



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA

**Trabalho de Licenciatura**

**Tema:**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE ALERTA DE INUNDAÇÕES BASEADO  
EM INTERNET OF THINGS (IoT) NA REGIÃO DO RIO MOVENE NO  
DISTRITO DE BOANE**

**Discente:**

Matavele, Anselmo Raimundo

**Supervisor:**

Dr. Alfredo Covele

Maputo, Abril de 2023



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
CURSO DE ENGENHARIA INFORMÁTICA

**Trabalho de Licenciatura**

**Tema:**

**PROPOSTA DE UM MODELO DE ALERTA DE INUNDAÇÕES BASEADO  
EM INTERNET OF THINGS (IoT) NA REGIÃO DO RIO MOVENE NO  
DISTRITO DE BOANE**

**Discente:**

Matavele, Anselmo Raimundo

**Supervisor:**

Dr. Alfredo Covele

Maputo, Abril de 2023

## DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Eu, Anselmo Raimundo Matavele, declaro por minha honra que o presente Trabalho de Licenciatura é de minha autoria e nele observei os requisitos e recomendações da Universidade Eduardo Mondlane, concernentes à elaboração de trabalhos de investigação científica.

Declaro ainda que este Trabalho de Licenciatura não foi apresentado em nenhuma outra instituição para obter qualquer grau académico.

Maputo, Abril de 2023

O Estudante

---

Anselmo Raimundo Matavele

## DEDICATÓRIA

A Deus pelo dom da vida, pela inteligência, pela força diária para persistir com os meus sonhos.

Dedico a minha gratidão aos meus amados pais, Raimundo Matavele e Amélia Mariquele em memória pelo amor incondicional e pela educação que me deram. Sou grato por terem me matriculado no ensino primário e por terem deixado um legado em minha vida.

## AGRADECIMENTOS

"...Os que confiam no Senhor renovarão as forças, subirão com asas como águias, correrão e não se cansarão, caminharão e não se fatigarão" - Isaías 40:31.

Dedico este trabalho à família Matavele, à minha esposa Emelina Fernando Chirindza Matavele, pelo incentivo, amor incondicional e compreensão, e aos nossos filhos Evandro, Apollo e Ema, por terem enfrentado diversas vezes a ausência do esposo e pai devido a esta jornada acadêmica.

Agradeço de forma especial ao meu irmão, Daniel (em memória), e a Feliciano pelo suporte incondicional, pois não permitiram que faltasse nada ao seu irmão "Xigumandzene" e por não medirem esforços para a minha formação, apesar das imensas dificuldades que enfrentávamos.

Agradeço a todos os professores da Faculdade de Engenharia que estiveram presentes neste processo de ensino e aprendizagem, por tudo o que fizeram, sem poupar esforços ou inteligência, e por terem- me ajudado a progredir cientificamente.

Ao meu afilhado Valter Cheque, por me incentivar sempre e apoiar-me nas disciplinas em que eu tinha dificuldades. Ao meu amigo Dinoc, pelas noites em claro. Aos meus amigos Eugénio Siteo, Rafique Tembe e aos meus colegas de curso de Engenharia Informática, que me ajudaram e estiveram sempre presentes para me apoiar quando eu estava sem forças. Ao Éden Massalonga, Rodrigues Mabjaia, Compilador Germildo e Cilício Carlos, agradeço de forma especial. E um agradecimento particular e especial ao Abubacar Massuque, pelo apoio incondicional. Difícilmente teria chegado até aqui sem ele. Agradeço também ao chefe Adamo, BNG, Sérgio Doulobo, por termos trabalhado juntos e incansavelmente durante essa jornada.

Ao Dr. Agostinho Vilanculos do DNGRH, pela prontidão em indicar membros de sua equipe para me orientarem neste trabalho, em especial ao Engenheiro Armando Cuinhane, que foi solícito, presente e disponível.

Ao Senhor Leonel Bila da ARA Sul, por me acompanhar incansavelmente nessa jornada e pela vontade de ajudar, pela partilha de informações.

Ao Senhor Zibio Manhiça do INGD/CENOE, pela ajuda incansável em fornecer os dados necessários para este trabalho.

Por fim, mas não menos importante, meu agradecimento especial ao meu supervisor, Dr. Alfredo Covele, pela paciência, flexibilidade, dedicação e orientação.

## RESUMO

O presente estudo tem como objectivo propor um modelo de alerta de inundações baseado na Internet das Coisas para o rio Movene, localizado no distrito de Boane. Inicialmente, descrevemos o funcionamento do modelo actual de monitoria de inundações, identificando seus benefícios e propondo um protótipo funcional capaz de alertar a população que reside nas áreas próximas do rio Movene. O objectivo do modelo é informar os moradores sobre possíveis enchentes na região, as quais têm causado danos materiais e pessoais. Para isso, utilizar-se-á tecnologias avançadas, como a Internet das Coisas, para fornecer informações precisas e antecipadas sobre o nível de risco. Além disso, empregaremos métodos de engenharia acessíveis, visando a eficácia e eficiência na solução dos problemas enfrentados pela sociedade. Com essa abordagem moderna, espera-se minimizar os impactos das enchentes e proporcionar maior segurança e tranquilidade para a população.

O presente estudo consiste em uma pesquisa exploratória, com resultados tratados de maneira qualitativa e quantitativa. Para a colecta de dados, utilizamos informações secundárias, obtidas ao longo da pesquisa e analisadas de forma criteriosa. Concluí-se que é vital criar medidas preventivas que possam mitigar os possíveis danos causados pelas inundações. No entanto, ressaltamos a importância do uso das tecnologias de informação e comunicação para a detecção em tempo real, quando as águas se aproximam ou ultrapassam o leito normal do rio, permitindo assim o alerta às populações para evacuação.

**Palavras-chave:** Inundações, Internet das Coisas, Alerta.

## **ABSTRACT**

The present study aims to propose a flood warning model based on the Internet of Things for the Movene River, in the district of Boane. Initially, we describe the operation of the current flood monitoring model, identifying the benefits and proposing a functional prototype capable of alerting the population living in the regions near the Movene River. The proposal of the model is to alert the residents about possible floods in the region, which when they occur have caused personal and material damages. To do so, advanced technologies will be used, such as the Internet of Things, to inform accurately and in advance the level of risk. In addition, more accessible engineering methods will be used, aiming at effectiveness and efficiency in solving society's problems. With this modern approach, it is expected to minimize the impacts of floods and provide greater safety and peace of mind for the population.

The present study consists of an exploratory research, with results treated in a qualitative and quantitative manner. For data collection, secondary information was used, with the survey of data throughout the research and the analysis of this information. It was thus possible to conclude that it is vital to create preventive measures that can mitigate the possible damage caused by floods. However, it is important to highlight that the use of information and communication technologies is fundamental for the real-time detection when the waters approach or exceed the normal riverbed, allowing alerting the populations for evacuation.

**Key-words:** Flooding. Internet of Things. Alert

# ÍNDICE

<b>DECLARAÇÃO DE AUTORIA</b> .....	i
DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS .....	iii
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE.....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	x
<b>CAPITULO 1: Introdução</b> .....	1
1.1 Contextualização .....	1
1.2 Delimitação .....	2
1.3 Definição do problema .....	2
1.3.1. Perdas resultantes de cheias em Moçambique ao longo da história.....	2
1.4 Objectivos .....	3
1.4.1 Objectivo Geral.....	4
1.4.2 Objectivo Específico .....	4
1.5 Justificativa .....	4
1.6 Metodologia .....	5
1.6.1 Classificação do Trabalho .....	5
1.6.2 Actividades desenvolvidas para descrever o funcionamento actual do modelo de monitoria de inundações; .....	6
1.6.4 Procedimentos de desenvolvimento do protótipo .....	7
<b>CAPITULO 2: Revisão da Literatura</b> .....	9
2.1 Histórico de Fenómenos Naturas.....	9
2.1.1 Análise comparativa dos fenómenos .....	11



2.1.2 Desastres naturais conceptual.....	12
2.1.3 Tipos de cheias .....	14
2.1.4 Acordos transfronteiriços para a gestão de bacias hidrográficas partilhadas .....	16
2.2 Impactos das mudanças climáticas em Moçambique.....	16
2.3 Impactos das Inundações e Cheias na Economia e Meio Ambiente Moçambicano .....	17
2.4 Funcionamento actual do modelo de monitoria de inundações em Movene.....	18
2.5 Internet das Coisas .....	19
2.5.2 Componentes Fundamentais da IoT: Identificação, Sensores/Actuadores, Comunicação, Computação, Serviços e Semântica.....	22
2.5.3 Arquitetura de IoT.....	24
2.5.4 Aplicação IoT.....	24
2.6 Principais benefícios de propor um modelo de alerta de inundações baseado na Internet das coisas na região do rio Movene no distrito de Boane .....	26
2.6.1. Monitoria em tempo real .....	26
2.6.2. Alerta em tempo real .....	26
2.6.3. Mensagem para os gestores de sistemas .....	27
CAPITULO 3: Caso de Estudo .....	28
3.1 Localização Geográfica.....	28
3.2 Histórico de desastres no rio Movene .....	29
3.3 Formas de registo de Chuvas no rio Movene .....	29
3.4 Mecanismos de alerta de inundações .....	29
3.5. Constrangimentos no Mecanismos de alerta de inundações.....	30
CAPÍTULO 4: Proposta de Solução.....	31
4.1. Descrição da proposta de solução .....	31
4.2. Plano Financeiro para Instalação do Sistema de Monitoria de Inundações no Rio Movene em Boane .....	31
CAPÍTULO 5: Desenvolvimento do protótipo.....	33
5.1 Análise e definição de requisitos.....	33

5.2 Projecto de sistema e software .....	35
5.2.1 Requisitos de Software .....	35
5.2.2 Diagrama de casos de USO .....	36
5.2.3 Arquitectura .....	36
5.2.3.1 Camada Percepção .....	36
5.2.3.2 Camada de Rede .....	37
5.2.3.1 Camada de Aplicação .....	37
5.2.4 Modelo de Funcionamento .....	37
5.2.4.1 Diagrama de blocos .....	37
5.2.4.2 Tecnologias e Componentes Usadas na Construção do Modelo Físico .....	39
5.3 Implementação e teste de unidade .....	42
5.4 Integração e teste de sistema .....	47
5.5 Operação e manutenção .....	49
5.5.1 Plano Instalação do Sistema de monitoria de inumações .....	49
5.5.2 Plano Manutenção Preventiva do Sistema de monitoria de inumações .....	50
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	51
6.1 Recomendações .....	52
6.2 Bibliografia .....	53
ANEXO 1: CÓDIGO DO PROGRAMA .....	58

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1: Evolução Histórica de IoT .....	22
Figura 2: Blocos Básicos de IoT .....	22
Figura 3: Modelo básico de Arquitectura .....	24
Figura 4: Mapa do Rio Umbeluzi .....	28
Figura 5 Diagrama de casos de USO .....	36
Figura 6 Arquitectura do modelo de solução .....	36

Figura 7 Diagrama de blocos.....	37
Figura 8 Modelo ilustrativo da proposta de solução .....	38
Figura 9 Dashboard sem perigo de inundação.....	38
Figura 10 Dashboard com o registo de inundação .....	39
Figura 11 NodeMCU 8266.....	41
Figura 12 Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04 .....	41
Figura 13 LED .....	42
Figura 14 Protótipo .....	48

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Tabela: Análise comparativa de danos humanos nos últimos 6 anos .....	10
Tabela 2: Histórico de desastres da época chuvosa e ciclónica.....	10
Tabela 3: Análise comparativa dos ciclones registados nos últimos 4 anos.....	11
Tabela 4: Desastres naturais conceptual.....	12
Tabela 5: Plano Financeiro para Monitoria de Inundações no Rio Movene em Boane .....	31
Tabela 6 Requisitos Funcionais.....	34
Tabela 7 Requisitos não funcionais.....	34
Tabela 8: Requisitos de Software .....	35
Tabela 9 Descrição do NodeMCU 8266 .....	39
Tabela 10 Plano Instalação do Sistema de monitoria de inumações .....	49
Tabela 11 Plano Manutenção Preventiva do Sistema de monitoria de inumações .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ARA SUL</b>	Administração Regional de Águas do Sul
<b>EF</b>	Entidades Fiscais
<b>EXI</b>	Efficient XML Interchange
<b>FPGAP</b>	Fiel Programmable Gate Array
<b>IEEE</b>	Instituto de Engenheiros Eléctricos e Electrónicos
<b>INAM</b>	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>INGD</b>	Instituto Nacional de Gestão e Redução de Desastres Naturais
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology
<b>OWL</b>	Web Ontology Language
<b>RDF</b>	Resource Description framework
<b>RFID</b>	Radio Frequency Identification
<b>SMARTCAR</b>	Refere-se ao carro conectado a Internet
<b>SMARTHOUSE</b>	Refere-se a casa monitorada pela Internet
<b>SMARTTV</b>	Refere-se a televisão que pode ser conectada a Internet
<b>TICS</b>	Tecnologia de Comunicação e Informação
<b>WSN</b>	Rede de sensores sem fios

## **CAPITULO 1: Introdução**

Este projecto tem como tema ***“Proposta de Modelo de alerta de inundações baseadas na tecnologia da Internet das coisas na região do rio Movene no distrito de Boane”***.

### **1.1 Contextualização**

O presente estudo tem o foco principal de propor um modelo de alerta de inundações com base na tecnologia das coisas a fim de evitar as perdas humanas e dos bens que se têm registado naquela região no tempo chuvoso ou mesmo pelas cheias oriundas das águas da África do Sul e Eswatini. Estas inundações são um fenómeno global que causam dano ao meio ambiente e à economia de um país. Perdem-se vidas humanas e impactos económicos na vida de um país e na sociedade (K Jha et al., 2012).

Moçambique é um dos países que tem sido bastante assolado pelos desastres naturais em África e é batente vulnerável às mudanças climáticas, segundo o estudo do Instituto Nacional de Estatística (Ribeiro, 2018). Este fenómeno de inundações tem ocorrido quando há chuvas intensas causado impactos negativos no desenvolvimento social e económico do país, de modo particular na vida das populações, na sua maioria rural, cuja sobrevivência depende fundamentalmente da agricultura de subsistência, o que por sua vez contribui para o agravamento do nível de vida da população que vive na pobreza.

De acordo com o estudo de Machava et al. (2018), o rio Movene é a principal fonte de abastecimento de água da capital Maputo, bem como da vila do distrito de Boane. No entanto, durante períodos de chuvas torrenciais, as águas da albufeira transbordam, transformando o rio em uma maré castanha que pode causar prejuízos aos trabalhadores rurais da região.

É neste contexto que se pretende propor um modelo de alerta para inundações com vista a permitir a previsão de inundações a ajudar pessoas que estejam expostas ao perigo, na tentativa de salvar vidas e bens. Este modelo não exige grandes investimentos e pode ser implementado para a protecção de pessoas na ausência de medidas estruturas mais robustas e onerosos, que com auxílio de sistemas adequados

de meteorologia pode permitir uma planificação de evacuação de emergência com aviso prévio.

