



**INSTITUTO FEDERAL  
DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA**  
Bahia

Campus  
Valença

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA  
CAMPUS VALENÇA  
CURSO DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

HEVELIN DE JESUS FREITAS

PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA  
MONITORAMENTO DE AMBIENTES IOT CRÍTICOS.

Valença

2023

HEVELIN DE JESUS FREITAS

DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA MONITORAMENTO DE  
AMBIENTES IOT CRÍTICOS.

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Valença, como requisito para obtenção do grau de Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Orientador(a): Prof. Msc. Ernando Passos Batista Junior

Valença

2023

F862p Freitas, Hevelin de Jesus

Proposta e desenvolvimento de aplicação Web para monitoramento de ambientes IoT críticos/ Hevelin de Jesus Freitas.-Valença- BA: IFBA, 2023.  
27f.;il.

Orientador: Prof. Msc. Ernando Passos Batista Junior

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Valença, 2023

1.Internet das Coisas- IoT. 2. Plataforma Web 3. Camada de aplicação- Desenvolvimento de software. I. Batista Junior, Ernando Passos. II. Título.

CDD: 004.699

Catálogo na fonte: Cátia Almeida de Andrade CRB1403-5 IFBA  
Campus Valença/BA.

## **DEDICATÓRIA**

À Luzinete, minha mãe que sempre se esforçou e investiu na minha educação. A meu avô que não se encontra mais entre nós, e a todas as pessoas que me apoiaram nesse processo.

## **Agradecimentos**

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que tornaram possível a realização deste trabalho. Em primeiro lugar, agradeço a Deus, que me deu forças e inspiração para chegar até aqui. Em segundo lugar, sou imensamente grata ao meu orientador, Ernando Passos, por sua paciência, orientação excepcional e disponibilidade constante para sanar minhas dúvidas e auxiliar na construção deste trabalho.

Também não posso deixar de agradecer aos professores João Paulo e Matuzalém Guimarães por aceitarem fazer parte da banca. Sua presença foi muito significativa para mim, e estou feliz e honrada por tê-los em meu trabalho. Agradeço também ao Professor Eduardo Cambruzzi, cujos conselhos e apoio foram essenciais para eu amar este curso e alcançar este momento.

Por fim, um agradecimento especial a todas as pessoas que me apoiaram ao longo deste processo. Seja com palavras de incentivo, conselhos valiosos ou simplesmente com sua presença, vocês fizeram a diferença em minha jornada acadêmica. Mais uma vez, obrigado a todos por fazerem parte desta conquista. Sei que não teria chegado tão longe sem cada um de vocês ao meu lado. Sou grata por tudo que aprendi e vivi durante esta jornada.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

HEVELIN DE JESUS FREITAS

### PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB PARA MONITORAMENTO DE AMBIENTES IOT CRÍTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Valença.

Aprovado em  
Valença, 27 de julho de 2023

Banca examinadora



---

Prof. Me. Ernando Passos Batista Junior – Orientador  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Valença



---

Prof. Me. João Paulo Just Peixoto  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Valença



---

Prof. Esp. Matuzalém Guimarães Leal  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Valença

## RESUMO

A Internet das coisas (IoT) é um conceito tecnológico que tem revolucionado a forma como interagimos com os objetos ao nosso redor. O termo IoT refere-se à conexão de dispositivos físicos à internet e entre si, permitindo a troca de dados e a comunicação entre esses objetos. Com seu crescente avanço surgem inúmeras oportunidades e desafios, especialmente em cenários críticos onde a confiabilidade e garantia de funcionamento são fundamentais. Neste sentido, este trabalho está inserido no contexto de Internet das Coisas e sua aplicação em cenários críticos. Considera-se como cenários críticos em IoT ambientes em que os sensores IoT precisam manter comportamentos previsíveis, isto é, com métricas dentro de intervalos predefinidos. Este trabalho propõe o desenvolvimento de uma aplicação web que permite o cadastro e gerenciamento de ambientes e dispositivos IoT, bem como a definição, detecção e envio de alertas para situações críticas em IoT. Neste trabalho, são descritos o processo de desenvolvimento e a proposta de aplicação web em versão funcional, demonstrando a viabilidade da solução proposta e abrindo possibilidades para avanços no estado da arte.

**Palavras-chave:** Internet das coisas, cenários críticos, plataforma web, camada de aplicação.

## **Abstract**

The Internet of Things (IoT) is a technological concept that has revolutionized the way we interact with the objects around us. The term IoT refers to the connection of physical devices to the internet and to each other, allowing data exchange and communication between these objects. With its increasing advance, countless opportunities and challenges arise, especially in critical scenarios where reliability and guarantee of operation are fundamental. In this sense, this work is inserted in the context of the Internet of Things and its application in critical scenarios. It is considered as critical scenarios in IoT environments where IoT sensors need to maintain predictable behaviors, that is, with metrics within predefined intervals. This work proposes the development of a web application that allows the registration and management of IoT environments and devices, as well as the definition, detection and sending of alerts for critical situations in IoT. In this work, the development process and the proposed web application in functional version are described, demonstrating the viability of the proposed solution and opening possibilities for advances in the state of the art.

**Keywords:** Internet of Things, critical scenarios, web platform, application layer.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	3
1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
1.2 METODOLOGIA .....	3
<b>2. INTERNET DAS COISAS E SUAS TECNOLOGIAS.....</b>	<b>5</b>
2.1 DEFINIÇÃO .....	5
2.3 PROJEÇÕES E EXPETATIVAS DA IOT .....	7
2.4 ESTRUTURAÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS CENÁRIOS IOT .....	7
2.4.1 TECNOLOGIAS .....	9
2.4.2 CAMADA DE APLICAÇÃO .....	10
<b>3. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO WEB .....</b>	<b>12</b>
3.1 REQUISITOS DE SOFTWARE .....	13
3.2 PROJETO DE BANCO DE DADOS .....	15
3.3 APRESENTAÇÃO E INTERFACE DA APLICAÇÃO WEB .....	17
3.3.1 TELA DE LOGIN E CADASTRO DE USUÁRIO .....	18
3.3.2 DASHBOARD .....	19
3.3.2 AMBIENTES .....	20
3.3.5 DISPOSITIVOS .....	21
3.3.6 ALERTAS .....	23
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama da metodologia .....	4
Figura 2: Elementos IoT .....	6
Figura 3: Arquitetura IoT .....	8
Figura 4: Diagrama geral do sistema .....	12
Figura 5: Diagrama de casos de uso .....	13
Figura 6: Diagrama lógico de banco de dados .....	16
Figura 7: Tabela de Comparações .....	17
Figura 8: Tela de Login .....	18
Figura 9: Tela de cadastro de usuário .....	19
Figura 10: Tela de Dashboard .....	20
Figura 11: Tela de listagem de ambientes .....	21
Figura 12: Tela de Cadastro de ambientes.....	21
Figura 13: Tela de listagem de dispositivos .....	22
Figura 14: Tela de cadastro de dispositivos .....	22
Figura 15: Tela de cadastro de dispositivos, exibindo comparações.....	23
Figura 16: Notificação de mudança nos sensores.....	24

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

IOT - Internet of Things

RFID – Identificação por radiofrequência

MQTT - Message Queuing Telemetry Transport

CoAP - Constrained Application Protocol)

NFC - Near Field Communication

SGBD - Gerenciador de Bancos de Dados

PHP - Hypertext Preprocessor

HTML - Hypertext Markup Language

CSS - Cascading Style Sheets

PHP - Hypertext Preprocessor

## 1. INTRODUÇÃO

A Internet revolucionou a forma como nos comunicamos e trouxe inúmeras facilidades para a sociedade, desde a maneira como estudamos até como fazemos compras e trabalhamos. A tecnologia tem nos ajudado a progredir de maneira cada vez mais clara e evidente. Segundo Kohn e Moraes (2007), a Internet permitiu que os cidadãos se tornassem integrantes e agentes comunicadores, tendo um maior acesso à informação e podendo participar e opinar sobre a mesma.

Quando pensamos na evolução da Internet e da tecnologia, é comum associá-las ao campo da saúde, educação e comunicação. No entanto, a tecnologia tem avançado progressivamente e vem auxiliando no desenvolvimento da sociedade como um todo. Como exemplo, podemos citar o agronegócio, que tem utilizado crescentemente a tecnologia para melhorar a forma como se trabalha, desde a produção até a distribuição dos produtos. A utilização da tecnologia no agronegócio é apenas um exemplo de como a Internet está transformando diversos setores na sociedade, pois hoje temos a capacidade de conectar dispositivos e coletar dados em tempo real.

De acordo com Magrani (2018), "Todos os dias, 'coisas' se conectam à Internet com capacidade para compartilhar, processar, armazenar e analisar um volume enorme de dados entre si." Essa interação entre objetos e a Internet é chamada de Internet das coisas (do inglês *Internet of Things* - IoT). Em 1990, John Romkey criou uma torradeira que se conectava à Internet, esse foi o primeiro dispositivo IoT desenvolvido e tal projeto foi apresentado na *Interop 89 Conference*. Apesar do primeiro dispositivo IoT ter sido criado em 1990, o termo Internet das coisas só foi criado em 1999 por Kevin Ashton. Em uma entrevista para a revista "Inovação em Pauta", Kevin diz que o termo surgiu em uma apresentação que fez para a equipe de gerenciamento da empresa *Procter & Gamble*.

O termo Internet das coisas é usado para descrever dispositivos como sensores, carros, TV, relógio e outros objetos que estão conectados à Internet e podem trocar informações. Nos últimos anos houve um crescimento muito grande da IoT. Segundo uma pesquisa da consultoria Fortune Business Insights, "em 2022 o tamanho do mercado global da internet das coisas foi avaliado em USD 544,38 bilhões de dólares e em 2023 deve crescer USD 662,21 bilhões de dólares" (*Fortune Business Insights*, 2019).

