle, incluindo a configuração do sistema operacional e a ligação dos sensores e atuadores em seus respectivos controladores. Ainda nessa etapa foi iniciada a configuração do ambiente para persistência das informações na nuvem.

A terceira etapa, encarregada da prototipação das interfaces, acabou por se tornar obsoleta ao longo do desenvolvimento em função de uma mudança na plataforma em nuvem onde seria hospedada a aplicação. As interfaces de monitoração, considerando a nova solução adotada, será montada conforme a interface da própria plataforma.

Na quarta etapa foram realizadas as configurações iniciais para envio das informações para a plataforma ThingSpeak. Além da configuração do ambiente no próprio portal, foram efetuados ajustes no código dos controladores para realizar o envio das requisições HTTP contendo as informações de monitoramento do nível de umidade medido pelo sensor e o estado da bomba peristáltica, permitindo identificar os momentos em que esta foi ligada ou desligada. Os processos dessa etapa são contínuos, visto que novas funcionalidades e informações podem ser acrescentadas ao que já existe, assim como podem ser acrescentados novos vasos a serem monitorados.

A quinta etapa é destinada à realização de testes e ajustes, principalmente em relação ao comportamento observado na interação entre os dispositivos e a plataforma em si. Dadas as suas características, essa etapa também é contínua e promoverá transformações no sistema ao longo do tempo.

### 4.1.3 CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES (GRÁFICO DE GANTT)



Nome	Data inicial	Data final	Duração
[-] ● Etapa 1: Especificações	03/08/2021	20/08/2021	14
[+] ● Hardware	03/08/2021	16/08/2021	10
[-] ● Software	03/08/2021	17/08/2021	11
● Definição de sistema operacional	03/08/2021	03/08/2021	1
● Definição de conexão com a internet	03/08/2021	03/08/2021	1
[+] ● Definição de forma de hospedagem	04/08/2021	17/08/2021	10
[-] ● Interfaces	18/08/2021	20/08/2021	3
● Definição de linguagens de programaç...	18/08/2021	20/08/2021	3
[+] ● Protocolos de IoT	18/08/2021	20/08/2021	3
[-] ● Etapa 2: Sistema de Controle	24/08/2021	26/10/2021	46
[-] ● Montagem de hardware	24/08/2021	30/08/2021	5
● Configuração do Raspberry pi	24/08/2021	30/08/2021	5
[-] ● Leitura dos sensores	31/08/2021	24/09/2021	19
● Montagem do sensor de umidade	31/08/2021	15/09/2021	12
● Sensores de umidade dos vasos	16/09/2021	24/09/2021	7
[-] ● Acionamento das bombas d'água	27/09/2021	12/10/2021	12
● Montagem das bombas	27/09/2021	01/10/2021	5
● Programação do ESP8266	04/10/2021	12/10/2021	7
● Armazenamento de informações	13/10/2021	26/10/2021	10
[-] ● Etapa 3: Interface de monitoração	27/10/2021	29/10/2021	3
● Prototipação das interfaces	27/10/2021	29/10/2021	3
[-] ● Etapa 4: Configuração do ambiente em nuvem	01/11/2021	05/11/2021	5
● Adequação do código dos sensores para ...	01/11/2021	05/11/2021	5
● Etapa 5: Testes e ajustes	08/11/2021	12/11/2021	5