## **1.2 Delimitação**

Considerando a importância do rio Movene como fonte de abastecimento de água para a capital Maputo e a vila do distrito de Boane, bem como a frequência de chuvas torrenciais na região que podem causar inundações e prejuízos para a população local, propõe-se a implementação de um modelo de alerta de inundações baseado na tecnologia da Internet das coisas. O objectivo é prevenir perdas humanas e materiais, bem como minimizar o impacto das inundações na economia da região.

## **1.3 Definição do problema**

Moçambique, país conhecido por sua alta vulnerabilidade a desastres naturais, as inundações representam um dos principais desafios enfrentados pelas comunidades locais, especialmente aquelas que dependem da agricultura de subsistência para sua sobrevivência. O distrito de Boane, localizado na província de Maputo, é uma das áreas mais afectadas pelas inundações, que ocorrem frequentemente durante o período de chuvas torrenciais, que geralmente ocorrem entre os meses de Novembro e Abril (INAM, 2021). Além dos prejuízos à saúde e segurança da população, as inundações têm um grande impacto na economia da região, causando perdas materiais e comprometendo a infra-estrutura local. Nesse sentido, é fundamental desenvolver um modelo de alerta de inundações baseado na tecnologia da Internet das coisas, capaz de fornecer informações precisas sobre o nível da água no rio Movene e prevenir possíveis danos à população e ao meio ambiente.

### **1.3.1. Perdas resultantes de cheias em Moçambique ao longo da história**

Conforme Beilfuss (sem data, citado em OXFAM, 2018), devido à sua localização geográfica, o continente africano é altamente vulnerável aos impactos das mudanças

climáticas. Modelos climáticos prevêem que os padrões do clima na região se tornarão mais variáveis, aumentando a frequência e a severidade de eventos climáticos extremos e, conseqüentemente, ampliando os riscos à saúde e à vida das populações. Segundo o relatório do Centro de Monitoria de Desastres da União Africana (2021), a região da África Austral tem sido frequentemente afectada por desastres naturais de grande escala, incluindo enchentes e deslizamentos de terra, que podem ser atribuídos às mudanças climáticas e às actividades humanas. Os países mais afectados pela frequência e intensidade desses eventos são Malawi, Zâmbia, Zimbabwe, África do Sul e Moçambique, que sofrem com a perda de vidas e bens, bem como com os impactos socioeconómicos de longo prazo. Essas catástrofes resultaram na destruição de casas, campos, estradas e no deslocamento de muitas pessoas e animais. As Tecnologias de Informação e Comunicação têm sido amplamente utilizadas para ajudar a identificar, alertar e fornecer informações sobre diversos desastres naturais antes mesmo que eles ocorram. Com o advento da Internet das Coisas (IoT), tecnologias que se mostraram vitais para criar medidas com o objectivo de alertar e prevenir que as populações que vivem à margem dos rios como o Movene, localizado no distrito de Boane e afluente do rio Umbeluzi na província de Maputo, sejam afectadas pelas inundações causadas por chuvas torrenciais. Essas inundações têm causado perdas materiais, de habitação, culturas agrícolas e de gado, além de desalojamento e destruição de machambas de agricultores ao longo do vale do rio (Guale - 1999). Diante desse cenário, é importante propor um modelo de alerta de inundação baseado na Internet das Coisas na região do rio Movene no distrito de Boane. Dessa forma, surge a seguinte pergunta de pesquisa: ***Quais são os principais benefícios de propor um modelo de Alerta de Inundação baseado na Internet das coisas na região do rio Movene no distrito de Boane?***

#### **1.4 Objectivos**

O principal objectivo do presente trabalho é propor um modelo de alerta de inundações baseado em Internet das coisas para o rio Movene como forma de as autoridades poderem alertar a população em caso de ocorrência de uma possível cheia, utilizando dados adquiridos por sensores para fornecer informações precisas em tempo real.

### **1.4.1 Objectivo Geral**

- Propor um modelo de alerta de inundação baseado na Internet das Coisas para o rio Movene, que possa fornecer informações precisas e em tempo real, a fim de ajudar as autoridades locais alertar a população em caso de ocorrência de cheias.

### **1.4.2 Objectivos Específicos**

- Descrever o funcionamento actual do modelo de monitoria de inundações;
- Desenvolver um protótipo funcional que seja capaz de servir de alerta a população perto do rio Movene;
- Identificar os principais benefícios de propor um modelo de alerta de inundações baseado na Internet das coisas.

## **1.5 Justificativa**

A proposta de discutir o modelo de alerta de inundações baseado na Internet das coisas no rio Movene é justificada pela necessidade de utilizar novas tecnologias e métodos de engenharia mais acessíveis e eficazes na resolução dos problemas da sociedade moçambicana, em particular no que se refere aos alertas de inundações. Isso pode resultar em prevenção de danos significativos nas infra-estruturas, principalmente na agricultura, que é a principal actividade da população que vive nas margens do rio. Com ferramentas tecnológicas avançadas, é possível mitigar o sofrimento da população em tempo real e evacuar as zonas de risco, minimizando a perda de vidas humanas. Portanto, é evidente que a adopção de novas tecnologias pode trazer melhorias significativas ao sistema actual. É importante analisar os principais benefícios da implementação de um modelo de alerta de inundações baseado na Internet das coisas na região.



## **1.6 Metodologia**

### **1.6.1 Classificação do Trabalho**

#### **a) Quanto à natureza**

Quanto à natureza, a pesquisa é aplicada, uma vez que utiliza teorias e conhecimentos gerados em electrónica, informática e metrologia para desenvolver um sistema com o objectivo de resolver um problema específico. Conforme a definição de Amaratunga e Baldry (2001), a pesquisa aplicada "envolve a aplicação de abordagens e metodologias de pesquisa científica para a resolução de problemas do mundo real". Essa abordagem se concentra em produzir soluções para problemas práticos e imediatos, muitas vezes em colaboração com organizações e empresas, e tem como objectivo produzir resultados úteis e aplicáveis na sociedade (Amaratunga; Baldry, 2001).

#### **b) Quanto à abordagem**

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, a pesquisa classifica-se como qualitativa, baseada na interpretação e análise de dados e informações colectadas a partir de entrevistas e observações directas dos fenómenos em questão. Como afirmam Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa é um tipo de investigação que busca compreender os fenómenos a partir das perspectivas dos sujeitos envolvidos, explorando suas experiências e significados. Nesse sentido, os resultados serão apresentados através de percepções e análises que buscam responder ao problema levantado no início da pesquisa.

#### **c) Quanto aos objectivos**

Do ponto de vista dos objectivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória, pois busca explorar e compreender um fenómeno pouco conhecido e pouco estudado, como é o caso do uso da tecnologia da Internet das coisas na prevenção de inundações. Segundo Gil (2010), a pesquisa exploratória tem como objectivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Dessa forma, a pesquisa exploratória é o primeiro passo para o desenvolvimento de uma pesquisa mais aprofundada e detalhada.

#### **d) Quanto aos procedimentos técnicos**

A pesquisa pode ser classificada como experimental, uma vez que será construído um protótipo do sistema e o método experimental será usado para analisar o comportamento dos componentes electrónicos e ajustar as variáveis para o funcionamento esperado. Conforme afirma Sekaran (2017), a pesquisa experimental envolve a manipulação de uma ou mais variáveis independentes para observar o efeito na variável dependente. Além disso, De Vaus (2014) afirma que o método experimental envolve a manipulação e controle das variáveis para testar hipóteses causais.

#### **e) Quanto às técnicas de colecta e análise de dados**

A colecta e análise de dados tiveram uma abordagem predominantemente quantitativa, uma vez que foram utilizados dados numéricos e estatísticos para a realização da pesquisa. Segundo Richardson (2017), a abordagem quantitativa é baseada na mensuração e quantificação dos fenómenos, visando a obtenção de dados precisos e confiáveis. Neste estudo, os dados foram colectados por meio de entrevistas estruturadas, seguindo um roteiro pré-definido, conforme recomendado por Gil (2019) para a colecta de dados em pesquisas quantitativas.

### **1.6.2 Actividades desenvolvidas para descrever o funcionamento actual do modelo de monitoria de inundações;**

Com esse objectivo pretende-se descrever os dados necessários para a implementação de um sistema de monitoria de inundações bem como os critérios a seguir durante a sua implementação desta forma o foram desenvolvidas as seguintes actividades:

- ✓ Literatura sobre: IoT, Modelos e estratégias para monitoria das inundações;
- ✓ Conversa com equipa técnica da Ara Sul que são representantes do projecto de monitoria/ alerta do rio Movene para recolher dados sobre os sistemas já implementados e entender até que ponto garantem a eficácia e segurança da população;

- ✓ Conversa com a equipa do Instituto Nacional de Gestão e Redução de Desastres Naturais entidade responsável pela gestão de desastres naturais no país a fim de aferir o impacto das perdas causadas pelas cheias em Moçambique;
- ✓ Visitas a páginas Webs e
  - ✓ Visita ao Ministério das Obras Publicas e Habitação;
  - ✓ Visita a ARA SUL/INAM;
  - ✓ Visita ao INGD.

#### **1.6.4 Procedimentos de desenvolvimento do protótipo**

Para o desenvolvimento do protótipo foi usada a metodologia Waterfall (Cascata):

Modelo waterfall (cascata) é proposta de desenvolvimento de projecto, na qual é preciso terminar uma etapa para começar outra. Trata-se de um modelo de desenvolvimento de software sequencial e sistemático, no qual o desenvolvimento é visto como um fluir constante para frente, como uma cascata. Segundo Sommerville (2007) existem cinco fase (ou etapas) do Ciclo de vida do software, nomeadamente:

**Análise e definição de requisitos:** envolve a colecta dos requisitos do sistema e dos usuários que utilizarão o sistema, a listagem e entendimento dos serviços, restrições e objectivos do sistema, que devem ser definidos detalhadamente e servirem como uma especificação para o projecto.

No caso concreto do trabalho o autor visitou aos agricultores e falou com o representante da associação e a posterior fez a especificação dos requisitos.

**Projecto de sistema e software:** estabelece-se uma arquitectura geral do sistema que envolve a identificação e a descrição da estrutura de dados, detalhes procedimentos, relacionamentos e caracterização da Interface. Como os requisitos, o projecto é documentado e torna-se parte da configuração do software.

No caso concreto do trabalho o autor fez uma representação gráfica do sistema em blocos de funções, onde são definidas as Interacções entre as diferentes partes do sistema através de relação de entrada, saída e direcções de fluxo de informação. Em

seguida fez um diagrama que representa o fluxo do trabalho ou do processo, e a posterior definiu a estrutura da rede do sistema e a composição do sistema, passou-se para a fase de concepção do circuito eléctrico do sistema, e por fim definiu as dimensões do campo agrícola.

**Implementação e teste de unidade:** durante essa etapa, o projecto de software é realizada como um conjunto de programas, que são codificados em linguagem que a máquina entenda. O teste unitário faz parte do processo de codificar onde é preciso testar o que foi feito para saber se está funcionando adequadamente ao esperado por aquele sistema e, então, seguir com a codificação.

No caso concreto do trabalho o autor preparou o ambiente de implementação instalando todas as aplicações e bibliotecas, desenhou todos Mockups do Sistema, codificou o Fluxo de Node-RED, programou o microcontrolador Esp8266 recorrendo a linguagem de programação C e por fim a montagem do protótipo.

**Integração e teste de sistema:** assim que todo o código foi gerado, inicia-se a realização de testes para verificar se os aspectos funcionais estão de acordo com os requisitos e sem erros. Após os testes, o software é disponibilizado para o cliente.

No caso concreto do trabalho o autor testou o sistema.

**Operação e manutenção:** após o software ser instalado e colocado em operação, o processo de manutenção começa. Envolve a correcção de erros não detectados nos estágios anteriores e a adaptação à medida que novos requisitos são identificados. A manutenção re replica cada uma das etapas do método em cascata a um software existente, ao invés de um novo.

## **CAPITULO 2: Revisão da Literatura**

### **2.1 Histórico de Fenómenos Naturais**

Moçambique é um país que enfrenta frequentemente eventos hidro-climatológicos extremos, os quais podem ter graves consequências para as populações. De acordo com o relatório da Oxfam (2019), o país é altamente vulnerável a ciclones tropicais, inundações e secas, que têm se intensificado nas últimas décadas devido às mudanças climáticas. Além disso, segundo a UNICEF (2021), a falta de acesso a água potável e saneamento básico coloca as crianças moçambicanas em risco de doenças como diarreia, cólera e malária, que podem ser agravadas durante as crises climáticas.

É importante ressaltar que, segundo o relatório de Balanço do Instituto Nacional de Gestão de Desastres (INGD) de 2016/2017, os ciclones tropicais, chuvas fortes e ventos intensos são eventos comuns em Moçambique, resultando em cheias e inundações dramáticas que têm afectado as comunidades de forma significativa (INGD, 2017). O relatório-Balanço da época chuvosa e ciclónica 2014/2015-2019/2021, divulgado pelo INGD, mostra que chuvas e ventos fortes, por vezes acompanhados de descargas atmosféricas, foram registados em todo o país. A tabela 1 apresenta uma análise comparativa dos danos humanos registados nas últimas 6 épocas chuvosas. A tabela 2 apresenta um histórico mais detalhado de desastres da época chuvosa e ciclónica.

Nos últimos 6 anos, os eventos hidro-climatológicos afectaram quase 4 milhões de pessoas em todo o país, deixando mais de 800 mil famílias afectadas. As casas foram as infra-estruturas mais afectadas, com mais de 234 mil casas totalmente destruídas e outras 235 mil inundadas. Na educação, mais de 4.400 escolas foram afectadas, e na saúde, quase mil pessoas morreram e mais de 4.400 ficaram feridas.

Essas tabelas destacam a gravidade dos impactos desses eventos hidro-climatológicos e ressaltam a necessidade de aprimorar a resiliência das populações e das infra-estruturas diante desses desafios. As informações apresentadas nos relatórios do

INGD, Oxfam e UNICEF podem ajudar a orientar políticas públicas e programas de adaptação e mitigação aos impactos desses eventos hidro-climatológicos no futuro.

Tabela 1: Análise comparativa de danos humanos nos últimos 6 anos.

Época	Eventos registados	População Afectada	Óbitos
2012/2013	Cheias na bacia do Limpopo, inundações na cidade de Maputo	478,892	117
2014/2015	Cheias nas bacias do Licungo, Muandá, Inundações	408,711	163
2016/2017	Ciclone Dineo, Chuvas e ventos fortes, inundações	1,054.707	73
2018/2019	Ciclones Idai, Kenneth,	2,040.850	723
2019/2020	Chuvas e ventos fortes	191,492	57
2020/2021	Ciclones Chalane, Eloise, Guambe, Chuvas e ventos fortes	691,332	104
<b>TOTAL</b>		<b>3,978.361</b>	<b>957</b>

Fonte: Relatório do INGD, (2020-2021).

Tabela 2: Histórico de desastres da época chuvosa e ciclónica.