No Brasil o uso da IoT tem se consolidado em projetos de casas inteligentes, agricultura de precisão, projetos de cidades inteligentes e até mesmo no uso de sensores para o monitoramento de dados ambientais. A IoT é a primeira evolução real da Internet e pode nos levar a aplicações revolucionárias que afetarão positivamente diversos aspectos da vida das pessoas, como sua forma de viver, aprender, trabalhar e se divertir (Evans, 2011).

Percebe-se que a IoT pode ser utilizada em uma ampla variedade de aplicações, dentre as quais se destacam: saúde, residencial e meio ambiente. Na área da saúde, a IoT pode ser empregada na melhoria da qualidade de vida dos idosos, podendo ser utilizada desde dispositivos que detectam sinais vitais e enviam para profissionais de saúde até sistemas de alerta de quedas que podem enviar um alerta para um responsável quando os sensores detectam uma queda. Na parte residencial, a IoT pode ajudar desde a ligar seu ar condicionado alguns minutos antes de você chegar em casa até sua geladeira montar a lista de compras sozinha. Também pode ter sensores de segurança que emitem um alerta em caso de alguma invasão, ou que acionam os bombeiros em caso de alta temperatura.

De acordo com Margarine (2018), a Internet das Coisas (IoT) tem recebido consideráveis investimentos do setor privado e se apresenta como uma alternativa promissora para enfrentar os desafios de gestão pública, por meio do uso de tecnologias integradas e processamento de dados em larga escala, visando soluções mais eficientes para problemas como poluição, congestionamento, criminalidade e produtividade.

Nota-se que a Internet das Coisas (IoT) é utilizada em diversos cenários, o que torna essencial a implementação de sistemas eficientes de monitoramento e alertas para minimizar impactos negativos causados por falhas ou variações inesperadas nos sensores. Esses cenários são denominados críticos e um exemplo é a agricultura, onde sensores monitoram variáveis como temperatura, umidade do solo e quantidade de luz para garantir o melhor desempenho das plantações. O projeto *Smart Water Management Platform* - Plataforma de Gerenciamento Inteligente de Água, tem como objetivo promover o uso eficiente da água (Kamienski e Visoli, 2018). No entanto, uma leitura incorreta de temperatura em um dos sensores pode levar a uma irrigação inadequada e, conseqüentemente, ao desperdício de água, exigindo um monitoramento constante da saúde dos sensores.

Em cada um desses cenários mencionados anteriormente, a interpretação correta dos dados é crucial para garantir a eficácia das soluções implementadas e evitar possíveis prejuízos. Por isso, é importante que exista um sistema eficiente de alertas e monitoramento para cenários críticos e que as soluções implementadas sejam efetivas e tragam os resultados esperados. Dada a importância do tratamento e acionamento de alertas em cenários críticos, o presente trabalho

propõe a criação de uma aplicação capaz de identificar situações críticas em ambientes de Internet das Coisas. Nessa aplicação, o usuário poderá configurar os cenários e os sensores, permitindo cadastrar múltiplos cenários críticos para diversas situações.

Neste contexto, a aplicação proposta terá capacidade de monitorar os dados dos sensores e fornecer informações importantes para a tomada de decisões. Também será possível configurar alertas personalizados e receber notificações em tempo real, garantindo uma resposta rápida diante de eventos críticos. Os profissionais responsáveis serão prontamente notificados em tempo real. Essas notificações desempenham um papel fundamental na prevenção de danos e na tomada de ações corretivas de forma ágil, garantindo a segurança e o bom funcionamento dos sistemas.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo geral propor e desenvolver aplicação web capaz de possibilitar maior agilidade na identificação e tomada de decisões em cenários críticos de Internet das Coisas (IoT).

### 1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar e apresentar tecnologias que possibilitem a criação de aplicações *web* no contexto de IoT
2. Apresentar o processo de desenvolvimento da aplicação *web* através de diagramas e suas descrições.
3. Desenvolver uma aplicação *web* capaz de gerenciar cenários críticos a partir de configurações previamente realizadas pelos usuários.

## 1.2 METODOLOGIA

A primeira etapa é a de delimitação do trabalho no qual foi definido os objetivos, logo após foi feita a revisão de literatura onde foram analisados trabalhos científicos e artigos, explorando os principais conceitos, tecnologias e aplicações existentes. Em paralelo com a revisão da literatura foi feito o estudo de tecnologias IoT analisando protocolos de comunicação, sensores, dispositivos e plataformas de desenvolvimento (ver Figura 1).

Tendo feito o estudo das tecnologias foi feita a modelagem de soluções onde foram criados diagramas e documentação dos requisitos que ajudaram a visualizar a estrutura e o funcionamento da solução. Após a modelagem foi feita a implementação da solução proposta e em paralelo, tivemos a escrita do trabalho e ao final de todas as etapas a entrega do texto final deste trabalho.

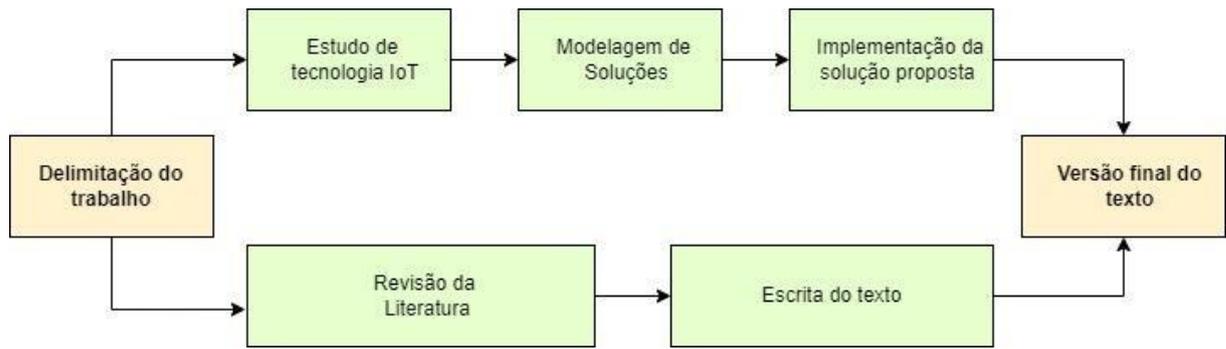


Figura 1: Diagrama da metodologia

## 2. INTERNET DAS COISAS E SUAS TECNOLOGIAS

O crescimento da IoT foi influenciado por diferentes fatores e um deles foi o crescimento exponencial do número de dispositivos eletrônicos, desde computadores pessoais e *smartphones* até eletrodomésticos e equipamentos industriais. Como a popularização desses dispositivos saímos da era da Internet das pessoas e entramos na era da internet das coisas, onde qualquer coisa poderá se conectar à internet para os mais diversos fins (Brito, 2014).

O termo internet das coisas foi criado por Kevin Ashton em 1999 devido a um tema de uma apresentação (ASHTON, 2015). Segundo Ashton (2015), "ligar a nova ideia de RFID na cadeia de suprimentos da P & G ao tópico então em alta da Internet foi mais do que apenas uma boa maneira de chamar a atenção dos executivos." A RFID (*Radio Frequency Identification*) é uma tecnologia de identificação por radiofrequência que permite a transferência de dados entre um *tag* (etiqueta) RFID e um leitor por meio de comunicação sem fio. De acordo com Massola e Pinto (2018) a RFID é a tecnologia base para a IoT, pois com ela é possível identificar e rastrear objetos de forma automática e eficiente, sem a necessidade de contato físico direto.

A IoT vem evoluindo bastante ao longo dos anos, deixando de ser apenas centrada em automações industriais e passando a se expandir para outros setores, como saúde, transporte, agricultura, cidades inteligentes e até mesmo em nossas casas, com o conceito de casas inteligentes. Ao longo dos anos, houve avanços significativos em várias áreas relacionadas à IoT. Isso inclui o desenvolvimento de protocolos de comunicação específicos para dispositivos IoT, como o MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) e o CoAP (*Constrained Application Protocol*), que garantem uma comunicação eficiente e escalável entre os dispositivos.

### 2.1 DEFINIÇÃO

De acordo com Magrani (2018, p.20), existem fortes divergências em relação ao conceito de IoT, não havendo, portanto, um conceito único que possa ser considerado pacífico ou unânime. ”. No entanto, o autor indica que apesar das várias definições todas elas têm algo em comum que todas elas falam sobre como computadores, sensores e objetos interagem uns com os outros e processam informações/dados em um contexto de hiperconectividade Magrani (2018, p.20). De acordo com Santos et. al. (2016):

“A Internet das Coisas, em poucas palavras, nada mais é que uma extensão da Internet atual, que proporciona aos objetos do dia-a-dia

(quaisquer que sejam), mas com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à Internet. A conexão com a rede mundial de computadores viabiliza, primeiro, controlar remotamente os objetos e, segundo, permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. ”