Figura 1: Gráfico de Gantt

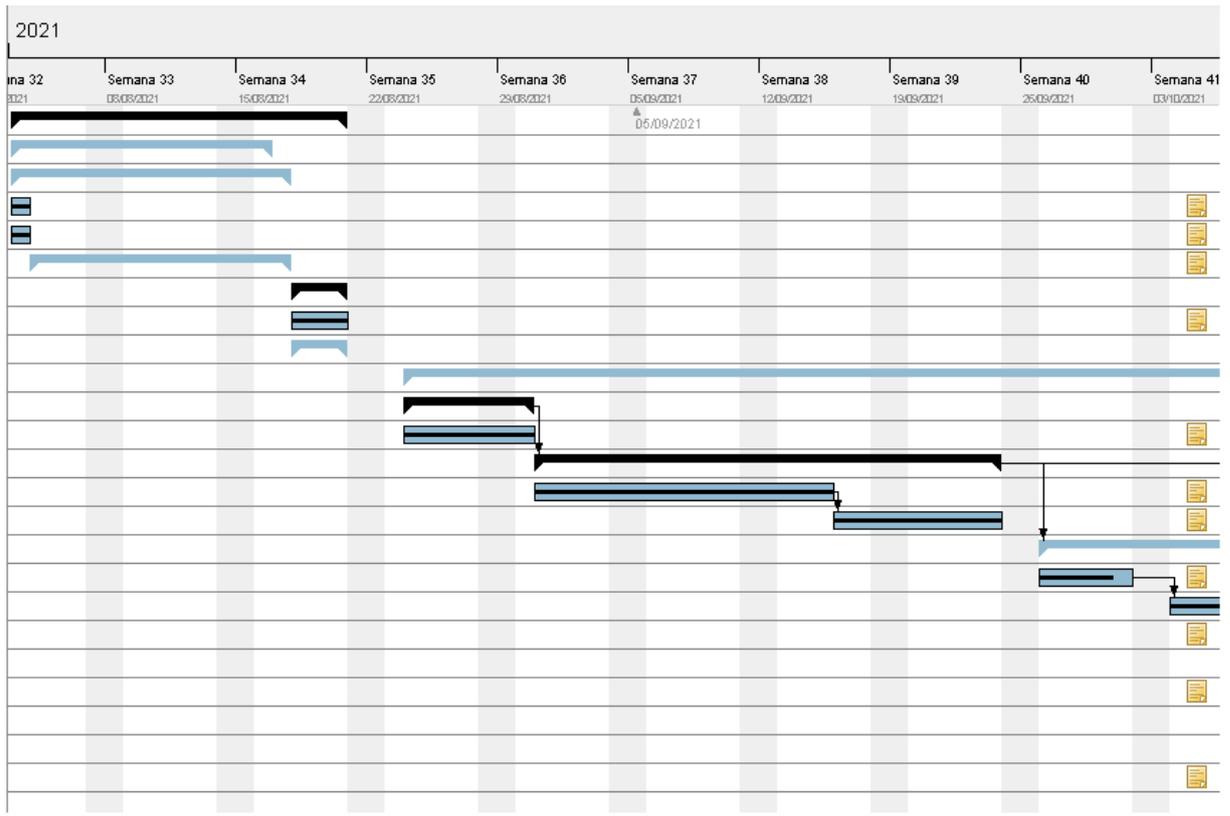


Figura 2: Gráfico de Gantt

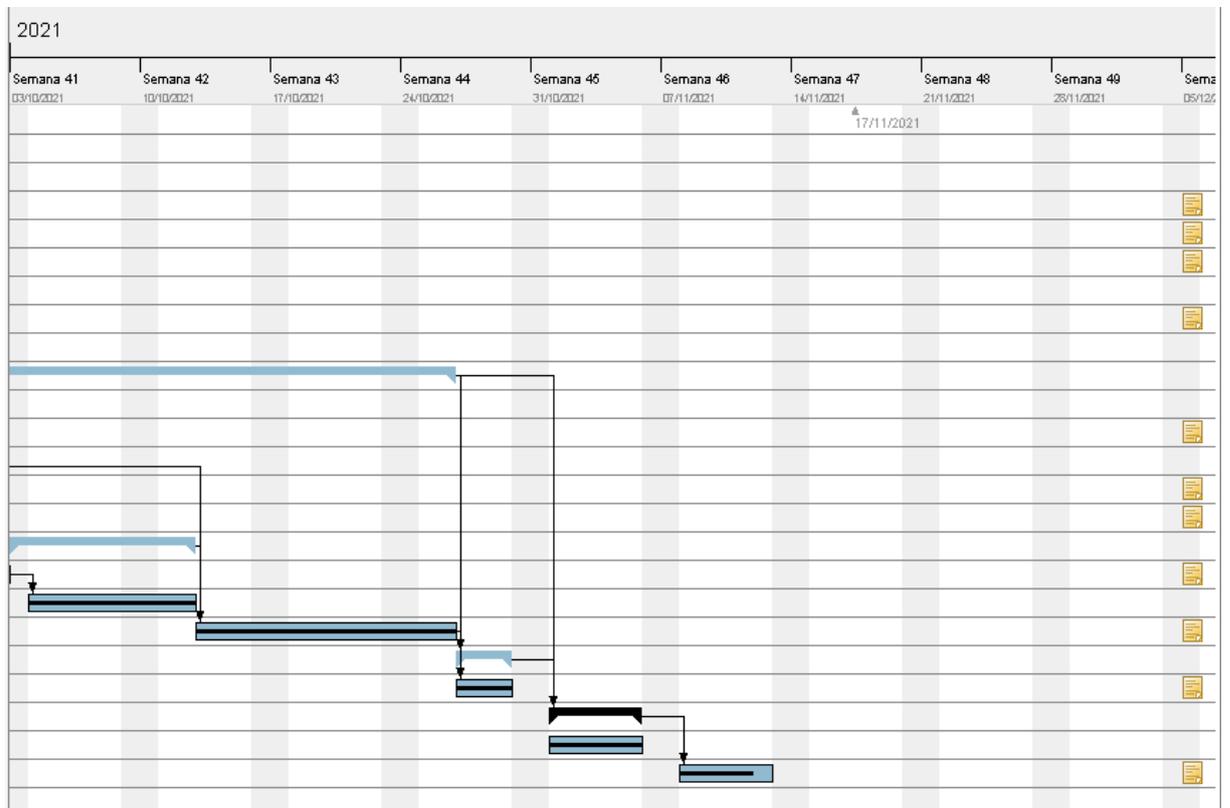


Figura 3: Gráfico de Gantt

## 4.2 EQUIPE DE TRABALHO

Projeto desenvolvido individualmente pelo Tecnólogo: Leonardo de Melo Fernandes.

### 4.2.1 DIVISÃO DE TAREFAS

DIVISÃO DE TAREFAS COM ESTIMATIVA DE RECURSOS	
ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO	RECURSOS NECESSÁRIOS
<b>ETAPA 1 – Especificações</b>	
1. Definição dos equipamentos que serão utilizados	Notebook, Internet, Material didático
<b>ETAPA 2 – Sistema de Controle</b>	
1. Montagem do Hardware	Os mesmos da etapa 1, Raspberry pi
2. Leitura dos sensores	Os mesmos da etapa 2, Sensor de umidade capacitivo, ESP32, <i>jumpers e protoboard</i>
3. Acionamento das bombas peristálticas	Os mesmos da etapa 2, Bomba d'água, ESP8266, <i>jumpers e protoboard</i>
4. Armazenamento de informações	Os mesmos das etapas 2 e 3, Conta na plataforma de internet das coisas
<b>ETAPA 3 – Interface de Monitoração</b>	
1. Montagem das interfaces	Os mesmos da etapa 4
<b>ETAPA 4 – Configuração do Ambiente em Nuvem</b>	
1. Adequação do código dos atuadores para envio de requisições HTTP	Os mesmos da etapa 4
<b>ETAPA 5 – Testes e Ajustes</b>	
1. Testes e ajustes	Os mesmos da etapa 4

Tabela 3: Divisão de Tarefas



#### **4.2.2 DIVISÃO DE RESPONSABILIDADES**

Todas as atividades foram realizadas e são de responsabilidade do Tecnólogo Leonardo de Melo Fernandes.