Ano	Pessoas afectadas	Famílias Afectadas	Feridos	Óbitos	Casas destruídas	Casas Inundadas	Casas de Culto	Unidades sanitárias	Escolas Afectadas	Postes de energia
2012/2013	478892			117						
2014/2015	408711	82958	151	163	35698			22	1317	
2016/2017	1054707	216319	379	73	43781	84782	26	108	693	1017
2018/2019	2040850	410452	1872	723	146482	30125	1144	89	889	1586
2019/2020	191492	40892	68	57	6221	44809	89	8	525	123
2020/2021	691312	140457	199	104	37816	37420			2295	1387
<b>TOTAL</b>	<b>3978361</b>	<b>808120</b>	<b>4410</b>	<b>957</b>	<b>234300</b>	<b>235257</b>	<b>1259</b>	<b>205</b>	<b>4402</b>	<b>4113</b>

Fonte: Relatórios das épocas chuvosas e ciclónicas do INGD, (2012-2021)

### 2.1.1 Análise comparativa dos fenómenos

Análise do impacto de ciclones e Tempestades Tropicais Severas registados nas épocas 2016-201, verificam -se os seguintes dados constantes na Tabela 3:

Tabela 3: Análise comparativa dos ciclones registados nos últimos 4 anos;

<b>Ciclone Tropical</b>	<b>Categoria do Ciclone</b>	<b>Feridos</b>	<b>Óbitos</b>	<b>Pessoas Afectadas</b>
Dineo	3	101	7	550959
Idai	4	1642	603	1514662
Kenneth	4	94	45	289987
Chalane	2	13	11	73254
Eloise	3	25	11	469831
Guambe	3	25	2	36135
<b>TOTAL</b>		<b>1900</b>	<b>679</b>	<b>2934428</b>

Fonte: Relatório do INGD, (2020-2021)

A partir dos dados da tabela 3, podemos ver que o Ciclone Idai foi o mais devastador, deixando 1642 feridos, 603 mortos e 1.514.662 pessoas afectadas, principalmente nas províncias de Sofala e Manica. Já o Ciclone Kenneth, que atingiu a província de Cabo Delgado, deixou 94 feridos, 45 mortos e 289.987 pessoas afectadas.

É importante notar que, apesar de Boane e Maputo não terem sido directamente atingidos pelos ciclones, muitas pessoas foram afectadas por enchentes e deslizamentos de terra causados pelas chuvas intensas. Portanto, essas áreas também precisam ser consideradas nas análises de impacto dos ciclones.

A tabela 3 é uma ferramenta importante para compreender o impacto dos ciclones nas diferentes áreas do país e, assim, ajudar a orientar as acções de mitigação e recuperação em situações de desastres naturais.

## 2.1.2 Conceitos de Desastres

Os desastres naturais têm afectado a humanidade ao longo dos anos, causando danos materiais, perdas humanas e impactos económicos significativos em todo o mundo (UNDRR, 2021). Desde 2000, as perdas económicas causadas por desastres relacionados ao clima aumentaram três vezes em relação à década anterior (UNDRR, 2021). Esses eventos também expõem as vulnerabilidades sociais e económicas de muitas comunidades, especialmente daquelas que vivem em áreas propensas a desastres, como pode ser observado em alguns exemplos ilustrativos na Tabela 4:

Tabela 4: Desastres naturais.

<b>Ano</b>	<b>Evento</b>	<b>País/Local</b>
2004	Tsunami	Indonésia
2005	Furacão Katrina	Nova Orleans
2010	Terramoto	Haiti
2011	Tsunami	Japão
2012	Furacão Sandy	Nova Orleans
2013	Furacão Haiyan	Filipinas
2015	Terramoto	Nepal

Fonte: (Margoto & Fernandes, 2017)

É neste contexto em que desastres naturais têm causado inúmeras perdas materiais e humanas ao longo do tempo em diversas partes do mundo, que Moçambique também tem sido afectado. O país adoptou directrizes através de instrumentos legais como forma de responder a esse desafio de desastres naturais.

De acordo com a brochura do Conselho de Ministros de 2017, Moçambique é um dos países africanos mais vulneráveis aos desastres, devido principalmente à sua localização geográfica e ao nível de pobreza da população. Como resultado, nas últimas duas décadas, a elevada frequência, alternância e intensidade de eventos climáticos extremos tem representado uma ameaça crescente para o desenvolvimento nacional. Como forma de responder a esta situação, o Governo de Moçambique criou o



INGD (Instituto Nacional de Gestão de Desastres) através da resolução nº 18/1999, com o objectivo de introduzir medidas proactivas para a gestão de riscos de desastres, assim como um Plano Director para o período de 13 anos (2017-2030), que visa igualmente cumprir com o estabelecido na Lei nº 15/2014, de 20 de Junho, que define o regime jurídico da gestão das calamidades em Moçambique.

Os desastres naturais são eventos que ocorrem quando os fenómenos naturais afectam áreas ou regiões habitadas pelo ser humano, causando danos significativos. De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR, 2021), os desastres naturais de origem hidrometeorológica, tais como enchentes e inundações, secas e ciclones tropicais, e suas consequências devastadoras, estão se tornando cada vez mais frequentes em todo o mundo. Dentre as múltiplas causas desse aumento na frequência e na intensidade dessas calamidades, estão o crescimento populacional e a ocupação de áreas de risco.

A maioria das calamidades que afligem Moçambique está associada às instabilidades atmosféricas severas, que causam inundações, escorregamentos de massa, refinamentos e erosões costeiras na época das cheias, além vendavais, ciclones tropicais e estiagens. Esses registos acontecem em todo o país, sendo que secas têm maior incidência na região sul, cheias no centro e sul e ciclones tropicais na zona costeira (Zamparoni & Nunes, 2011).

De acordo com (Kobiyama et al., 2006) desastre é definido como resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema (vulnerável), causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos económicos e sociais. Aqui nota-se que o termo “adverso” significa hostil, inimigo, contrário, aquele que traz infortúnio e infelicidade.

(Tominaga et al., 2009, p. 13) Definem desastre como "uma grave perturbação do funcionamento da comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, económicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afectada a arcar com seus próprios recursos."

### 2.1.3 Tipos de cheias

De acordo com (Maueua et al., 2007) existem três tipos de cheias:

**Cheias planas:** são aquelas que decorrem normalmente nos períodos chuvosos e que acontecem lentamente, isto é, as inundações decorrem ao longo de semanas ou meses conforme a intensidade e duração da precipitação;

**Cheias rápidas:** são provocadas normalmente pela alta intensidade de precipitação, mas como uma grande influencia da superfície ou da inclinação da topografia são frequentes em cidades e zonas montanhosas e;

**Cheias costeiras:** são associadas a eventos atmosféricos (ciclones) oceânicos (ondas de superfície) ao longo da zona costeira.

Boane é uma área localizada na província de Maputo, em Moçambique, e está sujeita principalmente às cheias planas. Essas cheias ocorrem durante o período chuvoso e são caracterizadas por inundações lentas, que podem durar semanas ou meses, dependendo da intensidade e duração da precipitação. No entanto, é importante destacar que Moçambique está sujeito a diferentes tipos de cheias, além das planas, como as cheias rápidas e as cheias costeiras.

As cheias rápidas são provocadas por chuvas de alta intensidade, mas também são influenciadas pela superfície e topografia da região. Essas cheias são mais frequentes em áreas urbanas e montanhosas, onde a água da chuva é rapidamente escoada, causando inundações repentinas.

Já as cheias costeiras estão associadas a eventos atmosféricos, como ciclones, e oceânicos, como ondas de superfície, que atingem a zona costeira. Essas cheias podem ser extremamente devastadoras e causar danos significativos à infra-estrutura e populações costeiras.

Em resumo, Moçambique está sujeito a diferentes tipos de cheias, e cada tipo pode afectar a região de forma diferente, dependendo da localização geográfica e das características da área afectada. É importante que as autoridades estejam preparadas

para lidar com esses eventos climáticos extremos e que a população esteja consciente dos riscos e saiba como se proteger em caso de emergência.

### **2.1.3.1 Efeitos das cheias no rio Umbeluzi em Moçambique**

De acordo com o relatório do INGD (Fevereiro de 2005), o Rio Umbelúzi foi afectado pelas piores cheias em 1984, causadas pelo ciclone Domoina. Além disso, em 1999 e 2000, ocorreram cheias que afectaram negativamente a região. Essas cheias foram classificadas em três tipos: planas, rápidas e costeiras. As cheias rápidas foram as que mais impactaram a região, causando a destruição de infra-estruturas, cortes no fornecimento de energia eléctrica, rompimento da ligação rodoviária entre Moçambique, Eswatine e África do Sul, além de mais de 100 mortes nas bacias de Umbelúzi, Incomati e Maputo.

As cheias de 2000 tiveram efeitos significativos, afectando a população dos distritos de Namaacha e Boane. Dos afectados, 4.205 em Namaacha e 2.500 em Boane precisaram de assistência médica e outras medidas de socorro/apoio. Além disso, 50 em Namaacha e 478 em Boane tiveram que ser evacuados e acomodados em centros de acomodação temporária em Picoco distrito de Boane, enquanto 567 parcelas foram preparadas para o reassentamento das famílias desalojadas. Houve cinco mortes associadas às cheias no Distrito de Boane.

As estradas à jusante dos Pequenos Libombos foram inundadas, cortando o acesso para Boane, Mafuiane e Pequenos Libombos, e a secção da EN 2 foi inundada entre Matola e Boane, bem como entre Boane e Moamba. O acesso à estação de bombagem e tratamento de água que abastece as cidades de Maputo e Matola era difícil, tendo sido implementadas restrições no abastecimento de água. Além disso, 16 escolas e 41.266 estudantes foram afectados nas Províncias de Maputo, como resultado da combinação das cheias dos Rios Incomati, Maputo e Umbelúzi, enquanto 14 centros de saúde foram afectados na Província de Maputo.

#### **2.1.4 Acordos transfronteiriços para a gestão de bacias hidrográficas partilhadas**

De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2019), a gestão de bacias hidrográficas compartilhadas é fundamental para a cooperação e a paz entre os países, bem como para garantir o acesso sustentável à água para todas as pessoas. Essa gestão requer a implementação de acordos entre os países envolvidos, os quais devem estabelecer regras claras para a gestão integrada da água e para a mitigação de riscos de desastres naturais. As Organizações de Bacia Hidrográfica (OBH) são responsáveis por coordenar as actividades entre os países e implementar os acordos. No caso de Moçambique, existem exemplos de acordos como INCOMATI (Comissão do Rio Incomati) entre Moçambique, Eswatini e África do Sul, CACO (Comissão do Rio Catandica) entre Moçambique e Zimbábue e LIMCOM (Comissão do Rio Limpopo) entre Botsuana, África do Sul, Zimbábue e Moçambique.

Cada Rio de Bacias Compartilhadas (RBC) tem acordos específicos para a partilha e gestão da bacia hidrográfica. A partilha de benefícios é particularmente importante para a Comunidade para o Desenvolvimento da África Austral (SADC), uma vez que a região possui 15 rios transfronteiriços, dos quais seis são considerados de grande importância econômica para a SADC (FAO, 2020). A distribuição natural de água em toda a região apresenta desafios específicos de desenvolvimento que precisam de uma visão clara e renovada sobre a partilha de benefícios, a fim de assegurar a utilização sustentável e equitativa dos recursos hídricos compartilhados pelos países da região.

Em relação ao distrito de Boane, este é atravessado pelo rio Umbelúzi, que é partilhado por Moçambique e Eswatini. Portanto, a gestão da bacia hidrográfica do rio Umbelúzi está abrangida pelo INMACOM, com a participação de ambos países. É importante que a gestão da bacia hidrográfica do rio Umbelúzi seja eficiente, pois o rio é uma importante fonte de água para a região metropolitana de Maputo.

#### **2.2 Impactos das mudanças climáticas em Moçambique**

As mudanças climáticas são um motivo de preocupação para diversos Governos que procuram formas de encontrar formas de mitigar seus efeitos, Moçambique devido a

sua localização geográfica que o torna em um país susceptível a alterações climáticas, ocupando assim lugares cimeiros no ranking africano, 3º lugar em África e 2º na África Austral, no que concerne aos desastres naturais e a vulnerabilidade de cheias e ciclones (Conjo et al., 2021). Nos anos de 2019 o país foi assolado pelos ciclones Idai e Kenneth e no ano 2023 pelo ciclone Freddy que causaram prejuízos avultados a economia do país.

Moçambique é um país localizado na costa oriental de África, região vulnerável a ocorrência de eventos extremos derivados das mudanças climáticas. Essas mudanças climáticas são uma realidade na vida da população moçambicana, colocando a população numa situação de vulnerabilidade, sendo impactados principalmente nos sectores como agricultura, segurança alimentar, recursos hídricos, florestais, assentamento humano, infra-estruturas e zonas costeiras (Conjo et al., 2021).

Moçambique está exposto a mudanças climáticas, devido a sua localização costeira, tais mudanças estão associadas a riscos tais como cheias, ciclones e subida do nível do mar. O que faz com que pessoas mais vulneráveis do mundo estejam a ser duramente atingidas pelo aumento de secas, cheias e de condições climáticas extremas causados pelos impactos dessas mudanças climáticas (Castán Broto et al., 2015).

Conforme atestam os diversos autores referidos, Moçambique é um país vulnerável e com evidências claras de ter sido afectado de forma cíclica por estas mudanças climáticas com destaque para as cheias de 2000, ciclones tropicais Idai e Kenneth, Eloise e Guambe causando danos humanos e materiais.

### **2.3 Impactos das Inundações e Cheias na Economia e Meio Ambiente Moçambicano**

As cheias e inundações são fenómenos hidrológicos que têm consequências graves na vida das comunidades que vivem nas margens dos rios, causando mortes, destruição de casas, perda de bens materiais e deixando muitas pessoas sem-abrigo. Em

Moçambique, estes fenómenos são frequentes e têm causado danos significativos na economia e no meio ambiente.

Estima-se que anualmente cerca de 70% do país seja afectado pelas cheias e inundações, causando prejuízos milionários na agricultura, infra-estruturas, habitação e em outras actividades económicas (Matlombe, 2019). Além disso, estes fenómenos contribuem para a degradação do meio ambiente, com a erosão do solo, a contaminação das águas e o aumento da poluição.

Por isso, é importante compreender a diferença entre cheias e inundações, pois nem todas as inundações são causadas pelas cheias. Segundo Ramos (2009), as cheias referem-se ao transbordo de um curso de água, enquanto as inundações são a submersão de uma área usualmente emersa.

Em resumo, é crucial para Moçambique encontrar formas de mitigar os efeitos das cheias e inundações, protegendo as comunidades e as actividades económicas mais afectadas. Além disso, é importante promover a gestão sustentável do meio ambiente para evitar a degradação e o agravamento deste problema.