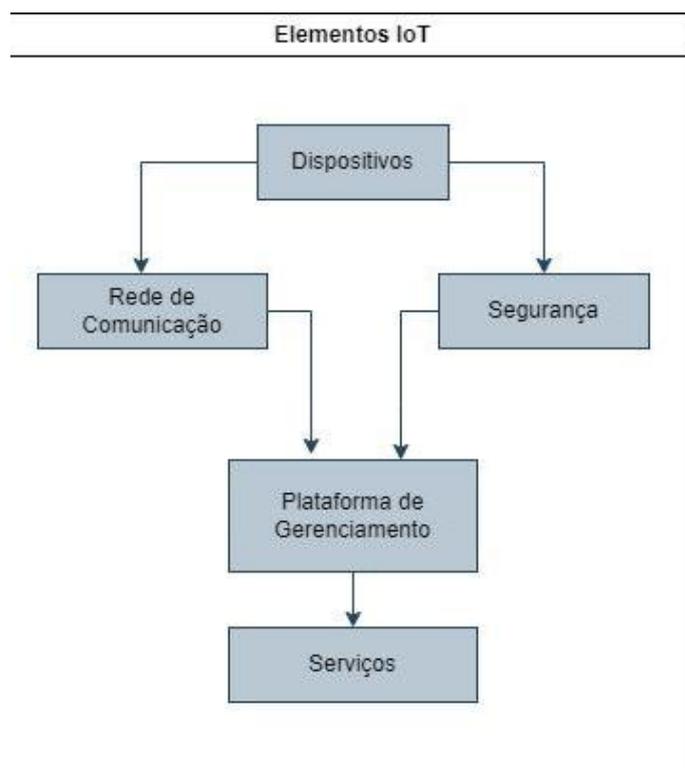


Figura 2: Elementos IoT

A Internet das Coisas é composta por vários elementos essenciais que possibilitam a conexão e a interação entre objetos físicos e o ambiente digital. (SANTOS et al., 2016). Dentre esses podemos destacar:

**Dispositivos:** são os sensores/atuadores que permitem a coleta de dados e interação com o ambiente.

**Rede de Comunicação:** são as redes que irão permitir a transmissão de dados entre os dispositivos conectados.

**Plataforma de Gerenciamento:** são sistemas que possibilitam o gerenciamento dos dispositivos, o monitoramento e o controle das operações.

**Serviços:** são tipos de serviços oferecidos pelas aplicações e soluções IoT. De acordo com Santos et al. (2016) as principais classes de serviços IoT são: Serviços de Identificação, que são responsáveis por atribuir e gerenciar identificadores únicos para dispositivos, objetos e

entidades na rede IoT; Serviços de agregação de dados que são responsáveis por coletar, combinar e processar os dados gerados pelos dispositivos IoT; Serviços de Colaboração e Inteligência que agem na tomarem decisões inteligentes com base nos dados coletados; e Serviços de Ubiquidade esses serviços visam garantir a conectividade e a acessibilidade contínuas dos dispositivos IoT, permitindo que eles sejam integrados em diferentes ambientes e contextos e estejam disponíveis e acessíveis em qualquer lugar e a qualquer momento.

**Segurança:** São mecanismos como criptografia, autenticação e controle de acesso, que são fundamentais para a proteção dos dados do usuário.

### 2.3 PROJEÇÕES E EXPETATIVAS DA IOT

A internet das coisas pode melhorar a qualidade de vida das pessoas oferecendo serviços e soluções personalizados. Ela pode otimizar processos e operações aumentando a eficiência e diminuindo o custo. De acordo com Ashton (2009) “as pessoas têm tempo, atenção e precisão limitadas - o que significa que elas não são muito boas em capturar dados sobre coisas no mundo real.” Em contraponto a isto, a IoT gera grandes volumes de dados que podem ser analisados para obter *insights* valiosos. Esses *insights* podem auxiliar na tomada de decisões estratégicas, na identificação de padrões e tendências, e no desenvolvimento de soluções mais eficazes. Segundo Magrani (2018, p.75), “A internet das coisas tem sido encarada com otimismo por setores da indústria, podendo vir a se tornar um importante elemento econômico nas próximas décadas.” Ela vem transformando diversos setores impulsionando a inovação em áreas como saúde, transporte, manufatura, agricultura e muitas outras. No Brasil, a internet das coisas começa a ser vista como uma alternativa para para enfrentar a dificuldade de aumentar a produtividade da economia ou as ineficiências do sistema de saúde.” (MARQUES, PESQUISA FAESP, 2017).

No contexto econômico, a IoT pode desempenhar um papel importante ao permitir a automação de processos, o monitoramento em tempo real de cadeias produtivas e a otimização do uso de recursos. Segundo estimativa da consultoria Mckinsey (2016) a IoT terá um impacto econômico de US\$3,9 trilhões a US\$11,1 trilhões, por ano, em 2025. Isso se dá pois, com o uso da IoT, é possível alcançar um aumento significativo na produtividade em diferentes setores.

### 2.4 ESTRUTURAÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS CENÁRIOS IOT

Uma abordagem comum para organizar e analisar uma solução IoT é através de um modelo de quatro camadas, como mencionado por (Carissimi, 2016). Essas camadas são divididas em: sensor e rede; *gateway* e rede; *middleware*; e aplicação. A camada de sensor e

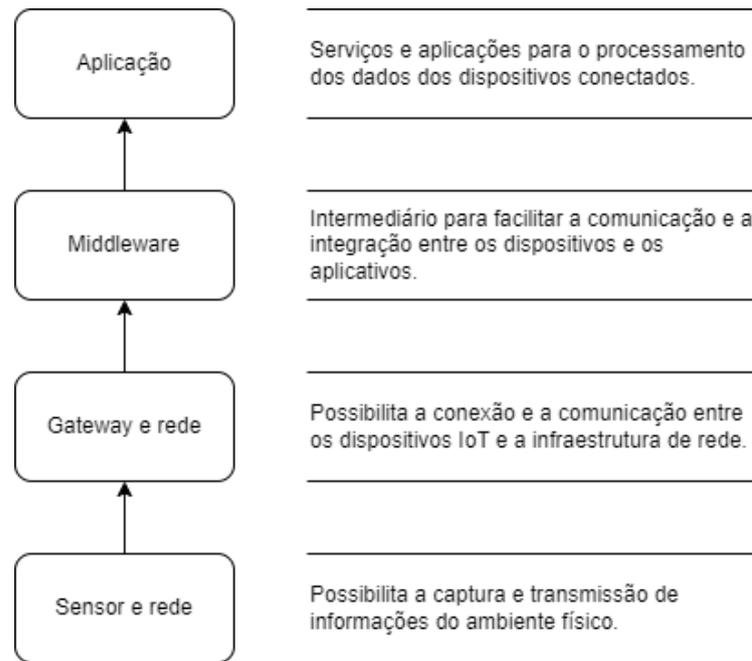


Figura 3: Arquitetura IoT

rede é responsável por coletar as informações do ambiente físico e engloba os sensores e atuadores responsáveis por coletar esses dados. Essas informações podem ser coletadas através de leituras de etiquetas RFID, QR-codes, códigos de barra e sensores. Tais informações serão enviadas para outro sistema utilizado redes como WiFi e *Ethernet*, *bluetooth*, infravermelho, etc (CARISSIMI, 2016).

A camada de *gateway* e rede irá receber as informações do ambiente físico e passará para o ambiente virtual, podendo ser para uma rede de interconexão ou de processamento (CARISSIMI, 2016). Portanto o *gateway* atua como um ponto de acesso centralizado, agregando os dados provenientes dos dispositivos e encaminhando-os para a rede. O *middleware* é responsável por facilitar a comunicação, a integração e o processamento dos dados provenientes dos dispositivos conectados. Além disso, o *middleware* oferece recursos como gerenciamento de dispositivos, segurança, escalabilidade e interoperabilidade.

A camada de aplicação na arquitetura da IoT é onde as soluções finais são desenvolvidas e executadas. Nesta camada, são desenvolvidas aplicações específicas para atender a diferentes necessidades, como monitoramento de saúde, gerenciamento de energia, rastreamento de ativos, entre outros. “A camada de aplicação, que acessa os dados armazenados no *middleware* IoT e realiza a análise, a interpretação, publicação e as tomadas de decisão com base em uma lógica de negócio e apresentação.” (CARISSIMI, 2016). A camada de aplicação também inclui interfaces de usuário, APIs e serviços para interagir com os dispositivos e visualizar os dados coletados.

#### 2.4.1 TECNOLOGIAS

Percebe-se que os sistemas IoT têm uma arquitetura que envolve diferentes camadas e tecnologias para permitir a interconexão e comunicação entre dispositivos e serviços. A camada de rede e sensores é responsável pela coleta e transmissão de dados os são usadas tecnologias como Wi-Fi que é uma tecnologia de comunicação sem fio que usa o sinal de Radiofrequência por difusão e médias distância e permite a conexão de dispositivos em uma rede local de internet (LEITE et al., 2017); *Bluetooth* que também usa o sinal de Radiofrequência mas para pequenas distâncias e é utilizado para conectar dispositivos eletrônicos; *Zigbee* que é um protocolo de comunicação sem fio de baixa potência e curto alcance, adequado para aplicações de IoT que requerem eficiência energética.

Segundo Farooq et al. (2015), a camada de *Middleware* na Internet das Coisas (IoT) engloba tecnologias como computação em nuvem e computação ubíqua. A computação em nuvem permite o armazenamento e acesso direto a um banco de dados centralizado, onde todas as informações necessárias podem ser armazenadas de forma eficiente. Por sua vez, a computação ubíqua oferece um acesso onipresente aos serviços e recursos da IoT, garantindo a conectividade e interação contínua entre os dispositivos e os usuários.

Nas camadas de rede, *gateway* e *middleware*, diversas tecnologias são utilizadas para fornecer funcionalidades específicas e atender às necessidades dos diferentes domínios de aplicação da IoT. Alguns exemplos dessas tecnologias incluem protocolos de comunicação, como MQTT e CoAP, que possibilita a troca de dados entre os dispositivos da IoT. Além disso, tecnologias como RESTful APIs (*Application Programming Interfaces*) são usadas para permitir a integração e interação entre os sistemas de IoT e outros sistemas ou serviços externos (SANTOS et al., 2016).