## **5. EXECUÇÃO DO PROJETO**

### **5.1 RELATÓRIOS PARCIAIS DE EXECUÇÃO**

#### **Avaliação de acompanhamento em 16 de setembro de 2021.**

Houve atraso na etapa 2, ocasionado por dificuldades relacionadas à parte elétrica da montagem dos sensores e atuadores, ocasionando atraso nas etapas seguintes.

Para evitar que o atraso impactasse ainda mais o projeto foi alterada a escolha de controlador efetuada na etapa 1. Também optou-se por efetuar a prototipação das telas em HTML/CSS, permitindo o aproveitamento do código para a elaboração final das interfaces.

Considerando o aproveitamento da estrutura do protótipo e a maior disponibilidade de material disponível para consulta para o novo controlador, acredita-se ser possível recuperar uma parte do tempo perdido a ponto de não prejudicar a entrega final do projeto.

#### **Avaliação de acompanhamento em 27 de outubro de 2021.**

Houve atraso na etapa 4, ocasionado por dificuldades relacionadas configuração do ambiente relacionado ao primeiro provedor de nuvem escolhido. Diante da proximidade da data de entrega do projeto, optou-se por reduzir seu escopo, deixando a funcionalidade de monitoramento do nível do reservatório para um segundo momento. Outra opção feita em função das dificuldades relatadas foi a de hospedar o projeto em um provedor que oferecesse a possibilidade de configurar a interface gráfica de forma mais rápida.

#### **Avaliação de acompanhamento em 12 de novembro de 2021.**

A queima da fonte de alimentação da bomba peristáltica impedirá o início dos testes finais.

É possível mostrar a aplicação funcionando, com a transmissão das mensagens entre os dispositivos e a nuvem, mas não será possível mostrar uma versão final em operação até a chegada da nova fonte.

## 5.2 VERIFICAÇÃO DE ÍNDICES DE DESEMPENHO

**Cronograma:** Houve atraso na execução.

**Orçamento:** O orçamento não foi violado.

## 5.3 AJUSTES/ MODIFICAÇÕES DE PROJETO

No decorrer do projeto foram efetuadas alterações de equipamento e de plataforma.

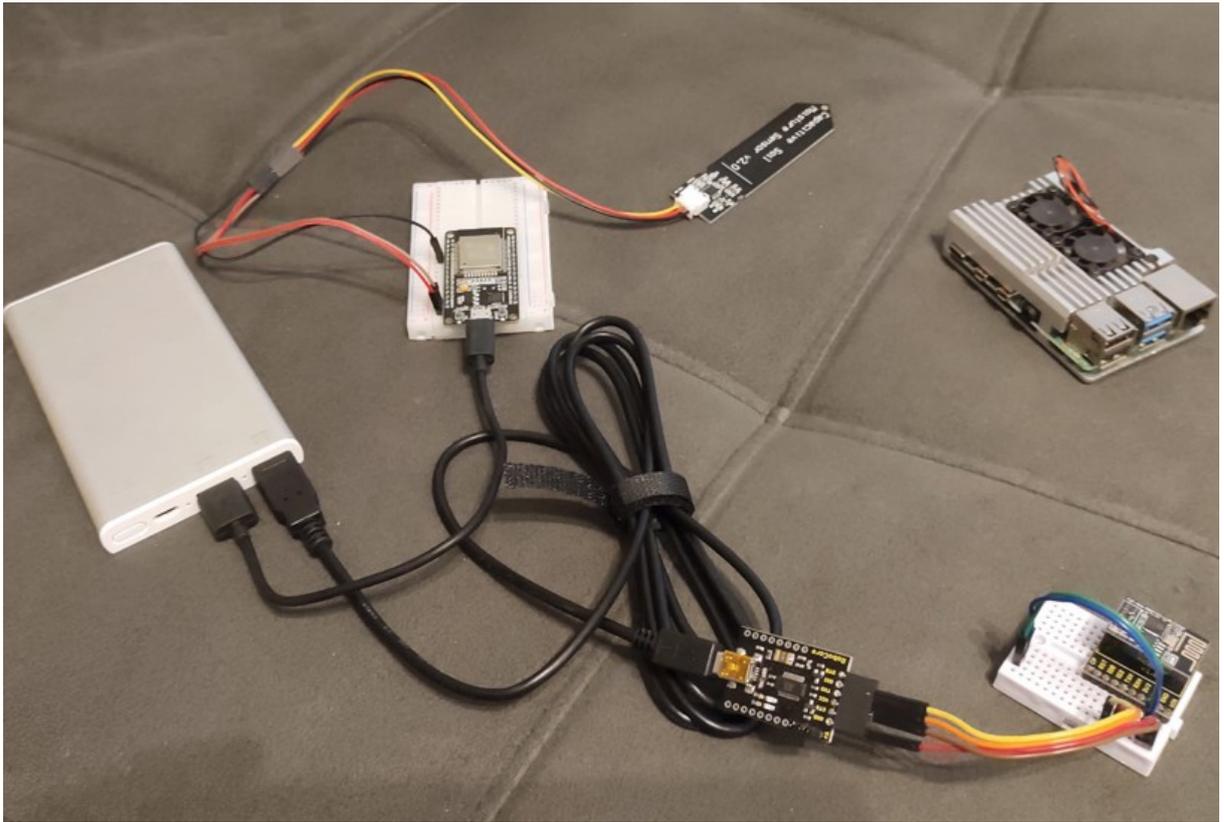
O escopo do projeto foi reduzido para viabilizar a entrega dentro do prazo esperado.