## **2.4 Funcionamento actual do modelo de monitoria de inundações em Movene**

A telemetria é uma tecnologia que permite a colecta de dados em diversos ambientes e a interacção directa com objectos de diferentes tipos, bem como a conexão em rede e interacção entre objectos e pessoas (Costa Filho, 2016). No caso da monitoria das cheias no rio Movene, a telemetria é utilizada por meio de radares que convertem impulsos em caudal, determinando assim o volume de água que passa em uma determinada seção em um determinado período de tempo.

Os radares são geralmente instalados em locais propensos a alastramentos de correntes de água, mas também existem estações offline que captam informações sobre as chuvas através de sensores. Essas estações armazenam as informações, mas não as transmitem imediatamente, sendo necessário que alguém vá até lá com

um dispositivo de armazenamento para fazer o download dos dados. Devido à dificuldade de conexão de rede, muitas vezes essas estações offline são usadas, o que resulta em informações não sendo transmitidas em tempo real.

Apesar dessas limitações, a monitoria através da telemetria é uma ferramenta valiosa para prever e monitorar inundações no rio Movene. Segundo o Instituto Nacional de Gestão de Calamidades (INGC) de Moçambique, a utilização de tecnologias como a telemetria é fundamental para uma resposta eficaz e rápida a situações de emergência causadas por desastres naturais (INGC, 2016).

## **2.5 Internet das Coisas**

A rápida evolução da tecnologia está mudando a forma como interagimos com o mundo ao nosso redor. Empresas estão actualmente desenvolvendo produtos com interfaces tecnológicas que seriam impensáveis a décadas, a fim de atender às exigências da humanidade. É nesse contexto que surge a progressiva automação de sectores inteiros da economia e da vida social com base na comunicação máquina-máquina para suprir as necessidades humanas do dia-a-dia (Magrani, 2018).

A Internet das coisas (IoT) é uma nova visão da Internet que abrange não só computadores, mas também objectos do dia-a-dia equipados com sensores capazes de captar aspectos do mundo real e enviá-los para centrais que os utilizam de forma inteligente. Essa tecnologia tem sido desenvolvida pelas empresas para atender as exigências da humanidade, levando à progressiva automação de sectores inteiros da economia e da vida social com base na comunicação máquina-máquina para suprir as necessidades do dia-a-dia (Filho, 2016).

De acordo com os autores Magrani e Filho, a IoT é um ambiente de objectos físicos interconectados com a Internet por meio de sensores pequenos e embutidos, criando um ecossistema de computação omnipresente, voltado para a facilitação do quotidiano das pessoas, introduzindo soluções funcionais nos processos do dia-a-dia. É importante destacar que não há um conceito consensual em relação à IoT, mas o que as definições têm em comum é que se focam em como computadores, sensores e

objectos interagem uns com os outros e processam informações/dados em um contexto de hiper-conectividade (Magrani, 2018).

A IoT não é apenas uma nova tecnologia, mas uma fronteira na qual a Internet está se aprofundando, resultado do avanço tecnológico contínuo, particularmente da miniaturização electrónica e dos diversos protocolos de comunicação (Filho, 2016). A IoT utiliza diversas tecnologias associadas, desde a conexão física dos objectos até a infra-estrutura básica e as conexões sem fio. É importante destacar que a IoT não está no âmbito das tecnologias, porque não deriva delas, mas sim as usa para cumprir uma série de funcionalidades (Filho, 2016).

Diante do exposto, é possível afirmar que a IoT tem grande importância no mundo actual e deve ser levada em conta em diversos trabalhos de tecnologia e outras áreas relacionadas, já que representa uma grande oportunidade de desenvolvimento e inovação (Magrani, 2018; Filho, 2016).

### **2.5.1 Evolução Histórica de IoT**

A história da IoT começou muito antes da Internet, suas raízes estão na tecnologia RFID-*Radio Frequency Identification*, actualmente usadas em inúmeras etiquetas de identificação de caixas, roupas, etc. A tecnologia RFID era usada na segunda guerra mundial como uma forma de identificar o avião captado pelo radar é amigo ou inimigo. Após a segunda guerra mundial, aplicações comerciais foram desenvolvidas para, por exemplo evitar roubos em lojas com base etiquetas RFID, com respostas simples de 1 bit, respondendo a um sinal de determinada frequência '0' ou '1' (Filho, 2016).

Em 1973, o empreendedor californiano Charles Walton desenvolveu um sistema de controlo de acesso sem chaves, baseado em rádio frequência. Basicamente funcionava com um cartão contendo um Transponder. Ao aproximar o cartão contendo verificação de sua identidade e, então a porta é desbloqueada.

Nos anos 1970, no Los Alamos National Laboratory, o Governo norte-americano desenvolveu pesquisas para criar identificadores de equipamentos militares e apoiar a logística de transporte e armazenamento, em especial de armas nucleares. Sistemas



de RFID foram desenvolvidos para utilização em portões e camiões de transporte com transponders contendo identificações dos produtos e outras informações.

Em 1999, no Massachusetts Institute of Technology (MIT) foi estabelecido o centro de estudos Auto-ID Center, que passaria a ser chamado de Auto-ID Labs, após 2003 esse centro de estudos foi criado com o suporte da Uniform Code Council, EAN International, Protector & Gamble e Gillette, dois professores David Brok e Sanjay Sarma trabalhavam nesse centro com objectivo de obter etiquetas de RFID com microprocessadores de custo muito baixo.

Em 2002 na revista Forbes Magazine o pesquisador do Auto-ID Center, Kevin Ashton usa a expressão “Internet das coisas” pela primeira vez (Filho, 2016).

Em 2008 se confirma a história de IoT e se realiza a primeira conferência Internacional sobre o tema Internet das coisas em Zurique, Suíça, onde são discutidos em sessões científicas temas como RFID, sensoriamento, aspectos de negócios e tecnologias de conexão e conversão de protocolos.

De acordo com (Santos et al., n.d.) alguns autores atestam que a IoT será a nova revolução da tecnologia da informação. Sendo assim, a IoT possivelmente não deve ser entendida como um fim, mas como um meio para alcançar algo maior como a computação. Na figura abaixo pode se ver apresentada o histórico de IoT desde o seu surgimento, adoção, maturidade e impacto de diversas tecnologias.

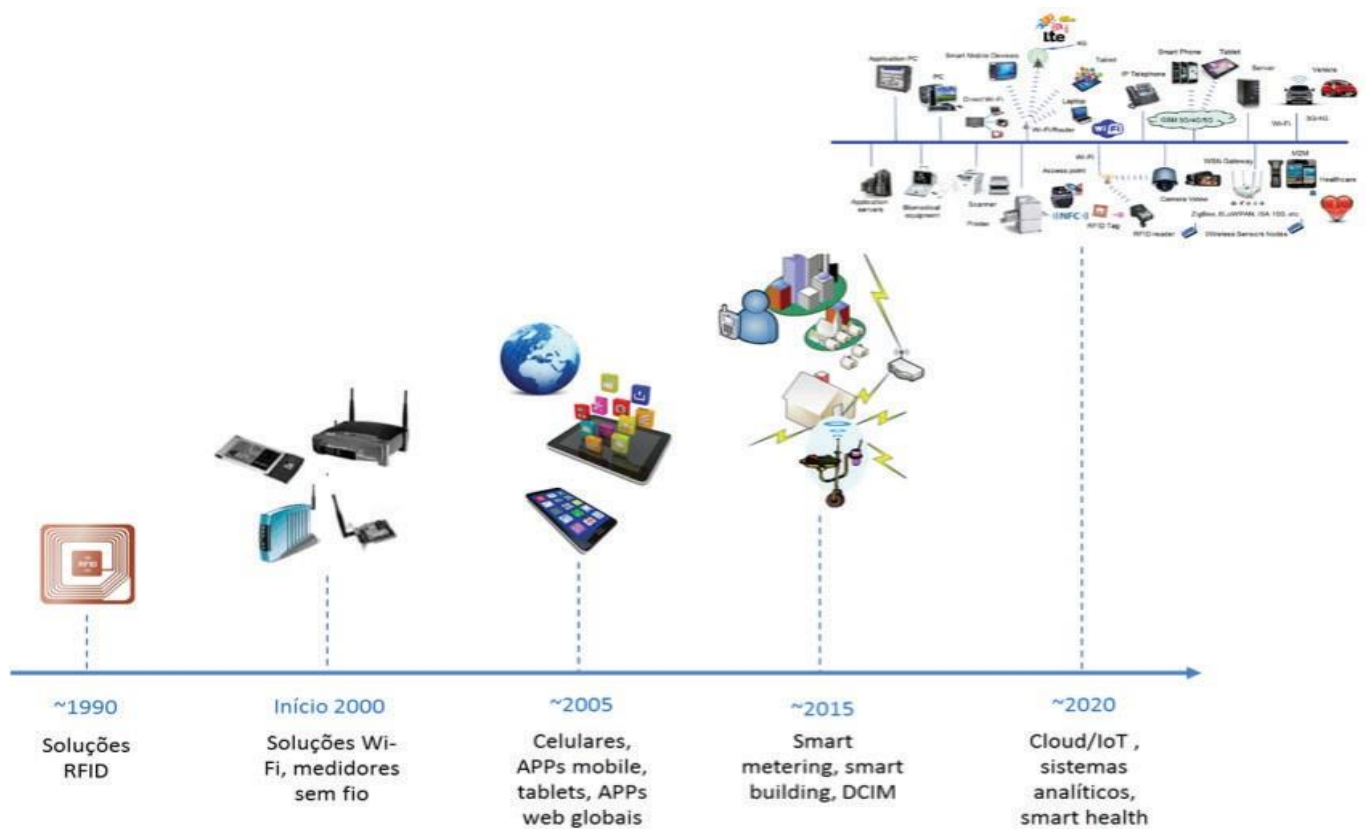


Figura 1: Evolução Histórica de IoT. Fonte: (Filho, 2016)

### 2.5.2 Componentes Fundamentais da IoT: Identificação, Sensores/Actuadores, Comunicação, Computação, Serviços e Semântica

A IoT pode ser vista como uma combinação de diversas tecnologias, que se complementam no sentido de viabilizar a integração dos objectos no ambiente físico ao mundo virtual (Santos et al., s.d.).

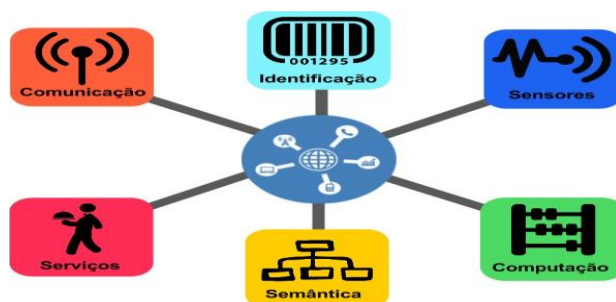


Figura 2: Componentes Fundamentais da IoT. Fonte: (Santos et al., s.d.)

**Identificação:** é um dos blocos mais importantes, uma vez que é importante identificar os objectos unicamente para conectá-los à Internet. Tecnologias como RFID, NFC (*Near Field Communication*) e endereçamento IP podem ser empregados para identificar os objectos.

**Sensores/Actuadores:** sensores colectam informações sobre o contexto onde os objectos se encontram e, em seguida, armazenam/encaminham esses dados para data warehouse, clouds ou centros de armazenamento.

**Comunicação:** Esta relacionada às diversas técnicas usadas para conectar objectos inteligentes. Também desempenha papel importante no consumo de energia dos objectos sendo, portanto, um factor crítico. Algumas das tecnologias usadas são Wi-Fi, Bluetooth, IEEE 802.15.4 e RFID.

**Computação:** inclui unidade de processamento tais como, microcontroladores, processadores e FPGAs, responsáveis por executar algoritmos locais nos objectos inteligentes.

**Serviços:** a IoT pode prover diversas classes de serviços, dentre eles, destacam-se os Serviços de Identificação, responsáveis por mapear Entidades Físicas (EF) (de Interesse do usuário) em Entidades Virtuais (EV) como, por exemplo, a temperatura de um local físico em seu valor, coordenadas geográficas do sensor e instante da colecta; Serviços de Agregação de Dados que colectam e sumarizam dados homogêneos/heterogêneos obtidos dos objectos inteligentes; Serviço de Colaboração e Inteligência que agem para a agregação de dados para tomar decisões e reagir de modo adequado a um determinado cenário; e Serviços de Ubiquidade que visam proverem serviços de colaboração e inteligência em qualquer momento e qualquer lugar em que eles sejam necessários.

**Semântica:** refere-se a habilidade de extracção de conhecimento dos objectos na IoT. Trata da descoberta de conhecimento e uso eficiente dos recursos existentes na IoT, a partir dos dados existentes, com o objectivo de prover determinado serviço. Para tal, diversas técnicas como *Resource Description Framework* (RDF), *Web Ontology Language* (OWL) e *Efficient XML Interchange* (EXI) podem ser usadas.

### 2.5.3 Arquitectura de IoT

A conexão de bilhões de objectos inteligentes à Internet é necessário ter uma arquitectura flexível. É fundamental que o tráfego de dados seja seguro e otimizado entre os dispositivos IoT. O modelo básico de arquitectura da figura 3 apresenta três camadas, na primeira camada que é a dos objectos inteligentes ou camada de percepção, nela estão representados objectos físicos que usam sensores para colectar e processar informação. Na camada seguinte que é de rede, que abstrações das tecnologias de comunicação, serviços de gerenciamento, roteamento e identificação devem ser realizadas. De seguida temos a camada de aplicação que é responsável por prover serviços para clientes (Santos et al., s.d.).

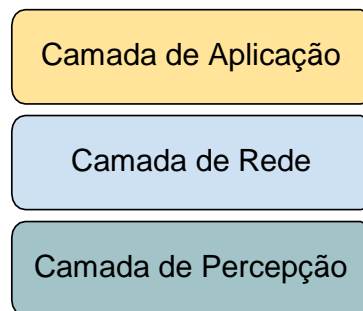


Figura 3: Modelo básico de Arquitectura, Fonte: (Santos et al., s.d.)

### 2.5.4 Aplicação IoT

Segundo (Mendes, 2021) as aplicações IoT são inúmeras e diversas, e permeiam praticamente a vida diária das pessoas, das empresas e sociedade como um todo.

- **Cidade inteligente:** Usando dados de vários sensores, a IoT pode ajudar a resolver problemas como tráfego, gerenciamento de energia e de resíduos e segurança pública;
- **Casa inteligente:** Ligar o ar-condicionado antes de chegar em casa ou desligar as luzes mesmo depois de sair de casa, desbloquear as portas estando longe de casa, fechaduras inteligentes, sistemas de segurança, automação de toda parte eléctrica, e electrodomésticos, através da conexão a Internet por Wi-Fi e Bluetooth.

- **Cuidados de Saúde:** Dispositivos automatizados conectam-se e partilham dados de pacientes e pesquisas, directamente para um sistema de controlo, facilitando e agilizando diagnósticos.
- **Carros inteligentes:** Carros movidos tanto por software, carros modernos usam dados de sensores para entender os padrões de direcção e uso de veículo pelos clientes.
- **Agricultura:** Os dispositivos podem ser usados para medir a saúde do solo, incluindo o conteúdo da humidade e nutrientes. O uso da água e fertilizantes pode ser personalizado com base nesses *insights*. Na indústria pecuária, os dispositivos podem ajudar a monitorar a saúde do gado, identificar o gado doente ou em risco pode conduzir o tratamento precoce e proteger o resto do stock.