Outras tecnologias relevantes que podem ajudar no desenvolvimento de larga escala da IoT são:

**Identificação por radiofrequência (RFID):** Essa tecnologia é amplamente utilizada para identificar objetos de forma única. Por meio de etiquetas RFID e leitores, os sinais de dados relacionados ao objeto são transmitidos usando frequências de rádio e, em seguida, processados pelos sistemas. Essa abordagem de identificação e coleta de dados eficiente contribui para uma melhor integração dos objetos ao ecossistema da IoT (FAROOQ et al., 2015).

**Tecnologia NFC (*Near Field Communication*):** NFC é um conjunto de tecnologias sem fio de curta distância, com padrão ISO/IEC 18000-3, que permite a comunicação entre dispositivos a

uma distância de até 10 cm. Sua origem está intimamente ligada à tecnologia RFID (LEITE et al., 2017).

**IPv6:** O IPv6 (*Internet Protocol version 6*) é uma versão do protocolo de internet que sucede o IPv4. Ele utiliza endereços de 128 bits, em comparação com os endereços de 32 bits do IPv4, o que oferece uma quantidade praticamente ilimitada de endereços IP, sendo assim uma vantagem para IoT pois tem a capacidade de suportar um grande número de dispositivos conectados simultaneamente.

#### 2.4.2 CAMADA DE APLICAÇÃO

A camada de aplicação na IoT refere-se a camada que está mais próxima do usuário final, ela envolve o desenvolvimento de *software*, interfaces de usuário, algoritmos de processamento de dados e integração com outros sistemas. Essa camada desempenha um papel fundamental ao fornecer serviços para os clientes. Por exemplo, é possível observar que uma aplicação pode solicitar medições de temperatura e umidade para atender às necessidades dos clientes que requisitam essas informações (SANTOS et al., 2016).

Nesse contexto, a camada de aplicação utiliza uma variedade de tecnologias para facilitar o desenvolvimento de aplicações IoT. Isso inclui o uso de Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados (SGBDs) relacionais, como o MySQL, PostgreSQL e MongoDB, para o armazenamento e gerenciamento dos dados provenientes dos sensores IoT. Além disso, são utilizadas linguagens de programação, como Python, PHP e C++, juntamente com *frameworks* como Django, Vue.js e Laravel, para a criação de aplicativos e interfaces *web* responsivas e eficientes. Outras tecnologias *web*, como HTML5, CSS3 e JavaScript, são empregadas para o desenvolvimento de interfaces interativas e atraentes para os usuários. Bibliotecas JavaScript como amCharts e Chart.js, também são bastante utilizadas para criação de gráficos. Essa combinação de tecnologias e ferramentas permite o desenvolvimento ágil e escalável de aplicações na camada de aplicação da IoT.

No contexto do desenvolvimento da aplicação, foi decidido utilizar o framework Laravel em conjunto com a linguagem de programação PHP. O objetivo era aproveitar os recursos poderosos oferecidos pelo Laravel, como a injeção de dependência completa, a abstração de banco de dados e as funcionalidades de fila e tarefas agendadas. Para o armazenamento e gerenciamento dos dados, optou-se pelo SGBD MySQL. Além disso, as tecnologias *web*, como HTML5, CSS3 e JavaScript, foram utilizadas para criar interfaces interativas e atrativas para os usuários. Também foi empregado o Chart.js para a geração de

gráficos e visualização dos dados. Essa combinação de tecnologias proporciona um desenvolvimento ágil e eficiente da aplicação na camada de aplicação da IoT.

O PHP é uma linguagem de programação amplamente utilizada e interpretada, especialmente adequada para o desenvolvimento *web* (PHP.net, s.d.). De acordo com índice de popularidade de linguagem de programação PYPL (2023) o PHP está entre as 10 linguagens de programação mais populares de 2023. Sua popularidade se deve a sua grande simplicidade de aprendizado, flexibilidade e ampla comunidade de desenvolvedores. Outra vantagem de utilizar o PHP é sua capacidade de escalabilidade e facilidade de integrar facilmente com o banco de dados, o que o torna ideal para lidar com o armazenamento e recuperação de dados provenientes dos sensores IoT. Com o uso de Sistemas Gerenciadores de Bancos de Dados relacionais, como o MySQL, o PHP permite a criação de consultas eficientes e a manipulação dos dados de forma segura.

O MySQL é um dos SGBDs mais usados na indústria devido à sua confiabilidade, desempenho e escalabilidade. Ele oferece uma estrutura robusta para armazenamento, gerenciamento e recuperação eficiente de dados, tornando-o uma boa escolha para aplicações IoT. O MySQL é um SGBD amplamente utilizado, multi-plataforma e compatível com várias linguagens de programação, como PHP, C, Java e Visual Basic. Ele oferece escalabilidade para lidar com grandes volumes de dados e suportar um número crescente de usuários. Além disso, é flexível, permitindo a integração com diferentes tecnologias (SANTOS E SILVA, 2018). Sua versatilidade e confiabilidade o tornam uma escolha sólida para a camada de aplicação na IoT.

De acordo com a documentação do Laravel, o framework busca oferecer uma experiência excepcional para os desenvolvedores, combinada com recursos poderosos, como injeção de dependência completa, uma camada abstrata expressiva para o banco de dados, filas e tarefas agendadas, testes de unidade e integração (Laravel, s.d.). O framework Laravel, oferece uma estrutura sólida e flexível, onde os desenvolvedores podem criar aplicativos IoT de forma eficiente, seguindo as melhores práticas e padrões modernos.

Essas tecnologias permitem que a camada de aplicação na IoT forneça serviços personalizados e interativos aos usuários finais, garantindo uma experiência de uso otimizada e satisfatória.

### 3. PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DA APLICAÇÃO WEB

Como uma forma de organização, e para melhor entendimento, o Capítulo 3 está dividido de acordo com o desenvolvimento do *software*, seguindo uma sequência lógica que abrange desde a perspectiva de projeto até a apresentação da interface da ferramenta. Inicia-se da perspectiva de projeto do *software* e com a apresentação dos requisitos, descrevendo as funcionalidades e características que a aplicação deve possuir. Em seguida, é abordado o projeto do banco de dados, incluindo a definição da estrutura e relações entre as entidades. Por fim, são discutidos elementos como *design*, *layout* e interação do usuário, bem como as estratégias de integração da aplicação.

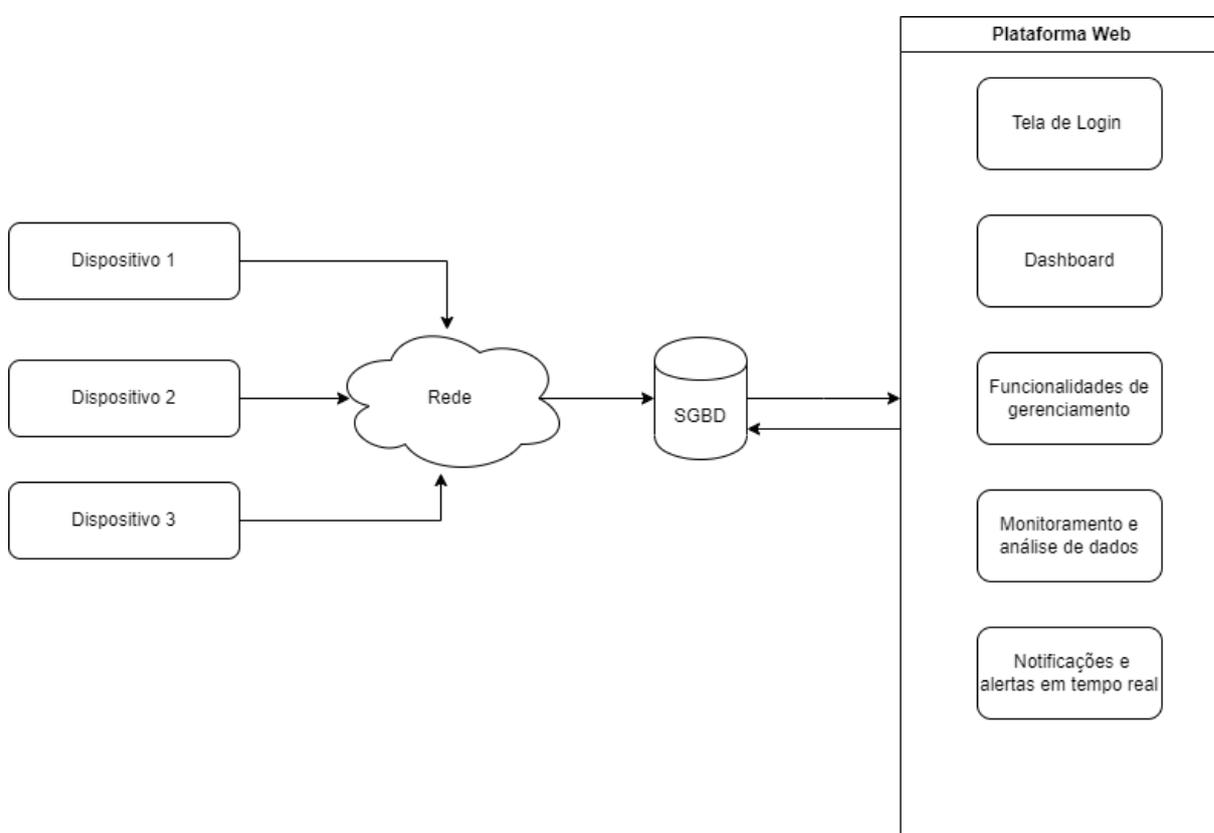


Figura 4: Diagrama geral do sistema

Foi desenvolvido um protótipo de uma aplicação *web* para ilustrar de forma prática o funcionamento da camada de aplicação na Internet das Coisas. Nessa aplicação, os usuários têm a possibilidade de fazer o seu cadastro e gerenciar seus dispositivos IoT. Os usuários podem cadastrar ambientes e dispositivos IoT e, ao realizar o cadastro de um dispositivo IoT, o usuário pode vinculá-lo a um ambiente específico e definir alertas personalizados para situações críticas detectadas pelos sensores IoT.