Os ajustes e modificações estão detalhados nos relatórios parciais de execução.

## 5.4 PROTÓTIPO DO PROJETO

A estrutura do projeto compreende:

- Um microprocessador Raspberry pi 4 de 2GB, no qual foi instalado o Mosquitto, um *broker* MQTT gratuito
- Um microcontrolador ESP8266 modelo 01 acoplado a uma bomba d'água peristáltica
- Um microcontrolador ESP32 acoplado a um sensor capacitivo de umidade do solo
- Um carregador portátil de 7.000 mAh.



**Figura 4: Raspberry pi e controladores utilizados para os primeiros testes**

Na foto seguinte, cópia de tela do aplicativo MQTT Box utilizado para verificar o tráfego das mensagens via MQTT.

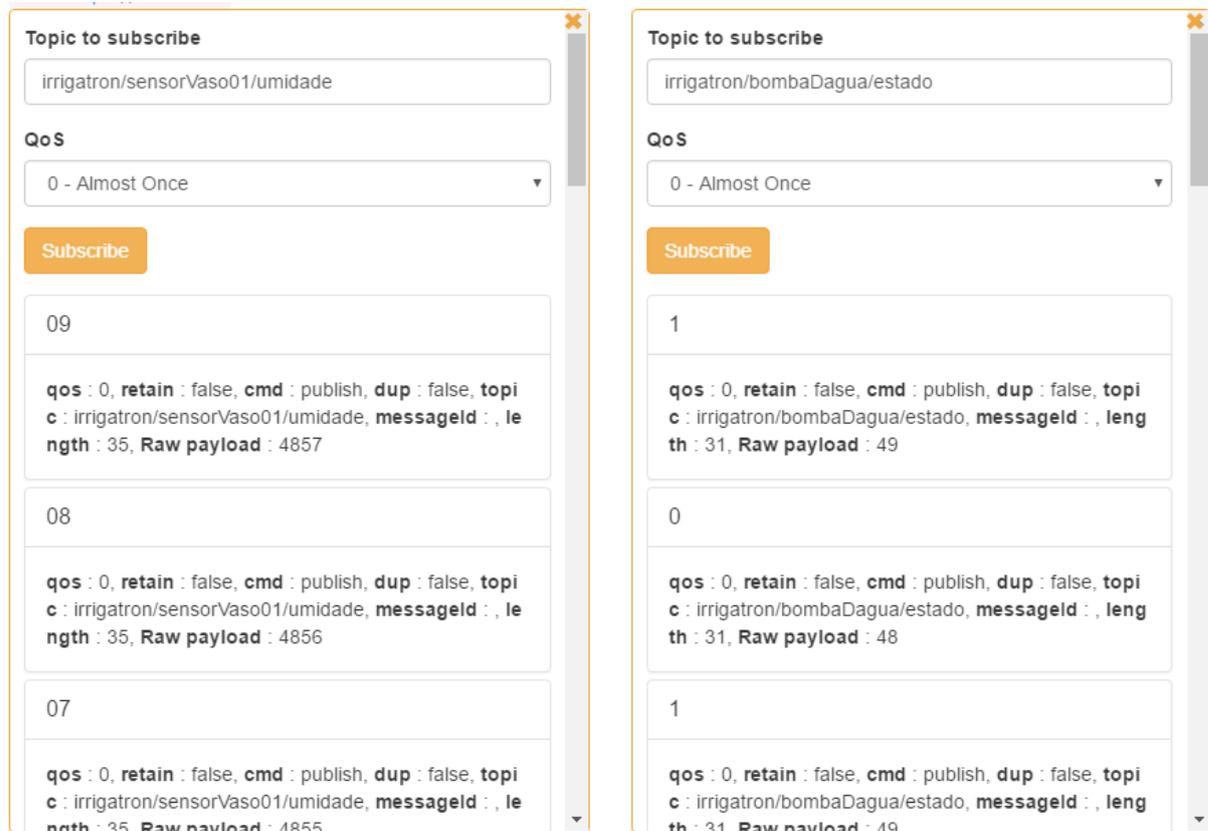


Figura 5: Mensagens trafegadas via protocolo MQTT

## 5.5 PROJETO PILOTO

A página do projeto contendo as medições de umidade e os dados de acionamento da bomba estão disponíveis no canal da solução na plataforma ThingSpeak, no endereço <https://thingspeak.com/channels/1564092>.

## **6. ENCERRAMENTO DO PROJETO**

### **6.1 VALIDAÇÃO DO PROJETO**

Os testes finais não puderam ser iniciados, em função das ocorrências relatadas nos relatórios de execução.

Após a adaptação do código para envio das requisições HTTP para a plataforma ThingSpeak foi verificado conflito no envio das informações do estado da bomba para a página, o que foi solucionado pelo *downgrade* de versão de uma biblioteca no ESP8266.

Ainda com relação ao envio de informações à plataforma, foi verificado que algumas requisições não são enviadas, ou demoram para chegar. As causas ainda estão sendo analisadas.

### **6.2 ENTREGA / APRESENTAÇÃO FINAL**

Os documentos entregues junto com esse arquivo de projeto final são: Leonardo\_de\_Melo\_Fernandes\_-\_Documentos\_Projeto\_Irrigatron.zip

### **6.3 MEDIÇÃO DOS RESULTADOS**

Os resultados poderão ser medidos através do canal público do projeto na plataforma ThingSpeak, disponível no endereço <https://thingspeak.com/channels/1564092>.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 7.1 LIÇÕES APRENDIDAS