#### 2.5.4.1 IoT na Gestão de Calamidades Naturais

As inundações são responsáveis por um elevado número de perdas humanas e materiais todos os anos. Embora a monitorização dos rios geralmente seja feita por radares e sensores previamente configurados, as inundações podem ocorrer de forma abrupta, o que justifica a implementação de sistemas de monitoria em tempo real utilizando a Internet das Coisas. Com a IoT, é possível alertar as entidades responsáveis pela monitorização dos rios em tempo hábil. A IoT surgiu como uma infraestrutura informática global que utiliza tecnologias, como a identificação por radiofrequência (RFID), redes de sensores sem fios (WSN) e cloud computing, para transmitir e converter dados obtidos a partir de diferentes dispositivos, incluindo sensores digitais. A previsão de catástrofes naturais, como as inundações, é uma das aplicações da IoT, pois permite a monitorização adequada de variáveis inerentes ao ambiente (Silva Júnior et al., 2021).

A gestão adequada da informação no processo de prevenção e resposta a desastres é fundamental para reduzir os riscos e as perdas materiais e humanas decorrentes de calamidades naturais. Assim, é necessário adoptar medidas preventivas que envolvem a monitoria constante do nível dos rios próximos às áreas habitacionais por meio de

equipamentos que realizam a medição contínua de dados de forma confiável (Silva Júnior et al., 2021).

A agilidade é um factor fundamental na salvaguarda de vidas. Situações de resposta a desastres são sempre atípicas e exigem decisões rápidas em um ambiente extremamente dinâmico e mutável, onde transitam inúmeras informações muitas vezes confusas, incompletas ou até mesmo inverídicas. Isso representa um enorme desafio para os responsáveis. Portanto, torna-se necessário criar mecanismos que subsidiem os tomadores de decisão com informações rápidas, actualizadas e precisas (Margoto & Fernandes, 2017).

## **2.6 Principais benefícios de propor um modelo de alerta de inundações baseado na Internet das coisas na região do rio Movene no distrito de Boane**

A Internet das Coisas (IoT) revolucionou a forma como os objectos físicos podem ser monitorados, coordenados e controlados por meio de redes de dados ou da Internet, usando sensores, actuadores e tecnologia de comunicação de dados. Ao usar sensores fluviais específicos, os benefícios do uso da IoT são inúmeros e vão desde a leitura de diferentes variáveis e categorias de dados até a possibilidade de aumentar a vida útil desses sensores (Vital et al., 2020).

Entre as vantagens do uso da IoT, destacam-se:

### **2.6.1. Monitoria em tempo real**

Os dados são colectados e enviados para a central em tempo real, isso permite que se tome decisões mais assertivas e atempadamente.

### **2.6.2. Alerta em tempo real**

Em caso de se verificar situações padronizadas como de ameaça, os diferentes Intervenientes (sociedade, equipa técnica e/ou o governo) podem ser imediatamente alertados.

### **2.6.3. Mensagem para os gestores de sistemas**

Os gestores do sistema possuem uma visibilidade geral da solução e podem, por exemplo, substituir ou efectuar a manutenção de um dos sensores caso este apresente leituras anómalas ou não padronizadas.

## CAPITULO 3: Caso de Estudo

### 3.1 Localização Geográfica

Segundo (Guale, 1999) A bacia do rio Umbelúzi é dividida em seis unidades de sub-bacias, nomeadamente: Mnjoli, Mbuluzane, Inter-Libombos, Nkalishane, Movene e a Planície litoral.

A área de estudo abrange a unidade da sub-bacia de Movene na bacia hidrográfica de Umbeluzi, é limitada a norte pela vila de Moamba, a sul pela planície litoral da bacia de Umbeluzi, Posto administrativo de Boane, a oeste é limitada pelo posto administrativo de Namaacha e República da África do Sul e a este pelo Matola Rio e Pessene.

Os distritos de Goba, Namaacha e Boane na Província de Maputo estão parcialmente localizadas dentro da bacia hidrográfica do rio Umbelúzi. No distrito de Boane, o mais afectado pelas cheias, estão parcialmente localizados dois Postos Administrativos dentro da bacia, sendo que 53% da população dependem da agricultura e pesca como fonte primária da actividade económica esteja muito abaixo da média nacional devido a inclusão das áreas urbanas de Maputo e Matola (*Relatório Final – Bacia Do Rio Umbeluzi*, 2005).

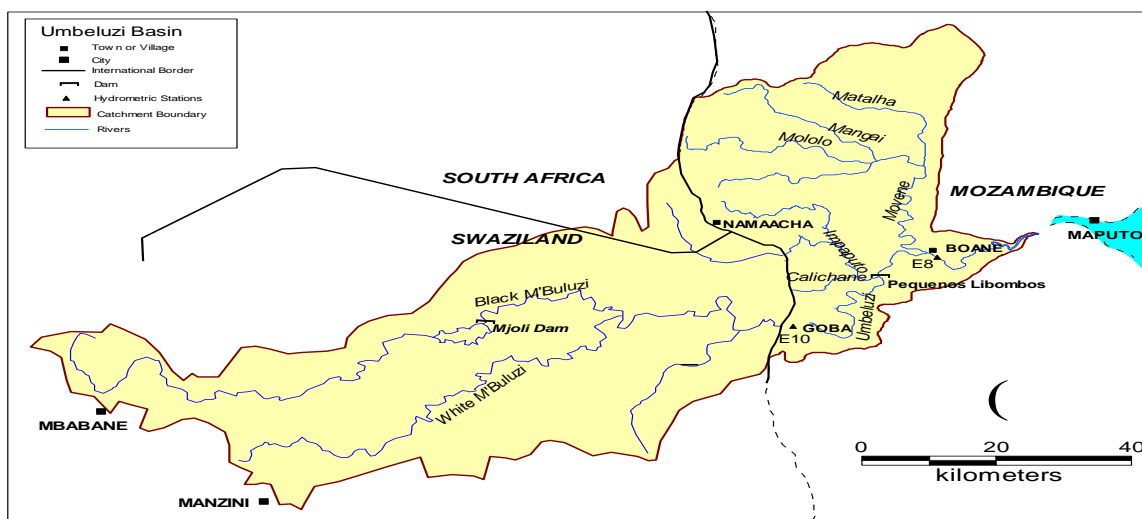


Figura 4: Mapa do Rio Umbeluzi. Fonte: Relatório Final sobre Análise do Risco de Cheias em Moçambique- Bacia do Umbeluzi



### **3.2 Histórico de desastres no rio Movene**

O rio Movene é conhecido por suas enchentes e, historicamente, já causou danos significativos à região. O último grande evento ocorreu em 2013, quando a cheia resultou na danificação do drift de Boane, uma ponte importante que liga a vila de Boane ao distrito de Massaca. Além disso, as inundações atingiram campos agrícolas próximos ao leito do rio e interromperam a circulação rodoviária entre os distritos de Boane e Matutuine, causando impactos negativos na região.

### **3.3 Formas de registo de Chuvas no rio Movene**

Para a colecta de dados sobre a chuva na região do rio Movene, é utilizado o pluviómetro, um instrumento que mede a quantidade de precipitação em um determinado período de tempo. Essa informação é colectada através da leitura da água colectada pelo instrumento, que é armazenada em uma proveta (Magesh et al., 2016). A precisão da medição da chuva é fundamental para a compreensão dos fenómenos hidrológicos que ocorrem no rio Movene e para o desenvolvimento de um sistema de alerta efectivo para enchentes na região.

### **3.4 Mecanismos de alerta de inundações**

O sistema de alerta de inundações na região do rio Movene é baseado em uma rede de instalação telemétrica que utiliza a conexão 3G. Esta tecnologia foi importada da Alemanha e tem um custo elevado para o país. De acordo com o Ministério da Energia e Recursos Minerais de Moçambique (MIREME, 2021), o sistema de energia solar instalado na região custou cerca de 25 milhões de meticais. No entanto, apesar dos investimentos, ainda há desafios a serem enfrentados, como a limitação da rede móvel que, em algumas áreas, pode impedir o carregamento automático dos dados do sistema, gerando atrasos na tomada de decisões. Além disso, para prevenir o roubo de painéis solares e baterias, o MIREME sugere a implementação de medidas de

segurança, como a instalação de sistemas de alarme e câmeras de vigilância (MIREME, 2021).

### **3.5. Constrangimentos no Mecanismos de alerta de inundações**

Os constrangimentos encontrados relativamente as tecnologias de monitoria de inundações são: Conexão devido a limitação da rede móvel, mecanismo de detenção de inundação em tempo real, vandalização do equipamento de telemetria por parte da população.

## **CAPÍTULO 4: Proposta de Solução**

Com base nos constrangimentos identificados no local de estudo, o autor considerou essencial propor uma solução que contribua para o conjunto de acções necessárias a fim de construir um sistema de monitoria de inundações acessível em termos de custos, o que, por sua vez, irá aumentar os níveis de mitigação contra esse fenómeno natural. A solução para o problema envolve uma série de acções, sendo uma delas a monitoração em tempo real da ocorrência de inundações.

### **4.1. Descrição da proposta de solução**

As inundações são desastres naturais conhecidos por causarem grandes perdas ao meio ambiente e à vida humana, como discutido no Capítulo 4. Nesse sentido, o autor considerou fundamental desenvolver um sistema capaz de receber alertas de emergência sobre o estado dos níveis de água nos leitos dos rios em diferentes condições. A proposta visa monitorar esses níveis e verificar se estão dentro dos limites adequados. Se ultrapassarem o limite, o sistema alertará por meio de indicações de LED e aplicativos da Internet. A plataforma física será composta por um sensor ultra-sónico para detectar os níveis do rio e um microcontrolador NodeMCU ESP8266 para processar os dados. Esses dados serão enviados para a nuvem ThingSpeak IoT, permitindo que os níveis do rio sejam monitorados graficamente em qualquer lugar do mundo.

### **4.2. Plano Financeiro para Instalação do Sistema de Monitoria de Inundações no Rio Movene em Boane**

A Tabela 5 apresenta o Plano Financeiro para a Monitoria de Inundações no Rio Movene, em Boane. Nela, estão descritas as despesas associadas a este projecto, acompanhado dos correspondentes valores em Metical.

Tabela 5: Plano Financeiro para Monitoria de Inundações no Rio Movene em Boane.

Descrição da Despesa	Valor em Metical
Microcontrolador NodeMCU ESP8266	15,000
Sensor ultra-sónico	25,000
Placa de Circuito Impresso	5,000
Material eléctrico (cabos, resistências, LED, etc.)	7,500
Mão-de-obra de instalação	10,000
Configuração de Rede ThingSpeak IoT	5,000
Manutenção e suporte técnico (12 meses)	20,000
Total	87,500

Fonte: Autor

Os valores são apenas estimativas e podem variar dependendo dos fornecedores e das taxas de câmbio.

A configuração de rede ThingSpeak IoT inclui a criação de uma conta, configuração do canal de dados, definição de regras de alerta e outros ajustes necessários.

O suporte técnico inclui assistência técnica remota ou presencial em caso de falhas no sistema durante 12 meses após a instalação.

## CAPÍTULO 5: Desenvolvimento do protótipo

Neste capítulo, apresentamos os métodos utilizados no desenvolvimento do protótipo, que inclui a montagem do circuito eléctrico, a configuração do ESP NodeMCU 8266, a preparação da Node-red e a manipulação dos dados. Para garantir que o protótipo solucione o problema adequado, utilizamos princípios do modelo de desenvolvimento em cascata para garantir a qualidade do produto final.

Na análise e definição dos requisitos do sistema, utilizamos a classificação proposta por Sommerville (2011), que divide os requisitos em funcionais, não funcionais, de negócios e de usuário. Os requisitos funcionais definem o que o sistema deve ser capaz de fazer, enquanto os não funcionais são restrições sobre as funções e serviços oferecidos pelo sistema.

### 5.1 Análise e definição de requisitos

Os requisitos de um sistema correspondem às descrições detalhadas dos serviços, funções fornecidas e restrições operacionais do sistema. Contudo (Sommerville, 2011) agrupa os requisitos de sistema em duas categorias:

- ✓ **Requisitos funcionais (RF):** definem o que o sistema deve ser capaz de fazer;
- ✓ **Requisitos não funcionais (RNF):** são restrições sobre as funções e serviços oferecidos pelo sistema;
- ✓ **Requisitos de negócios:** Os requisitos do negócio são requisitos de alto nível que explicam as necessidades de execução de um ou mais projectos do negócio. Este projecto tem como objectivo a redução das perdas agrícolas que se fazem sentir nos campos de produção agrícola cuja causa são as doenças em plantas.
- ✓ **Requisitos de usuário:** São declarações, em linguagem natural e também em diagramas sobre as funções que o sistema deve fornecer e as restrições sob as quais deve operar. Para representar o que será realizado dentro do sistema, pode-se recorrer ao diagrama de casos de uso. O diagrama de casos de uso, define somente o que existe fora do sistema (actor) e o que deve ser realizado pelo sistema (casos de uso) (Pressman, 2011).

### ✓ Requisitos Funcionais

O sistema deve responder aos seguintes requisitos

Tabela 6 Requisitos Funcionais.

Ref	Descrição	Prioridade	Critério de aceitação
RF1	O Sistema deve ser capaz de ler em tempo real o nível da água no rio	Essencial	A leitura do nível de água do rio deve ser ao tempo real
RF2	O Sistema deve ser capaz de enviar um alerta em tempo real o nível da água no rio	Essencial	Apresentar uma led acesa quando existe um perigo de inundação
RF3	O Sistema deve ser capaz de gerar gráficos que ilustram a variação do nível da água no rio	Essencial	Apresentação gráfica da situação real do rio

Fonte: Autor.

### ✓ Requisitos não funcionais

Olhando para o modelo proposto, de acordo com a descrição do problema do presente trabalho, foram encontrados os seguintes requisitos não funcionais do sistema:

Tabela 7 Requisitos não funcionais.

Ref	Descrição	Requisito
RNF1	O Sistema deve suportar crescimento dinâmico do sistema	Escalabilidade
RNF2	O Sistema deverá tratar o processamento de dados com a segurança necessária	Confiabilidade
RNF3	É desejável que o modelo seja seguro e que garanta a confidencialidade e integridade das informações de utilizadores.	Segurança
RnF4	O Sistema deve ser responsivo na Interfaces gráficas	Usabilidade
RnF5	O Sistema deve ser compatível com sistemas operacionais Windows, Linux, iOS, Android	Compatibilidade

Fonte: Autor.

## 5.2 Projecto de sistema e software

### 5.2.1 Requisitos de Software

A Tabela 8 apresenta os Requisitos de Software, descrevendo os requisitos específicos que devem ser atendidos pelo sistema em questão. Nessa tabela, são listados os requisitos funcionais (RF) e requisitos não funcionais (RNF), acompanhados de suas descrições e prioridades.