Os usuários podem definir regras e condições específicas para acionar um alerta quando os sensores IoT detectarem uma situação indesejada ou fora dos parâmetros esperados. Por exemplo, um alerta pode ser configurado para disparar quando a temperatura em um ambiente ultrapassar um determinado limite ou quando um sensor de movimento detectar atividade suspeita. Para configurar os alertas, o usuário pode acessar a aplicação *web* e selecionar o dispositivo e o ambiente desejados. A partir daí, é possível definir as condições de acionamento do alerta, como por exemplo os limites de temperatura. Dessa forma os usuários podem receber notificações imediatas sobre situações críticas, isso possibilita a tomada de ações corretivas de forma ágil, prevenindo danos, economizando recursos e garantindo a segurança do ambiente IoT.

### 3.1 REQUISITOS DE SOFTWARE

Nesta seção, serão apresentados os requisitos do sistema com base nos casos de uso representados na Figura 4. Além disso, os requisitos funcionais e suas respectivas descrições serão detalhados, fornecendo uma visão completa das funcionalidades e objetivos do sistema.

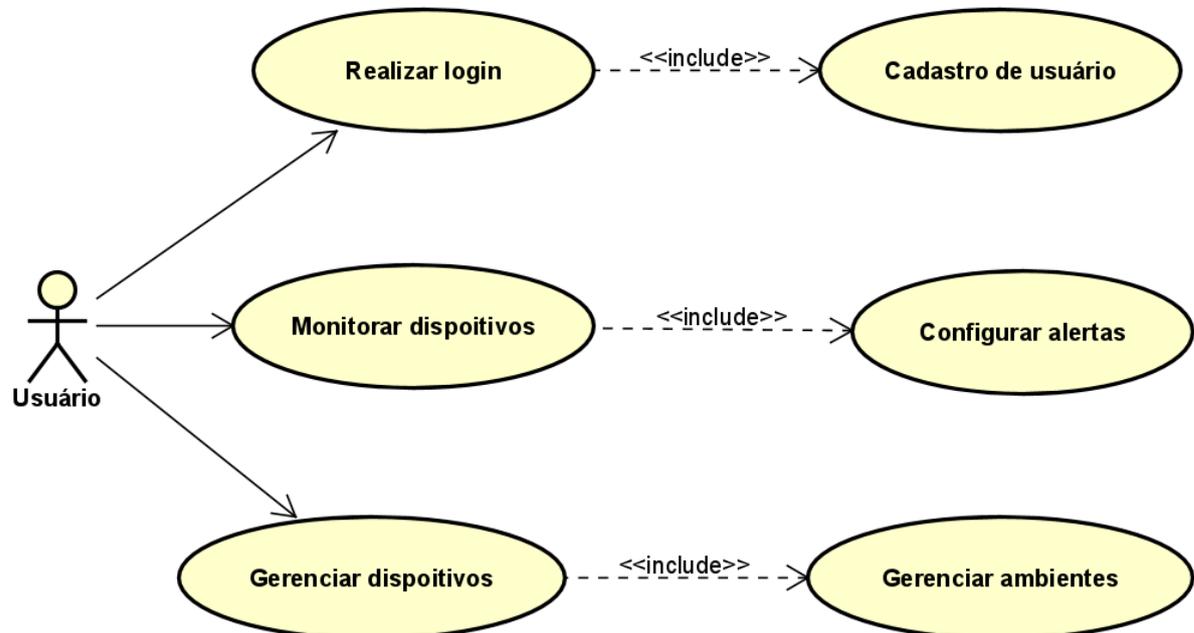


Figura 5: Diagrama de casos de uso

Nos próximos parágrafos, serão apresentados os requisitos que foram levantados para a construção do sistema, descrevendo as funcionalidades e o modo de operação esperado para cada um deles. A descrição dos requisitos tem como objetivo fornecer uma visão clara e

abrangente das funcionalidades que serão implementadas no sistema, permitindo uma melhor compreensão de como o sistema irá operar e atender às demandas dos usuários.

#### **R01. Cadastrar usuário**

**Ator principal:** Usuário.

**Meta no contexto:** Registrar um novo usuário no sistema fornecendo as informações necessárias, como nome, e-mail e senha.

**Precondições:** O usuário não deve estar cadastrado anteriormente no sistema.

**Prioridade:** Essencial, deve ser implementado.

**Frequência de uso:** Uma vez por usuário.

#### **R02. Realizar login**

**Ator principal:** Usuário.

**Meta no contexto:** Acessar o sistema fornecendo as credenciais de login (e-mail e senha) para autenticação.

**Precondições:** O usuário deve estar cadastrado no sistema.

**Prioridade:** Essencial, deve ser implementado.

**Frequência de uso:** A cada vez que o usuário deseja acessar o sistema.

#### **R03. Gerenciar ambientes**

**Ator principal:** Usuário.

**Meta no contexto:** Criar, visualizar, editar e excluir ambientes no sistema, fornecendo informações como nome e descrição.

**Precondições:** O usuário deve estar autenticado no sistema.

**Prioridade:** Importante, deve ser implementado.

**Frequência de uso:** Variável, dependendo da necessidade do usuário.

#### **R04. Gerenciar dispositivos**

**Ator principal:** Usuário.

**Meta no contexto:** Adicionar, visualizar, editar e excluir dispositivos em um ambiente específico, fornecendo informações como nome, descrição e regra.

**Precondições:** O usuário deve estar autenticado no sistema e ter pelo menos um ambiente criado.

**Prioridade:** Importante, deve ser implementado.

**Frequência de uso:** Variável, dependendo da necessidade do usuário.

### **R05. Configurar alertas**

**Ator principal:** Usuário.

**Meta no contexto:** Definir configurações de alerta para dispositivos, como limites de temperatura ou umidade, de forma a receber notificações quando esses limites forem ultrapassados.

**Precondições:** O usuário deve estar autenticado no sistema e ter pelo menos um dispositivo configurado.

**Prioridade:** Importante, deve ser implementado.

**Frequência de uso:** Variável, dependendo das preferências do usuário.

### **R06. Monitorar dispositivos**

**Ator principal:** Usuário.

**Meta no contexto:** Acompanhar em tempo real as leituras dos sensores dos dispositivos, como temperatura, umidade, etc., em um ambiente específico.

**Precondições:** O usuário deve estar autenticado no sistema e ter pelo menos um dispositivo configurado.

**Prioridade:** Importante, deve ser implementado.

**Frequência de uso:** Variável, dependendo do interesse do usuário.

## **3.2 PROJETO DE BANCO DE DADOS**

Esta seção aborda o projeto de banco de dados do sistema com base no diagrama lógico apresentado na Figura 5. O diagrama lógico descreve a estrutura de armazenamento dos dados no banco de dados e nesta etapa serão definidos os padrões, tipos de dados, nomenclaturas, chaves primárias e estrangeiras. O objetivo é garantir a consistência e eficiência na manipulação e recuperação dos dados.

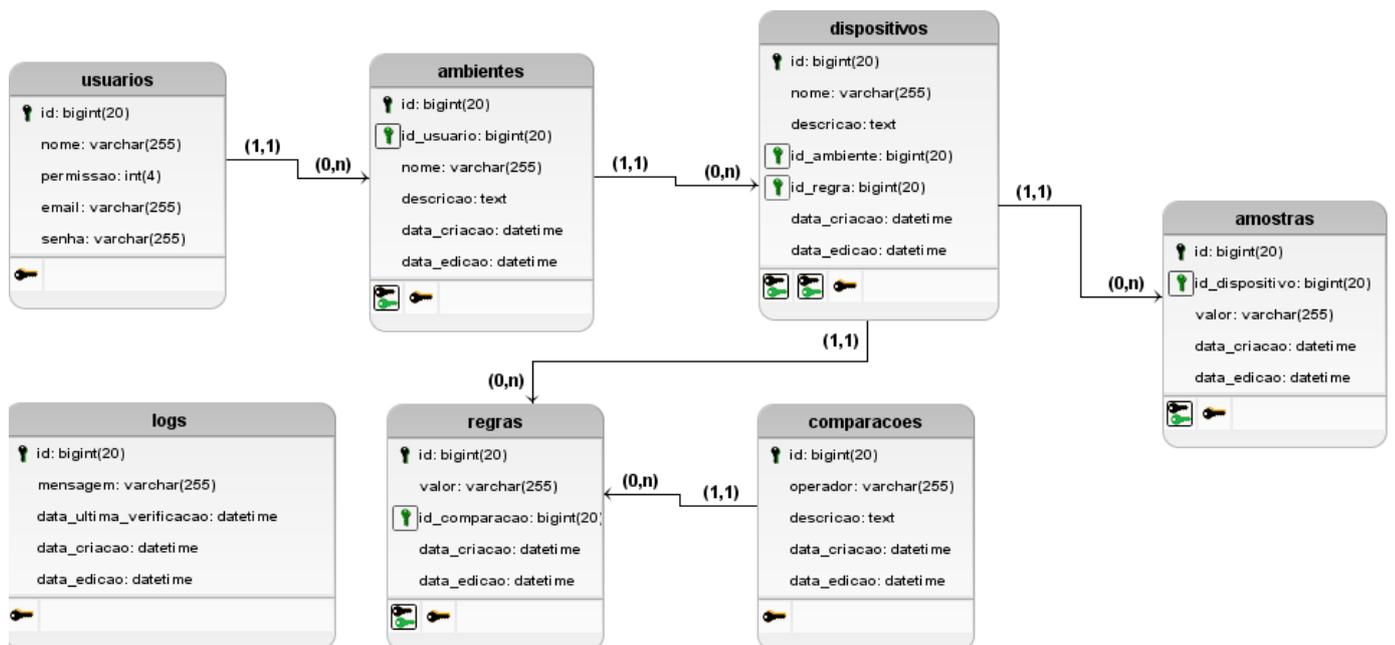


Figura 6: Diagrama lógico de banco de dados

A primeira tabela apresentada no diagrama é a tabela de Usuário que tem um relacionamento com a tabela de Ambientes. Um relacionamento descreve a forma como os dados estão conectados e interagem entre si. O relacionamento pode ser de diferentes tipos, como um para um, um para muitos, muitos para muitos ou zero para muitos dependendo da cardinalidade entre as entidades. Nesse caso, o relacionamento entre a tabela de Usuário e a tabela de Ambientes é de zero para muitos, o que significa que um usuário pode ter zero (cenário inicial da aplicação *web* proposta) ou muitos ambientes.