LIÇÕES APRENDIDAS	
Título do Projeto:	<b>DESENVOLVIMENTO WEB E DESKTOP COM SOFTWARE LIVRE</b>
Data Inicial do Projeto:	<b>03/08/2021</b>
Data Final do Projeto:	<b>12/11/2021</b>
Seu nome:	<b>Leonardo de Melo Fernandes</b>
Sua função no projeto:	<b>Único membro, responsável por todo o projeto</b>
Em sua opinião, cite três itens que mais contribuíram para que o sucesso no projeto pudesse ser obtido.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Resiliência</li><li>• Disposição para aprender</li><li>• Curiosidade</li></ul>
Em sua opinião, quais os três itens que contribuíram para que o projeto falhasse e o que pode ser feito para evitar/prevenir isto em projetos futuros?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Demora na tomada de decisões</li><li>• Problemas pessoais</li><li>• Dificuldades com a montagem dos circuitos eletrônicos</li></ul> <p>Um melhor critério de análise e saber abrir mão de alguns posicionamentos com antecedências aumentarão as chances de sucesso em projetos futuros.</p>
Identifique os obstáculos críticos ou ponto chave que impediram o desenvolvimento e o progresso do projeto.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pouco conhecimento do funcionamento dos microprocessadores e das particularidades em programar para eles</li></ul>
Identifique os fatores críticos que geraram um desvio significativo na equipe:	<ul style="list-style-type: none"><li>• A dedicação ao trabalho, que consumiu horas diárias além da jornada normal</li><li>• Falta de foco no aprendizado me fizeram perder um tempo precioso com assuntos que se mostraram pouco proveitosos para o resultado pretendido</li></ul>
Baseado em sua experiência neste projeto, quais seriam as três recomendações que você faria para uma próxima equipe de projeto?	<ul style="list-style-type: none"><li>• Busque cursos mais aprofundados</li><li>• Seja rápido em tomar decisões</li><li>• Saiba rever conceitos</li></ul>
Identifique pontos positivos no processo de desenvolvimento do seu projeto:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sendo meu primeiro projeto de internet das coisas, pude ver na prática muitos conceitos que</li></ul>

	<p>só conhecia na teoria.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tive contato com conhecimentos totalmente novos</li> <li>• Lidar com situações totalmente novas e desconhecidas foi um dos maiores aprendizados ao longo do processo</li> </ul>
<p><b>Identifique oportunidades de melhoria no processo de desenvolvimento do seu projeto:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar melhor o processo de aprendizado</li> <li>• Melhorar a utilização das ferramentas de gestão de projeto (Gantt ou qualquer outra)</li> <li>• Aprofundar ao máximo o conhecimento dos dispositivos que se pretende utilizar.</li> </ul>

**Tabela 6: Lições Aprendidas**

## 7.2 NOVAS IDÉIAS E OPORTUNIDADES

<b>Novas Ideias e Oportunidades</b>	
<b>Perspectivas Futuras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar o código do projeto.</li> <li>• Incluir o monitoramento do nível de água do reservatório</li> <li>• Acrescentar formas de controle do sistema na plataforma para ajustar o nível de ativação da irrigação sem precisar tirar o sensor do vaso</li> <li>• Incluir um sistema de atualização OTA (over the air) para os microprocessadores</li> </ul>

**Tabela 7: Novas ideias e Oportunidades**

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. CLEMENTE, Flávia M. V. T. et al. **Horta em pequenos espaços**. Brasília: Embrapa, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/176051/1/HORTA-EM-PEQUENOS-ESPACOS-4-IMP-2017.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.
2. GONDIM, Abnor (ed.). Catálogo brasileiro de hortaliças: saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país. Brasília: Plano Mídia Comunicação, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/194354/1/Catalogo-hortalicas.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.
3. GUANABARA, Gustavo. Curso de Raspberry Pi: primeiros passos. Primeiros Passos. Disponível em: [https://www.youtube.com/playlist?list=PLHz\\_AreHm4dnGZ\\_nudmN4rvyLk2fHFRzy](https://www.youtube.com/playlist?list=PLHz_AreHm4dnGZ_nudmN4rvyLk2fHFRzy). Acesso em: 28 mar. 2020.
4. GUIMARÃES, Flávio. Aquaponia monitorada pelo celular | Arduino. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=D3IRxAfauyU>. Acesso em: 29 mar. 2020.
5. GUIMARÃES, Flávio. Projeto de Aquaponia ft. Leandro do Aquaponia MS | Arduino. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1gSO4jCAulk>. Acesso em: 29 mar. 2020.
6. SIS - SISTEMA DE INTELIGÊNCIA SETORIAL (Santa Catarina). Sebrae – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (ed.). **Cultivo de hortaliças em pequenos espaços**. 2016. Disponível em: <https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/relatorio-de-inteligencia/cultivo-de-hortalicas-em-pequenos-espacos>. Acesso em: 15 mar. 2020.