Tabela 8: Requisitos de Software.

Ref	Descrição	Prioridade
RF1	O Sistema deve ser capaz de ler em tempo real o nível da água no rio	Essencial
RF2	O Sistema deve ser capaz de enviar um alerta em tempo real o nível da água no rio	Essencial
RF3	O Sistema deve ser capaz de gerar gráficos que ilustram a variação do nível da água no rio	Essencial
RNF1	O Sistema deve suportar crescimento dinâmico do sistema	Escalabilidade
RNF2	O Sistema deverá tratar o processamento dos dados com a segurança necessária	Confiabilidade
RNF3	É desejável que o modelo seja seguro e que garanta a confidencialidade e integridade das informações de utilizadores.	Segurança

Fonte: Autor.

## 5.2.2 Diagrama de casos de USO

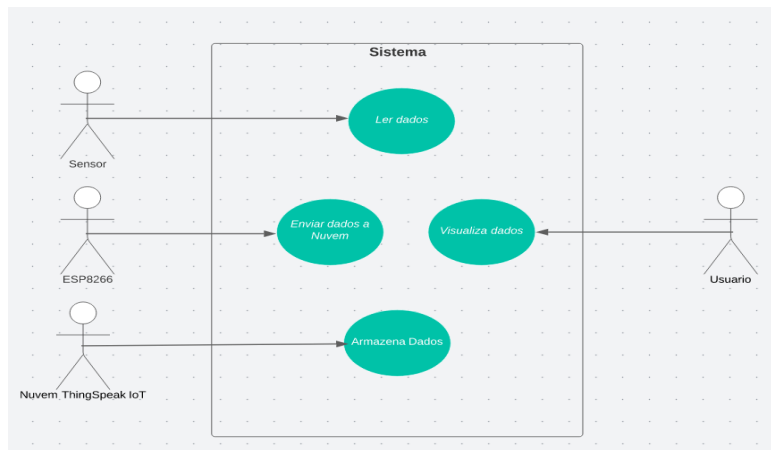


Figura 5 Diagrama de casos de USO. Fonte: Autor.

## 5.2.3 Arquitectura

O modelo de solução proposto está dividido em três camadas nomeadamente, camada percepção, camada de rede e camada de aplicação, onde a forma de Interacção entre elas é da base para cima, isto é, tudo começa da camada percepção e culmina na camada de aplicação.

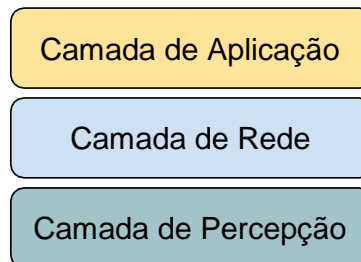


Figura 6: Arquitectura do modelo de solução. Fonte: (Santos et al., s.d.).

### 5.2.3.1 Camada Percepção

A primeira camada está dividida em duas partes tendo a primeira parte física que trata da transmissão de bits normais por um canal de comunicação (Tanenbaum A. S., 2011) e a segunda a percepção que é responsável por captar as grandezas físicas do ambiente e converte-las para um formato digital que possa ser facilmente transportado



pela camada de rede (Serafim, 2014). Nesta camada é usado o sensor ultra-sónico e um microcontrolador NODE MCU ESP 8266.

### 5.2.3.2 Camada de Rede

A camada de rede tem como função a transmissão dos dados obtidos pelos dispositivos da camada de percepção para a camada de aplicação (Serafim, 2014), nesta camada a transmissão de dados é feita usando o protocolo IEEE802.11.

### 5.2.3.1 Camada de Aplicação

A camada de aplicação tem como função o armazenamento, processamento, análise dos dados e tomada de decisão enviados pela camada de rede (Serafim, 2014). Nesta camada para o armazenamento é usada a nuvem onde depois os dados são processados e apresentado um gráfico.

## 5.2.4 Modelo de Funcionamento

### 5.2.4.1 Diagrama de blocos

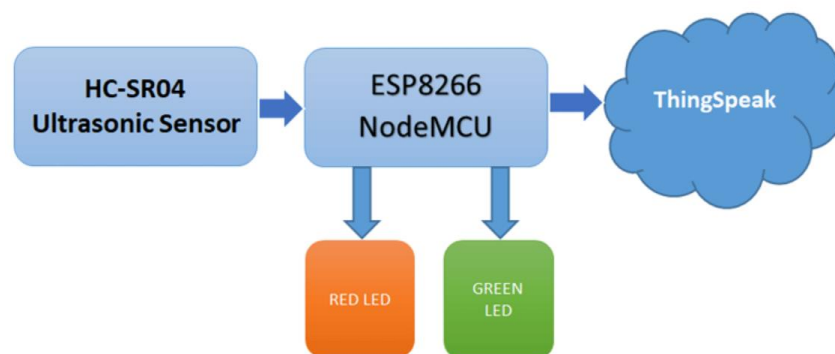


Figura 7: Diagrama de blocos, Fonte: Autor.

O diagrama de blocos acima mostra o funcionamento deste sistema de monitoria de inundação baseado em IoT. O sensor ultra-sónico é usado para detectar o nível da água do rio. A saída de dados do sensor ultra-sónico é alimentada no ESP 8266, onde

é processada e enviada a nuvem ThingSpeak para monitoria gráfico e alerta crítico. O LED vermelho é usado para alertar durante as condições críticas de inundação e o LED verde é usado para indicar a condição normal.

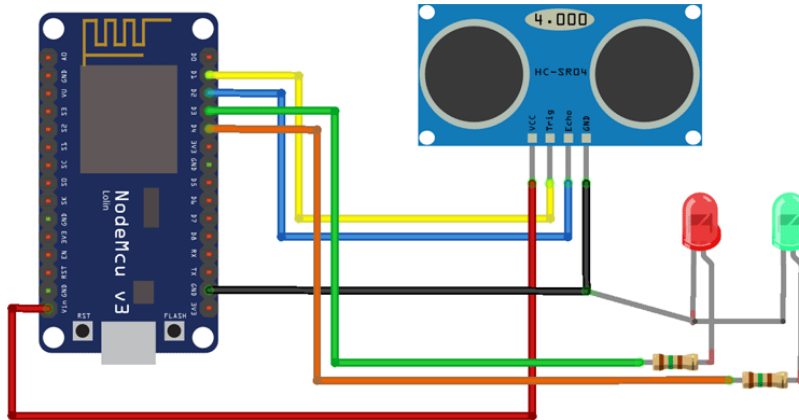


Figura 8: Modelo ilustrativo da proposta de solução. Fonte: Autor.

A figura acima apresenta a forma de monitoria de inundações e comunicação que se propõe para a resolução parcial dos constrangimentos enfrentados pela entidade que monitora o rio Moveve, onde, o sensor de Ultra-sônica será responsável verificar o nível de água no rio, este por sua vez vai encaminhar os dados ao Modulo IoT (NodeMCU 8266) que irá manipular os dados de entrada e em seguida envia os dados do rio a nuvem. Tendo a informação do nível de água já na nuvem esta será apresentada em formas de gráficos conforme as imagens abaixo e se o nível de água for alta ira aceder a LED Vermelha alertando que a um perigo eminente de inundação.

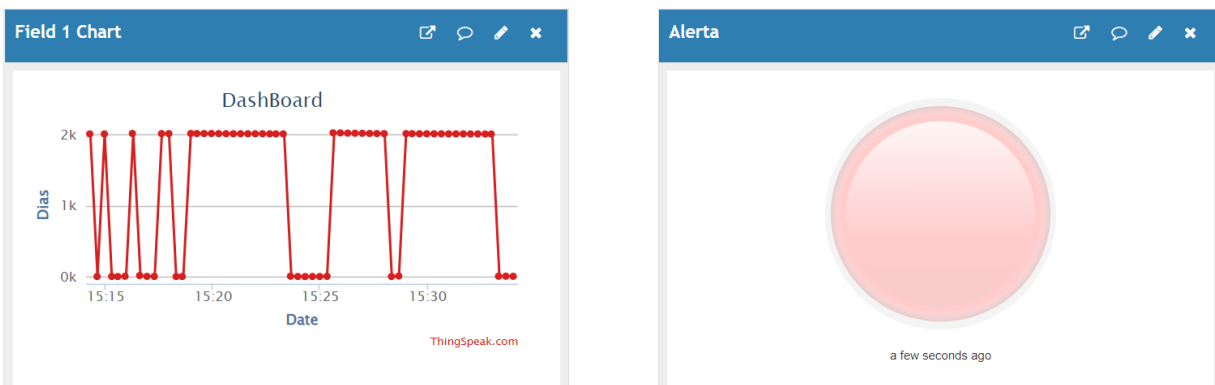


Figura 9: Dashboard sem perigo de inundação, Fonte: Autor.

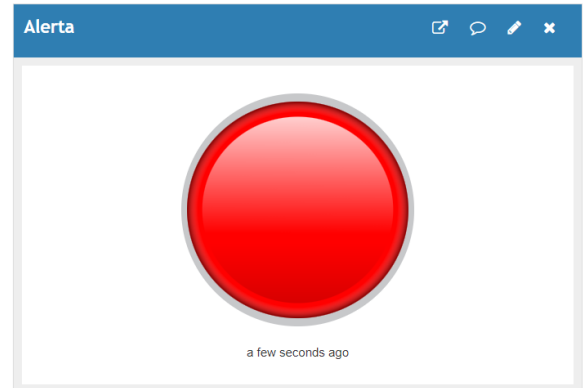
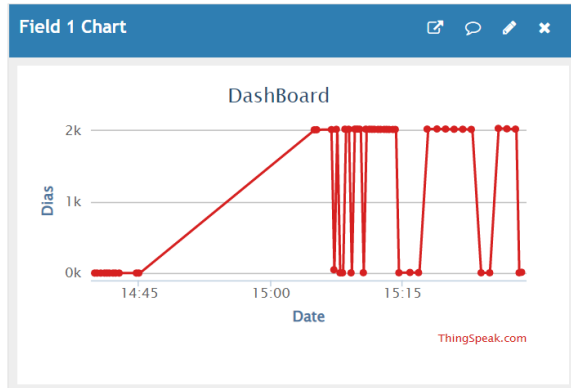


Figura 10: Dashboard com o registo de inundação. Fonte: Autor.

### 5.2.4.2 Tecnologias e Componentes Usadas na Construção do Modelo Físico

Para construção do modelo físico foram usados componentes eléctricos e electrónicos, dos quais abaixo está a descrição mais detalhada.

#### 5.2.4.2.1 ESP NodeMCU 8266 Wi-Fi

NodeMCU 8266 é um Firmware de código aberto baseado na linguagem de programação Lua e usa um sistema de arquivos SPIFFS baseado em flash no módulo. NodeMCU é implementado com base na linguagem de programação C e é colocado em camadas no Espressif NON-OS SDK. O ESP NodeMCU 8266 possui uma Interface usb-serial e um regulador de tensão de 3.3 V a ele associado, podendo assim ser alimentado por uma tensão de 5 V.

Tabela 9: Descrição do NodeMCU 8266.

Categoria Pino	Nome	Descrição
Power	Micro-USB, 3.3V, GND, Vin	<p><b>Micro-USB:</b> NodeMCU pode ser alimentado através da porta USB</p> <p><b>3.3V:</b> Regulado 3.3V pode ser fornecido a este pino para alimentar a placa</p> <p><b>GND:</b> Pinos de terra</p> <p><b>Vin:</b> Fonte de Alimentação Externa</p>

Control Pins	EN, RST	O pino e o botão redefinem o microcontrolador
Analog Pin	A0	Usado para medir tensão analógica na faixa de 0-3.3V
GPIO Pins	GPIO1 to GPIO16	NodeMCU tem 16 pinos de saída de entrada de uso geral em sua placa
SPI Pins	SD1, CMD, SD0, CLK	O NodeMCU tem quatro pinos disponíveis para comunicação SPI
UART Pins	TXD0, RXD0, TXD2, RXD2	O NodeMCU tem duas Interfaces UART, UART0 (RXD0 & TXD0) e UART1 (RXD1 & TXD1). UART1 é usado para carregar o firmware/programa.
I2C Pins		O NodeMCU tem suporte à funcionalidade I2C, mas devido à funcionalidade Interna desses pinos, você tem que encontrar qual pino é I2C.

### Especificações e características do NodeMCU ESP8266

Microcontrolador	Tensilica 32 bits RISC CPU Xtensa LX106	
Tensão de operação	3.3V	
Tensão de entrada	7-12V	
Pinos de I/O Digitais (DIO)	16	
Pinos de entrada analógicos (ADC)	1	
UARTs	1	
SPIs	1	
I2Cs	1	
Memória flash	4 MB	
SRAM	64 KB	
Velocidade do relógio	80 MHz	

Fonte: Components101 (2021). NodeMCU ESP8266 - Pinout, Features, and Datasheet

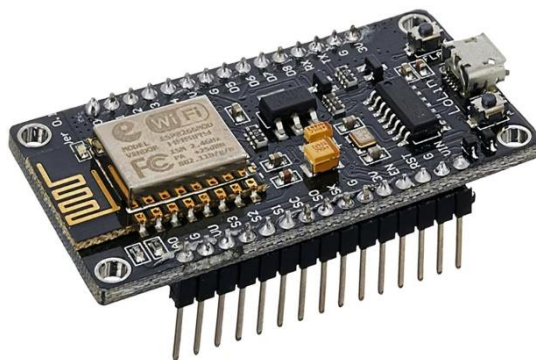


Figura 11: NodeMCU 8266. Fonte: Adaptado de "NodeMCU Lua ESP8266 ESP-12E Wi-Fi Development Board" (s.d.)

#### 5.2.4.2.2 Sensor *Ultrassônico*

O Sensor de Distância Ultra-sônico HC-SR04 é capaz de medir distâncias de 2cm a 4m com óptima precisão e baixo preço. Este módulo possui um circuito pronto com emissor e receptores acoplados e 4 pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para medição.

Para começar a medição é necessário alimentar o módulo e colocar o pino Trigger em nível alto por mais de 10us. Assim, o sensor emitirá uma onda sonora que, ao encontrar um obstáculo, rebaterá de volta em direção ao módulo. Durante o tempo de emissão e recebimento do sinal, o pino ECHO ficará em nível alto. Logo, o cálculo da distância pode ser feito de acordo com o tempo em que o pino ECHO permaneceu em nível alto após o pino Trigger ter sido colocado em nível alto.



Figura 12: Sensor de Distância Ultra-sônico HC-SR04. Fonte: Sensor de Distância Ultra-sônico HC-SR04 – Flip Flop

### 5.2.4.2.3 LED

O LED é um componente electrónico semiconductor, composto de cristal semiconductor de silício ou germânio. O LED possui a mesma tecnologia usada em chips de computadores, que possuem a capacidade de transformar energia em luz.



Figura 13: LED. Fonte: <https://www.reichelt.com>.