A tabela de Ambientes tem uma relação de um para um com a tabela de Usuários, pois um ambiente só pode estar relacionado a um usuário. Assim, evita-se que, por exemplo, usuários diferentes possam ter o mesmo ambiente, o que pode acarretar em dados incorretos. Por sua vez, o relacionamento da tabela de ambientes com a tabela de dispositivos é de zero para muitos, ou seja, um ambiente pode conter zero ou vários dispositivos.

Na tabela de Dispositivos podemos ver que há um relacionamento com mais duas tabelas que é a tabela de Regras e a tabela de Amostras. É na tabela de Regras que será armazenado o valor que é esperado do dispositivo, essa tabela de regras tem um relacionamento com a tabela de Comparações onde é armazenado o operador (exemplos podem ser vistos na Figura 6). Durante o cadastro de um dispositivo, é selecionada a comparação desejada e o valor a ser comparado com os dados provenientes da tabela de Amostras. Dessa forma, o

relacionamento entre essas tabelas permite que as regras de comparação e os valores correspondentes sejam corretamente associados aos dispositivos registrados na aplicação web.

A tabela de Amostras é responsável por armazenar os dados provenientes dos dispositivos IoT. Nessa tabela, cada amostra está relacionada a um único dispositivo, estabelecendo uma ligação de um para um com a tabela de Dispositivos. É importante ressaltar que, para fins de teste e demonstração, os dados inseridos na tabela de Amostras foram simulados diretamente no banco de dados, uma vez que não foram utilizados sensores reais. Essa abordagem permitiu a verificação do funcionamento do sistema e a análise dos resultados, sem a necessidade de conexão com dispositivos físicos.

Operador	Comparação
==	Igual
!=	Diferente
<	Menor
>	Maior
<=	Menor ou Igual
>=	Maior ou igual

Figura 7: Tabela de Comparações

A tabela de *logs* não possui relacionamento com outras tabelas do banco de dados. Sua função é registrar a ocorrência de eventos, como a análise de novas amostras e a verificação da conformidade dessas amostras com as regras estabelecidas para o dispositivo. Ao realizar a análise, é gerado um log que registra a data e hora do evento. Dessa forma, por meio da comparação entre a data e hora do último *log* registrado e a data e hora da amostra, é possível verificar se a amostra já foi analisada anteriormente. Essa abordagem permite o acompanhamento do histórico das análises realizadas e ajuda a identificar se uma determinada amostra já foi processada pelo sistema.

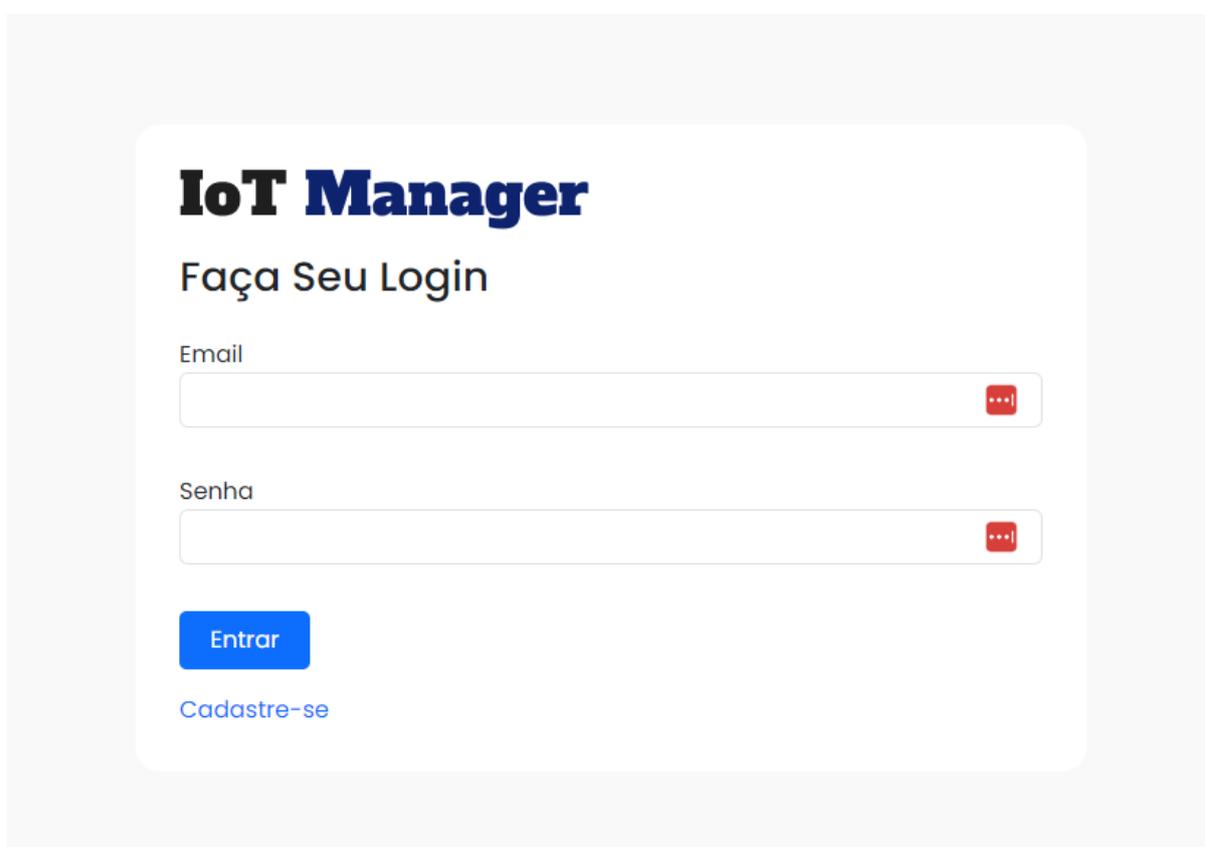
### 3.3 APRESENTAÇÃO E INTERFACE DA APLICAÇÃO WEB

Nesta seção serão apresentadas as principais telas da Aplicação *Web* proposta. Tem-se como objetivo demonstrar o funcionamento do sistema e a interação entre seus diferentes componentes. Através das capturas de tela, será possível visualizar as diferentes

funcionalidades e elementos da interface, proporcionando uma visão geral da experiência do usuário ao utilizar a aplicação. As telas selecionadas abrangem desde o processo de login e cadastro até a gestão de ambientes, dispositivos e configuração de alertas.

### 3.3.1 TELA DE *LOGIN* E CADASTRO DE USUÁRIO

A tela de *login* (ver Figura 8) permitirá que os usuários se autentiquem no sistema, fornecendo suas credenciais de acesso. Já o cadastro de usuário (ver Figura 9) possibilitará que novos usuários se registrem na aplicação, fornecendo as informações necessárias, como nome, e-mail e senha.



A imagem mostra a interface de login do sistema IoT Manager. O título principal é "IoT Manager" em uma fonte azul escura e em negrito. Abaixo dele, o subtítulo "Faça Seu Login" aparece em uma fonte cinza. O formulário contém dois campos de entrada: "Email" e "Senha", ambos com ícones de olho desativado (três pontos) para alternar a visibilidade. Abaixo dos campos, há um botão azul com o texto "Entrar" e um link azul "Cadastre-se" para a página de registro.

Figura 8: Tela de Login

**IoT Manager**

Cadastre-se

Nome

Email

Senha

Já é registrado?

Registrar

Figura 9: Tela de cadastro de usuário

### 3.3.2 DASHBOARD

Ao fazer o *login* o usuário será redirecionado para o *Dashboard*. O *Dashborad*, mostrado na Figura 10, é responsável por oferecer uma visão geral de todos os ambientes e dispositivos cadastrados. Nessa tela, os dados são apresentados de forma visual por meio de gráficos, permitindo uma compreensão mais clara e intuitiva das informações particulares de cada usuário. O *Dashboard* oferece ao usuário uma visão consolidada dos dados que os dispositivos estão enviando de cada ambiente, facilitando o monitoramento e a tomada de decisões.

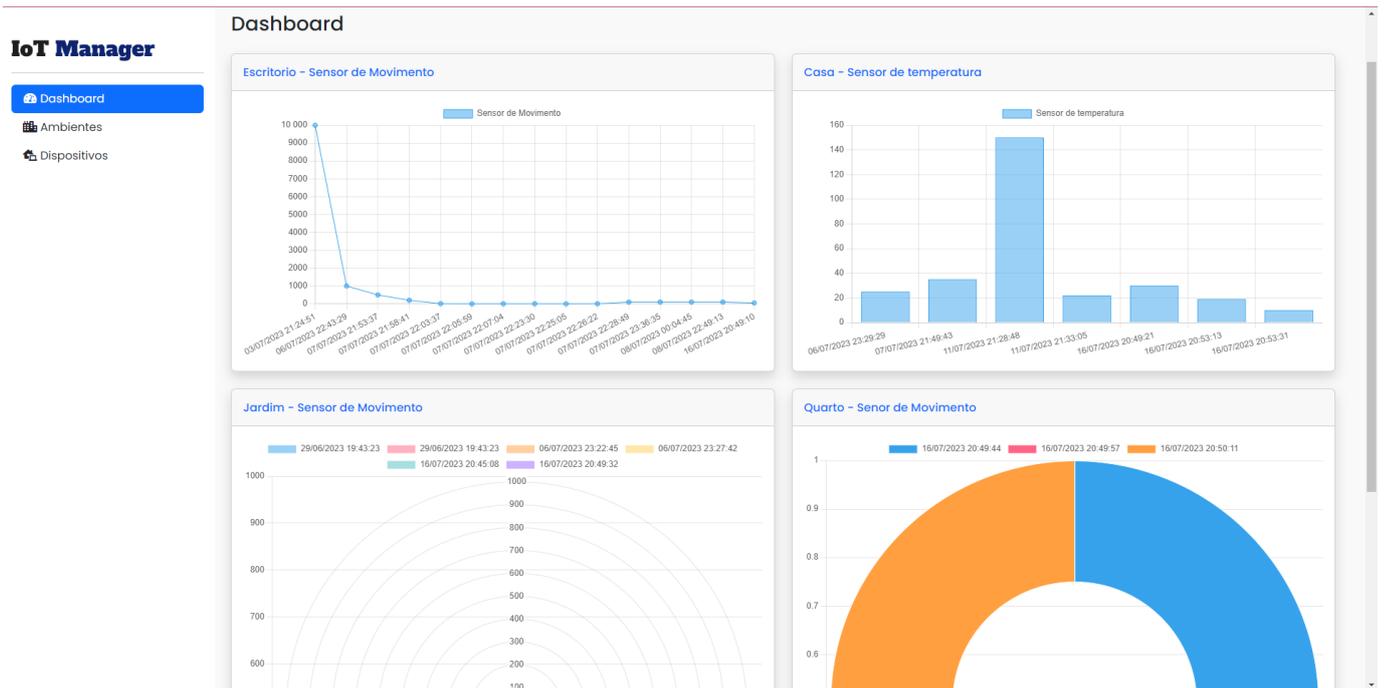


Figura 10: Tela de Dashboard

### 3.3.2 AMBIENTES

Nesta página, mostrada na Figura 11, são exibidos todos os ambientes pertencentes ao usuário logado. Assim, o usuário tem a opção de editar ou excluir um ambiente existente, bem como cadastrar um novo ambiente. Ao clicar em "Cadastrar Novo Ambiente", o usuário será redirecionado para uma tela de cadastro simplificada (ver Figura 12), onde pode inserir o nome do ambiente e uma breve descrição. Nesta tela, as ações são representadas por ícones que remetem aos objetos presentes em cenários reais, proporcionando uma experiência visual intuitiva para o usuário. Essa abordagem visa facilitar o uso da aplicação, tornando as ações mais identificáveis e de fácil compreensão.

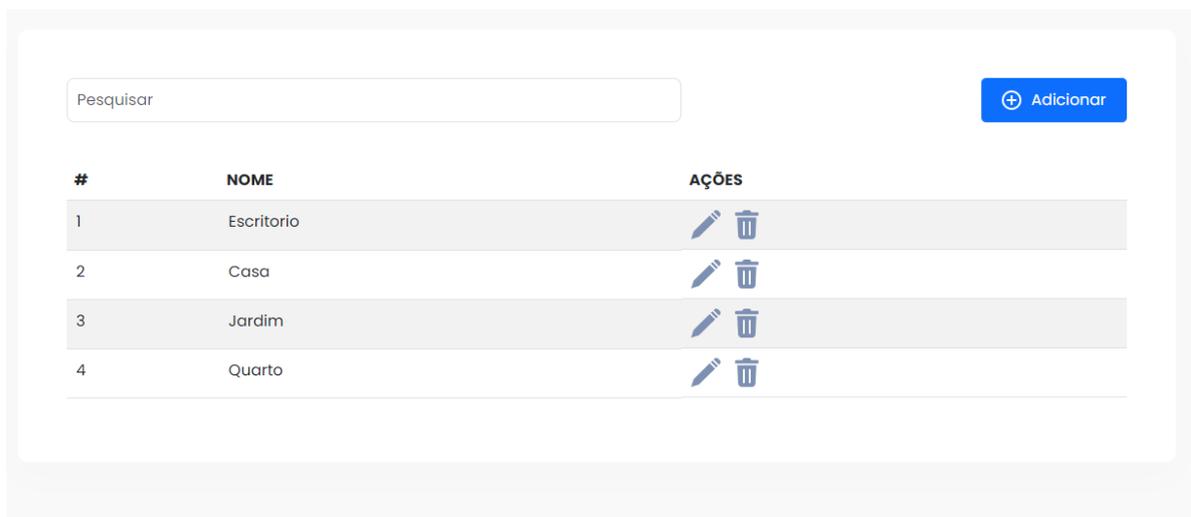


Figura 11: Tela de listagem de ambientes

**Editar Ambiente**

Nome  
Quarto

Descrição  
É um ambiente privado e pessoal, destinado ao relaxamento e conforto.

Salvar Cancelar

Figura 12: Tela de Cadastro de ambientes

### 3.3.5 DISPOSITIVOS

A tabela de listagem de dispositivos, ilustrada na Figura 13, apresenta uma interface semelhante à tela de ambientes. Nessa tabela, são exibidos o nome do dispositivo e o nome do ambiente ao qual ele está associado. Os usuários têm a capacidade de cadastrar, editar e excluir dispositivos. Ao clicar em "novo dispositivo", o usuário será redirecionado para uma tela de cadastro (ver Figura 14), na qual ele poderá adicionar um nome e uma descrição para o dispositivo. Além disso, ele poderá selecionar a comparação desejada e o valor a ser comparado.

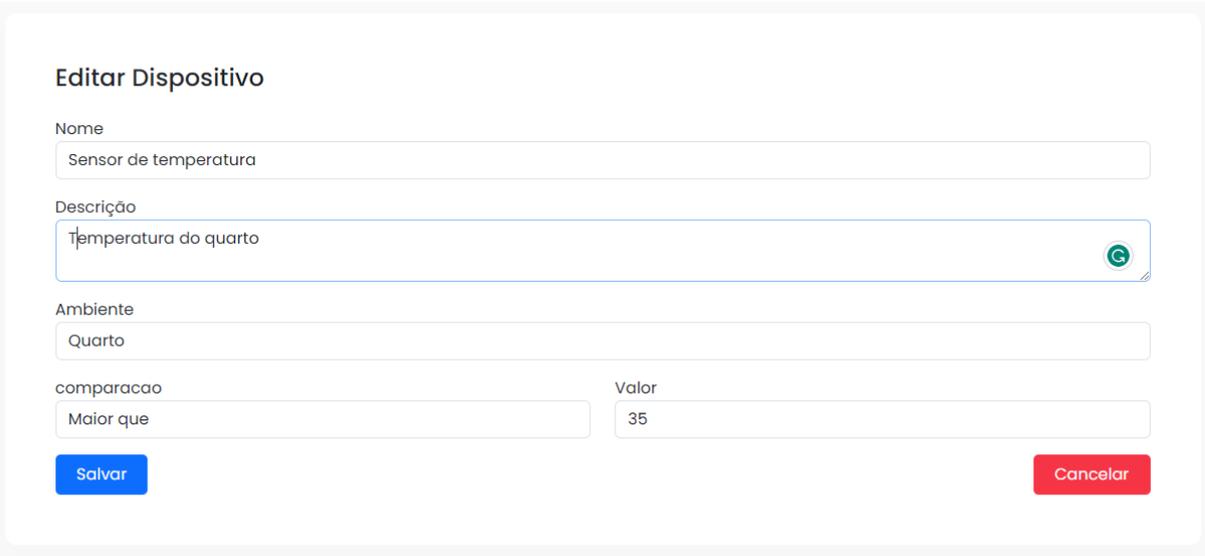
O seletor de comparação, mostrado na Figura 15, exibirá as comparações pré-cadastradas na tabela de comparações, oferecendo opções para facilitar a seleção. É importante ressaltar que esse campo de comparação é opcional no cadastro do dispositivo. Dessa forma, o usuário tem a flexibilidade de cadastrar um dispositivo sem a necessidade de receber alertas ou

definir critérios de comparação específicos. Isso permite uma maior liberdade na configuração dos dispositivos, atendendo às necessidades individuais de cada usuário.



NOME	AMBIENTE	AÇÕES
Sensor de Movimento	Escritorio	 
Sensor de temperatura	Casa	 
Sensor de Movimento	Jardim	 
Senor de Movimento	Quarto	 

Figura 13: Tela de listagem de dispositivos



### Editar Dispositivo

Nome

Descrição

Ambiente

comparacao

Valor

Figura 14: Tela de cadastro de dispositivos

The image shows a web form titled "Editar Dispositivo". It contains several input fields: "Nome" with the value "Sensor de temperatura", "Descrição" with "Temperatura do quarto", and "Ambiente" with "Quarto". Below these is a "comparacao" dropdown menu currently showing "Maior que", with a list of options: "Selecione a comparacao", "Maior ou igual", "Menor que", "Igual a", "Menor ou igual", and "Maior que" (highlighted). To the right is a "Valor" field with "35" and a red "Cancelar" button.