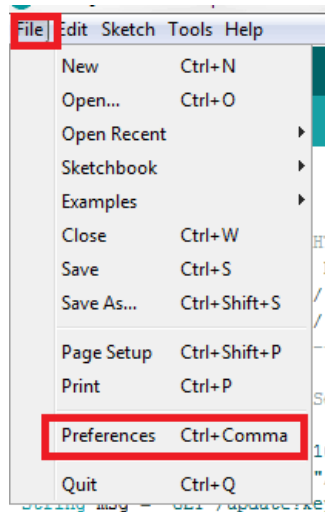
## 5.3 Implementação e teste de unidade

### Preparação da Nuvem ThingSpeak

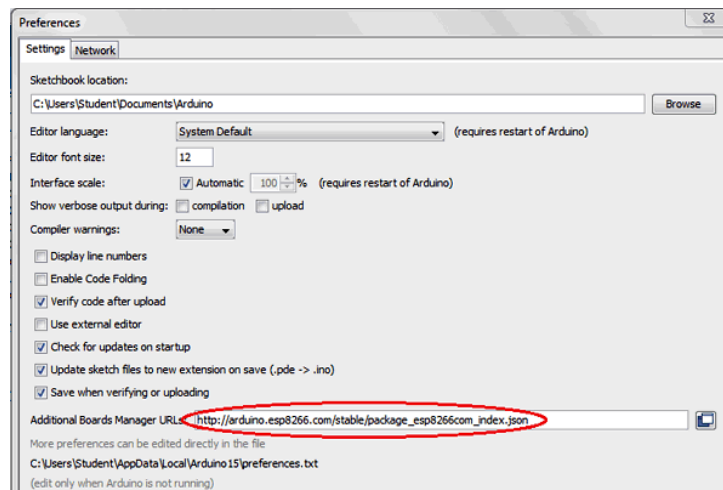
Para criar um repositório na nuvem, o primeiro passo é acessar a plataforma em nuvem. Uma opção é acessar o link <https://thingspeak.com>. Na página inicial, é necessário realizar o login, caso já possua uma conta, ou cadastrar-se, caso ainda não possua.

Após realizar o cadastro, é preciso criar um widget, que é o espaço onde serão alocadas as variáveis do projecto.

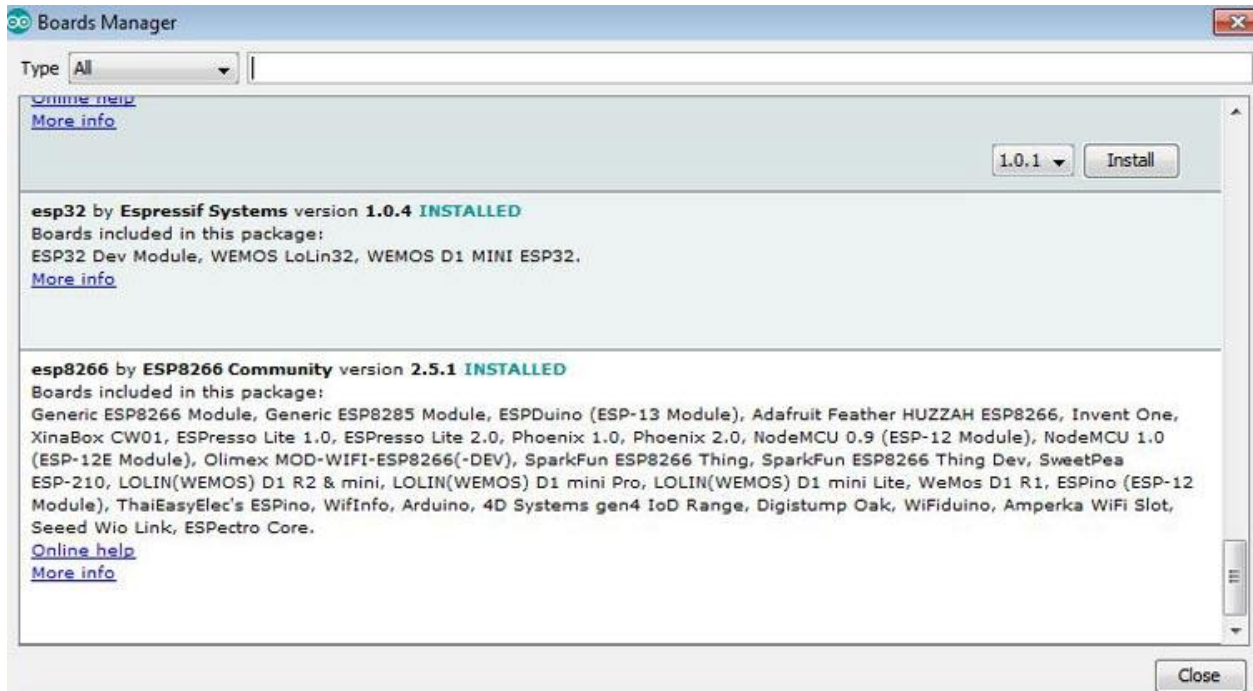
Depois de concluir a configuração do hardware, é necessário programar o ESP8266 NodeMCU. Para isso, é possível carregar o código no ESP8266 usando o Arduino IDE, seguindo as etapas abaixo:



2. Digite [https://arduino.esp8266.com/stable/package\\_esp8266com\\_index.json](https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json) no campo 'Additional Board Manager URL ' e clique em 'Ok'.



3. Vamos as **Ferramentas > Placa > Gerenciador de Placas**. Na janela Boards Manager, digite **ESP 8266** na caixa de pesquisa, selecione a versão mais recente da placa e clique em instalar



4. Após a conclusão da instalação, vamos a **Tools ->Board -> e seleccione NodeMCU 1.0(ESP-12E Module)**. Onde podemos programar o ES8266 com o Arduino IDE.

### Programação do ESP NodeMCU 8266

A programação do ESP NodeMCU 8266 é realizada em linguagem C e é compilada por meio de um software que gera um executável a partir do código criado. O software utilizado é o Arduino IDE, que oferece um ambiente de desenvolvimento integrado adequado para projetos de IoT. O programa é executado na própria memória do ESP NodeMCU, não sendo necessário estar fisicamente conectado a outro dispositivo, como um computador ou microcontrolador. Ele é alimentado apenas por uma fonte de corrente contínua e sua comunicação é realizada por meio da rede Wi-Fi. Antes de começar a programar o ESP NodeMCU, é necessário instalar a biblioteca correspondente, conforme ilustrado na imagem a seguir.

Após concluir o *download* da biblioteca, procede-se à sua instalação no gerenciador de placas, e assim o ambiente estará pronto para a programação.



## Importação das bibliotecas

Para acessar o ESP NodeMCU8266 e a nuvem ThingSpeak, é necessário importar as bibliotecas correspondentes, conforme exemplificado nas linhas de código a seguir:

```
#include "ThingSpeak.h"  
#include <ESP8266WiFi.h>
```

## Definição dos Pinos

Em seguida, vamos definir os pinos que serão utilizados para os sensores ultrassônicos e LEDs:

```
const int trigPin1 = D1;  
const int echoPin1 = D2;  
#define redled D3  
#define grnled D
```

## Conexão com a rede wi-fi

Para conectar o ESP8266, é necessário definir o SSID e a senha que será utilizada para acessar a rede. Após configurar a conexão Wi-Fi, é importante definir as credenciais da conta no ThingSpeak. Para isso, deve-se inserir o número do canal e a chave de gravação que foram registrados previamente.

```
unsigned long ch_no = 1794800;  
const char * write_api = "TWZ2NAYL0VZ1AMCE";  
char auth[] = "fu0o5JaLXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX";  
char ssid[] = "Ozzy";  
char pass[] = "ozzy9840"
```

Em seguida, serão definidas as variáveis para controle de tempo.

```
unsigned long startMillis;

unsigned long currentMillis;

const unsigned long period = 10000;
```

Em seguida, para estabelecer a conexão do NodeMCU com a Internet, utilize o comando `Wi-Fi.begin` e forneça o SSID e a senha da rede como argumentos. Verifique o status da conexão utilizando `Wi-Fi.status()`. Após uma conexão bem-sucedida, exiba uma mensagem no Monitor Serial com o endereço IP local.

```
WiFi.begin(ssid, pass);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println(WiFi.localIP());
ThingSpeak.begin(client);
startMillis = millis();
}
```

Em seguida, estabeleça a conexão com a plataforma ThingSpeak utilizando as credenciais armazenadas. Para isso, utilize o comando `ThingSpeak.begin`:

```
ThingSpeak.begin (client);
```

Para calcular a distância, um pulso de entrada é enviado ao sensor através do pino trig do sensor ultra-sônico. De acordo com a folha de dados do HC-SR04, é enviado um pulso de 2 microssegundos. Em seguida, é lido o pulso de saída do sensor a partir do pino eco, e a distância é calculada em centímetros.

```
digitalWrite(trigPin1, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
delayMicroseconds(10);
```

```
digitalWrite(trigPin1, LOW);  
duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);  
distance1 = duration1 * 0.034 / 2;
```

Em seguida, é definida uma estrutura if-else para controlar o comportamento do LED com base nas condições "Normal" e "Inundação". Um valor de referência de 4 cm é usado como ponto de partida, mas esse valor pode ser ajustado de acordo com a configuração desejada.

```
If (distance1 <= 4)  
{  
    digitalWrite (D3, HIGH);  
    digitalWrite(D4, LOW);  
} else {  
    digitalWrite(D4, HIGH);  
    digitalWrite (D3, LOW); }
```

Por fim, o valor do nível do rio é enviado para o canal ThingSpeak a cada intervalo de 10 segundos.

```
If (currentMillis - startMillis >= period) {  
    ThingSpeak.setField(1, distance1);  
    ThingSpeak.writeFields(ch_no, write_api);  
    startMillis = currentMillis;}
```

#### **5.4 Integração e teste de sistema**

Durante o teste do protótipo, verificou-se que os componentes a longo prazo garantiriam a existência dos três pilares do modelo clássico de segurança da informação, nomeadamente a Confidencialidade, Integridade e Disponibilidade. O sensor ultra-sónico utilizado no protótipo é analógico e de carga resistiva, o que significa que, ao longo do tempo, o contacto entre a água e a parte eléctrica pode resultar em oxidação e tornar a medição menos eficaz. Além disso, nos dois primeiros

testes, foram observados valores hipotéticos de frequência que variavam entre 120 e 1. No entanto, após alguns minutos, os valores estabilizaram-se em valores reais.

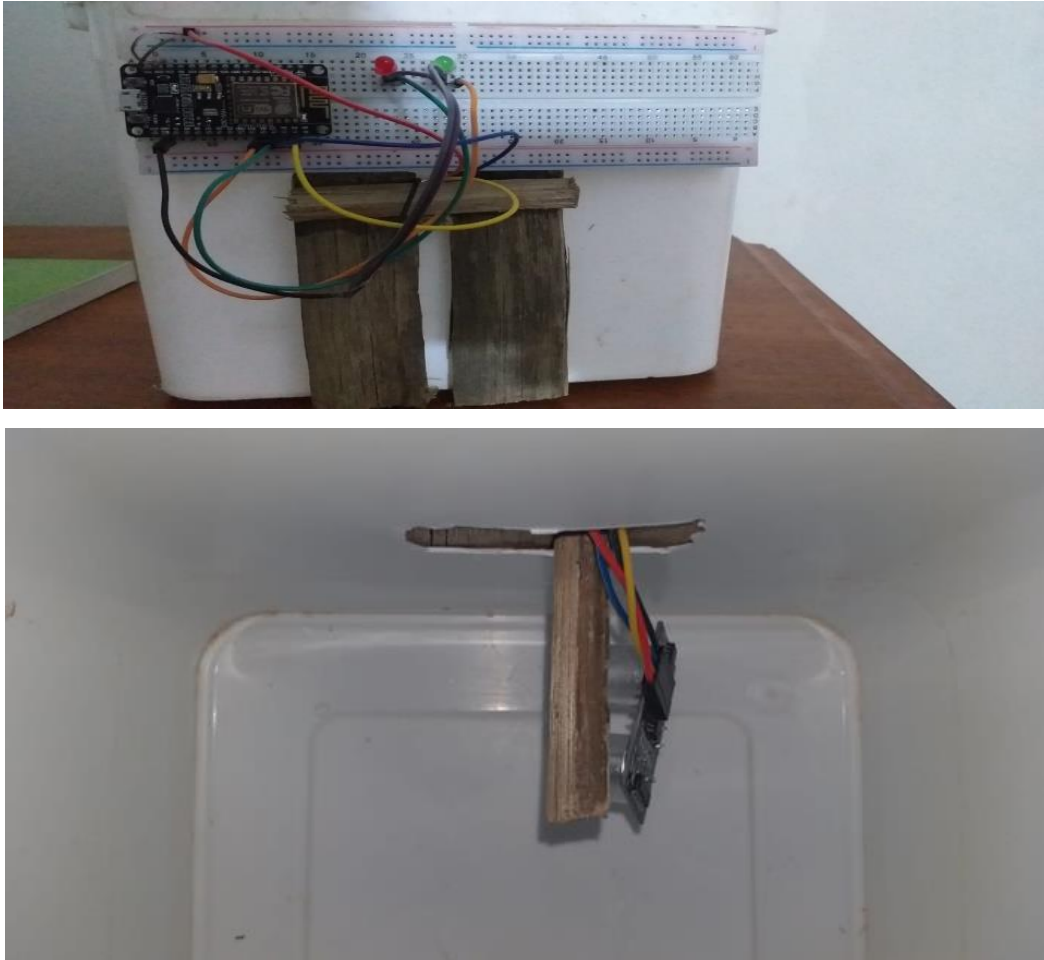


Figura 14: Protótipo. Fonte: Autor.

## 5.5 Operação e manutenção

### 5.5.1 Plano Instalação do Sistema de monitoria de inundações

A instalação do sistema no local do estudo requererá um período de 4 meses, conforme detalhado na tabela 10.

Tabela 10: Plano Instalação do Sistema de monitoria de inundações.

Ano	2023																		
	Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro		
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
.....MESES .....																			
.....SEMANAS .....																			
.....ETAPAS .....																			
Início do Projecto	█																		
Dimensionamento da area		█	█																
Elaboração de planta				█	█	█													
Aquisição do Material					█	█	█	█											
Montagem do sistema hidráulico									█	█	█	█							
Montagem do sistema Eletrico													█	█					
Teste do Sistema															█	█			
Formação																	█		
Teste finais																		█	█
Entregua do Sistema																			█

Fonte: Autor.

### 5.5.2 Plano Manutenção Preventiva do Sistema de monitoria de inundações

O Plano Manutenção Preventiva do Sistema de monitoria de inundações e apresentado na tabela 11, onde são descritos os componentes do sistema e os níveis de criticidade associados a cada um deles. Esses níveis indicam se é necessária uma intervenção de substituição, uma limpeza ou apenas desligar o Sistema de monitoria de inundações.

Tabela 11: Plano Manutenção Preventiva do Sistema de monitoria de inundações.