Figura 15: Tela de cadastro de dispositivos, exibindo comparações

### 3.3.6 ALERTAS

Após o cadastro dos ambientes e dispositivos, a aplicação continuamente recebe os dados enviados pelos sensores IoT e realiza análises com base nas regras pré-estabelecidas durante o cadastro. Caso algum dado recebido seja identificado como divergente ou fora dos parâmetros esperados, o sistema emite uma notificação imediata ao usuário (ver Figura 16), alertando sobre a situação e a necessidade de tomar medidas adequadas. Para garantir essa funcionalidade em tempo real, o sistema utiliza o *Task Scheduling* (Agendamento de Tarefas) do Laravel, uma funcionalidade que automatiza a execução de tarefas em intervalos regulares. Se algum novo dado for detectado, o sistema verifica se o valor é divergente das regras cadastradas. Caso ocorra uma divergência, um alerta é enviado para o e-mail do usuário vinculado ao dispositivo, fornecendo informações relevantes para a tomada de decisão e ações corretivas.

O *Task Scheduling* é uma funcionalidade oferecida pelo Laravel que permite automatizar a execução de determinadas tarefas em intervalos regulares. Com o *Task Scheduling*, você pode agendar a execução de comandos, métodos de classes ou *closures* de forma programática. O *Task Scheduling* do Laravel funciona tanto em sistemas operacionais Linux quanto em sistemas operacionais Windows. No entanto, observou-se que possui melhor desempenho em ambientes Linux, isso ocorre, pois, o Laravel utiliza algumas ferramentas de linha de comando que são nativas e amplamente suportadas no ambiente Linux, como o *cron*

*job*. Essas ferramentas oferecem recursos avançados de agendamento de tarefas e são bem integradas com o sistema operacional, proporcionando um agendamento mais preciso e confiável.

Essa funcionalidade de detecção e notificação de dados divergentes ou fora dos parâmetros esperados tem papel importante para o funcionamento da aplicação *web*. Em ambientes IoT críticos, é crucial monitorar continuamente os dados dos sensores para garantir o correto funcionamento e a segurança do sistema como um todo. A detecção de divergências ou anomalias nos dados pode indicar problemas ou falhas nos dispositivos ou no ambiente, permitindo uma resposta rápida e eficaz por parte dos responsáveis.

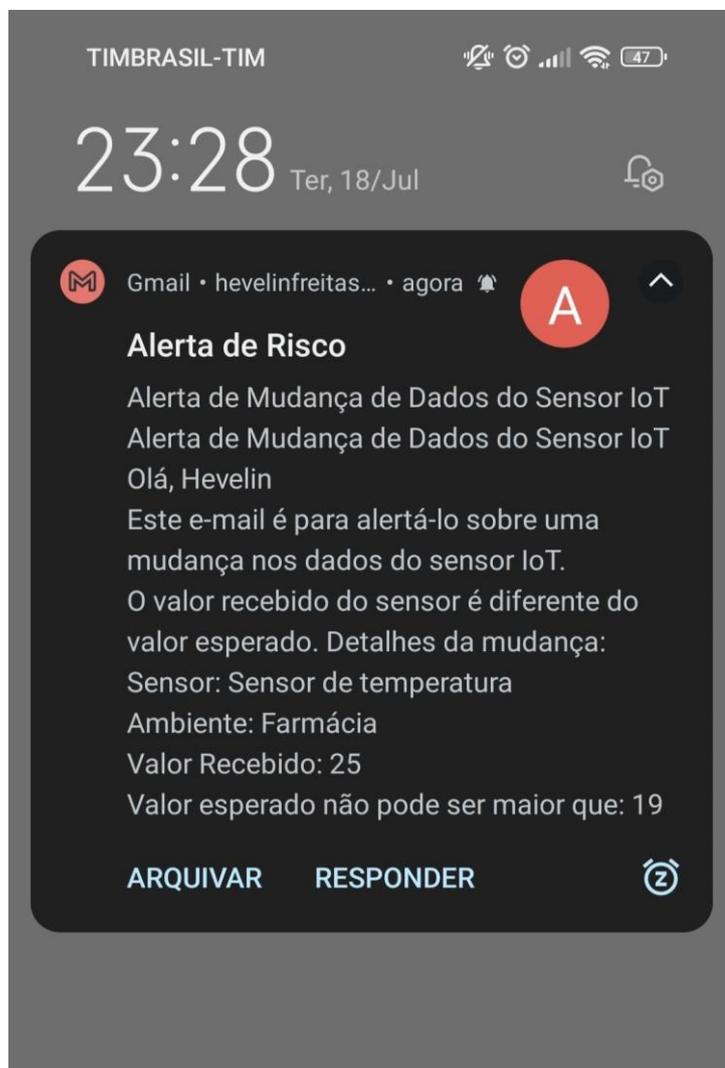


Figura 16: Notificação de mudança nos sensores

## CONCLUSÃO

A IoT tem sido um campo de grande crescimento e potencial nos últimos anos, no entanto, a aplicação da IoT em ambientes críticos, como na área da saúde, indústria e infraestrutura, demanda soluções robustas que garantam a confiabilidade, segurança e eficiência necessárias.

A aplicação *web* proposta neste trabalho serve como uma ferramenta de prova de conceito, fornecendo *insights* valiosos sobre a aplicação da IoT em ambientes críticos. Identificamos que a capacidade de monitorar e analisar em tempo real os dados provenientes dos sensores IoT é essencial para garantir a segurança e eficiência desses ambientes. Através dos alertas personalizados, os usuários são imediatamente informados sobre possíveis problemas ou desvios dos parâmetros esperados, permitindo que tomem medidas corretivas adequadamente.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar experimentos baseados em métricas de escalabilidade e tempo de resposta para o envio dos alertas, a fim de garantir a validação completa da aplicação *web*. Por fim, este trabalho contribuiu para o aprimoramento do conhecimento sobre a camada de aplicação na IoT e seu funcionamento em ambientes IoT críticos, destacando a importância do seu correto desenvolvimento. Espera-se que a aplicação *web* desenvolvida e proposta, em conjunto com as considerações apresentadas neste estudo possam servir como base para futuras pesquisas e implementações nesses ambientes, contribuindo para a segurança, eficiência e confiabilidade dos sistemas IoT aplicados em contextos críticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSINESS INSIGHTS. **Business Insights, 2023. Internet of Things (IoT) Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Component (Platform, Solution & Services), By End-use Industry (BFSI, Retail, Government, Healthcare, Manufacturing, Agriculture, Sustainable Energy, Transportation, IT & Telecom, and Others), and Regional Forecast, 2023-2030.** Disponível

em:<<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/infographics/internet-of-things-iot-market-100307>>. Acesso em: 16, abr. 2023.

BRITO, S. H. B. **A Internet das Coisas (IoT). LabCiscoA Internet das Coisas (IoT). LabCisco.**

2014. Disponível em: <<http://labcisco.blogspot.com.br/2014/07/a-internet-das-coisas.html>>.

PYPL. **PYPL PopularitY of Programming Language, 2023.** Disponível em:

<<https://pypl.github.io/PYPL.html>>. Acesso em: 14 de jul. de 2023.

PHP Documentation Group. **PHP: Hypertext Preprocessor Documentation.** Disponível em: <https://www.php.net/docs.php>. Acesso em: 09 jul. 2023.

CARISSIMI, Alexandre. **Internet das Coisas: Middlewares e outras coisas.** 2016

ELLEN, Patricia. **Internet das coisas já é realidade, porém falta regulamentá-la, McKinsey & Company.** Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/br/our-insights/blog-made-in-br-zil/internet-das-coisas-ja-e-realidade-porem-falta-regulamenta-la>>. Acesso em: 14 de jul. de 2023.

FAROOQ, M.U. et al. **A Review on Internet of Things (IoT).** International Journal of Computer Applications, 2015.

**Internet das coisas já é realidade, porém falta regulamentá-la | Brasil | McKinsey & Company.** Disponível em:<<https://www.mckinsey.com/br/our-insights/blog-made-in-br-zil/internet-das-coisas-ja-e-realidade-porem-falta-regulamenta-la>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

IBSG, C. EVANS, D.(211). **A Internet das coisas como a próxima evolução da Internet está mudando tudo.** Disponível em:

<[https://www.cisco.com/c/dam/global/pt\\_br/assets/executives/pdf/internet\\_of\\_things\\_iot\\_ibsg\\_0411final.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf)>

KOHN, K., MORAES, C. H. **O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital.**

Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação, Santos, Brasil, p.6. 2007

ASHTON, Kevin. **Entrevista exclusiva com o criador do termo “Internet das Coisas”.**

2015. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/revista/revista18/index.html#p=6>>.

KAMIENSKI, C., & VISOLI, M. C. **Swamp: uma plataforma para irrigação de precisão baseada na Internet das Coisas.** 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de>

publicacoes/-/publicacao/1105001/swamp-uma-plataforma-para-irrigacao-de-precisao-baseada-na-internet-das-coisas>

LEITE, Emiliano R.J. et al. **A Internet das coisas (IoT): Tecnologias e Aplicações**. São Paulo: School of Technology, University of Campinas (UNICAMP), 2017.

Laravel Documentation Team. **Laravel - The PHP Framework For Web Artisans. 8.x**. Disponível em: <https://laravel.com/docs/8.x>. Acesso em: 09 jul. 2023.

MAGRANI, Eduardo. **Internet das Coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018.

MASSOLA, S. C.; PINTO, G. S. **O uso da internet das coisas (IoT) a favor da saúde**. Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, 2018.

MARQUES, Fabrício. **O Brasil da Internet das Coisas**. Pesquisa FAPESP, 2017. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/o-brasil-da-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 31 mai. 2023

SANTOS, Jonis Nogueira; SILVA, José Adelar Souza da. **SGBD MySQL**. Faculdades de Informática de Taquara, Faculdades de Taquara (FACCAT), 2018. Disponível em: <[https://fit.faccat.br/~jonis/Artigo\\_mysql.pdf](https://fit.faccat.br/~jonis/Artigo_mysql.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2023.

SANTOS, Bruno P. et al. **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. Departamento de Ciência da Computação, 2016.