Itens de Inspeção	Recursos		Frequência (Meses)	
	Material Necessário	Mão-de-obra		
Sensor Ultra-sônico	Multímetro, Chaves Combinadas	No Mínimo 2 Engenheiros Mecânico	C1: de imediato; C2: 2; C3:12	
Red Led				
Green Led				
Conexões				
CRITICIDADE	O QUE FAZER			
C1: Equipamento Avariado	Substituir			
C2: Temperatura (acima de 80°) e Ruído (acima 75Db)	Desligar o sistema de imediato imediatamente e alinhá-lo, pois possivelmente esta ocorrendo sobrecarga em algum ponto			
C3: Equipamento e seu Local de Instalação Sujo	Limpeza no equipamento e do local onde o mesmo está instalado			

Fonte: Autor

## **CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este capítulo aborda a importância da proposta de um Modelo de Alerta de Inundações Baseado em Internet das Coisas (IoT) na região do rio Movene, no distrito de Boane. A implementação desse modelo pode ter um grande impacto na prevenção de danos materiais e humanos significativos na sociedade. Com o alerta em tempo real, será possível evacuar rapidamente as áreas de risco, protegendo deste modo a população local.

O surgimento da IoT é fundamental em diversos sectores industriais, permitindo a resolução de problemas. A interconexão dos dispositivos traz benefícios para vários processos, assegurando maior eficiência.

O autor concentrou-se na criação de um protótipo com o objectivo de alertar em tempo real caso os leitos do rio cresçam e ultrapassem os níveis normais das águas. É importante destacar que o nível baixo do rio é de aproximadamente 1,5 metros e durante a época das chuvas, o nível alto pode chegar a 6 metros. O alerta precoce pode ajudar a evitar danos significativos às comunidades locais que vivem próximas ao rio.

O sistema de monitoria de inundações utiliza a rede Wi-Fi para circular as informações, e embora esse método seja eficaz e seguro, possui limitações em relação ao alcance. Muitos rios possuem áreas que excedem os 30 metros, e a rede Wi-Fi não cobre longas distâncias.

O autor reconhece que os objectivos do trabalho foram alcançados, embora sejam necessárias algumas melhorias para o aperfeiçoamento do sistema de monitoria de inundações. Por exemplo, é necessário aprimorar a emissão de mensagens para os operadores da central e acoplar uma câmara para garantir segurança e transmissão, a fim de gravar imagens que possam ajudar a identificar possíveis ladrões, que muitas vezes são pessoas da própria comunidade, evitando assim o roubo de painéis solares e baterias.

## **6.1 Recomendações**

Com o intuito de aprimorar o sistema no futuro, algumas modificações podem ser implementadas para seu refinamento. Recomenda-se, para aplicações e trabalhos futuros, a adoção da tecnologia LoRaWAN (rede ampla e de longo alcance). Essa tecnologia possibilita o estabelecimento de uma rede entre nós e controladores em zonas rurais, com alcance superior a 10 km, além de apresentar baixo consumo de energia.

Um dos desafios a serem enfrentados é evitar a vandalização das estações, motivada pela curiosidade das pessoas. Nesse sentido, recomenda-se a realização de sessões de palestras com a população, a fim de conscientizá-la sobre a importância e relevância desses equipamentos. Envolver activamente a comunidade e fornecer informações claras sobre o propósito e benefícios do sistema ajudará a reduzir actos de vandalismo.

É válido ressaltar que este trabalho viabilizou o uso de painéis e interfaces gráficas, que facilitam a leitura de informações úteis pelos usuários. Essa abordagem abre a possibilidade de adicionar mais conteúdos ao sistema, como a visualização de notícias relacionadas à previsão de chuvas. Essa expansão permitiria uma maior aproximação do monitor com as actividades locais e simultaneamente com o mundo digital.

Essas recomendações visam aprimorar a eficiência e a eficácia do sistema de monitoria de inundações, proporcionando benefícios significativos para a comunidade e aprimorando a capacidade de resposta e mitigação de desastres.



## 6.2 Bibliografia

- Amaratunga, Dilanthi; Baldry, David. Assessment of research impact in built environment research: an UK perspective. *Construction Innovation*, v. 1, n. 1, p. 29-46, 2001.
- Beilfuss, R. (s.d.). Hydrological Risk and Large Hydropower in Southern Africa - Assessing Hydrological Risks, Uncertainties and their Consequences for Hydroelectric Energy-Dependent Systems in the Zambezi River Basin. (Relatório nº 8). Obtenido em 14 de abril de 2023, de <https://www.internationalrivers.org/resources/hydrological-risk-and-large-hydropower-in-southern-africa-assessing-hydrological-risks>
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos* (3ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Castán Broto, V., Ensor, J., Boyd, E., Allen, C., Seventine, C., & Augusto Macucule, D. (2015). *Participatory Planning for Climate Compatible Development in Maputo, Mozambique*. UCL Press.
- Centro de Monitoria de Desastres da União Africana. (2021). *Desastres em números - Janeiro a Dezembro de 2020*. Obtido em 14 de abril de 2023, de [https://www.au.int/sites/default/files/documents/41603-doc-damages\\_and\\_loss\\_jan-dec\\_2020.pdf](https://www.au.int/sites/default/files/documents/41603-doc-damages_and_loss_jan-dec_2020.pdf)
- Conjo, M. P. F., Chichango, D. B., & de Jesus, O. M. (2021). O papel da mídia na divulgação de informação sobre mudanças climáticas em Moçambique. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 7(11), 1635–1654.
- Cossa, O., Maueua, C., Mulhovo, G., & Pereira-Magno. (2007). *Vulnerabilidade Climática nas Zonas Costeira (Caso de estudo: Delta do Zambeze)*. 15.
- Costa Filho, A. C. (2016). A tecnologia da telemetria aplicada na automação de processos. *Revista Digital de Tecnologia da Informação e Comunicação*, 4(1), 28-42. Recuperado de <http://www.revistadigitaldetic.com.br/edicoes/telemetria.pdf>
- Cunha, M. X. C. D., Silva Júnior, F. V. D., & Souza Júnior, M. F. D. (2021). *IOTFlood: Plataforma de hardware e software que usa Internet das coisas para monitorar*

- inundações em tempo real. *Revista Ambiente & Água*, 16(4).  
<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2675>
- De Vaus, D. A. (2014). *Surveys in Social Research*. Routledge.
- FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. (2020). *Bacias hidrográficas transfronteiriças*. Obtido em 14 de abril de 2023, de <http://www.fao.org/3/ca5727pt/CA5727PT.pdf>
- Filho, M. F. (2016). *Internet das Coisas*. ResearchGate.  
[https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319881659\\_Internet\\_das\\_Coisas\\_Internet\\_of\\_Things/links/59c038d5458515e9cfd54ff9/Internet-das-Coisas-Internet-of-Things.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319881659_Internet_das_Coisas_Internet_of_Things/links/59c038d5458515e9cfd54ff9/Internet-das-Coisas-Internet-of-Things.pdf)
- Gil, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Editora Atlas.
- Gil, Antonio Carlos (2019). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Guale, R. J. (1999). *Potencial da Bacia do Rio Moveene para a construção de pequenas barragens hidroelétricas (Dissertação de Licenciatura)*. Universidade Eduardo Mondlane. <http://196.3.97.28/bitstream/123456789/1383/1/1999%20-%20Guale%2C%20Rosaque%20Jo%C3%A3o.pdf>
- INGC - Instituto Nacional de Gestão de Calamidades. (2016). *Planos de Contingência*. Recuperado de <https://www.ingc.gov.mz/index.php/planos-de-contingencia>
- Instituto Nacional de Gestão de Desastres (INGD). (2017). *Balanço INGD 2016/2017*. Obtido em 14 de abril de 2023, de <https://www.ingd.gov.mz/documents/10157/4315008/Balanco+INGD+2016+2017/84d8aa70-2361-4f78-b48a-aa0ce1b02f0b>
- Instituto Nacional de Meteorologia (INAM). (2021). *Previsão Climática Sazonal*. Obtido em 14 de abril de 2023, de <http://www.inam.gov.mz/index.php/previsao-climatica-sazonal-2/>
- Jha, A. K., Bloch, R., & Lamond, J. (2012). *Cidades e inundações: Um guia para a gestão integrada do risco de inundação urbana para o século XXI*. Banco Mundial.  
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/927951468152965134/pdf/667990PUB0v20P00Box385314B00PUBLIC0.pdf>

- Kobiyama, M., Amaral, E., Valente, R., Souza, C., & Nascimento, N. (2009). Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos. CEPED UFSC. [https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/Livro\\_Prevencao\\_de\\_Desastres\\_Naturais.pdf](https://www.ceped.ufsc.br/wp-content/uploads/2014/07/Livro_Prevencao_de_Desastres_Naturais.pdf)
- Machava, S., Taibo, C., & Tchavana, A. A. (2018). Assessment of the water quality and phytoplankton community structure of the Moveene Dam, Maputo, Mozambique. *Journal of Aquatic Sciences*, 3(1), 1-12.
- Magesh, N.S., Chandrasekar, N., Soundranayagam, J.P., 2016. Assessment of groundwater quality using GIS. Springer, Singapore.
- Magrani, E. (2018). A internet das coisas. FGV Editora.
- Margoto, J. B., & Fernandes, J. (2017). Usos e aplicações de novas TICs na gestão de desastres naturais. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 22, 03–15. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/2534>
- Matlombe, L. F. (2019). Participação das Comunidades Vulneráveis na Gestão do Risco de Inundações no Baixo Limpopo—Moçambique. 108.
- Mendes, R. (2021, March 17). Internet das Coisas (IoT): Conheça 5 aplicações no quotidiano - LABORO. Faculdade Laboro. <https://laboro.edu.br/blog/Internet-das-coisas/>
- Ministério da Energia e Recursos Minerais de Moçambique (MIREME). (2021). Energia Solar para o Desenvolvimento Rural de Moçambique. Obtido em 14 de abril de 2023, de <https://www.mireme.gov.mz/energia-solar-para-o-desenvolvimento-rural-de-mocambique/>
- OXFAM. (2018). Mudanças climáticas em Moçambique: A luta contra o impacto do clima na vida das mulheres e meninas. Obtido em 14 de abril de 2023, de [https://www.oxfam.org.br/sites/default/files/arquivos/mocambique\\_-\\_web.pdf](https://www.oxfam.org.br/sites/default/files/arquivos/mocambique_-_web.pdf)
- Oxfam. (2019). Moçambique: os custos humanos das alterações climáticas. Obtido em 14 de abril de 2023, de [https://www.oxfam.org.br/sites/default/files/arquivos/estudo\\_moambique\\_web.pdf](https://www.oxfam.org.br/sites/default/files/arquivos/estudo_moambique_web.pdf)
- Padovani, C. R., Camolesi Júnior, L., Bonafe, P., Vettorazzi, C. A., & Prado Dias, R. A. (n.d.). Sistema de monitoria e alerta de inundações e secas no Pantanal, 8.

- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. (2019). Gerenciamento de bacias hidrográficas compartilhadas. Obtido em 14 de abril de 2023, de <https://www.undp.org/content/undp/pt/home/blog/2019/shared-water-resources-management.html>
- PRESSMAN, R. (2011). Engenharia de Software - 6º Edição. McGraw Hill.
- Ramos, C. (2009). Perigos naturais devidos a causas meteorológicas: O caso das cheias e inundações. 6.
- Relatório Final – Bacia do Rio Umbeluzi (Projecto de Análise do Risco de Cheia em Moçambique) (p. 69). (2005).
- RIBEIRO, S. (2018). Gestão de Inundações: Como Amenizar Seus Efeitos em Moçambique (p. 104). Repositório Institucional da Unilab.
- Richardson, Roberto Jarry (2017). Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas.
- Santoro, J., Tominaga, L. K., & Do Amaral, R. (2009). DESASTRES NATURAIS Conhecer para prevenir (1a ed.).
- Santos, B. P., Silva, L. A. M., Peres, B. S., Vieira, M. A. M., & Vieira, L. F. M. (n.d.). Internet das Coisas: Da Teoria à Prática, 50.
- Sekaran, U. (2017). Research Methods for Business: A Skill Building Approach. John Wiley & Sons.
- SERAFIM, E. (2014). Uma Estrutura de Rede Baseada em Tecnologia IoT para Atendimento Médico a Pacientes Remotos (Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação). Faculdade Campo Limpo Paulista BBC Para Africa (n.d.). Notícias.
- TANENBAUM, A. S. (s.d.). Redes de computadores (5a ed.). Campus.
- Tcc.pdf. (s.d.). Recuperado em 3 de junho de 2022, de <https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/bitstream/123456789/955/1/Tcc.pdf>
- Vital, F., Cunha, M., & Vieira, L. (2020). IOTFlood: Uma solução baseada em Internet das coisas para monitoria de enchentes de grandes proporções em tempo real. Anais do Workshop de Computação Aplicada à Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais (WCAMA 2020), 11–20. <https://doi.org/10.5753/wcama.2020.11015>

Zamparoni, C., & Nunes, L. (2011). GESTÃO DE ÁREAS DE RISCOS E DESASTRES AMBIENTAIS (DESASTRES NATURAIS DE ORIGEM ATMOSFÉRICA E SEUS IMPACTOS EM MOÇAMBIQUE). (32ª ed.).

## ANEXO 1: CÓDIGO DO PROGRAMA

```
#include "ThingSpeak.h"

#include <ESP8266WiFi.h>

const int trigPin1 = D1;

const int echoPin1 = D2;

#define redled D3

#define grnled D4

unsigned long ch_no = 1794800;

const char * write_api = "TWZ2NAYL0VZ1AMCE";

char auth[] = "fu0o5JaLXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX";

char ssid[] = "Ozzy";

char pass [] = "ozzy9840";

unsigned long startMillis;

unsigned long currentMillis;

const unsigned long period = 10000;

WiFiClient client;

long duration1;

int distancel;

void setup(){

    pinMode(trigPin1, OUTPUT);

    pinMode(echoPin1, INPUT);

    PinMode (redled, OUTPUT);

    pinMode(grnled, OUTPUT);
```

```

digitalWrite(redled, LOW);

digitalWrite(grnled, LOW);

Serial.begin(9600);

WiFi.begin(ssid, pass);

while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {

    delay(500);

    Serial.print(".");

}

Serial.println("WiFi connected");

Serial.println(WiFi.localIP());

ThingSpeak.begin (client);

startMillis = millis(); //initial start time

}

void loop(){

    digitalWrite(trigPin1, LOW);

    delayMicroseconds(2);

    digitalWrite(trigPin1, HIGH);

    delayMicroseconds(10);

    digitalWrite(trigPin1, LOW);

    duration1 = pulseIn(echoPin1, HIGH);

    distance1 = duration1 * 0.034 / 2;

    Serial.println(distance1);

    if (distance1 <= 4){

```

```
    digitalWrite(D3, HIGH);  
    digitalWrite(D4, LOW);  
} else {  
    digitalWrite(D4, HIGH);  
    digitalWrite(D3, LOW);  
}  
currentMillis = millis();  
If (currentMillis - startMillis >= period)  
{  
    ThingSpeak.setField(1, distance1);  
    ThingSpeak.writeFields(ch_no, write_api);  
    startMillis = currentMillis;  
}  
}
```